



DOI: [10.71167/uaceg.2024.570117](https://doi.org/10.71167/uaceg.2024.570117)

Получена: 26.06.2023 г.

Приета: 03.07.2023 г.

## КОМПРОМЕТИРАНИ СКАЛНИ ОТКОСИ НА ПЪТНИ УЧАСТЪЦИ ОКОЛО ГРАД РУДОЗЕМ

Д. Фотев<sup>1</sup>

*Ключови думи: срутища, скални откоси, гравитационни процеси, сипеи*

### РЕЗЮМЕ

Настоящата статия е изготвена във връзка с проявени гравитационни процеси в скални откоси около град Рудозем. В нея са обобщени данните от различни литературни източници, както и събраната информация от извършен инженерногеоложки оглед на място. Направена е концепция за подробни бъдещи инженерногеоложки проучвания, които да бъдат реализирани на два етапа: предварителни и детайлни инженерно-геоложки проучвания.

### 1. Въведение

Настоящата статия е изготвена във връзка с проявени гравитационни процеси в скални откоси на път II-86 „Рудозем – ГКПП“ в участъка от km 135+483 до km 145+503 и скални откоси на път III-8681 „Рудозем – Смилян“ в участъка от km 0+219 до km 8+650. Проблемите са свързани основно със срутищни явления, пречатващи пътния трафик. Голяма част от скалните откоси се характеризира с висока честота на обрушване, а в някои участъци размерите и количествата на падналите късове са значителни. На много места активните срутищни процеси са причинили разрушения и повреди по пътните съоръжения. При липсата на добро укрепване гравитационните процеси ще продължават във времето, което може да доведе до нови разрушения и/или жертви.

Данните са събрани от литературни източници и извършен инженерно-геоложки оглед от автора през м. юни 2022 г. Изследването е направено във връзка със

---

<sup>1</sup> Димитър Фотев, гл. ас. д-р инж., кат. „Геотехника“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: [dimitarfotew@abv.bg](mailto:dimitarfotew@abv.bg)

запознаване с обектите и подготовка на процедура за възлагане на проектиране за целите на Агенция „Пътна инфраструктура“ (АПИ).

Разгледаните пътни участъци на път II-86 и на път III-8681 са с обща дължина – над 18 km, от които над 4 km са засегнати от геодинамични процеси – свлачища, срутища и сипеи. Някои от по-интересните компрометираните скални откоси ще бъдат описани по-долу в настоящата статия.

Към момента на извършения инженерно-геоложки оглед, в разгледаните участъци няма регистрирани свлачищни деформации от „Геозащита“ ЕООД – клон Перник.

## **2. Местоположение и геоморфология**

Районът на разглежданите пътни участъци попада в югоизточната периферия на Западните Родопи.

В тектонски план гънковите структури, изграждащи Източнородопския блок в района, са представени от Рудоземската антиклинала [1 – 4]. Град Рудозем попада в североизточното ѝ бедро, което в участъка е с наклони между 30 – 40°. От централната част на града до Средногорци тектонската структура е значително разломена, включваща множество установени и предполагаеми (рудоносни) разломи и разседи. Генералното им направление е северозапад – югоизток.

Разглежданите участъци на пътя попадат в две стратиграфски свити:

- Богутевска свита, включваща биотитови гнайси, с малък процент гнайсохисти, калкохисти и лептинити.
- Маданска свита, включваща биотитови и двуслюдени гранитогнайси и гранитизирани гнайси.

Участъкът от km 0+219 до km 8+650 на път III-8681 преминава по долината на р. Арда. Отточният модул на река Арда е един от най-високите в страната. Долината на реката е основната отводнителна регионална артерия. Надморската височина в този участък се изменя от 700 до 800 m.

Участъкът от km 135+483 до km 145+503 на път II-86 преминава по долината на р. Чепинска. Река Чепинска е с по-нисък модул на оттока, като зимният е почти два пъти по-висок от пролетно-летния. Надморската височина в този участък се изменя от 800 до 1000 m.

Валежите в района са със зимен максимум, като за периода се отчитат количества, вариращи в диапазона 240 – 360 mm. Средногодишното количество валежна съставка (твърда и течна) се променя между 890 и 1000 mm.

## **3. Описание на някои от компрометираните скални откоси на път II-86 „Рудозем – ГКПП“ и на път III-8681 „Рудозем – Смилян“**

### **3.1. Участък от km 143+350 до km 143+480 на път II-86**

Височината на откоса в участъка е около 40 m. Скалите са представени от редуващи се амфиболити и гнайси, разчленени от множество хаотично ориентирани пукнатини, образувани в резултат на интензивната тектоника в района. Гнайсите са по-

изветрели от амфиболитите. В следствие на изветряването от скалния откос се отчупват късове с различни размери (пясъци, чакъли и единични валуни), които са формирали няколко сипея в подножието на откоса. В момента на огледа сипеите са затрупали едната от лентите за движение. Скалните блокове, паднали по пътя, достигаха размери до 50 cm. Поради голямата височина и специфичния релеф на откоса е възможно скалните блокове, които се отделят в горната част на откоса, да падат на различни разстояния по цялата широчина на пътното платно. Поради тази причина е необходимо да се предвидят укрепителни мерки, които да обезпечат цялата височина на откоса.



**Фиг. 1.** Сипеи в пътната лента (вляво) и обрушени скални късове (вдясно)

### **3.2. Участък от km 144+195 до km 144+265 на път II-86**

Откосът в този участък е с височина над 20 m. По него се разкриват предимно скални разновидности с разпокъсана и неравномерна изветрителна покривка. Изградени са три берми в горните части на откоса. В отделни части по откоса се наблюдават водопровявания. По пътното платно се наблюдават множество паднали скални блокове, някои с размери над 50 cm. Единият от падналите блокове по време на огледа беше с размери около един куб. метър. След падането си някои скални блокове са достигнали до средата на пътя и затрудняваха движението в участъка. Тези блокове са паднали от сравнително малка височина (от първите 10 m), но в горната част на откоса също се наблюдават и единични скални блокове сред делувиалните материали. Възможно е да има подпрени единични камъни зад дърветата и храстите по бермите в горните части на

откоса. Най-горната берма е обрасла с дървесна растителност, поради което от пътя няма пряка видимост към нея и към горния ръб на откоса. По време на предстоящите инженерно-геоложки проучвания е необходимо да се провери за наличие на опасни скални блокове в труднодостъпните зони, към които липсва пряка видимост.



**Фиг. 2. Паднали скални блокове върху пътното платно**

### **3.3. Участък от km 144+714 до km 145+503 на път II-86**



**Фиг. 3. Общ изглед на участъка**

В участъка се наблюдават четири откоса, между които има вградени водостоци. Височината им се изменя между 10 и 20 m. Те са еднотипни – покрити са предимно с делувиални почви, глинесто-песъчливи, с единични чакъли и по-големи камъни. Характерно за тези откоси е, че са набраздени и повърхността им целогодишно е навлажнена. В подножието им се образуват сипеи, които достигат до пътното платно и затрудняват движението. В някои части по откосите, при които липсва делувиална покривка, скалите са много силно изветрели и лесно се обрушват. Глинестите почви с високо водно съдържание, които покриват откосите в участъка, могат да бъдат една добра среда за влаголюбиви растения с дълбока коренова система. Във връзка с това е целесъобразно в участъка да се предвидят геозащитни мерки, включващи комбинация от геомрежи, залесяване и отвеждане на повърхностните води.

### 3.4. Участък при km 5+870 на път III-8681

Скалният откос в участъка е с височина между 10 и 15 m, като от пътя няма видимост към най-високите части на откоса.



Фиг. 4. Паднала скална маса и компрометирана телена мрежа

В долната част на откоса е изградена джоб-стена с височина 1,5 m. Скалният откос е укрепен с телена мрежа. Зад джоб-стената се наблюдава огромно количество срутена скална маса, сред която има и големи скални блокове, някои с размери около 1,5 m<sup>3</sup>. Мрежата е успяла да задържи скалните блокове и да предпази пътя, но към момента е компрометирана от въздействието на динамичния товар. Необходимо е възстановяване на мрежата в участъка и почистване на падналите скални материали зад нея.

### 3.5. Участък от km 6+250 до km 6+520 на път III-8681

Участъкът е с дължина 270 m и височина до 30 m. В него се наблюдават свлачищно-срутищни процеси. Под откоса е изградена бетонова неармирана подпорна стена, с височина 1,5 m. В първите 20 – 30 m от участъка откосът изцяло е представен от скални разновидности, след което откосът е покрит от делувиални пясъчливи глини с единични чакъли и по-редки чакъли. Наклонът на откоса навсякъде е стръмен – над  $70^\circ$ . По делувиалните почви се наблюдават петна вследствие на навлажняване. Делувиат е набразден и непрекъснато се смъква надолу. В средата на участъка се забелязват свлачищни отстъпи в делувиалните материали. Главният свлачищен отстъп е с размери най-малко 4 m. В края на участъка дебелината на делувиалната покривка намалява. Сред делувиалните почви се наблюдават и много големи скални блокове, отделящи се от най-високите части на откоса. Някои от тези блокове падат върху откоса, други върху подпорната стена, а една част от тях успяват да прескочат стената. На много места стената е компрометирана в резултат на удари от падналите блокове.



Фиг. 5. Изглед на откоса в края на участъка

Предвид големите размери на падащите блокове е препоръчително в участъка да се направи детайлно проучване, след което да се изгради по-висока подпорна стена, която да може да поеме ударите от големите блокове, както и натиска от свлачищните усилия.

### 3.6. Участък 37 от km 7+950 до km 8+050 на път III-8681

Участъкът представлява активен свлачищен циркус, развит в горната част на склона.

В участъка се разкриват високостепенни метаморфити (амфиболови и амфибол-биотитови гнайси, включващи послойно внедрени или секущи гранити, аплитови и пегматитови жили) и кватернерни алувиално-колувиални наслаги.

Свлячището се е реализирало при оформянето на най-горната трета берма. Главният му отстъп е с височина 6 – 7 m и наклон около 70°. Тялото му е съставено от дисперсни материали, скални късове и блокове и е с дължина около 50 m, развито върху стръмен склон с наклон около 45°. Откосът в участъка е с максимална височина 90 m. Най-високите части са труднодостъпни и към тях липсва добра видимост.



**Фиг. 6. Панорама на свлячището**

По литературни данни [5] максималната дебелина на свлячищно-срутищното тяло е в порядъка на 6 – 9 m. Езикът на свлячището достига най-горната трета берма (почти разрушена). На 4 – 5 m височина над бермата, към левия борд на циркуса, се открива огромен скален блок (напукан) от изветрели гранити, който временно задържа придвижването (срутването) на свлячищното тяло надолу към пътя. Линейната ивица (пукнатина) между скалния блок и левия борд на свлячището е запълнена с дисперсен грубозърнесто-глинест материал (сипеен). Свлячищното тяло е в гранично равновесие и при интензивно снежно-дъждовно подхранване е възможно свлячищно-срутищните процеси да се активизират.

Във високите части се забелязват паднали скални блокове, натрупани по тялото на свлячището. В участъка е изградена подпорна стена с височина около 3 m. На места делувиалните почви се свличат и преливат през стената към пътното платно. Периодично на пътя попадат и някои по-големи скални блокове. По данни от ОПУ-Смолян през 2016 г. в резултат на свлячищно-срутищни процеси върху пътя са паднали около 2000 m<sup>3</sup> скална маса, които са прехвърлили стената.

За участъка е необходимо да се извършат детайлни инженерно-геоложки проучвания, с които да се установят вероятните хлъзгателни повърхнини и опасните скални блокове.

За укрепването на откоса трябва да се вземат комплексни геозащитни мерки, обезпечаващи и най-горните части на откоса или участъкът да бъде преминат с галерия (полу-тунел).

#### **4. Заключение и препоръки**

Разгледаните компрометирани участъци на път II-86 и на път III-8681 са с обща дължина – над 18 km, от които над 4 km са засегнати от геодинамични процеси. Те са 3 основни типа – свлачища, срутища и сипеи. В някои участъци се наблюдават комбинации от повече от един процес – свлачищно-срутищни процеси или преход между срутища и сипеи. Процесите са разнообразни по обем и активност. От тях най-разпространени са срутищата.

От направения оглед може да се заключи, че по-голяма част от разгледаните откоси са неустойчиви, в условия на естествено състояние. Тази оценка е направена по време на огледа, когато на място е установено наличието на паднали скални блокове от масива. При оценката на опасност от срутищни явления се приема, че местата, където има проявени срутвания, могат да бъдат рискови и в бъдеще.

При такива условия е необходимо възможно най-скоро да се извършат подробни инженерно-геоложки проучвания, след което да започне проектиране на укрепителните съоръжения.

Тъй като активните процеси засягат голяма линейна дължина от разгледаните пътни участъци, е препоръчително инженерно-геоложките проучвания и проектирането да бъдат извършени на два етапа, както следва:

Първият етап ще включва предварителни инженерно-геоложки проучвания, геодезическо заснемане на участъка и изготвяне на вариантни решения за укрепване. На този етап следва да се очертаят рисковите участъци (откоси) и да се оцени риска за всеки от тях. Проучванията следва да съдържат:

1. Детайлно картиране/опис на опасните откоси и изясняване на гравитационните процеси, от които са засегнати – свлачища, срутища или сипеи. За всеки откос картировката следва да се извърши в подходящ мащаб. Във високите и труднодостъпни участъци е необходимо документирането да се извърши с помощта на алпинисти, автовиска или дрон.
2. Райониране на гравитационните процеси в локален мащаб за разработване на карти за качествена или количествена оценка на геоложкия риск [6, 7]. При картите на геоложкия риск теренът се разделя на зони, които се характеризират с различни вероятности за загуби (физически, човешки, икономически, екологични), които биха могли да се дължат на геоложки процеси от даден вид в рамките на определен период от време. Рискът може да се посочи или качествено (като висок, среден, нисък и без риск) или количествено (изразен с числа или икономически стойности). За подобни цели рискът обикновено се изчислява на годишна база: т.е. очакваните загуби на определена област да бъде засегната от опасни геоложки процеси с дадена величина (интензитет) през дадена година.

3. Извършване на структурно-геоложки измервания на ориентацията на системните пукнатини, както и разстоянието между тях. За скалните откоси е необходима структурна оценка на скалния масив, включваща определяне на големината на блоковете с потенциал на обрушване.
4. Установяване на източника (източниците) на водата, проникваща в масивите, с цел предотвратяване неблагоприятното ѝ влияние върху стабилитета.
5. Полеви изпитвания за определяне на якостта на натиск посредством склерометърът на Шмит.
6. Класифициране на скалните масиви по общоприети и известни методики, като RMR – Rock mass rating и GSI – Geological strength index.
7. Изготвяне на програма за детайлни инженерно-геоложки проучвания, която да съдържа местоположение и количество на проучвателните изработки (сондажи, шурфове, пенетрации и др.), брой на земните и скалните проби, както и всички допълнителни дейности, които е необходимо да се изпълнят във Втория етап. Важно е да бъдат включени стабилитетни изчисления, симулационни анализи на срутищни явления по профили, както и дейности за специализиран геотехнически мониторинг. Задължително е да се предвидят дейности за определяне на дълбочината на изветряне, в т.ч. определяне на минималната дълбочина на закотвяне на анкерите, в случай че укриването на откосите е предложено да бъде с анкери.

*Километровите положения на засегнатите участъци са приблизителни. Точното очертаване на рисковите откоси и километровия им обхват ще бъдат определени по време на предварителните геоложки проучвания и след геодезическите заснемания.*

Вторият етап ще включва детайлни геоложки проучвания, на базата на които ще се изготви подробен технически проект. На този етап проучванията ще се допълнят с подробни инженерно-геоложки профили, стабилитетни изчисления, симулационни анализи на срутищни явления по профили, физико-механични показатели на установените литоложки разновидности във всеки от участъците и др.

Добре е за всеки от участъците да се предвиди подробен проект за контролно-измервателна система, който да включва не само система от реперни марки за наблюдение, но и специализирано геотехническо оборудване за мониторинг – екстензометри, инклинометри, пиезометри и др.

## **Благодарности**

За целите на настоящата статия са използвани данни от Агенция „Пътна инфраструктура“, която е организираща и финансираща горепосочените инженерно-геоложки огледи. Авторът на публикацията изразява своите благодарности към инж. Венелина Георгиева и на служителите на ОПУ-Смолян, които бяха част от екипа, извършил огледите.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Kozhuharov, D., R. Marinova, N. Katskov.* 1989, Geolozhka karta na Bulgaria v M 1:100 000 (k. l. Smolyan). Komitet po geologia.
2. *Kozhuharov, D., R. Marinova, N. Katskov, E. Kozhuharova.* 1992, Obyasnitelna zapiska kam geolozhka karta na Bulgaria v M 1:100 000 (k. l. Smolyan). Komitet po geologia, 50 str.
3. *Sarov, S. i dr.* 2006a, Geolozhka karta na Bulgaria v M 1:50 000 (k. l. Ustovo). MOSV.
4. *Sarov, S. i dr.* 2006b, Geolozhka karta na Bulgaria v M 1:50 000 (k. l. Madan). MOSV.
5. *Zhelev, V., Stoynev, S.* 2016, Doklad za provedeni prouchvania za obekt: „pat III-8681, gr. Rudozem – s. Smilyan“, treti uchastak / ot km 4+359,6 do km 8+430,7.
6. Metodika za otsenka na geolozhkia risk. 2014, MRRB.
7. Etap II ot izrabotvane na analiz, otsenka i kartografirane na geolozhkia risk: Kartografirane na geolozhkia risk. 2017, MRRB.

## COMPROMISED ROCK SLOPES OF ROAD SECTIONS AROUND THE TOWN OF RUDOZEM

**D. Fotev<sup>1</sup>**

**Keywords:** *collapses, rock slopes, gravitational processes, scree*s

### ABSTRACT

This paper has been prepared in connection with the manifested gravitational processes in rock slopes around the town of Rudozem. The data from various literature sources are summarized, as well as the information collected from an engineering geological inspection on the spot. The article summarizes the data from various literary sources, as well as the information collected from an engineering geological inspection on site. The concept is for detailed future engineering geological investigations to be realized in two phases: planning phases and designing phases.

---

<sup>1</sup> Dimitar Fotev, Chief Assist. Prof. Dr. Eng., Dept. “Geotechnics”, UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: [dimitarfotev@abv.bg](mailto:dimitarfotev@abv.bg)