Thracian Cliffs landslide, Northern Bulgarian Black Sea Coast

Свлачище „Тракийски скали“, Българско Северно Черноморие

Rosen Nankin, Plamen Ivanov, Miroslav Krastanov

Росен Нанкин, Пламен Иванов, Мирослав Кръстанов

Geological Institute, Bulgarian Academy of Sciences, 1113 Sofia; E-mails: nankin_r@abv.bg; plivanov62@geology.bas.bg; miroivanov@mail.bg

Abstract. The main characteristics of an active landslide located before the Thracian Cliffs golf club, SW of the village of Bozhurets (Northern Bulgarian Black Sea Coast) are considered. The results of the field studies for the landslide activity for the period 2018–2020 are presented. Physical and mechanical parameters of samples from the landslide toe are determined. Extensive research has been carried out on the latest landslide activations. As part of the study, a control geodynamic network covering the landslide area was established.

Keywords: landslides, Topola Formation, Black Sea Coast, GNSS data, Northern Bulgaria.

Увод

Разгледани са основните характеристики на активно свлачище, разположено по склона преди голф игрище „Тракийски скали“ (Thracian Cliffs), ЮЗ от с. Божурец, Северно Българско Черноморие (южната част на Добруджанското плато). Изследваното свлачище попада в Балчишкия свлачищен район (Северна свлачищна зона), където са характерни свлачища от линейно-стъпаловиден (пакетен) тип (Avramova-Tacheva et al., 1998; Frangov et al., 1998; Berov et al., 2002, 2013, 2020; Evstatiev, Evlogiev, 2007; Evlogiev, Evstatiev, 2013; Dimitrov et al., 2017; Nankin, Ivanov, 2019). Представени са резултатите от полевите проучвания за свлачищния процес за периода 2018–2020 г. Определени са физични и механични показатели на проби от езика на свлачището. За наблюдение на свлачищните деформации е създадена геодезическа GNSS мрежа с първи период на измерване през юни 2019 г. (Atanasova, Nikolov, 2019, 2020; Atanasova-Zlatareva et al., 2019; Nikolov et al., 2020). Използвани са и данни от годишните доклади на „Геозащита“ – ЕООД, гр. Варна за извършени през 2017, 2018 и 2019 г. превантивни дейности, свързани с регистриране и мониторинг на свлачищните райони и на районите с абразионни процеси по Черноморското крайбрежие (<https://www.mrrb.bg/bg>).

Резултати

Най-голямо значение за развитието на свлачищните процеси в района имат седиментите на Тополската свита, изградени от арагонитни седименти (арагонитити) с прослойки от здрави варовици (Koleva-Rekalova, 1994, Yaneva et al., 2019). Съгласно геотехническите стандарти тези арагонитни седименти се класифицират като пещчеливи и прахови глини.

На фона на старите (древните) свлачищни масиви, възникват съвременни активни локални свлачищни процеси (съвременни свлачища). Те обикновено са с по-малки дълбочини и обхват, но причиняват значителни икономически щети. Такова е и разглежданото свлачище, разположено преди голф игрище „Тракийски скали“ (фиг. 1), както и отделни части в района на голф игрище „Тракийски скали“, описани при извършен оглед през 2010–2011 г. След взимането на мерки по брегоукрепване и отводняване, активният свлачищен процес в района на голф игрището бе овладян.

Активното свлачище е регистрирано през 2014 г. под № DOB 17.05009-01-03 от специалисти на „Геозащита“ – ЕООД Варна. Свлачището е формирано и се развива в пределите на древното, условно стабилизирано свлачище с № DOB 17.05009-01 от блоков тип, оформено от линейно удължени пакети, които са 3–4 на брой, раз-

Фиг. 1. Изглед към свлачището преди голф клуб Тракийски скали (снимка 24.09.2020 г.)

вити по неговата дължина, която е 500–650 m. Под морското равнище също са развити свлачищни пакети, чиито брой трудно може да бъде установен. Засегнатият крайбрежен склон е с ширина 1500 m и главен свлачищен откос около 70–80 m, повърхнината на свличане е с дълбочина 60–70 m, а валът на изгласкване е проявен в морето и вероятно е размит.

Бреговият клиф е с височина 20–30 m, почти вертикален, незалесен. По него се разкриват арагонитните седименти на Тополската свита, характеризиращи се с масивна или тънкоивичеста текстура. Оголеният бряг, неговият специфичен геоложки строеж и морската абразия са предпоставки за активиране на отделни участъци в древните дълбоки свлачищни процеси, каквото е разглежданото свлачище.

Активният участък се простира между Тополското дере и входа на голф игрище „Тракийски скали“ с ширина около 550 m (измерена по пътя), дължина около 280 m в източната част и около 150 m в западната (по посока на движение на земните маси). В него са развити последните 2 свлачищни пакета, разположени най-близо до морето. Свлачищната повърхност, за разлика от тази на древното свлачище, е с дълбочина 20–30 m. Свлачището достига до морския бряг, като валът е ясно изразен в левия (източния) борд и е с височина до 3–4 m. Представява издигане и „омесване“ на арагонитни глини и варовикови скални късове с различни размери.

Свлачището засяга арагонитните глини на Тополската свита, които при намокряне проявяват значителна чувствителност и са податливи на свличания. В негативните междублокови пространства се оформят зона на задържане на водите и затрудненото им оттичане. През 2011 г. при оглед бе установено изтичане в близост до източния борд, което при направените измервания имаше среден дебит около 3–4 l/s. От влаголюбивата растителност, разпространена в междупакетните пространства може да се констатира, че има непрекъснат поток на води.

Активността на свлачищния процес се констатира от формирането на пукнатини с отвори, достигащи 30 cm по пътната настилка. Деформациите се изразяват във вълнообразни хлътвания и издувания на отделни участъци от пътя, изграден за връзка на голф игрище „Тракийски скали“ с републиканската пътна мрежа. Вследствие на активността левият, силно деформиран борд се е формирал на граница на древен свлачищен пакет, като разсича част от него. Едни от съществените релефни форми при активни свлачищни терени са клинообразните понижения, формирани по пътя и по терена – резултат от освобождаване на пространство при теренни движения. Установява се, че електрическите стълбове по пътя са разнопосочно наклонени, което е индикатор за наличие на свлачищни движения. Над него построените масивни сгради са наклонени, завъртени и видимо изоставени.

Морската абразия непрекъснато въздейства върху свлачищния вал, като го отмива, което допринася за непрекъснато активизиране.

При извършен оглед през лятото на 2019 г. бяха взети проби от нарушените арагонитни глини, изграждащи свлачищния вал. В резултат на извършените лабораторните изследвания бяха определени следните физико-механични показатели: обемна плътност, ρ от 1,97 до 1,99 g/cm³; специфична плътност, ρ_s от 2,80 до 2,82 g/cm³; естествено водно съдържание, W_n от 29,9 до 31,1%; степен на водонасищане, S_r от 98 до 100%; кохезия, остатъчна, c_r от 3,8 до 8,0 kPa; ъгъл на вътрешно триене, остатъчен, φ_r от 25,9 до 28,8°.

От предходните изследвания на варовиковите скални късове, изграждащи част от вала на изгласкване, са получени следните физико-механични показатели: обемната плътност е 2,53 g/cm³, якост на натиск – 36,0 МПа и якост на опън – 3,7 МПа (Nankin, Krastanov, 2017; Nankin, Ivanov, 2018).

Заклучение

Свлачището, разположено по склона преди голф игрище „Тракийски скали“, показва съвременна активност, потвърдена с полеви изследвания и геодезичен мониторинг. То носи реална опасност за жилищния фонд и пътната инфраструктура, както и към прилежащите им съоръжения. Съчетанието на абразията и негативното антропогенно въздействие върху терена може да доведе до значително увеличаване на активните свлачищни сили.

Благодарности: Настоящото изследване е проведено във връзка с изпълнението на Национална научна програма (ННП) „Опазване на околната среда и намаляване на риска от неблагоприятни явления и природни бедствия“, одобрена с Решение на МС № 577/17.08.2018 г. и финансирана от МОН (Споразумение № Д01-322/18.12.2019 г.) и по Проект № КП-06-ОПР 06/1, по програма „Фундаментални научни изследвания по обществени предизвикателства – 2018 г.“, финансирана от ФНИ.

Литература References

Atanasova, M., H. Nikolov. 2019. Studying the coastal landslides processes by InSAR. – In: *Proceedings SPIE 11156, Earth Resources and Environmental Remote Sensing/GIS Applications X*, 1115619, p. 10.
Atanasova, M., H. Nikolov. 2020. Integrative use of GNSS and InSAR data – a case study of landslide on the Thracian

rocks coastal slope. – In: *Proceedings SPIE 11534, Earth Resources and Environmental Remote Sensing/GIS Applications XI*, 115340S, p. 14.
Atanasova-Zlatareva, M., H. Nikolov, I. Georgiev, A. Ivanov, N. Dimitrov. 2019. Monitoring of landslide processes at the NE Bulgaria by joint use of GNSS and InSAR. – In: *Proceedings 10th Congress of Balkan Geophysical Society*, BGS 2019, 1–5.
Avramova-Tacheva, E., B. Kostak, N. Dobrev. 1998. Present dynamics of a landslide process in the Black sea coast region N of Varna (Bulgaria). – *Acta Montana IRSM AS CR*, Series A, 12 (107), 5–15.
Berov, B., N. Dobrev, I. Brouchev, T. Fukuzono. 2002. Landslides in Bulgaria. – *J. Japan. Landslide Soc.*, 38, 4, 334–343.
Berov, B., P. Ivanov, N. Dobrev, R. Nankin, M. Krastanov. 2013. State of the art for landslides along the North Bulgarian Black Sea coast. – In: Margotti, C., P. Canuti, K. Sassa (Eds.). *Landslide Science and Practice, Vol. 5: Complex Environment*. Springer, 97–102.
Berov, B., N. Nikolova, P. Ivanov, N. Dobrev, M. Krastanov, R. Nankin. 2020. Landslide susceptibility mapping using GIS: A case study along Bulgarian Black Sea coast. – In: *Proceedings of 8th International Conference on Cartography and GIS*, 2020, Vol. 1. Nessebar, Bulgaria, 287–296.
Dimitrov, O., D. Parlichev, N. Dobrev. 2017. Seismic and precursory aspect information about topography and tectonics of Bulgarian Black Sea coast. – *Eng. Geol. and Hydrogeol.*, 31, 13–23 (in Bulgarian with English abstract).
Evlogiev, Y., D. Evstatiev. 2013. Landslides near Topola village (Northern Black Sea coast). – *Eng. Geol. and Hydrogeol.*, 27, 13–69 (in Bulgarian with English abstract).
Evstatiev, D., Y. Evlogiev. 2007. On the origin of the “Ikantala” landslide – the Balchik coast. – *Geologica Balc.*, 36, 3–4, 25–30.
Frangov, G., R. Varbanov, J. Yordanova, M. Stakev. 1998. Contemporary landslide activity along Varna and Balchik sea coast. – In: Marinski, J. (Ed.), *Protection and Long-term Stabilization of the Slopes of the Black Sea Coast*. Sofia, Acad. Publ. House “Prof. Marin Drinov”, 20–29 (in Bulgarian with English abstract).
Koleva-Rekalova, E. 1994. Sarmatian aragonite sediments in North-Eastern Bulgaria – origin and diagenesis. – *Geologica Balc.*, 24, 5, 47–64.
Nankin, R., M. Krastanov. 2017. Geotechnical parameters of limestone from the Topola Formation in the area of Topola village, Kavarna municipality (NE Bulgaria). – *Geologica Balc.*, 46, 2, 83–86.
Nankin, R., P. Ivanov. 2018. Point load strength of limestones from the Topola Formation, NE Bulgaria. – *Rev. Bulg. Geol. Soc.*, 79, 3, 145–146 (in Bulgarian with English abstract).
Nankin, R., P. Ivanov. 2019. Current state of the landslides affecting the Northern Bulgarian Black Sea Coast. – *Rev. Bulg. Geol. Soc.*, 80, 3, 176–178 (in Bulgarian with English abstract).
Nikolov, H., M. Atanasova, K. Vassileva, R. Nankin, P. Ivanov, N. Dimitrov. 2020. Study of the contemporary state of the landslides in the northern Bulgarian Black Sea coast. – In: *Proceedings SPIE 11524, Eighth International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment (RSCy2020)*, 115241C, 15 p.
Yaneva, M., E. Koleva-Rekalova, P. Nikolov, N. Ognjanova-Rumenova. 2019. Topola Formation, Northeastern Bulgaria – biostratigraphical and palaeoecological aspects. – *Rev. Bulg. Geol. Soc.*, 80, 3, 133–135.