

On the effect of groundwater level on landslide activation

Dimcho Evstatiev, Vanushka Petrova

Geological Institute of the Bulgarian Academy of Sciences; E-mail: dimcho_e@geology.bas.bg; vanushka@gmail.com

Abstract. The present report analyses the influence of rising groundwater table and seismic intensity on the stability factor of a big landslide at the Black Sea coast near the Topola village, Kavarna district. The considered landslide is an old, provisionally stabilized one, its body being built of the aragonite sediments of the Topola Formation. The main sliding surface passes along the diatomitic clays of the Euxinograd Formation, which is inclined at 2–3° towards the sea.

The factor of stability K_{st} is calculated according to the method of Shahunyan for seismic inten-

sities I = VII, VIII and IX degrees with respective seismic coefficients 0.10, 0.15 and 0.27 and rising of the groundwater level with 5, 10, 15 and 25 m above the main sliding surface. The K_{st} values have been obtained for the above cases and the boundary conditions have been determined for the case when K_{st} is higher than the admissible limit K_{adm} .

The work has a methodological character and provides the possibility of obtaining quantitative idea of the effect of one of the most important factors for landslide activation in the studied region.

Върху влиянието на нивото на подземните води за активизиране на свлачищата

Димчо Евстатиев, Ванушка Петрова

Въведение

Покачването на нивото на подземните води е един от най-съществените фактори за активизиране на свлачищата по Северното Черноморие (Каменов и др., 1972; Стойков, 1979; Evstatiev, Rizzo, 1984). Ролята на земетресенията за възникване и активизиране на свлачищата в района е анализирана от Илиев (1972).

След голямото свличане във вилната зона „Кранево“ през 1971 г. водното ниво е спаднало с около 30 m до достигане на равнището, на което е било преди застрояване на зоната. През 1973 г. вследствие на повишаване на нивото с 10 m е настъпило ново катастрофално свличане. В резултат на него водното ниво отново се е понижило до първоначалното. След двегодишно успокояване на свлачището, нивото се покачва с 18 m, което предизвика ново свличане.

При моста до сп. „Генерал Заимов“ в курорта „Дружба“ покачването на нивото от 26 m до 10–15 m от повърхността в периода от 1971 до 1977 г. е предизвикало активизиране на свличанията и напукване на пъгната магистрала (Стойков, 1979).

На базата на данни от 10 пиезометрични сондажи и геодезични измервания е установена тясна зависимост между покачването на нивото на подземните води и оживяване на свличанията във вилната зона „Панорама“ северно от „Златни пясъци“, където критичният праг на това покачване е до 3–4 m от повърхността (Стойков, Евстатиев, 1983). Подобна зависимост от много измервания е установена и при свлачището в гр. Балчик (Стойков и др., 1981).

Последните големи активизирания на свлачища по Черноморието станаха по средата на 90-те години на миналия век и голяма част от тях са също свързани с покачването на нивото на подземните води (Върбанов и др., 1997).

Покачването на нивото на подземните води при описаните свлачища се дължи най-вече на отсъствието на канализация, на използването на попивни ями и на водопроводна мрежа, която не е съобразена със специфичните изисквания за свлачищните терени.

Свлачищата по Северното Черноморие се отнасят към категорията на старите условно

стабилизирани свлачища, чието състояние на относително равновесие може да се наруши освен от повдигането на нивото на водите, също така и от земетресенията, или и двете заедно.

Основната задача на настоящия доклад е да изследва едновременно влиянието на покачването на водното ниво и на сеизмичния интензитет върху устойчивостта на едно свлачище, намиращо се над склона на почивния комплекс „Бялата лагуна“ близо до с. Топола, Каварненско. Свлачището е проучено в рамките на договорна задача на Геологическия институт на БАН (2006), от чийто доклад е ползвана изходната информация.

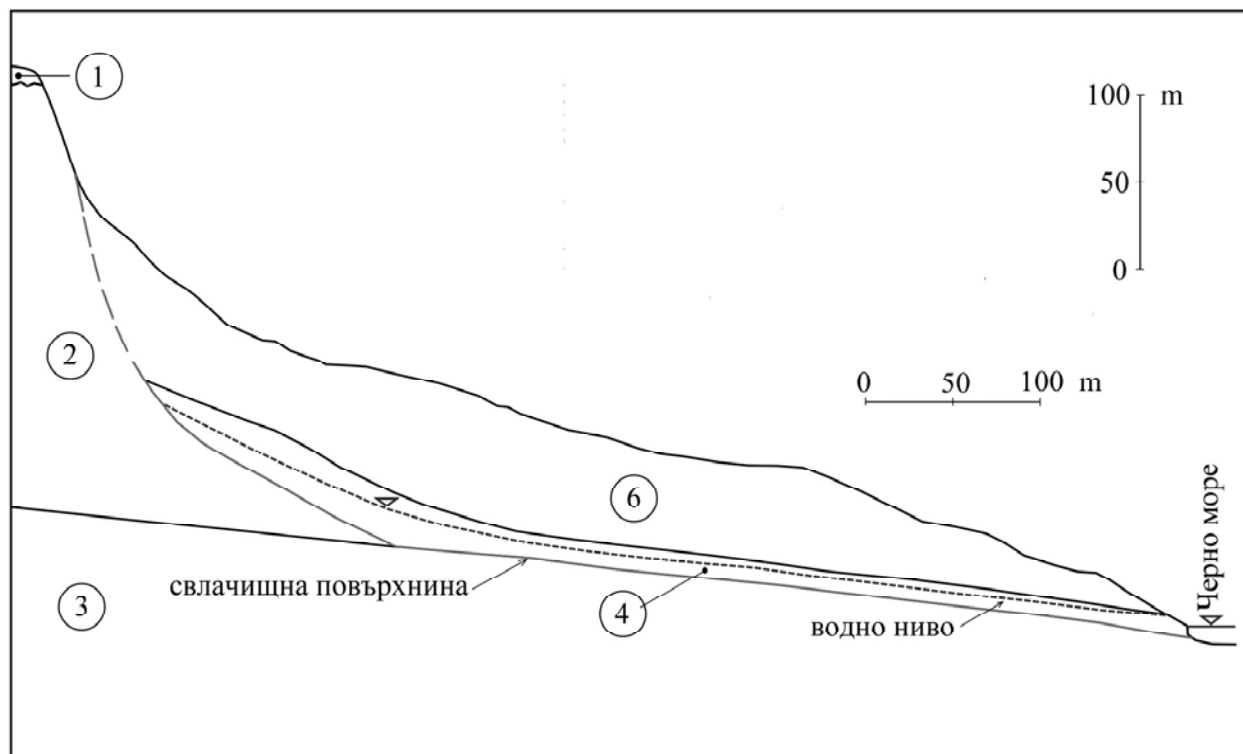
Изследването включва анализ на коефициента на устойчивост $K_{уст}$ по един от профилите на свлачището (профил VI—VI) при отсъствие и наличие на земетръсни сили и различно ниво на подземните води. Подобно изследване, но само при едно ниво на подземните води, е правено от Ценков и Иванов (2004) при свлачище в околностите на гр. София.

Актуалността на изследването се определя от интереса, който се проявява напоследък към терените в обхвата на старите, условно стабилизираны свлачища и от необходимостта да се покаже при какви условия те могат да се използват за евентуално строителство.

Кратко описание на изследваното свлачище

Изследваното свлачище се намира западно от циркуса на сеизмогенното свлачище-поток „Икантиалка“ (Koleva-Rekalova et al., 1996). Подобно на него основната хлъзгателна повърхнина преминава по повърхността на диатомейните глинени от Евксиноградската свита, която е с наклон 2—3° от морето към платото. Последното е изградено от арагонитни глинени и карбонати на Тополската свита, покрити с тънък слой шуплести варовици на Карвунската свита, през които преминава главният свлачищен отстъп. Свлачищното тяло се състои от свлечени пакети от Тополската свита и преотложени арагонитни материали (фиг. 1).

Изследваният профил от свлачището преминава между свлечените пакети. Водното ниво в горния край на свлачището е на 31,0 m от повърхността, а в долния му край достига до няколко метра над морското ниво. Изчисленията на коефициента на устойчивост $K_{уст}$ са направени с физичните и якостни показатели на почвите, взети от цитирания доклад на Геологическия институт (табл. 1). Съпротивлението на срязване е прието по данни на ст.н.с. д-р Пламен Иванов и н.с. Росен Нанкин, както и по цитираните литературни източници.



Фиг. 1. Напречен профил през изследваното свлачище. 1 — варовици (Карвунска свита); 2 — арагонитни и варовити пачки (Тополска свита); 3 — основна скала (Евксиноградска свита); 4 — глинени от зоната на хлъзгане; 5 — преотложени арагонитни глинени; 6 — преотложени арагонитни глинени.

Таблица 1. Физични и якостни показатели на почвите от свлачището. * – остатъчни стойности за φ и c

№	Пластове Наименование	Показатели				
		γ_n , kN/m ³	n, %	γ_s , kN/m ³	c, kPa	φ , deg
1	Варовици – здрави, пълтни; с глинести прослойки (Карвунска свита)	20,5	-	-	300,0	14,6
2	Арагонититни с прослойки от варовити пачки (Тополска свита)	18,3	54,7	27,6	71,0	25,0
3	Основна скала – тънкослойсти диатомейни глинни с фини пясъчни прослойки (Евксиноградска свита)	18,4	49,4	27,4	149,0	23,2
4	Прахови глинни от зоната на хлъзгане в среднопластична до мекопластична консистенция	18,4	52,2	27,7	13,0*	19,5*
6	Преотложени арагонититни глинни смесени със скални късове в среднопластична до мекопластична консистенция	18,1	51,0	27,8	14,9*	16,1*

Резултати от изчислението на коефициента на устойчивост, $K_{уст}$

Изчисленията на $K_{уст}$ са направени при отсъствие на земетръс и при земетръс с интензитет I от VII, VIII и IX степен по MSK, при сегашното водно ниво и след повишаването му с 5, 10, 15, и 25 m. Взети са предвид силните земетресения и размера на покачване на нивото в съседни терени. Използван е добре известния у нас метод на Шахунянц. Резултатите от пресмятанята са представени на табл. 2.

На табл. 2 със сив фон са посочени стойностите на $K_{уст}$, които са по малки от минимално допустимите според Наредба 12 за проектиране на противосвлачищните мероприятия. Вижда се, че при повишаване на нивото с 5 m разглежданото старо, условно стабилизирано свлаще става неустойчиво при земетръс от IX степен по MSK. При повишаване на нивото с още 10 m то е неустойчиво и при VIII степен, а когато покачването на нивото достигне до 25 m над сегашното, за активизиране на свлачището не са необходими земетръсни сили. Това се потвърждава и от описаните по-горе наблюдения за влиянието на покачването на нивото на подземните

води върху активизиране на свлачищата в съседни райони.

Заклучение

Направеният анализ показва големите възможности на прогнозирането на активизирането на свлачищата посредством едновременно отчитане на покачването на нивото на подземните води и на сеизмичните сили. Тези прогнози се улесняват от компютърните програми за анализ на устойчивостта, каквито притежават редица изследователски и проучвателни колективи.

В разглеждания случай повишаването на нивото с 5 m прави свлачището неустойчиво при сеизмичен интензитет от IX степен по MSK, каквато е степента на района. При по-нататъшно повдигане на нивото теренът става неустойчив както при по-ниски степени на сеизмичния интензитет, така и без въздействие на земетръсни сили.

Тези изводи още веднъж подчертават необходимостта от стриктно спазване на съществуващата нормативна база, което за съжаление не се прави у нас. В района на гр. Варна, гр. Балчик и други селища върху стари свлачища бяха пост-

Таблица 2. Стойности на $K_{уст}$ в зависимост от дълбочината на водното ниво и сеизмичния интензитет

Сеизмичен интензитет I	Стойности на $K_{уст}$ при различно водно ниво				
	при сега съществуващото ниво	при покачване с 5 m	при покачване с 10 m	при покачване с 15 m	при покачване с 25 m
Без отчитане на земетръс	2,15	1,86	1,63	1,42	1,12
VII степен по MSK	1,71	1,55	1,43	1,31	1,08
VIII степен по MSK	1,51	1,38	1,27	1,16	0,96
IX степен по MSK	1,18	1,08	1,00	0,91	0,75

роени цели квартали и вилни зони без канализация (с попивни ями) и с водопроводи, нямащи нищо общо с изискванията на Наредба 12 и на Правилника за плоско фундиране. При някои от тях водното ниво е повдигнато вече с повече от

15 m и ако не се вземат мерки за спиране на тази опасна тенденция няма за бъде далече времето, когато ще се изпълнят прогнозите, подобни на описаната в настоящия труд.

Литература

- Върбанов, Р., Г. Франгов, Д. Евстатиев. 1997. Новите разрушителни свлачища северно от Варна. — *Минно дело и геология*, 5, 6—12.
- Геологически институт на БАН. 2006. *Инженерногеоложки доклад за проучване на терените „Топола 3, 4 и 5“ на „Литекс Комерс“ АД за нуждите на Предварителния устройствен план.*
- Илиев, И. 1972. Влиянието на земетресенията и активизацията на свлачищата по Добруджанското черноморско крайбрежие. — *Сп. Бълг. Геол. д-во*, 24, 1, 75—85.
- Каменов, Б., А. Демирев, В. Вутков, С. Цветков, Е. Аврамова, И. Илиев, Г. Симеонова, Л. Илиева, Г. Милев. 1972. Свлачищата по Балчишкото черноморско крайбрежие — *Изв. Геол. инст. БАН*, сер. инж. геол. и хидрогеол., XIX, 5—31.
- Наредба №12/03.07.2001 (за геозащитни строежи, сгради и съоръжения в свлачищни райони). 2001. — *Държавен вестник*, бр. 68.
- Плоско фундиране. 2002. *Норми за проектиране*, кн. 2. С., СЕК, 319 с.
- Стойков, Д. 1979. *Свлачищата в района на курортните комплекси край гр. Варна*. Дисертация, Катедра ХИГ, МГУ, 244 с.
- Стойков, Д., С. Добрев, Г. Стоев. 1981. Отпадъчните битови води — фактор за активизиране на свлачищните процеси в Балчик. — *Строителство*, 5, 32—34.
- Ценков, Ц., П. Иванов. 2004. Изследване на свлачищните процеси в района на Ботаническата градина на БАН, София. — В: *Сборник доклади от Научна конференция с международно участие ВСУ 2004, IV-1*, 39—44.
- Evstatiev, D., V. Rizzo. 1984. Sull origine and evoluzione delle frane nella zona di Balchik, sull Mare Nero. — *Geol. applicata e idrogeol.*, 4, 289—305.
- Koleva-Rekalova, E., N. Dobrev, P. Ivanov. 1996. Earthflows in the Baltchik landslide area, North-eastern Bulgaria. Landslides. — *Proceedings of the Seventh International symposium on landslides*. Balkema, 473—478.