

ГЕОДИНАМИЧНО СЪСТОЯНИЕ НА СВЛАЧИЩЕТО В СЕЛО ПЛЕТЕНА, ОБЩИНА САТОВЧА, БЪЛГАРИЯ

Стефчо Стойнев, Антонио Лаков

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София; tony_lakov@abv.bg

РЕЗЮМЕ. Свлагчищата са едно от най-разпространените физикоггеоложки явления и процеси в Западните Родопи. Планинските стъпала и долини склонове, на много места са засегнати от свлагчищни процеси, които в по-голямата си част са древни. В редица райони, части от тях са активизирани от съвременни свлагчищни процеси, като те засягат както инфраструктурата на района, така и сгради и съоръжения в населените места. Едно от най-големите съвременни и активни свлагчища в района, е това в село Плетена. То е формирано в долната част на древен свлагчищен циркус и е разрушило инфраструктурата и жилищни и стопански сгради в селото. В статията са представени резултатите от неговото проучване, анализ на съвременното състояние на свлагчището, механизма и динамиката на развитието му. Резултатите от стабилитетните анализи са използвани за определяне вида и параметрите на укрепителните съоръжения.

GEOTECHNICAL CONDITIONS OF THE LANDSLIDE IN PLETENA VILLAGE, SATOVCHA MUNICIPALITY, BULGARIA

Stefcho Stoynev, Anotnio Lakov

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia; stoynev_geot@mgu.bg

ABSTRACT. The landslides are one of the most common geological hazards in the West Rhodopa Mountain. They had affected mostly the mountain steps and slopes and are with ancient origin. In many areas they are currently re-activated and impact the local infrastructure, civil buildings and structures. One of the most recent and active landslide is that in the area of Pletena village. It is formed in the down-slopes of an ancient slope body and has affected the streets, houses and outbuildings. This article presents the results from its geotechnical investigation, analyses its actual condition, mechanism and dynamics of development. The slope stability analyses are used for defining the type of the stabilization structures.

Въведение

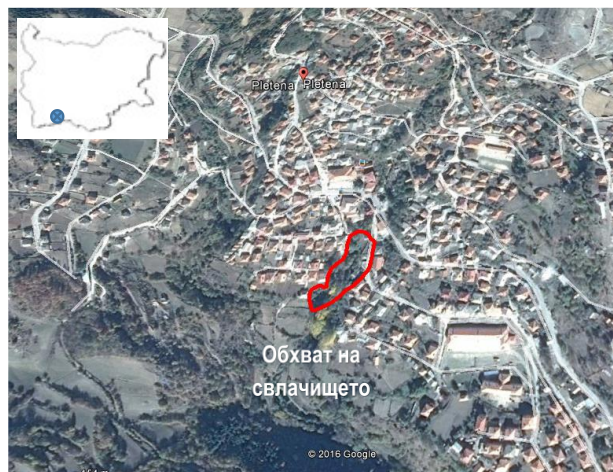
Село Плетена се намира в югозападна България и е част от Община Сатовча, област Благоевград. Релефът на района е върху средно- до високопланински структурно-денудационен тип и включва разломни склонове със стъпални денудационни нива. Почти повсеместно наклонените терени са засегнати от ерозионни процеси, предизвикващи от ровини и сипейно-срутищни до свлагчищни. Разглежданото свлагчище е възникнало в началото на 2015 г. и с площ около 3,8 дка. То е засегнало кв. 33 на с. Плетена, вкл. ремонтирана улица, имоти със стопански и жилищни сгради (фиг. 1). Проучването от м. юли 2015 г. включва детайлна инженерногеоложка и хидрогеоложка картировка на терена, 5 бр. сондажи, 3 бр. електротомографски профили и комплекс лабораторни изследвания (Стойнев, 2015), като данните са използвани при съставяне на настоящата статия.

Геоморфоложка характеристика и геоложки строеж

Село Плетена е разположено върху левия долинен склон на речен приток на р. Бистрица, минаващ западно от старата част на селището. Реката тече в субмеридионално

направление, като оттокът ѝ южно от село Плетена се влива в р. Бистрица.

Геоложкият строеж в района е изграден от метаморфни скали на Докамбрий – Родопска надгрупа, представени от материалите на Въчанска пъстра свита включваща амфибол-биотитови, биотитови и двуслюдени гнайси, гнайсошисти, мрамори и амфиболити, както и интрузии от порфириодни биотитови гранити.



Фиг. 1. Географско местоположение на обекта

слабо проявена и включва незначително напукване на обработваем терен. Левият борд е по-ясно изразен, като в началната си част той следва западната стена на двуетажна сграда нас пътя, която е най-много засегната от разглежданите съвременни свлачищни процеси. След преминаването през улицата, в стръмната част на левия склон на дола, той се проследява по-трудно, поради залесеността на терена, от една страна, и покриването му от обрушени материали по високите брегове на реката, от друга. Свлачищната морфология се характеризира с релефни форми, свързани със древните и съвременни свлачищни процеси, напукали, денивелирали и разуплътнили тези сектори на долиния склон. Езикът на свлачището е добре изразен (по-точно голяма част от него), като включва консистентно изтичане на силно напукани, леко раздути и оводнени земни маси, които опират в талвега на ерозионния дол.

Дебелината на активното свлачищното тяло по основния (централния) профил II-II е 12-13 m (фиг. 3), като съответно изплитнява към бордовете. По начин на възникване, свлачищният процес е детрузивен, свързан с водонасищане на склоновия участък. Активното съвременното свлачище е от инсеквентен тип, като образува хлъзгателна повърхнина от кръгово-цилиндричен тип завършваща в ерозионния дол. То е наложено върху по-дълбоки зони на бавното пълзене с движение и формиране на хлъзгателни повърхнини и зони от транслационен и кръгово-цилиндричен тип. Тези деформации са от консеквентен тип на хлъзгане на по-силно изветряла и нарушена зона върху условно по-свежа скална подложка.

В терена над активния циркус, само при чувствително водонасищане на склоновия участък, се осъществяват бавни деформации, привързани към нарушените зони от древните свлачищни процеси дълбочини до 18-20 m от терена, които са формирани в слабите нашистени слоеве от различно изветрели амфибол-гнайсови шисти и окварцени амфиболити (в зони до глини с чакъли и скални късове). Установените по време на проучването (11 дни) чрез ръчни измервания на временни марки, хоризонтални отваряния по пукнатини в 10 пункта в района на свлачището показваха скорост на преместваният при главния обрив (пунктове 5, 6, 9 и 10) от 0,18 mm/д и съответно 0,10 mm/д за пунктовете извън активното свлачищно тяло (фиг. 2).

Проучването е проведено през период с отсъствие на валежи, което показва, че през подобни периоди склонът заедно със свлачищно тяло се придвижва много бавно или периодично с равномерна скорост. Същевременно, през влажни периоди (снеготопене) може да се очаква, че преместванията на активния циркус ще се реализират с по-висока скорост и амплитуди, свързани с отваряне на нови пукнатини.

Причините за свлачищните процеси обикновено имат комплексен характер, включващ няколко взаимно допълващи се фактори:

- геоложкият строеж и първичната нарушеност на земната основа от древните свлачищни процеси, както и от по-съвременните. Не малка част от квартала е

изградена върху стар, условно стабилизиран свлачищен терен;

- ниската якост на гнайсошистите. Тя е определена от тяхната текстура, напуканост и промяна, в следствие на изветрителните и гравитационни процеси в миналото;

- формираните подземни води в масива. От една страна, те влияят съществено върху свойствата на изветрелите и с нарушена структура гнайсошисти от свлачищното тяло, които при водонасищане проявяват свойства, близки до тези на пластичните глини. От друга страна, те създават значимо увеличаване на порното налягане в дисперсните и скални разновидности, водещо до допълнително намаляване на съпротивленията на срязване в склона. Локалните частични водонасищания на чакълестите глини и гнайсошистите довеждат земната основа до бавни деформации, под формата на циклично пластично течение с ниска, но постоянна скорост. Последното съществено водонасищане на земната основа (през м. февруари 1015г.), е предизвикало последното активизиране на свлачищния процес.

- техногенни фактори, свързани с аварията от водопроводната мрежа и инфилтрацията на отпадна вода в земната основа от канализацията. Това е утежняващ фактор, който бавно водонасища свлачищната среда и реално намалява с времето устойчивостта на склона.

Съгласно Наредба № 01/12 свлачището са класифицира към II^м клас, група 5, категория В.

Инженерногеоложка характеристика

В геоложкия разрез на свлачището се разделят следните инженерногеоложки разновидности:

- Пласт 1 - насип от чакълеста глина със скални късове, разуплътнен, влажен до оводнен. Изпълнен е при вертикалната планировка на терена. В челото му насипните материали са влажни, а към дола (езика) на свлачището насипите са силно влажни до оводнени.

- Пласт 2 - чакълеста глина до чаклесто-песъчлива глина, ръждивокафява до зеленикавокафява. Произходът ѝ е делапсивно-делувиален, свързан с реализираните стари свлачищни процеси в района.

- Пласт 3 - различно изветрели, глинясали амфибол-гнайсови шисти и окварцени амфиболити, сивокафяви. В пласта преобладават слабите, размекващи се скали. Произходът на пласта е делапсивно-делувиален, като в по-горните слоеве включва полускални пакети от силно изветрели метаморфни скали, напукани, преработени в зони от старите свлачищни процеси до чакълести глини със скални късове и блокове. Устойчивостта на свлачищния склон, в голяма степен, зависи от якостното поведение на тази разновидност (фиг. 3).

- Пласт 4 - варовити чаклесто-песъчливи глини, твърди, червеникавокафяви и ръждиви, включват се на места и блокове от мрамор. Този пласт е с тектонски произход, свързано с разседна зона в района на свлачището, както и стари колувиални процеси.

- Пласт 5 - амфиболити, окварцени и амфибол-гнайсови шисти, мусковит-биотитови шисти, които са изветрели и напукани. Включват се скални зони от

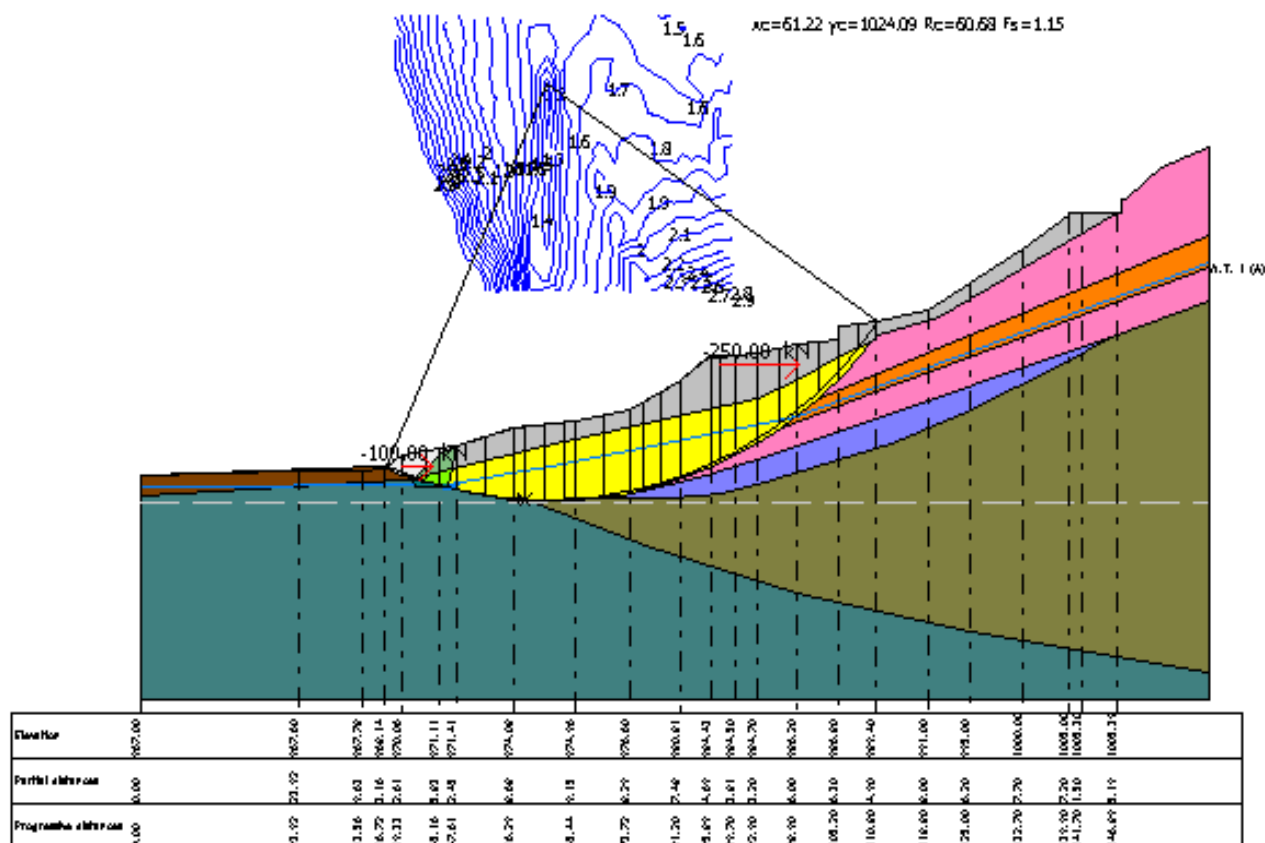
- Пласт 6 - окварцени амфиболити, тъмносивозелени, и светли гнайси, с малък процент амфибол-гнайсови шисти. Преобладават средно здрави, неразмекващи се скали.

инженерногеоложки разновидности са дадени в таблица 1.

Физикомеханични показатели на инженерногеоложки разновидности

ПОКАЗАТЕЛИ		Пластовете №					
		1	2	3	4	5	6
Обемна плътност	$\rho_n, \text{g/cm}^3$	2,09	2,0	2,15	2,20	2,45	2,70
Водно съдържание	$W_n, \%$	22,7	17,5	-	-	-	-
П-л на консистенция	I_c	0,45	1,00	-	> 1	-	-
Върхова якост на срязване (характеристична)							
Ъгъл на втр. триене	$\varphi_k, ^\circ$	-	14,0°	19,0°	26,0°	15,5°	25,0°
Сцепление кПа	C_k, kPa	-	9,9	30,7	29,5	75,3	75,0
Остатъчна якост на срязване (характеристична)							
Ъгъл на втр. триене	$\varphi_k, ^\circ$	-	13,5°	18,0°	25,5°	15,5°	23,0°
Сцепление кПа	C_k, kPa	-	6.2	24.2	23.2	71.9	75.0

Забележка: Характеристичните стойности на показателите на якостта на срязване са получени чрез математико-статистическа обработка на резултатите от плоско срязване, в апарат тип „Тейлър“ в консолидирано-дренирано състояние.



Фиг. 4. Устойчивост по профил II-II, с контрафорсен насип и дренажни ребра и противосвлачищни сили, особено съчетание на товарите, метод на Спенсър.

Оценка на устойчивостта на свлачището

Устойчивостта на склона е изследвана на софтуерен продукт Slope V.2009.0 на фирма Geostru Software. Стабилитетните изследвания са направени в съответствие с изискванията на Наредба № 01/12 (като по-консервативна за конкретния случай). Използван е методът на Спенсър по кръгово-цилиндрична форма на моделираните хлъзгателни повърхнини, привързани към геометрията на установените в масива.

Стабилитетните анализи са извършени при три състояния на масива:

- устойчивост при естествено (установено при проучването) състояние на масива, при основно съчетание на товарите;
- устойчивост с укрепителни и отводнителни мероприятия, моделирани като стабилизиращи хоризонтални сили и прогнозни понижени нива на подземните води в склона, при основно съчетание на товарите;
- както по-горе, при особено съчетание на товарите. Референтното сеизмично ускорение е определено съгласно Националното приложение към Еврокод 8 (2012) за 475-годишен период – $a_R=0,15g$.

За материалите от свлачищното тяло са използвани характеристичните остатъчни якостни показатели, а в дълбочина за основните пластове 5 и 6 - съответните върховите характеристични показатели.

При изчисленията за централната, най-активна зона от свлачището по профил II-II, за първото състояние е получен коефициент на устойчивост $F=1,06$. Той съответства на установеното при проучването временно устойчиво състояние малко над граничното, свързано с частично отцеждане на водата от максимално водонаситеното свлачищно тяло. При изчисленията за другите две състояния се оказва, че меродавно (по-неблагоприятно) е оразмеряването при особено съчетание на товарите. За достигане на минимално допустима стойност за определената класификация на свлачището $F_{min}=1,15$ е необходимо укрепителната сила в обхвата на пътя с интензивност 250 kN/m , а съоръжението с контрафорсния насип за корекцията на дола, трябва да поеме задържащо усилие с минимална стойност 100 kN/m

(фиг. 4). Предвиждат се и дренажни ребра за понижаване на нивото на подземната вода в тази зона. При тези условия, коефициентът на устойчивост второто състояние е $F=1,48 > F_{min}=1,25$.

Заклучение

Направеният анализ на съвременното геодинамично състояние и резултатите от проведените стабилитетни изчисления показват, че свлачището изисква изпълнение на укрепителни мероприятия, включващи корекция на ерозионния дол с вертикална планировка и конструктивни силови задържащи укрепителни системи.

Стабилизирането на склона по дълбоките повърхнини е най-подходящо да се изпълни с корекция на дола и изграждане на затежняващ насип и дренажни ребра в ската към основното активно свлачище.

Укрепителната силова конструкция следва да се разположи по пътя и откъм западната страна на сградата, засегната от левия борд на активния циркус. Пилотите следва да се запънат в по-здравите скални нива на пластове 5 и 6.

Литература

Еврокод 8: *Проектиране на конструкциите за сеизмични въздействия*. Национално приложение EN 1998-1/NA. Март 2012.

Наредба № 12 от 03.07.2001 г. за проектиране на геозащитни строежи, сгради и съоръжения в свлачищни райони. Държавен вестник, брой: 68/2001 г.

Фондови материали:

Стойнев, С. и др. "Укрепване на свлачище – инженеринг/проучване, проектиране и укрепване/ в кв. 33 село Плетена, община Сатовча, част: инженерногеоложко проучване" – Геофонд на «Геотехника АБС» ООД. 2015.

Статията е рецензирана от проф. д-р Стефан Димовски и препоръчана за отпечатване от кат. „Хидрогеология и инженерна геология“.