

ВИСШЕ СТРОИТЕЛНО УЧИЛИЩЕ „Л. КАРАВЕЛОВ” – СОФИЯ  
КАТЕДРА „НИСКО СТРОИТЕЛСТВО”

ДОКУМЕНТИ

на гл. ас. д-р инж. Христина Стоянова Заякова

за участие в конкурс за получаване на научното звание **доцент** в  
професионално направление 5.7. Архитектура, строителство и геодезия,  
по научната специалност 02.15.03. Земна основа, фундиране и подземно  
строителство (ДВ, бр. 60 от 22. 07. 2014 г.)

София, 2014 г.

**СПИСЪК С ПУБЛИКАЦИИ НА ГЛ. АС. Д-Р ИНЖ. ХР.  
ЗАЯКОВА В СПЕЦИАЛИЗИРАНИ НАУЧНИ ИЗДАНИЯ**  
**на гл. ас. д-р инж. Хр. Заякова**

1. Заякова, Хр. (2005) Укрепване на свлачищни склонове - традиционни и съвременни методи, Международен симпозиум Екология 2005, том III, част.2, стр.247-251.
2. Заякова, Хр. (2006) Механизъм на формиране на остатъчната якост на свлачищата, Научна конференция с международно участие ВСУ 2006, pp. VII-71 - VII-73.
3. Заякова, Хр. (2006) Оценка на вероятността за разрушение при анализ на склоновата стабилност. Национална научно-техническа конференция „Състояние и овладяване на свлачищните процеси в Република България. 30.11-01.12.2006 г., гр. София. Секция 1, стр.75-80.
4. Ценков, Ц., Х. Заякова (2008). Геодезически измервания и стабилитетни анализи на свлачищни процеси в района на Ботаническата градина на БАН, София. - Сборник доклади на 17-ти межд. Симп. Екология 2008, 9-13 юни 2008, Слънчев бряг, България, том 2, стр.213-222.
5. Tsenkov, Ts., I. Georgiev, H. Zayakova (2009). Deformation analysis of results from geodetic measurements for the study of landslide processes in the region of the botanical garden of BAS, Sofia, in the period 2000-2008., 9<sup>th</sup> International Scientific Conference VSU'2009, Sofia, June 4-5, 15-16, 2009, Volume II, pp. VI-72-80.
6. Hamova, M., G. Frangov, H. Zayakova (2009). Review on the applied methods for landslide control in Bulgaria. Proceedings of the 17th International Conference on Soil Mechanics & Geotechnical Engineering , Alexandria, Egypt, 5-9 October 2009, pp. 1646 - 1649.
7. Frangov G., I.Deyanov, T.Tsenkov, M.Hamova, H.Zayakova, M.Krastanov, A.Mihailov (2010). Monitoring on the Ezerishte landslide in the town of Svoge, Bulgaria. From Research to Design in European Practice, Bratislava, Slovak Republic, June 2 – 4, 2010, publ. abstract and CD.
8. Frangov, G., H. Zayakova, M. Hamova (2011). Combined slope protection along the southern Bulgarian Black sea coast. Proceedings of the 15<sup>th</sup> European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Athens, Greece, 5-11.09.2011 y., part 3, pp. 1343-1346.
9. Frangov, G., H. Zayakova, M. Hamova (2011). Strengthening of Landslide Retaining Pile Wall after Geodetic Monitoring. Proceedings of First international Conference- Geomat 2011, Geotechnique , Construction Materials and Environment, Mie, Japan, 21-23 November, 2011, pp. 613-616.
10. Заякова, Хр.(2012) Експериментално дефиниране на линията на критичното състояние при глини. XII МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ ВСУ' 2012, гр. София, 7-8 юни 2012 г., pp VI – 146-149.

11. Hamova, M., H. Zayakova (2012). Influence of urban planning over the effective utilization of retaining structures. Proceedings of the 12th Scientific Conference on Planning, design, construction and building renewal, 28-30 November 2012, Novi Sad, Serbia, pp 369-374.
12. Zayakova, H. (2012) Parallel between the methods for determination of residual shear strength parameters. Proceedings of the 10th International Conference on New Trends in Statics and Dynamics of Buildings October 3-5, 2012 Bratislava, Slovakia, pp.187-190.
13. Hamova, M., H. Zayakova, M. Periklijska, A. Mihailov, V. Slavchev (2013). On criteria for liquefaction of saturated sands. Proceedings of the SE – 50EEE - INTERNATIONAL CONFERENCE ON EARTHQUAKE ENGINEERING.Scopje, Macedonia, 29-31 MAY 2013.
14. Франгов, Г., Хр. Заякова (2013). Усилване на подпорна стена с инжекционни анкери. XIII МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ ВСУ' 2013, гр. София, 6-7 юни 2013 г., pp. VI 39-46.
15. Hamova, M., G. Frangov, H. Zayakova (2013). Slope stability structures for road landslide. Proceedings of the 18th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, September 2 – 6, 2013, Paris, pp.2751-2754.
16. Hamova,M., G.Frangov, H.Zayakova, A.Mihailov, M.Periklijska (2013). PROBLEMS AND FUTURE DEVELOPMENT OF GEOTECHNICAL TRAINING. Proccedings of the fifth international conference "Geotechnics in civil engineering". Soko Banja, Serbia, 29-31 October 2013, pp. 421-424.
17. Заякова, Хр. (2014) Определяне на динамичните характеристики на строителните почви с резонантна колона. XIV МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ ВСУ'2014, гр. София, 5-6 юни 2014 г., pp.294-299.
18. Заякова, Хр. (2014) Принципно устройство на динамичен триаксиален апарат. XIV МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ ВСУ'2014, гр. София, 5-6 юни 2014 г., pp.300-305.
19. Hamova, M., M. Perikliyska, H. Zayakova (2014). Study on the shear strength of sand at dynamic loading. Proceedings of the XV Danube - European Conference on Geotechnical Engineering, Vienna, 9 – 11 September 2014, pp. 225-229.
20. Hamova, M., G. Frangov, H. Zayakova (2014). Investigation of the possibility for reinforcing of the potentially dangerous slopes in Greek - Bulgarian border region. Proceedings of the XV Danube - European Conference on Geotechnical Engineering, Vienna, 9 – 11 September 2014, pp. 435-440.
21. Заякова, Хр., А. Михайлов (2012).Ръководство за курсово проектиране по Фундиране и укрепителни конструкции. ISBN: 978-954-331-039-5. 131 стр.
22. Zayakova, H. (2012) Notes on Geotechnical design of foundations and retaining structures. Web – базиран курс. 91 стр.

София, 19 септември 2014 г.

Съставил:

(гл. ас. д-р инж. Хр. Заякова)

**РЕЗЮМЕТА НА ПРЕДСТАВЕНИТЕ ТРУДОВЕ НА  
ЕЗИКА, НА КОЙТО СА ПУБЛИКУВАНИ И НА  
БЪЛГАРСКИ ЕЗИК**

## УКРЕПВАНЕ НА СВЛАЧИЩНИ СКЛОНОВЕ – ТРАДИЦИОННИ И СЪВРЕМЕННИ МЕТОДИ

Христина Ст. Заякова

ВСУ "Л. Каравелов"- София 1373, България, ул. „Суходолска” # 73

E – mail: [hsz@abv.bg](mailto:hsz@abv.bg)

## STABILIZATION OF SLIDE SLOPES – TRADITIONAL AND ADVANCED METHODS

Hristina St. Zayakova

HSCE "L. Karavelov" - Sofia

### Abstract

*The paper reviews the traditional and advanced methods of stabilization of road embankments In the regions slide slope activities*

**Key words:** *slide slope, stability*

### Резюме

*Докладът прави преглед на традиционните и съвременни методи за укрепване на свлачищни склонове*

**Ключови думи:** *свлачище, стабилизиране*

## МЕХАНИЗЪМ НА ФОРМИРАНЕ НА ОСТАТЪЧНАТА ЯКОСТ НА СРЯЗВАНЕ НА СВЛАЧИЩАТА

Христина Ст. Заякова\*

ВСУ "Л. Каравелов"- София

## FORMATION MECHANISM OF THE RESIDUAL SHEAR STRENGTH IN LANDSLIDES

Hristina St. Zayakova

**Abstract:** *A main question in the evaluation of stability coefficient of natural slopes is the reliability of soil strength characteristics. The mechanism of overcoming the peak value of the soil strength and consequent formation of its residual value depends on many factors, most of them connected with type of the soil of landslid.*

**Key words:** *landslides, residual shear strength, continuance shear strength*

**Резюме:** *Основен въпрос при оценката на коефициента на стабилност на естествени склонове е надеждността на якостните характеристики на почвите. Механизмът за преодоляване на максималната стойност на срязване на почвата и последващо формиране на остатъчната ѝ стойност зависи от много фактори, повечето от тях свързани с вида на почвата на свлачището.*

**Ключови думи:** *свлачища, остатъчна якост на срязване, дълготрайна якост на срязване*

# ОЦЕНКА НА ВЕРОЯТНОСТТА ЗА РАЗРУШЕНИЕ ПРИ АНАЛИЗ НА СКЛОНОВАТА СТАБИЛНОСТ

Христина Заякова<sup>1</sup>

**Резюме.** Съществен въпрос, касаещ анализа на определено събитие, е относителната неточност при прогнозиране на вероятността на неговата проява. Наличието на условия за възникване на бедствия от рода на свлачище или срутище налага приложението на последователен подход по точното дефиниране на областта от свлачищаната повърхнина с най-голям риск от разрушение и неговия механизъм. Базирани на приемането, че предварителният коефициент на сигурност на склона се влияе от ред случайни фактори, методите за оценка на вероятността при анализа на склоновата стабилност отчитат статистическото разпределение на фактори като порен натиск или параметрите на якостта на срязване при изчисление на вероятността за разрушение.

## ГЕОДЕЗИЧЕСКИ ИЗМЕРВАНИЯ И СТАБИЛИТЕТНИ АНАЛИЗИ НА СВЛАЧИЩНИ ПРОЦЕСИ В РАЙОНА НА БОТАНИЧЕСКАТА ГРАДИНА НА БАН, ГРАД СОФИЯ

Ценко Ценков – Висше строително училище „Л. Каравелов” – София  
Христина Заякова – Висше строително училище „Л. Каравелов” – София  
Tsenko Tsenkov – HSCE “ L. Karavelov” - Sofia  
Hristina Zayakova – HSCE “ L. Karavelov” - Sofia

### Abstract

*The landslide processes in the region of Botanical Garden of the Bulgarian Academy of Sciences - Sofia were studied by performing geodetic and engineering geological explorations. The slope stability for possible sliding surfaces has been determined. The results provide evidence for the relative stability of water - saturated slope without additional destabilizing factors. The obtained coefficients of stability are less than one in the case of dynamic impact. Horizontal displacements of the order of 10 - 62 mm were established for the geodetic benchmarks situated on top and in the vicinity of the landslide zone during the investigated period (May 2000 - May 2007)*

**Key words:** *landslides; data analyses.*

### Резюме

*Свлачищните процеси в района на Ботаническата градина на Българската академия на науките - София бяха изследвани чрез извършване на геодезически и инженерногеоложки проучвания. Стабилността на склона бе определена за възможните плъзгателни повърхнини. Резултатите предоставят доказателства за относителната стабилност на водонасителния склон без допълнителни дестабилизиращи фактори. Получените коефициенти на сигурност са по-малки от единица в случай на динамично въздействие. От наблюдението на реперите ситуирани в близост до свлачищната зона, през периода на изследването (Май 2000 – Май 2007) бяха установени хоризонтални премествания от порядъка на 10 - 62 mm .*

**Ключови думи:** *свлачища; анализира данни.*

**ГЕОДЕЗИЧЕСКИ ИЗМЕРВАНИЯ И ИЗСЛЕДВАНЕ НА СВЛАЧИЩНИ ПРОЦЕСИ В  
РАЙОНА НА БОТАНИЧЕСКАТА ГРАДИНА НА БАН, СОФИЯ ПРЕЗ ПЕРИОДА 2000 –  
2008 Г.**

**Ценко Ценков<sup>1</sup>, Иван Георгиев<sup>2</sup>, Христина Заякова<sup>3</sup>**

<sup>1,3</sup> ВСУ „Л. Каравелов” – София

<sup>2</sup> Централна лаборатория по висша геодезия при БАН

**DEFORMATION ANALYSIS OF RESULTS FROM GEODETIC MEASUREMENTS FOR  
THE STUDY OF LANDSLIDE PROCESSES IN THE REGION OF THE BOTANICAL  
GARDEN OF BAS, SOFIA, IN THE PERIOD 2000 – 2008**

**Tcenko Tcenkov, Ivan Georgiew, Hristina Zayakova**

**Abstract:** *Precise geodetic measurements were carried out along 4 profiles in the region of the Botanical Garden of the Bulgarian Academy of Science (BAS), Sofia. The results for horizontal and vertical were established with the respective mean square errors. GPS measurements were performed for the geodetic network in the region of the Botanical Garden of BAS, Sofia. Comparison is made between the measurement results for the site. Suitability analysis have been made for the landslide processes in the region of the Botanical Garden. Relative stabilization of the process has been established.*

**Keywords:** *deformation analysis; landslides*

**Резюме:** *Прецизни геодезически измервания са извършени по 4 профила в района на Ботаническата градина на Българската академия на науките (БАН), София. Резултатите за хоризонталните и вертикални премествания са установени със съответните средни квадратни грешки. Извършени са GPS измерванията геодезическа мрежа в района на Ботаническата градина на БАН, София. Прави се сравнение между резултатите от измерванията за терена. Направен е стабилитетен анализ за свлачищните процеси в района на Ботаническата градина. Установено е относително стабилизиране на процеса.*

**Ключови думи:** *анализ на деформациите; свлачища*

**Review on the applied methods for landslide control in Bulgaria  
Revue des méthodes appliquées pour le contrôle des glissements des terrains en Bulgarie**

**M. Namova, G. Frangov, H. Zayakova**

*Higher School of Civil Engineering “L. Karavelov”, Sofia, Bulgaria*

**ABSTRACT**

The territory of Bulgaria is characterized by active tectonics, which had determined the formation of hilly and mountain relief. The geological structure is rather diverse and includes both rocks and dispersed soils. Under the effect of the naturally occurring processes thousands of landslides with different volume, mechanism and dynamics are displayed. The construction of various facilities, roads and buildings under these conditions is connected with the performance of excavations and embankments, changes in the groundwater level and dynamic impacts, leading often to slope instability, appearance of new landslides and activation of old existing landslides.

The stabilization of slopes and prevention of landslide appearance occupies an important place in both new construction and exploitation of the already built facilities. The present work gives examples of different methods for landslide stabilization and makes brief analysis of their effectiveness. The more often applied methods include various types of vertical and horizontal drainages, changes of slope inclination, strengthening with reinforced concrete piles, anchors, retention walls, gabions, reinforcement of buttress embankments. Special attention is paid to landslide monitoring as a substantial element for predicting their development and as initial information for selecting a suitable set of preventive and stabilizing measures.

The main conclusion based on the investigated cases is due to the multifactor character of the landslide process the maximum stabilizing effect is achieved when the applied measures are aimed at the factors having the highest weight impact on slope stability.

#### RÉSUMÉ

Le territoire du pays est caractérisé par une tectonique active, qui détermine la formation d'un relief de collines et de montagnes. La structure géologique est très variée et inclue non seulement des rochers, mais aussi des sols dispersés. Le résultat des processus naturels est la création de milliers de glissements de terrains avec un volume, un mécanisme et une dynamique variables. La construction de différents ouvrages d'art, de routes et de bâtiments dans ces conditions est liée souvent avec la nécessité de faire des excavations et des remblais, de modification des niveaux des eaux souterraines et des impacts dynamiques qui perturbent la stabilité des versants et provoquent la création de nouveaux ou l'activation des anciens glissements des terrains.

La stabilisation des versants et la prévention contre la création des glissements des terrains ont une importance cruciale non seulement pour les nouvelles constructions, mais aussi pour l'exploitation des ouvrages d'art déjà construits. Dans ce rapport on montre des exemples des différentes méthodes de stabilisation des glissements des terrains et le synthèse d'un analyse de leur efficacité. Les méthodes les plus utilisées sont les différents types de drainages, des déblais, la stabilisation des terrains avec des piliers de béton armé, des ancrages, des murs de soutènement, des gabions, des remblais de contre-forces armés. La supervision, le contrôle préventifs des glissements est un élément important du pronostic de leur développement et c'est une information de base pour le choix des mesures convenables de prévention et de stabilisation des glissements des terrains.

Le processus de glissement dépend de plusieurs facteurs et l'effet maximal de stabilisation des glissements est le résultat de l'application de mesures qui s'adressent aux facteurs qui ont le plus grand poids pour stabiliser les versants.

Keywords: landslide distribution, drainage, anchoring, reinforced embankment, monitoring

## Обзор на приложните методи за контрол на свлачищата в България

М. Хамова, Г. Франгов, Хр. Заякова  
*ВСУ "Л.Каравелов", София, България*

#### РЕЗЮМЕ

Територията на България се характеризира с активна тектоника, която определя формирането на хълмист и планински релеф. Геоложката структура е доста разнообразна и включва, както скали, така и дисперсни почви. Под действието на естествени процеси възникват хиляди свлачища с различен обем, механизъм и динамика. Изграждането на различни съоръжения, пътища и сгради в рамките на тези условия е свързано с изпълнението на изкопи и насипи, промени в нивото на подпочвените води и динамични въздействия, водещи често до нестабилност на откосите, поява на нови свлачища и активиране на стари съществуващи такива.

Стабилизирането на склонове и предотвратяване на появата на нови свлачища заема важно място, както в ново строителство, така и при експлоатация на вече построени съоръжения. В настоящата публикация са дадени примери за различни методи за укрепване на свлачища и се прави кратък анализ на тяхната ефективност. Най-често прилаганите методи включват различни видове вертикални и хоризонтални дренажи, преоткосиране, укрепване със стоманобетонни пилоти, анкери, подпорни стени, габиони, укрепване на контрафорсни насипи. Специално внимание е отделено на мониторинга на свлачищата като съществен елемент за прогнозиране на тяхното развитие и като първоначална информация за избор на подходящ набор от превантивни и стабилизиращи мерки.

Основният извод на базата на изследваните случаи е, че поради многофакторния характер на свлачищните процеси максимален стабилизиращ ефект имат мерките насочени към обстоятелствата с най-голямо влияние върху загубата на устойчивост.

Ключови думи: разпространение на свлачищата, дренажи, анкери, армирани насипи, мониторинг

## MONITORING ON THE EZERISHTE LANDSLIDE IN THE TOWN OF SVOGE, BULGARIA

Georgi Frangov <sup>1</sup>, Ivan Deyanov <sup>2</sup>, Tsenko Tsenkov <sup>1</sup>, Margarita Hamova <sup>1</sup>,  
Hristina Zayakova <sup>1</sup>, Miroslav Krastanov <sup>3</sup>, Andrej Mihailov <sup>1</sup>

<sup>1</sup> VSU "L.Karavelov", Suhodolska St. 175, Sofia, Bulgaria;

<sup>2</sup> UASG, Smirnenski 1 Blvd., 1046 Sofia, Bulgaria;



<sup>3</sup> Bulgarian Academy of Sciences, Geological Institute "Str. Dimitrov",  
Acad. G. Bonchev St., Bl. 24, Sofia, Bulgaria

**ABSTRACT:** The hilly and mountainous topography of Bulgaria is a prerequisite for the occurrence of many landslides, mainly affecting settlements and transport infrastructure of the country. In order to reduce the impact of the intensification of the already subsided landslides, monitoring is carried out on some of them. This is the case with the Ezerishte landslide, which is the subject of geodetic measurements over many years to establish an immediate danger to a large region around Svoге and implications for the economy of the country. The conducted surveyings of the established monitoring network show that the landslide is moving at a different speed of up to 10 cm per year. The future development of landslides has been forecast based on the established movements.

## **Мониторинг на свлачище „Езерище” в гр. Своге, България**

**Георги Франгов <sup>1</sup>, Иван Деянов <sup>2</sup>, Ценко Ценков <sup>1</sup>, Маргарита Хамова <sup>1</sup>,  
Христина заякова <sup>1</sup>, Мирослав Кръстанов <sup>3</sup>, Андрей Михайлов <sup>1</sup>**

<sup>1</sup> ВСУ "Л. Каравелов";

<sup>2</sup> УАСГ;

<sup>3</sup> БАН, Геологически институт "Стр. Димитров";

**Резюме:** Хълмистият и планински релеф на България е предпоставка за възникване на много свлачища, главно засягащи населените места и транспортната инфраструктура на страната. С цел да се намали въздействието и интензификацията на вече проявени свлачищата на някои от тях се извършва мониторинг. Такъв е случаят със свлачището ЕЗЕРИЩЕ, което е предмет на геодезически измервания в продължение на много години, за да се установи наличието на непосредствена опасност за голяма област около град Своге с последици за икономиката на страната. Проведените наблюдения чрез изградената мониторингова мрежа показват, че свлачището се движи с различна скорост до 10 см годишно. Прогнозирано е бъдещето му развитие въз основа на установените движения.

## **Combined slope protection along the southern Bulgarian Black sea coast**

## **Protection combinee des talus le long de la cote bulgare sud de la mer Noire**

G. Frangov <sup>1</sup>, H. Zayakova, M. Hamova  
Higher School of Civil Engineering "L. Karavelov", Sofia, Bulgaria

### **ABSTRACT**

Some sections of the Bulgarian Black sea coastline are subjected to intensive sea erosion. Slope cutting during storm events provokes the origination of landslides that threaten buildings, roads and other facilities. This is the case with the northern coast of the town of Tsarevo. Local slides and rock-falls have been documented in the coastal zone. They are activated in periods of heavy precipitation and their sliding surface passes on the top part of grey-green marl-like clays. It is envisaged to stabilize the slope by sea defence, construction of reinforced abutment embankments and drainage ribs for water removal.

### **RESUME**

Certaines sections de la cote bulgare de la mer Noire sont soumises a l'abrasion intensive. La coupe de la pente en cas de tempete provoque la formation des glissements du terrain qui menacent les batiments, les routes et d'autres installations. C'est le cas de la cote nord de la ville de Tsarevo. Des glissements du terrain et les chutes des rochers ont ete documentes dans la zone cotiere. Ils sont actives pendant les periodes de fortes pluies d'orage et leur surface de glissement passe sur la partie superieure des argiles gris-vert-marne, etc. Il est prevu de stabiliser la pente par des equipements pour la defense de la cote de l'abrasion la mer comme la construction des remblais de butee renforcee et le drainage des cotes des eaux souterraines pour eliminer l'eau.

Keywords: sea erosion, landslides, stabilization, reinforced embankment, sea defence, ground water drainage

## Комбинирана брегозащита по южното българско черноморско крайбрежие

Г. Франгов<sup>1</sup>, Хр. Заякова, М. Хамова  
ВСУ “Л. Каравелов”, София, България

### РЕЗЮМЕ

Някои участъци от българското Черноморие са подложени на интензивна морска ерозия. Подрязванията на склоновете по време на спорадичните бури е причина за възникването на свлачища, които застрашават сгради, пътища и съоръжения. Такъв е случаят със северното крайбрежие на град Царево. В местната крайбрежната зона бяха документирани свличания и срутища. Те се активират в периоди на силни валежи и тяхната хлъзгавост на повърхността минава в горната част на пласт сиво-зелени мергелоподобни глинени. Предвижда се стабилизиране на склона чрез изграждане на комбинирана брегозащита, съставена от армирани подпорни насипи и дренажни ребра за отстраняване на водата.

Ключови думи: морска ерозия, свлачища, укрепване, армиран насип, брегозащита, дренаж за почвени води

## Strengthening of Landslide Retaining Pile Wall after Geodetic Monitoring

Frangov G., Zayakova H., Hamova M.,  
Higher School of Civil Engineering “L. Karavelov”, Sofia, Bulgaria

**ABSTRACT:** The investigated landslide occurred in the spring of 2004 on the road through the Balkan Mountains, Bulgaria. It was part of a larger ancient landslide that continues down the slope. To restore the traffic it was decided not to strengthen the whole landslide, but only the upper part near the road. It was designed and implemented strength support structure consisting of two rows of steel concrete piles incorporated by a beam. To prevent the influence of groundwater a horizontal drainage above the landslide was carried out. Geodetic monitoring network was built and periodic measurements were held in the period 2005 - 2010 to monitor the behaviour of the structure. During this period the largest horizontal displacements were found in the area between first and second section of the pile construction. Geodetic monitoring was used to determine the most vulnerable area of the structure. It was reinforced with additional steel concrete piles combined with a beam.

**Keywords:** landslide reinforcement, geodetic monitoring

## Усилване на противосвлачищна пилотна подпорна конструкция след геодезически мониторинг

Франгов Г., Заякова Хр., Хамова М.,  
ВСУ “Л. Каравелов”, София, България

**Резюме:** Изследваното свлачище се проявява през пролетта на 2004 на път през Стара планина, България. То е част от по-голямо древно свлачище, което продължава по-надолу по склона. За да се възстанови пътният трафик, беше решено да не се усилюва цялото свлачище, а само горната му част в близост до пътя. Бе проектирана и изпълнена подпорна конструкция, състояща се от два реда

стоманобетонни пилоти, обединени с греда. За да бъде предотвратено влиянието на почвените води, бе изпълнен хоризонтален дренаж над свлачището. Бе изградена геодезична мониторингова мрежа и провеждани периодични измервания в периода 2005-2010 за проследяване на поведението на укрепването. През този период най-големите хоризонтални премествания бяха установени между първата и втората секция на пилотната конструкция. Геодезическият мониторинг бе използван, за да се определи най-уязвимата част на укрепването. То бе усилено с допълнителни стоманени пилоти, комбинирани с греда.

**Ключови думи:** усиляване на свлачище, геодезически мониторинг

## **ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ДЕФИНИРАНЕ НА ЛИНИЯТА НА КРИТИЧНОТО СЪСТОЯНИЕ ПРИ ГЛИНИ**

**Христина Заякова<sup>1</sup>**

*ВСУ „Любен Каравелов”, гр. София*

**Резюме:** Докладът съдържа сравнение между два лабораторни метода за дефиниране на линията на критичното състояние при глини: триаксиален и рингов срязващ тест и анализира потенциалните трудности при екстраполиране и адаптиране на опитните резултати.

## **EXPERIMENTAL DEFINITION OF CRITICAL STATE LINE FOR CLAYS**

**Hristina Zayakova**

*VSU “Lyuben Karavelov”*

**Abstract:** The report contains comparison between two laboratory methods for definition of critical state line for clays: triaxial and ring shear test and analyses the possible difficulties in extrapolation and adaptation of experimental results.

**Margarita HAMOVA**

**Hristina ZAYAKOVA**

## **INFLUENCE OF URBAN PLANNING OVER THE EFFECTIVE UTILIZATION OF RETAINING STRUCTURES**

**Abstract:** The report discusses a structural project for construction of retaining walls in difficult geological conditions and unfavorable urban planning. According to the design prescriptions numerous different retaining structures had to be built: gravity concrete retaining walls reinforced retaining walls with shallow foundations and combined with drilled piles, thin diaphragm walls.

**Key words:** Retaining walls: gravity, cantilever, diaphragm, spread, pile and combined foundations

Маргарита ХАМОВА  
Христина ЗАЯКОВА

## ВЛИЯНИЕ НА ГРАДОУСТРОЙСТВЕНОТО РЕШЕНИЕ ВЪРХУ ЕФЕКТИВНОТО ИЗПОЛЗВАНЕ НА ПОДПОРНИ СЪОРЪЖЕНИЯ

**Резюме:** Докладът дискутира конструктивен проект за изграждане на подпорни стени при трудни геоложки условия и неблагоприятно градоустройствено решение. В зависимост от проектното решение се предвижда изграждането на множество различни подпорни конструкции: тежки бетонови подпорни стени, ъглови стоманобетонни подпорни стени със плоски и комбинирани със сондажно-изливни пилоти и тънки шлицови стени.

**Ключови думи:** Подпорни стени: тежки, ъглови, шлицови, плоски, пилотни и комбинирани фундаменти

## PARALLEL BETWEEN THE METHODS FOR DETERMINATION OF RESIDUAL SHEAR STRENGTH PARAMETERS

H. Zayakova

### Abstract

*Undoubtedly connected with human activity on the utilization of its natural resources, technogenic phenomena in the East Basin of Maritza River are the subject of a long interest among scientific circles both at home and abroad. Long mining activity in the region leads to the occurrence of numerous landslides, which threaten not only the local economy, but also quality of life there. This gives rise to the making of large-scale study of factors leading to activation of landslide processes and ultimately to successfully solving the slope stability problems. In this paper results of determination of the residual shear strength parameters with simple shear apparatus, ring shear apparatus and back analysis are compared.*

## СРАВНЕНИЕ МЕЖДУ МЕТОДИТЕ ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ПАРАМЕТРИТЕ НА ОСТАТЪЧНАТА ЯКОСТ НА СРЯЗВАНЕ

Хр. Заякова

### Резюме

*Несъмнено свързани с човешката дейност по усвояването на природните му богатства, техногенните явления в Източно маришкия басейн са обект на продължителен интерес сред наши и чуждестранни научни кръгове. Продължителната минна дейност в региона води до появата на множество свлачища, застрашаващи не само местната икономика, но и качеството на живота там. Това дава основание за напрежата на мащабно изследване на факторите, водещи до активиране на свлачищните процеси и в крайна сметка до успешното решаване на проблемите по осигуряване на склоновата стабилност. В тази публикация са сравнени резултатите за параметрите на остатъчната якост на срязване определени посредством плоскостно срязване, рингов срыващ апарат и обратни изчисления.*

## On criteria for liquefaction of saturated sands

**M. Hamova, H. Zayakova, M. Periklijska, A. Mihailov & V. Slavchev**

*Department of Civil Engineering, VSU "L. Karavelov", Sofia, Bulgaria*



### ABSTRACT:

It is well known that fully saturated sands under dynamic loading and presence of free surface exhibit tendency of liquefaction i.e. acquire properties of liquid and lose their bearing capacity. The reasonable explanation is a sudden presence of pore pressure which decreases lithostatic pressure and may cause reset of shear stress parameters of sands. As a result building's foundations in saturated sands sink as bodies immersed in water. That is why it is important to know the conditions of possible loss of dynamic bearing capacity of saturated sands. In this report a lot of the famous criteria for dynamic stability failure of saturated sands are reviewed, for example the criteria of A. Casagrande, N. N. Maslov, S. Stoinev, Sh. Prakash, the prescriptions of Eurocode 8. All researchers usually recommend laboratory investigations on liquefaction capacity of sands to be done with standardized apparatuses which most of geotechnical laboratories do not possess. That is why laboratory determination of liquefaction capacity of saturated sands shall be done on test bench with possibility to generate vibrations with variable parameters.

*Keywords: saturated sands, liquefaction, dynamic loading, pore pressure, shear strength*

## Върху критериите за втечняване на водонаситени пясъци

**М. Хамова, Хр. Заякова, М. Периклийска, А. Михайлов & В. Славчев**

*Строителен факултет, ВСУ "Л. Каравелов", София, България*



### РЕЗЮМЕ:

Добре известно е, че напълно водонаситени пясъци при динамично натоварване и наличие на свободна повърхност показват тенденция на втечняване т.е. придобиват свойства на течност и губят своята носимоспособност. Разумното обяснение е внезапната поява на порен натиск, който намалява геоложкия товар и може да доведе до нулиране на параметрите на якостта на срязване на пясъка. В резултат на това фундаментите на сгради върху водонаситени пясъци потъват като тела потопени във вода. Ето защо е важно да се знаят условията на евентуална загуба на динамична устойчивост на водонаситени пясъци. В този доклад са разгледани много от най-известните критерии за динамична загуба на устойчивост на водонаситени пясъци, като например критериите на А. Казагранде, Н. Маслов, С. Стойнев, Ш. Пракаш,

предписанията на Еурокод 8. Всички изследователи обикновено препоръчват лабораторните изследвания на капацитета за втечняване на пясъци, за да се извърши със стандартизирани апарати, с които повечето от геотехнически лаборатории не разполагат. Ето защо лабораторното изследване на втечняването на водонаситени пясъци ще се извърши на стенд за изпитване, с възможност за генериране на вибрации с променливи параметри.

*Ключови думи:* водонаситени пясъци, втечняване, динамично натоварване, порен натиск, якост на срязване

## УСИЛВАНЕ НА ПОДПОРНА СТЕНА С ИНЖЕКЦИОННИ АНКЕРИ

Георги Франгов <sup>1</sup>, Христина Заякова <sup>2</sup>

ВСУ "Любен Каравелов" – гр. София

**Резюме:** Изградената на стръмен склон в село Рударци подпорна стена е компрометирана вследствие на нарушаване на общата устойчивост на склона и проявата на плитко свлачище поради неправилното терасиране и лошото дрениране на повърхностните води. Установени са пукнатини зад подпорна стена, които се проследяват от земята и маркират горната граница на свлачищния терен. Свлачището обхваща насип зад подпорната стена и продължава надолу по хълма към руслото на дерето. За да се стабилизира стената и прилежащият терен, са предложени и обсъдени три варианта - габиони в основата на склона с дренажни ребра зад тях, пилотна конструкция и усиление с инжекционни анкери. След сравнителен анализ на техните предимства и недостатъци е избран последният вариант, защото не се навлиза в чужд имот, и неговото изпълнение е бързо, евтино и ефективно. Свлачищният натиск и местоположението на анкерите бяха определени на база на изчисления на стабилността на склона. В подпорна стена са монтирани барбакани за намаляване на хидростатичното налягане. За два от анкерите е извършено изпитване за приемане.

**Ключови думи:** Инжекционни анкери, изпитване за приемане, усилена подпорна стена, склонова стабилност

## REINFORCEMENT OF RETAINING WALL WITH INJECTION ANCHORS

Georgi Grangov, Hristina Zayakova

VSU "Lyuben Karavelov" – Sofia

**Abstract:** Built retaining wall on a steep slope in Rudarci village is compromised by distortion of the overall stability of the slope and the occurrence of shallow landslides due inappropriate terracing of slope and poor drainage of surface water. There have been cracks behind the retaining wall, which are tracked by ground and mark the upper

---

*limit of the landslide terrain. Landslide covers backfilling behind the retaining wall and continue down the hill to the mainstream of the gully. To stabilize the retaining wall and terrain are proposed and discussed three options - gabions at the base of the slope with drainage ribs behind them, pile structure and reinforcement with injection anchors. After a comparative analysis of their advantages and disadvantages the last option is selected because it does not enter into foreign property and its implementation is fast, cheap and effective. According to the stability calculations landslide pressure has been determined and location of anchors has been obtained. Drainage pipes are installed in retaining wall to reduce the hydrostatic pressure. Acceptance test are carried out for two of anchorages.*

**Key words:** *Ground injection anchors, acceptance test, reinforced retaining structure, slope stability*

## **Slope stability structures for road landslide**

Structures de stabilité de pentes pour glissement de terrain

Hamova M., Frangov G., Zayakova Hr.  
*Higher School of Civil Engineering "L. Karavelov" – Sofia, Bulgaria*

**ABSTRACT:** Landslide had appeared on main road affecting more than half of the roadway and caused traffic difficulties. The landslide had a width in the top 55 m, length - 38 m and maximum depth of 8-9 m. Groundwater table rising, river erosion undermining the slope and the dynamic effects of transport were defined as key factors for slope instability. Cantilever retaining wall on driven pile's foundation, in addition with trailing plate and drainage facilities for landslide stabilization were designed and constructed. The monitoring of strengthened road section during the period 2006 - 2012, shows that the landslide was successfully stabilized and new landslide deformations have not been established.

**RÉSUMÉ:** Un glissement de terrain est apparu sur une route principale affectant plus de la moitié de la chaussée et perturbant terriblement le trafic. La surface de glissement avait les dimensions suivantes: largeur dans la partie supérieure - 55 m, longueur - 38 m sur une profondeur maximale de 8 à 9 m. On a considéré que l'instabilité de la pente était le résultat des facteurs suivants : nappe phréatique, érosion croissante provoquée par la rivière, effets dynamiques du trafic. Un mur de soutènement fondé sur des pieux, un sol renforcé par inclusion et des drainages ont été conçus et construits pour stabiliser l'ensemble. L'analyse du profil en travers de la route entre 2006 et 2012 montre que le glissement a été stabilisé et qu'aucun nouveau déplacement n'a été observé.

**KEYWORDS:** Landslide, slope instability, stabilization, cantilever retaining wall, driven piles, drainage facilities.

## **Укрепителна конструкция на пътно свлачище**

Хамова М., Франгов Г., Заякова Хр.  
*ВСУ „Л. Каравелов“ – София, България*

**Резюме:** Свлачището се е проявило на главен път, засяга повече от половината от пътното платно и е причина за затруднения на трафика. Свлачището бе с ширина 55 m, дължина - 38 m и максимална дълбочина от 8-9 m. Като ключови фактори за загуба на устойчивост бяха установени повишаването на нивото на подземните води, речната ерозия подкопаваща склона и динамичните ефекти от превозните средства. Беше проектирана и изградена ъглова подпорна стена с забивно пилотно фундиране, в допълнение с влачеща плоча и дренажни съоръжения за стабилизиране на свлачището. Мониторингът на укрепения пътен участък, за периода 2006 - 2012 показва, че свлачището е успешно стабилизирано и нови свлачищни деформации не са установени.

**КЛЮЧОВИ ДУМИ:** Свлачище, загуба на склонова устойчивост, стабилизиране, ъглова подпорна стена, забивни пилоти, дренажни съоръжения.

# PROBLEMS AND FUTURE DEVELOPMENT OF GEOTECHNICAL TRAINING

Margarita Hamova, Georgi Frangov, Hristina Zayakova, Andrej Mihailov, Martina Periklijska

*VSU "L. Karavelov", Sofia, Bulgaria, e – mail: hamova@vsu.bg*

**ABSTRACT:** Geotechnics is a part of civil engineering that studies the upper layer of the crust and parts of the structures and facilities that are in contact with it. Frequently Geotechnics is being seen as a combination of Engineering Geology, Soil mechanics and foundation engineering, but sometimes in these courses are added tunnel constructions. Geotechnics with all its components is an important academic course, which is mandatory in the education of any civil engineer. In Bulgaria Geotechnics is being taught at six universities: University of Architecture, Civil Engineering and Geodesy – Sofia, University of Mining and Geology is "St. Ivan Rilski" – Sofia, Higher school of civil engineering "Lyuben Karavelov" – Sofia, Todor Kableshkov University of Transport- Sofia, Varna Free University- Varna, European University Polytechnical - Pernik.

**KEY WORDS:** education, Geotechnics, Engineering Geology, Soil and Roch mechanics, foundation engineering

## ПРОБЛЕМИ И БЪДЕЩО РАЗВИТИЕ НА ГЕОТЕХНИЧЕСКОТО ОБУЧЕНИЕ

Маргарита Хамова, Георги Франгов, Христина Заякова, Андрей Михайлов, Мартина Периклийска

*BCU „Л. Каравелов”, София, e – mail: hamova@vsu.bg*

**РЕЗЮМЕ:** Геотехниката е част от строителното инженерство, която изучава повърхностния слой на земната кора и съоръженията и конструкциите, които са в контакт с него. Често геотехниката е разглеждана като комбинация от инженерна геология, земна механика и фундаментно инженерство, като понякога към тези предмети се прибавя и тунелно строителство. Геотехниката, със всичките ѝ компоненти, е важен обучителен курс, който е задължителен в образованието на всеки строителен инженер. В България обучение по геотехника се провежда в шест университета: УАСГ - София, Минно-геоложки университет – София, ВСУ „Любен Каравелов” – София, ВТУ „Тодор Каблешков” – София, ВСУ – Варна, Европейски политехнически университет - Перник.

**КЛЮЧОВИ ДУМИ:** образование, геотехника, инженерна геология, земна и скална механика, фундиране

## ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ДИНАМИЧНИТЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА СТРОИТЕЛНИТЕ ПОЧВИ С РЕЗОНАНТНА КОЛОНА

Христина Заякова<sup>3</sup>

*BCU „Любен Каравелов”, гр. София*

---

<sup>3</sup> Христина Заякова, д-р, инж., ВСУ „Л. Каравелов”, hsz@abv.bg



**Резюме:** Този доклад обобщава практическия опит на автора при извършване на научни и приложни изследвания със резонантна колона, придобит по време на едномесечна специализация в университет RUB, Бохум, Германия. Публикацията разглежда принципното устройство на апарата, проектиран в катедрата по геотехника и използван за определяне на динамичните характеристики на строителните почви при много малки стойности на срязващата амплитуда.

**Ключови думи:** Резонантна колона, модул на срязване, коефициент на затихване, срязваща амплитуда, скорост на срязващите вълни

## **DETERMINATION OF DYNAMIC CHARACTERISTICS OF SOILS WITH RESONANT COLUMN**

**Hristina Zayakova**

VSU “Lyuben Karavelov”, Sofia

**Abstract:** This report summarizes the practical experience of the author to conduct scientific and applied researchs with resonant column acquired during a one-month specialization in geotechnical department of the University RUB, Bochum, Germany. This publication discusses the principal structure of the device, designed in the department and used for the purposes of research there in determination of the dynamic characteristics of soils at very small values of the shear amplitude.

**Key words:** Resonant column, shear modulus, damping ratio, shear amplitude, velocity of the shear waves

## **ПРИНЦИПНО УСТРОЙСТВО НА ДИНАМИЧЕН ТРИАКСИАЛЕН АПАРАТ**

**Христина Заякова<sup>4</sup>**

ВСУ „Любен Каравелов”, гр. София

**Резюме:** Динамичният триаксиален тест е съвременен метод за оценка на динамичната устойчивост на строителни почви при потенциално опасни явления като земетресения, експлозии, високо интензивни циклични товари от превозни средства и строителни уредби и др. Този доклад разглежда устройството на динамичен триаксиален апарат от ново поколение и възможностите, които той предоставя за решаването на научни и практически задачи от динамична устойчивост на почвите.

---

<sup>4</sup> Христина Заякова, д-р, инж., ВСУ „Л. Каравелов”, hsz@abv.bg

**Ключови думи:** *Динамичен триаксиален тест, принципно устройство, втечняване на пясъци*

## STANDARD STRUCTURE OF DYNAMIC TRIAXIAL APPARATUS

**Hristina Zayakova**

VSU "Lyuben Karavelov", Sofia

**Abstract:** *Dynamic triaxial test is a modern method to assess the dynamic stability of soils under hazardous events such as earthquakes, explosion, cycling loading with high intensity from vehicles and construction devices, etc. This report examines the structure of the dynamic triaxial apparatus of new generation and the opportunities it provides for solving scientific and practical problems of dynamic stability of soils.*

**Key words:** *Dynamic triaxial test, standard equipment of the apparatus, liquefaction potential of sands*

## Study on the shear strength of sand at dynamic loading

**M. Hamova<sup>1</sup>, M. Perikliyska<sup>1</sup>, H. Zayakova<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>University of Structural Engineering & Architecture (VSU) "Lyuben Karavelov", Sofia, Bulgaria

**Abstract.** The bearing capacity of the ground depends on the shear strength under the static and dynamic loads. Especially sensitive to dynamic loading are Quaternary alluvial deposits of sand, which are not sufficiently compacted. Similar soils are subjected to construction and their behaviour sometimes has to be determined under vibration intensity similar to the effects of the seismic loads. For that purpose, a study on the shear strength of sand with alluvial origin is conducted at vertical vibrations of varying intensity and at different water content. The results show that in the case of dynamic impact the shear strength usually decreases, but may increase if the soil is compacted prior to or during the shearing. For practical purposes, more important are the conditions under which the strength decreases.

**Keywords:** *Saturated sand; Dynamic loading; Seismic loading*

## Изследване на якостта на срязване на пясъци при динамично въздействие

**М. Хамова, М. Периклийска, Хр. Заякова**

ВСУ "Л. Каравелов" – София

**Резюме:** Носещата способност на земната основа зависи от якостта на срязване от статични и динамични въздействия. Особено чувствителни на динамични въздействия са кватернерните отложения от алувиални пясъци, които не са достатъчно уплътнени. Тъй като такива почви не са изключени от

спектъра на строителните почви, се налага да се определи поведението им при вибрации с интензивност, близка до въздействието от сеизмични товари. За целта е изследвана якостта на срязване на сух пясък с алувиален произход, подложен на вертикални вибрации с различна интензивност. Получените резултати показват, че при динамични въздействия якостта на срязване обикновено намалява, но може и да се увеличи, ако почвата се уплътни преди или по време на срязването. За нуждите на практиката са определени условията, при които якостта на срязване намалява.

*Ключови думи: якост на срязване, динамично въздействие*

## **Investigation of the possibility for reinforcing of the potentially dangerous slopes in Greek - Bulgarian border region**

**M. Hamova<sup>1</sup>, G. Frangov<sup>1</sup>, H. Zayakova<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>University of Structural Engineering & Architecture (VSU) "Lyuben Karavelov", Sofia, Bulgaria

**Abstract.** Potentially dangerous slopes with increased risk of manifestation of landslides and rockfalls are investigated on the Bulgarian side of Greek - Bulgarian border region along the road Bansko - Gotse Delchev - Ilinden border checkpoint – Eksohi border checkpoint. At the Bulgarian part of this international road are identified six areas of possible hazardous slopes: landslides Eleshnitsa, Koprivlen 1 and 2 and rockfalls at the points 16, 29 and 38. After detailed geological investigation, mapping of the hazardous areas and slope stability analyses are proposed measures and designed structures to stabilize the dangerous slopes: surface drainage ditches, landslide reinforcement with drilling piles in two rows united with stiff retaining structure, flexible gabion retaining wall, anchored retaining walls, construction of additional reinforced concrete wall over an existing retaining structure, which is further anchored, covering of the rock slopes with a safety net and more. For some dangerous areas are done variant studies for the application of different stabilizing structures. Implementation of the designed measures and reinforcing structures ensures the safe exploitation of the road from Bansko to border checkpoints under consideration of various design situations, such as increased ground water tables, earthquake, etc.

*Keywords: Slope stability; Combined measures: Retaining walls; Pile structure*

## **Изследване върху възможността за укрепване на потенциално опасни склонове в гръцко – българския пограничен район**

**М. Хамова, Г. Франгов, Хр. Заякова**

ВСУ “Л. Каравелов” – София

**Резюме:** Потенциално опасни склонове с повишен риск от проява на свлачища и срутища са изследвани от българска страна на гръцко-български граничен регион по протежение на пътя Банско - Гоце Делчев - ГКПП Илинден - Ексохи ГКПП. В българската част на този международен път са идентифицирани шест области с възможни опасни склонови процеси: свлачища Елешница, Копривлен 1 и 2 и срутища в точките 16, 29 и 38. След подробно геолошко проучване, картиране на опасни зони и анализи на склоновата стабилност са предложени мерки и проектирани конструкции за стабилизиране опасните склонове: повърхностни отводнителни канавки, свлачищни укрепления със сондажни пилоти в два реда, обединени с корава подпорна структура, гъвкава габионна подпорна стена, анкерирани подпорни стени, изграждане на допълнителна стоманобетонна конструкция върху съществуваща подпорна стена, което в последствие е анкерирана, покриване на скалните склонове с предпазна мрежа и др. За някои опасни зони са направили вариантни проучвания за прилагането на различни

стабилизиращи конструкции. Изпълнение на проектните мерки и укрепителни конструкции гарантира безопасната експлоатация на пътя от Банско до граничните контролно-пропускателни пунктове като са взети предвид различни проектни ситуации, като например повишено ниво на подпочвени води, земетресения и т.н.

*Ключови думи: склонова стабилност, комбинирани мерки: подпорни стени, пилотни конструкции*