

ДЕФОРМАЦИИ В СВЛАЧИЩЕТО ПРИ КВ. ОРАНОВО (Г. СИМИТЛИ) ПРЕЗ 2010 ГОДИНА

Александър Гиков

Институт за космически и слънчево-земни изследвания - Българска академия на науките
e-mail: gikov@mail.space.bas.bg

Ключови думи: свлачища, GPS мониторинг

Абстракт: В доклада са представени резултатите от наблюденията и измерванията на деформациите на едно от най-активните свлачища в България – това, разположено над квартал Ораново на град Симитли. За целта е организиран GPS мониторинг на репери, разположени в различни части на свлачището. Анализирани е връзката на скоростта на свличане с валежите, измерени в близки станции. Дискутират се рисковете, които свлачището представлява за местното население и ефективността на предприетите досега мерки.

DEFORMATIONS OF THE LANDSLIDE CLOSE TO ORANOVO QUARTER (TOWN OF SIMITLI) DURING 2010

Alexander Gikov

Space and Solar-Terrestrial Research Institute – Bulgarian Academy of Sciences
e-mail: gikov@mail.space.bas.bg

Keywords: Landslides, GPS monitoring

Abstract: The monitoring of landslide deformations and the results thereof are presented in the paper. The object of observations is one of the most active landslides in Bulgaria. It is situated in the eastern quarter of the Town of Simitli – Oranovo. To monitor the landslide's shifting, a network of 8 marks is set. The measurement of the landslide's displacement is organized using repeated determination of mark coordinates by GPS technique. The relationship between the velocity of movement and the precipitations measured by two close climatic stations is analyzed. The risk for the local population and the effectiveness of risk mitigation activities are discussed.

Въведение

Докладът е продължение на изследванията на същото свлачище през 2009 г. [1], като представя наблюденията за периода от 20 ноември 2009 г до 31 октомври 2010 или обхваща над 11 месеца (345 дни). Обект на изследване е свлачището, което се намира в непосредствена близост до бившето село Ораново, сега квартал на г. Симитли. То се явява част от един по-обширен комплекс от свлачища, разположени над въглищната мина Ораново и в голяма степен формирани във връзка с въгледобива [2, 3].

Кратка характеристика на свлачището

Активното свлачище се намира на южния склон на Натин рид, спускащ се към Буков дол, който води началото си от нископланинската част на Рила (фиг. 1). То има продълговата форма с дължина от главния откос до края на свлачищния език около 400 m. Ширината му в горната част е 140 m, в средната 70 m, а най-долу до 200 m. Дългата ос е с направление ССИ-ЮЮЗ. Площта му е около 45 ha в план. Наклонът на инициалната повърхност е от около 25 ° в горната част на склона до 30 ° в долната му част. Цялото свлачище е формирано в седименти с неогенска възраст – меот. В литоложко отношение това са пясъчници и конгломерати [4]. Има също и глинести слоеве, които се явяват предпоставка за формиране на хлъзгателна повърхнина.



Фиг.1. Снимка на активното свлачище под Натин рид на 14 май 2010 г. Ясно се вижда циркусът на свлачището, а под него свлачищният език.

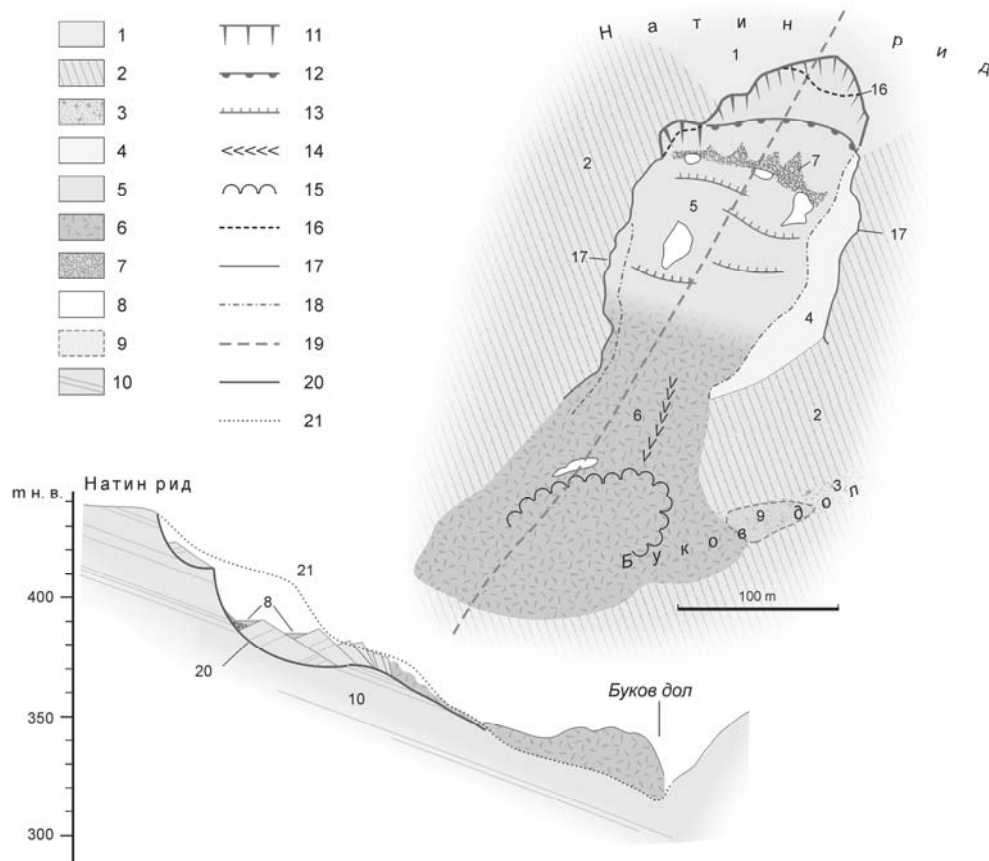
В горната част на свлачището е формиран циркус, от който надолу изтича земна маса, бързо раздробяваща се надолу по склона и образуваща consistentен свлачищен език (фиг.1 и фиг.2). Към края на 2009 и началото на 2010 г. свлачището се разшири нагоре по склона, в резултат на което се образува още един по-малък циркус, който се намира над основния. Новият главен откос е отвесен и в началото имаше височина около десетина метра, която постепенно нарасна до 14-15 m. По-надолу следва вторият откос, който има по-голяма височина, но по-малък наклон. Тук се наблюдава комбиниране на свлачищния процес със срутване. В резултат на постоянното обрушване в подножието на втория откос се е натрупал шлейф от колувиален материал. Под него наклонът на свлачищното тяло е малък и може да се обособят две свлачищни тераси, чиито граници обаче са непостоянни вследствие динамиката на процесите. Поради наличието на обратни на основния склон наклони тук са образувани няколко езерца. Най-голямо и постоянно е най-долното. То има продълговата форма, размерът се променя, но дължината приблизително е 30-35 m, а ширината е 15-20 m.

По-надолу наклонът е по-голям и се наблюдава значително раздробяване на първоначално по-едри свлачищни блокове. Материалът до толкова се раздробява, че в долната част бързо преминава в consistentна маса, която формира свлачищен език. Той е достигнал до дъното на дола и там е образувал преграден вал, където се образува временно езеро. Формирането на езеро зад този вал подсказва потенциална опасност.

Постепенното натрупване на значителни обеми свлачищни маси в долната част при свлачищния вал доведе до заравняване на терена и тук може да се обособи третата свлачищна тераса.

Всъщност свличането на consistentната маса не е монолитно. Има два потока – западен и източен, които имат собствена динамика. В резултат между двата езика възникна ров с направление, успоредно на дългата ос на свлачището (фиг.2).

По данни от местни жители по склона на Натин рид е имало постройки, които са били деформирани вследствие на първите свличания и са били изоставени още в средата на 50-те години на XX век. По-късно активизации са отбелязани през 1992, 1994 и 1998 г. [3]. Съвременната активна фаза започна през пролетта на 2009 г., когато заедно с потъването и задълбаването на циркуса бяха откъснати и нови свлачищни блокове и се разшири обхватът на активното свлачище в посока нагоре по склона. Оттогава досега се провеждат редовни наблюдения върху динамиката му.



- | | |
|--|---|
| 1 – полегат склон / денудационна заравненост | 12 – вторичен свлачищен откос |
| 2 – стръмен склон | 13 – гредове с обратни на склона наклони |
| 3 – дъно на суходолие | 14 – надлъжен ров в свлачищния език |
| 4 – терен, засегнат от по-старо свличане, но относително стабилен при активизацията през 2009 г. | 15 – свлачищен вал |
| 5 – циркусната част на свлачището, в която свлачищните блокове постепенно се раздробяват от горе на долу | 16 – положение на главния откос, регистрирано на 27 май 2009 г. |
| 6 – език на свлачището, състоящ се от консистентна маса | 17 – странични бордове на свлачището |
| 7 – колувиален материал, натрупан под втория откос | 18 – граница на най-активните движения в свлачището |
| 8 – свлачищни езерца и блатца | 19 – надлъжен профил на свлачището |
| 9 – непостоянно езеро, формиращо се поради преграждане на Буков дол | 20 – повърхнина на свличането |
| 10 – неогенски материали пясъчници, пясъчливи глини и алевролити. | 21 – повърхност на склона преди свличането |
| 11 – главен свлачищен откос | |

Фиг.2. Профил и картосхема на активното свлачище под Натин рид

Методика на изследването

Решението да се използва GPS апаратура за мониторинг на свлачищните движения беше взето още при започване на наблюденията през 2009 г. [1], още повече че GPS технологиите вече се наложиха като удобен модерен метод за следене на активността на свлачища [5, 6, 7, 8,].

През миналия период на наблюдение (6 юни – 20 ноември 2009 г.) бяха поставени 4 репера, като един от тях беше загубен, потънал в свлачищната маса. За този период два от тях се преместиха на повече от 60 m и достигнаха до долната част на свлачището, а реперът разположен в горната му част измина разстояние малко над 20 m [1].

Табл.1. Хоризонтални придвижвания на реперите през 2010 г. и сумарните валежи в станциите Рилци и Сандански през същите периоди

репер		период	20 ноември (2009) – 25 март (126 дни)	26 март – 13 май (49 дни)	14 май – 14 юли (62 дни)	15-юли – 27 август (44 дни)	28 август – 31 октомври (64 дни)
A	преместване (m)		31.14	5.55	4.22	1.49	5.76
	средно за ден (m)		0.25	0.11	0.07	0.03	0.09
C	преместване (m)		16.72	3.57	4.41	1.39	4.93
	средно за ден (m)		0.13	0.07	0.07	0.03	0.08
D	преместване (m)		45.27	5.01	3.63	1.19	5.33
	средно за ден (m)		0.36	0.10	0.06	0.03	0.08
E	преместване (m)		27.24	11.36	8.68	2.91	10.55
	средно за ден (m)		0.22	0.23	0.14	0.07	0.16
F	преместване (m)					1.14	3.92
	средно за ден (m)					0.03	0.06
G	преместване (m)					1.21	4.01
	средно за ден (m)					0.03	0.06
H	преместване (m)					1.37	4.39
	средно за ден (m)					0.03	0.07
I	преместване (m)					0.47	1.47
	средно за ден (m)					0.01	0.02
валежи (mm)	Рилци		197.7	103	112.5	62.6	178.1
	Сандански		170.4	43.4	136	64.2	179.9

През 2010 г. се проведеха пет измервания на поставените в свлачището репери: на 26 март, на 14 май, на 15 юли, на 28 август и на 31 октомври. За начално място, откъдето се измерва изминатото разстояние се използва положението им, при последното измерване през 2009 г – това на 20 ноември. Общо целият период обхваща 345 дни, като от датите на теренните измервания може да се раздели на 5 етапа (табл.1).

Заедно с наблюденията на поставените през 2009 г. репери бяха поставени нови. След загубата на репер „В” трябваше да се сложи подходящ нов репер в тази част на свлачището. За тази цел в края на 2009 г. беше маркиран един подходящ дънер (репер „Е”), който се намираще малко по-нагоре – между загубения репер „В” и „С”. Както беше посочено в миналогодишния доклад [1], използването на дънери за репери е по-подходящо, защото благодарение на кореновата си система те обикновено остават прави, докато при камъните има опасност да пропаднат в консистентната маса и да се загубят. За да не се стигне до загуба на репер „С” в средата на месец май 2010 г. той беше заменен с дървена рейка с разклонение в основата (фиг. 3). По-късно през лятото на 2010 г. беше поставена една редица от нови репери. Те са означени със следващите букви от латинската азбука „F”, „G”, „H” и „I”. Разположени са в права линия, перпендикулярна на дългата ос на свлачището през около 30 m разстояние. Поставени са в горната част на свлачището на втората свлачищна тераса. Целта е при движението си надолу да се установят евентуални различия в динамиката на придвижване между източния и западния консистентен поток.

При предишния етап от изледването на свлачището през 2009 г. за измерване на координатите на реперите се използваше едночестотен GPS приемник – Magellan Mobile Mapper 6 с последваща обработка за подобряване на точността. Детайли за обработката и постигнатата точност са представени в миналогодишния доклад [1]. За постигане на по-голяма точност от май 2010 г. измерванията се извършват с GPS апаратура, включваща двучестотна антена. Конфигурацията се състои от приемник Topcon GRS-1 и антена PG-A1. За прецизиране на позицията са използвани RTK корекции от мрежата с перманентни станции на фирма Булипос. С използването на тази GPS конфигурация и корекциите в реално време обичайната точност е 10-20 mm в позиция и 15-30 mm във височина.



Фиг. 3. Новата дървена рейка на репер „С“, поставена през май 2010 г.

Първият период е най-дълъг – 126 дни и обхваща времето между 20 ноември 2009 г. и 25 март 2010 г. През това време и четирите репера се придвижват надолу по склона няколко десетки метра (табл.1). Най-голямо придвижване отбелязва репер „D“, който променя позицията си с над 45 m в югозападна посока. През първия период този репер преминава през стръмния участък на свлачището под циркуса, където наклонът е 25-30°. Като се има предвид този наклон, действителният вектор на придвижване е дори по-голям – около 50 m. Другият репер, който преминава през стръмния участък, макар и в по-централната част на свлачището, е „A“. Хоризонталният вектор на преместване при него е над 30 m. Репер „E“ се премества с 27 m, а най-малко изменя позицията си репер „C“ – 16,7 m. Причината е, че през този период той се намира в равната част при втора тераса.

Вторият период обхваща 49 дни – между 26 март и 13 май 2010 г. През него на най-голямо разстояние се премества репер „E“ (11,4 m), който тогава преминава през стръмния участък, докато „A“ и „D“ вече са в по-полегата част близо до третата свлачищна тераса и преместванията (5,6 m и 5 m) им са съизмерими с тези на „C“ (3,6 m).

През третия период, обхващащ 62 дни от средата на май до средата на юли, отново най-големи премествания се отбелязват при репер „E“, който все още преминава през най-стръмната част. Другите три репера имат двойно по-малки придвижвания, като дори движението на репер „D“ се забавя и е по-малко от това на „C“.

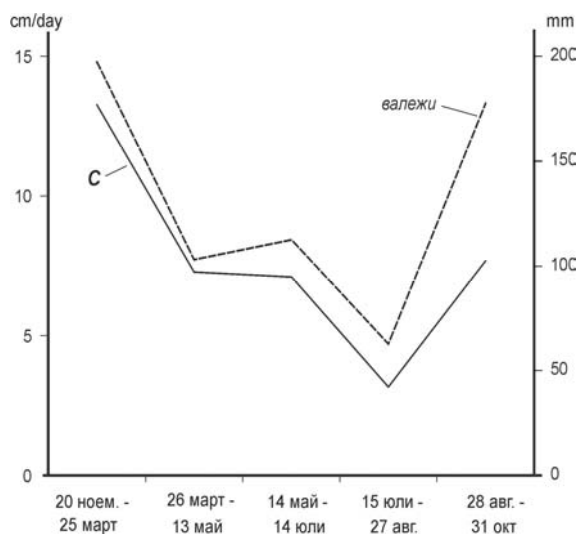
Най-късият четвърти период (44 дни) се отличава и с най-малки премествания на реперите. Освен на по-малкия времеви период, това се дължи и на сухото време, но това ще бъде разгледано подробно по-надолу. През този период освен старите четири репера обект на мониторинг са и новите репер и (F“, „G“, „H“ и „I“), поставени в равната част на свлачищния циркус. През този период единствено репер E има придвижване от близо 3 m, докато при останалите преместванията са в рамките на метър – метър и половина, а дори при репер „I“ то е по-малко и от половин метър (табл1).

Последният период обхваща 64 дни от 28 август до 31 октомври 2010 г. При всичките репери преместванията са по-големи спрямо предходния период. На най-голямо разстояние се е преместил отново репер „E“ (10,6 m), който все още бързо се спуска по стръмния склон. Новите репери, разположени на втората тераса, също отбелязват по-значителни премествания,

но за първите три („F”, „G” и „H”) те са сходни и са около 4 m, докато за последният репер „I” то е едва метър и половина.

Тъй като петте периода не са еднакви по време е трудно да се направи анализ на промените в скоростите на придвижване, затова в таблица 1 освен абсолютните вектори на хоризонтално придвижване за всеки период са представени и средните дневни скорости. През първия период, обхващащ зимата на 2009 – 2010 г. се отбелязват най-високите средни скорости. Репер „А” се е придвижвал с 25 cm за ден, а репер „D” дори с рекордните 36 cm на ден. По време на втория период през пролетта на 2010 г. единствено репер „Е” увеличава скоростта на придвижване от 22 на 23 cm на ден. Както беше посочено, това се дължи на навлизането му в по-стръмния участък на свлачището в началото на този наблюдателен период. Във връзка с това този репер запазва най-високата скорост на преместване спрямо другите репери и през следващите периоди. С настъпването на по-топлото и сухо време през лятото на 2010 г. среднодневните скорости на придвижване намаляват значително и през третия период за останалите репери те са между 6 и 7 cm, а през следващия период намаляват още и достигат до 3 cm на ден, което е минимумът на тези репери за целия период на наблюдение. Последният репер „I” има средна скорост само от 1 cm на ден, тъй като се намира в най-източната периферия, която не е обхваната от активни движения. В последния пети етап скоростите на всички репери се увеличават, което се дължи на значително по-големите валежи през това време.

За да се изследва връзката между среднодневните скорости на придвижване и метеорологичните условия са използвани дневни данни за сумата на валежите в две близки станции – Рилци и Сандански. Данните са достъпни през интернет страницата Stringmeteo [9]. Дневните данни са сумирани за всеки от периодите и са представени в таблица 1. Като тотална сума най-много валежи са паднали през първия период, но той е и най-дълъг. Най-малка сума на валежите има в най-краткия период – четвъртия. Ако сумата на валежите се раздели на броя на дните в периода се вижда, че най-голям среден валеж е имало през последния пети период – средно близо 3 mm на ден, а през четвъртия период те са били наполовина по-малки. Още по-малък е валежът в станция Сандански през втория период – под 1 mm на ден.



Фиг.4. Връзка на средните скорости на придвижване на репер „С” и сумата на валежите в станция Рилци през петте изследвани периода

Ако се съпоставят среднодневните валежи със среднодневните придвижвания на реперите се установява, че най-съществена корелация се забелязва при репер „С”, докато при другите тя не е ясно изразена. Причината е, че скоростта им зависи освен от валежите, а също и от мястото, където се намират. Всички репери при преминаването на стръмния участък между втора и трета тераса увеличават съществено скоростта си на придвижване.

Реперите „А” и „D” имат синхронни промени в скоростта си на свличане през различните периоди. И в двата пункта максимумът е през първия период, когато те се спускат по стръмния склон, а минимумът е в четвъртия период от средата на юли до края на август, когато и двата репера вече са в подножието на свлачището и валежите са минимални. Репер „Е” при първото измерване е още горе в циркуса, при второто (март) е на ръба на склона и от там започва да се спуска по склона – затова точно през втория период се отбелязва пикът в скоростта. За разлика от другите, репер „С” през целия период на наблюдение не навлиза в стръмния участък и затова и скоростта му е в много тясна зависимост от валежите в станция Рилци (фиг. 4).

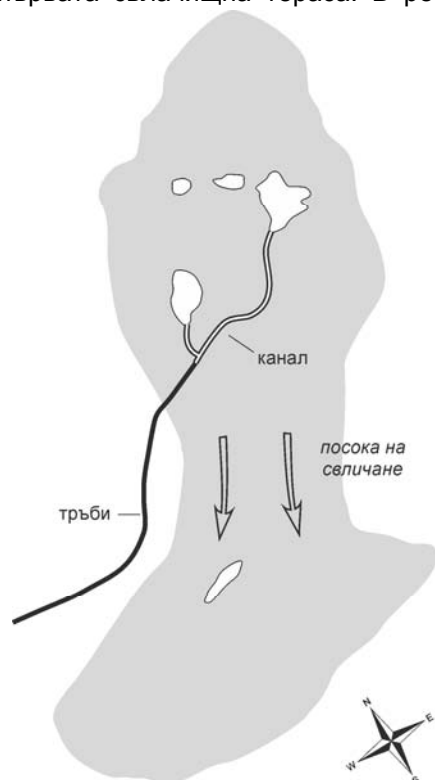
Свлачището като рисков фактор и предприетите мерки за намаляване на опасността

Активното свлачището е далеч и все още не представлява пряка заплаха за къщите и населението на квартал Ораново. При движението си надолу консистентните маси са затрупали няколко неголеми лозя. По-надолу наклонът е малък, така че не може да се очаква бързото им придвижване към постройките. Ситуацията обаче може да се промени, ако се

разшири значително обхвата на активното свлачище или се активизира това, започващо при Милчова чука.

Риск от друг характер крие преграденият от свлачището дол. При интензивни поройни валежи, каквито тук се случват през лятото, във водосборния басейн на Бухов дол може да се формира значителен отток, който временно да бъде спрял при свлачището и да се образува значително езеро. При преливане на водата ерозионната сила може за много кратко време да пререже неустойчивите консистентни материали в долната част на свлачището. Това би предизвикало внезапно освобождаване на обема на езерото, което ще предизвика опасно наводнение, което може да доведе до жертви сред жителите на квартала. Подобна ситуация имаше през август 2007 г. години в г. Цар Калоян, когато проливни валежи доведоха до скъсването на 2 микроязовира.

Представа за това какъв риск крият водните обекти в и около свлачището се видя на 14 март 2010 г., когато част от основният откос се срути в по-голямото езеро, намиращо на първата свлачищна тераса. В резултат голяма част от водата беше изтласкана надолу по



склона, което предизвика паника сред населението на квартал Ораново. По това време езерцето е имало площ не повече от половин декар, а дълбочината му под метър. При завиряване на Бухов дол е възможно да се образува значително по-голямо езеро.

След инцидента община Симитли предприе мерки за дренiranje на повърхностните води в свлачището. В средата на август 2010 г. беше прокопан канал, който отводнява голямото езеро на първа тераса и езерото на втора тераса, а под него водата се извежда извън територията на активното свлачище с PVC тръби (фиг. 5). Целта е с минимум средства да се намали инфилтрирането и задържането на вода в свлачището и по този начин да се намали интензивността на свличане. Разбира се това е едно временно решение, което не може да доведе до трайно стабилизиране, защото поради постоянното движение тръбите се разглобяват и за да действа ефективно дренажната система изисква непрекъсната поддръжка. Все пак може да се каже, че дренажът има положителен ефект за стабилизиране на свлачището, защото през последния пети период, когато валежите са значителни, среднодневните скорости на придвижване са по-малки от тези през първия период.

Фиг.5. Схема на дренажната система, предназначена да извежда повърхностните води извън активното свлачище

Заклучение

В активизираното през пролетта на 2009 г. свлачище движенията продължиха и през 2010 г., което се доказва чрез GPS мониторинга на поставените репери. На базата на анализа от резултатите му в свлачището може да се отделят три зони в зависимост от скоростта на свличане. Тя е най-голяма по стръмния склон под свлачищния циркус, докато измерванията на реперите в циркуса и долу близо свлачищния вал показват значително по-малки скорости.

Скоростта на свличане има сезонен характер. Тя е по-висока през студеното полугодие, а през топлото значително намалява. Особено малка скорост се отбелязва в края на лятото, за което способстват освен малките валежи, а също и високата температура, съчетана с малката влажност на въздуха. Това води до изсушаване на свлачищната маса и редуциране на свлачищния процес.

Предприетите мерки за стабилизиране на свлачището имат известен ефект, но като цяло имат временен характер и изискват постоянна поддръжка, защото при движението си надолу свлачищните маси разместват тръбите, което компрометира предназначението на дренажната система. Трайното стабилизиране на свлачището и цялостното решаване на проблема обаче изискват значителни средства, които засега не са осигурени.

Благодарности

При измерването на координатите на реперите е използван GPS приемник, предоставен безвъзмездно от центъра за приложение на спътникови изображения ПЕСАК.

Литература:

1. Гиков, А. 2009. Изследване на скоростите на деформация на свлачището при кв. Ораново (г. Симитли) през 2009 година с повторни GPS измервания. В: *Сб. Доклади от пета научна конференция с международно участие "Space, Ecology, Nanotechnology, Safety – SENS 2009" 2-4 ноември 2009 г София. с.251-256*
2. Добрев, Н. 1997. Свлачищата в Симитлийската котловина. *Инж. геол. и хидрогеол. Кн. 24. 1997. с.41-65*
3. Нанкин, Р., Н. Добрев. 2009. Свлачищните явления в района на въглищната мина „Ораново“, ЮЗ България. *Списание на БГД, год. 70, кн 1-3, 2009. с.125-134*
4. Геоложка карта на България в мащаб 1:100 000, к.л. Разлог. 1990
5. Moss, J. 2000. Using the Global Positioning System to monitor dynamic ground deformation networks on potentially active landslides. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. v.2. pp. 24-32*
6. Malet, J.-P., O. Maquaire, E. Calais. 2002. The use of Global Positioning System techniques for the continuous monitoring of landslides: application to the Super-Sauze earthflow (Alpes-de-Haute-Provence, France). *Geomorphology. v. 43. 2002. pp. 33–54*
7. Rizzo, V. 2002. GPS monitoring and new data on slope movements in the Maratea Valley (Potenza, Basilicata). *Physics and Chemistry of the Earth. v. 27. pp. 1535-1544*
8. Gili, J.A., Corominas, J., Rius, J., 2000. Using Global Positioning System techniques in landslide monitoring. *Engineering Geology. v. 55, 167– 192*
9. Web страница Stringmeteo. Месечни обобщения на валежите:
http://www.stringmeteo.com/synop/prec_month.php