



Current state of the landslides affecting the Northern Bulgarian Black Sea Coast

Текущо състояние на свлачищата, засягащи Северното Черноморие на България

Rosen Nankin, Plamen Ivanov
Росен Нанкин, Пламен Иванов

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

Abstract. The article discusses the territorial distribution of the landslides along the Northern Bulgarian Black Sea Coast. An analysis on results of the 2018 and 2019 field studies on landslide phenomena is presented. The purpose of these studies is to identify areas with active landslide movements of the Northern Bulgarian Black Sea Coast for monitoring using data from Global Navigation Satellite System (GNSS) and Interferometric Images from Synthetic Aperture Radar (SAR).

Keywords: landslides, landslide zoning, Black Sea Coast, SAR data, Bulgaria.

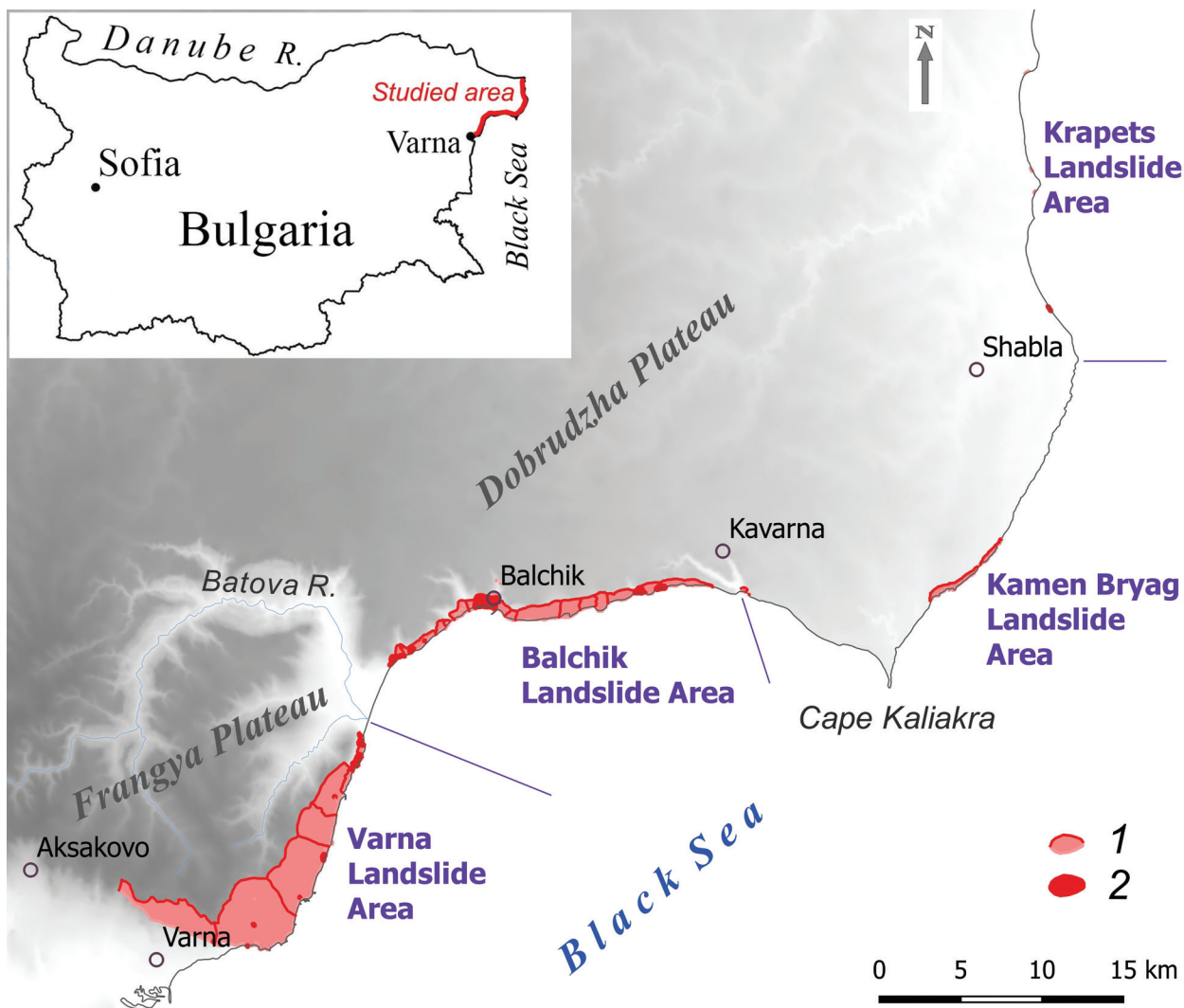
Настоящото изследване има за цел анализ на резултатите от извършените през 2018 и 2019 г. теренни изследвания от авторите, свързани с динамиката на свлачищните процеси. Използвани са и данни от годишните доклади на „ГЕО-ЗАЩИТА“–ЕООД, гр. Варна за извършени през 2017 и 2018 г. превантивни дейности, свързани с регистриране и мониторинг на свлачищните райони и на районите с абразионни процеси по Черноморското крайбрежие (<https://www.mrrb.bg/bg>). По тази причина е необходимо да се определят райони с активни движения на свлачищни процеси по Северното Черноморие на България, за мониторинг чрез съвместно използване на данни от глобални навигационни спътникови системи и интерферометрични изображения от радари със синтезирана апаратура (Atanasova, Nikolov, 2018, 2019).

Черноморското крайбрежие на България на север от гр. Варна е силно засегнато от свлачищни процеси (**Северна свлачищна зона**) (Avramova-Tacheva et al., 1998; Frangov et al., 1998; Berov et al., 2002, 2013; Evstatiev, Evlogiev, 2007, 2013; Frangov, Krastanov, 2015; Dimitrov et al., 2017). Характеризира се с платовиден релеф, седиментни скали с палеогенска и неогенска възраст, чиито пластове са леко наклонени до почти хоризонтални (3–5° източно). Включва Франгенското плато (Варна, Златни пясъци, Кранево) и южната част на Добруджанското плато (Албена, Балчик и Каварна), ивица от Добруджанското плато на

север и запад от Каварна, включително нос Калиакра и на север до българо-румънската граница. Свлачищата тук са съсредоточени в четири свлачищни района (фиг. 1). В районите по Варненското и Балчишкото крайбрежие са отделени два типа свлачища – циркусен за Варненския свлачищен район и линейно-стъпаловиден (пакетен) за Балчишкия свлачищен район и свлачищния район Камен бряг.

Варненският свлачищен район включва крайбрежието на гр. Варна до долината на р. Батова при с. Кранево. Районът, в който са развити свлачищата, е изграден от миоценски седименти, представени от няколко свити: Галатска (gN_1^{t-s}) – пясъци и глини, Евксиноградска (evN_1^{kg-s}) – пясъчници, диатомитови и спонголитови глини, Франгенска (frN_1^s) – водоносни пясъци и Одърска (odN_1^s) – предимно от варовици (Evlogiev, Evstatiev, 2016). Образуването на дълбоко разположени свлачища в този район е главно в резултат на морската абразия. Това са обширни свлачищни комплекси (циркусен тип), проявени по източния склон на Франгенското плато – от ръба до морския бряг. На фона на тези древни, условно стабилизирани свлачища, в резултат на комплексното въздействие на природните фактори и техногенна дейност, възникват съвременни активни локални свлачищни процеси (Varbanov et al., 1997; Evlogiev, Evstatiev, 2011).

На север от гр. Варна в посока юг-север са оформени следните древни свлачищни ком-



Фиг. 1. Свлячища по северното Северното Черноморско крайбрежие на България
1 – свлячищен комплекс; 2 – активно свлячище

плекси с проявени в тях свлячища: 1) циркус „Варна“; 2) циркус „Виница“; 3) циркус „Аладжа Манастир“ (циркусите „Чайка“ и „Аладжа манастир“) – курортен комплекс „Слънчев ден“, плаж „Кабакум“, сп. „Трифон Зарезан“ и др.; 4) циркус „Златни пясъци“; 5) циркус „Дългия яр“ (курорт „Златни пясъци“ – с. Кранево) – сп. „Панорама“, фар „Екрене“, сп. „Фара“, сп. „Обзор“, сп. „Кипарис“ (сп. „Кипарис-север“, сп. „Кипарис-юг“) и „Острия завой“.

Балчишки свлячищен район. Черноморското крайбрежие, североизточно от р. Батова до западно от гр. Каварна, е обхванато от стари и съвременни свлячища (Evlogiev, Evstatiev, 2013; Evstatiev et al., 2017). Свлячищната ивица, оформена от старите свлячища, е със средна ширина 400–500 m, като на места при платото завършва със стръмен 40–50 m откос. Обикновено свлячищните тела са оформени от 3–4 видими линей-

ноориентирани стъпала и хълмове (свлячищни пакети) с различни височина, като най-често зад тях са образувани затворени безотточни негативни форми с постоянни или временни заблътвания. Валове на изтласкване (свлячищните езици) са под днешното морско равнище, където са оформени още 1–2 невидими на повърхността свлячищни пакети. Дълбочините на старите свлячища достигат до 40–60 m, на места и повече.

Седиментите, засегнати от свлячищните процеси, принадлежат на Карвунската (kvN_1^s), Тополската (toN_1^s) и Евксиноградската свита (evN_1^s). За развитието им най-голямо значение имат седиментите на Тополската свита, изградени от арагонитни седименти (арагонитити), с прослойки от здрави варовици (Koleva-Rekalova, 1994). Съгласно геотехническите стандарти, арагонитните седименти се класифицират като пясъчливи 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. В последните години такива свлачища са: ул. „3-та“ и ул. „4-та“, ул. „12-та“ във ВЗ „Изгрев“; ВЗ „Фиш-Фиш“; Момчилски рид; Иканталяка; непосредствено преди голф игрище „Тракийски скали“; отделни части в района на голф игрище „Тракийски скали“.

Свлачищен район Камен бряг (Тауклиман).

Свлачищната ивица е оформена от 2 свлачища (Тауклиман и Яйлата), които са стъпаловидни, линейноудължени, тип странично изтласкване. И двете свлачища вероятно са предизвикани от силни земетресения, като главната предпоставка е геоложкият строеж, представен от 2 коренно различаващи се в инженерногеолошко отношение седименти. Горната част е изградена от варовиците на Одрската свита (odN_1^s) със средна дебелина 30–40 m, а под тях залягат олигоценски глини с дебелина над 100 m. Тауклиманското свлачище (курортен комплекс Русалка) е оформено от 7 свлачищни стъпала, има ширина 1200 m и дължина 500 m, докато свлачище Яйлата е по-малко, с брой на видимите стъпала 3–4. Свлачищата са активни, но движенията са с много ниска скорост – от порядъка до 1 mm годишно, установена чрез екстензометричен мониторинг (Аврамова-Tacheva et al., 1998).

Свлачищен район Крапец обхваща Черноморския бряг между българо-румънската граница и нос Шабла. Свлачищата са малки и засягат льосовия комплекс, който се размива и това води до отцепването на дълги и тесни до 10 m ивици от него.

Заклучение

Редица свлачища по Северното Черноморие на България показват активност на фона на древните, относително стабилизираните, свлачищни масиви. Активните свлачища, на които предлагаме да се осъществи мониторинг, са: 1) сп. „Фара“ („Дългия яр“) – Варненски свлачищен район; 2) преди голф игрище „Тракийски скали“, 3) ул. 3 и 4 (ВЗ „Изгрев“), 4) Иканталяка – Балчишки свлачищен район.

Благодарности: Настоящото изследване е проведено във връзка с изпълнението на Проект № КП-06-ОПР 06/1 „Мониторинг на свлачищни процеси по Северното Черноморие на България, чрез съвместно използване на данни от глобални навигационни спътникови системи и интерферометрични изображения от радарни със синтети-

рана апаратура“ по програма „Фундаментални научни изследвания по обществени предизвикателства – 2018 г.“, финансирана от ФНИ.

Литература

References

- Atanasova, M., H. Nikolov. 2018. Ground displacements detection in Trifon Zarezan landslide based on GNSS and SAR data. – *MMM Geo Information*, 7–15.
- 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, 10 p.
- 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, No.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.
- 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. 2011. New geological model for the landslides between the Kranevo village and the Panorama camping-site (North Black Sea coast). – *Eng. Geol. and Hydrogeol.*, 26, 3–26 (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).
- Evlogiev, Y., D. Evstatiev. 2016. Landslides in the area of Varna city – Golden Sands resort (Black Sea Coast). – *Eng. Geol. and Hydrogeol.*, 30, 49–114 (in Bulgarian with English abstract).
- Evstatiev, D., Y. Evlogiev. 2007. On the origin of the “Ikantallaka” landslide – the Balchik coast. – *Geologica Balc.*, 36, 3–4, 25–30.
- Evstatiev, D., Y. Evlogiev. 2013. Landslides along the Northern Black Sea coast between Varna city and Kavarna town (Bulgaria). – *Eco-Geo-Marina (Romania)*, 19, 39–57.
- Evstatiev, D., Y. Evlogiev, M. Nedelcheva. 2017. The landslides Zapadni Karamanlii and Momchilski Rid – Balchik Black Sea Coast. – *Rev. Bulg. Geol. Soc.*, 78, 1–3, 3–23 (in Bulgarian with English abstract).
- Frangov, G., M. Krastanov. 2015. Evaluation of the possibilities for construction on ancient landslide. – In: *Proceedings of the 12th International IAEG Congress “Engineering Geology for Society and Territory”*. Torino, 267–271.
- 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, BAS, 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.
- Varbanov, R., G. Frangov, D. Evstatiev. 1997. The new destructive landslides to the north of Varna. – *J. Mining and Geol.*, 5, 6–12 (in Bulgarian).