

## ИНЖЕНЕРНОГЕОЛОЖКО РАЙОНИРАНЕ НА КВ. ЛИСЕЦ, ГРАД ГАБРОВО ПО УСЛОВИЯ НА СТРОИТЕЛСТВО

**Стефчо Б. Стойнев, Антонио В. Лакос**

*Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София; stoynev@mail.bg; tony\_lakov@abv.bg*

**РЕЗЮМЕ.** Строителството върху наклонени терени много често не е съобразено с общата им устойчивост. В резултат на това често в тези терени възникват свлачищни процеси, които засягат не само конкретния парцел, върху който се извършва строителството, но и значително по-големи територии и предизвикват нарушаване на устойчивостта на сградите, съоръженията и инфраструктурата на цели квартали. Разгледани са инженерногеоложките и хидрогеоложките условия в района на кв. „Лисец“, град Габрово. Строителството в този квартал е силно затруднено от многобройните свлачищни процеси, които са засегнали не малка част от територията му. Свлачищните процеси се активизират периодично, като причиняват деформации по сградите и съоръженията и разрушават инфраструктурата в квартала. Инженерногеоложките условия в квартала се усложняват допълнително от новото строителство, което не е съобразено със съвременното геодинамично състояние на терените и често е причина за нова активизация на свлачищни процеси, включително и разширяване на обхвата им. За да се съобрази проектирането и строителството в квартала със съвременните геодинамични условия на терените е направено инженерногеоложко райониране, като територията му е разделена на райони с различно геодинамично състояние. За всеки район са дадени конкретни препоръки за проектиране строителство. Те включват предварителна оценка на общата устойчивост на терените, необходимостта от укрепването им и препоръки за фундиране на сградите и съоръженията.

### ENGINEERING GEOLOGICAL ZONING OF LISETS DISTRICT IN GABROVO TOWN (BULGARIA) ACCORDING THE CONDITIONS FOR CONSTRUCTION

*Stefcho B. Stoynev, Antonio V. Lakov*

*University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia; stoynev@mail.bg; tony\_lakov@abv.bg*

**ABSTRACT.** The construction activities on slope terrains often are not consistent with their overall stability. That usually results in landslides that impact not only the construction plot but much bigger territories causing damages of buildings, other structures and the infrastructure of whole districts. In this regards the engineering geological and the hydrogeological conditions of Lisets district in Gabrovo town were studied where the construction activities are greatly hampered by landslides that affect its area. The landslides are periodically triggered causing deformations of the buildings, structures and the infrastructure of the district. The engineering geological conditions are additionally complicated by the construction works that do not consider the actual stability of the slopes that causes new activations and extension of their range. To comply the design and construction works with the actual stability conditions of the terrains the engineering geological zoning of the district was carried out and regions with different slope dynamics were identified. For each region the actual slope stability and the necessity of stabilization were estimated and recommendations for structures foundation were assigned.

Независимо, че съществува сравнително добра нормативна уредба относно изискванията за строителство върху наклонени терени (ЗУТ, Наредба № 12) все още посочените в тях изисквания не се спазват. Причините за това имат и обективен характер, тъй като при проектиране и строителство на инфраструктурата в населените места или на фамилни жилищни сгради е твърде скъпо да се изпълнят заложените изисквания – оценка на общата устойчивост на склоновете. За такава оценка понякога се изисква провеждането на значителен по обем и съдържание инженерногеоложки проучвания, чиято цена може да надхвърли тази за проектирането. Ето защо на този етап изискванията на нормативната уредба се спазват главно за терени и населени места при които има регистрирани свлачищни процеси – основно Черноморското крайбрежие и по-рядко в общини от вътрешността на страната, където такива случаи са по-

скоро изключение. Това е и причината строителството върху наклонени терени често да е съпроводено с нарушаване на устойчивостта им.

Един от възможните начини за решаване на тези проблеми е извършването на инженерногеоложко райониране на терените за строителство. За по-голямите агломерации, където има множество проучвания за различни видове строителство, инженерногеоложкото райониране може да се извърши с ограничен обем проучвателни работи. За да бъдат полезни за решаване на конкретните геодинамични условия на отделните квартали, инженерногеоложкото райониране е необходимо да бъде извършвано в по-едър мащаб – най-добре върху кадастралната основа на населеното място (в М 1:1000 – 1:2000). Досегашните инженерногеоложки районираня

най-често се правеха в М 1:5000 и са полезни най-вече за решаване на градоустройствени задачи.

За илюстрация на възможностите, които дава инженерногеоложкото райониране при оценка на факторите влияещи върху строителната дейност в наклонени терени и оценката на геодинамичните им състояния е направено райониране на квартал, кв. "Лисец" в град Габрово. Кварталът е разположен основно върху наклонени терени. Част от територията му е засегната от свлачищни процеси, които се намират в различно геодинамично състояние. Степента на развитие на свлачищните процеси е висока – освен основни хлъзгателни повърхнини в телата на свлачищните циркуси са формирани и развити свличания от по-висок порядък – вторични хлъзгателни повърхнини, които обхващат различни участъци от свлачищните участъци, както площно така и дълбочинно. Голяма част от вторичните свличания са свързани и със строителната дейност провеждана в квартала и инфраструктурното строителство. Всичко това определя геодинамичните условия в този район на града като сложни, със значителното влияние върху строителната и благоустройствената дейности.

Инженерногеоложкото райониране е извършено основно по архивни данни и допълнително проведена инженерногеоложка картировка на терените. Анализирани са резултатите от инженерногеоложките проучвания на свличащата кв. "Лисец" и многобройни проучвания за различни строителни площадки, както в кв. Лисец, така и на територията на гр. Габрово.

Град Габрово е разположен в южните покрайнини на Предбалкана, в подножието на северните склонове на Централна Стара планина. Това обуславя в по-голямата си част общия облик на терена, върху който е застроен града – полупланински ландшафт, с преобладаваща надморска височина между 350-550 m. По отношение на наклона, теренът е твърде разнообразен. Наблюдават се стръмни и полегати участъци, билни заравнености и речни тераси.

С направление юг-север, през централната част на града преминава р. Янтра. Тя се явява и основната дренажна артерия в района. Към нея се спускат стръмни склонове разсечени от второстепенни притоци и оврази, най-големият от които е долината на река Паничарка. В по-голямата си част скатове завършват със заоблени била. В разглеждания район се включват всички от посочените релефни форми, а именно: речна тераса, полегат склон на речната долина, стръмен долинен склон, на места с почти вертикални скални откоси, заоблени била в горната част на склона.

Геоложкият разрез на терена в разглеждания район включва кредни, палеогенски и кватернерни седименти в които се поделят следните литостратиграфски единици:

**Камчийска свита** ( $k_m K_{1^{v,h}}$ ). Изгражда подложката в южната част на района. Литоложки е изградена от незакономерна алтернация на мергели и пясъчници. В

близост до повърхността, те са силно засегнати от изветрителните процеси. В зависимост от количеството и състава на циментиращото вещество, мергелните отложения притежават различни инженерно-геоложки свойства. Глинестите мергели са като преуплътнени глини и във вода се размекват и разпадат. Пясъчниците обикновено са дебелослойни с глинеста или варовита спойка.

**Луковитска свита**, ( $ltPg_{21-2}$ ). Среща се в северната половина на района, предмет на инженерно-геоложкото райониране. Литоложки свитата е изградена от ритмично редуване на пясъчници, мергели, алевролити и по-рядко аргилити. Мергелите и пясъчниците в приповърхностната си част са напукани, а на места и силно изветряли.

**Кватернер** (Q). Кватернерните отложения изграждат покривката в района и имат широко площно разпространение. Представени са от делувиялно-елувиялни глини и алувиални чакълесто-песъчливи и глинести отложения.

Алувиалните отложения се срещат в участъците с развити речни тераси по долината на р. Паничарка. Представени са повсеместно от грубо зърнести чакъли и валуни с песъчливо-глинест запълнител. В отделни участъци, чакълесто-песъчливият хоризонт е покрит от песъчливи глини с дебелина до 2-2.5 m. Общата мощност на алувиалните отложения рядко надвишава 5 m. Делувиялно-елувиялните отложения в района изграждат покривката по склоновете и билните заравнености. Представени са от прахови до прахово-песъчливи глини, на места с включения от ръбести скални късове. Имат твърде променлива дебелина – от 1-2 m до повече от 10 m. Обобщени характеристики на основните физико-механични свойства на инженерногеоложките разновидности изграждащи геоложкия разрез в квартала са дадени в таблица 1.

В хидрогеоложко отношение, районът се характеризира със слаба водообилност. Подземните води са основно безнапорни от инфилтрационен генетичен тип. Наличните литоложки разновидности са предпоставка за формиране на водоносни зони от порови и пукнатинни води.

Пукнатинните подземни води се формират в напуканите пясъчници, мергели и варовици от скалната подложка. Седиментите от скалната подложка са с ясно изразена хоризонтална слоистост по която са развити пукнатини. Подхранването на подземните води се извършва от инфилтрация на повърхностни води във високите билни части на склоновете. Поради това, че подземните води са формирани в зоната на регионалната напуканост режимът им е силно повлиян от атмосферните условия. Дренажирането е в основата на долинените склонове, най-често чрез низходящи извори с дебит 0,5-1,0 l/s, които в сухи периоди пресъхват. Част от пукнатинните води се дренират и директно в кватернерните песъчливи отложения в основата на долинените склонове.

Таблица 1. Физикомеханични свойства на инженерногеоложките разновидности

Пласт №	Литолошко описание	Обемно тегло	Условно изчислително натоварване	Класификация по НППФ	Модул на обща деформация	Якост на срязване изчислителна			
						върхова		остатъчна	
						$\rho_n$	$R_0$	$M_2$	$E_0$
g/cm <sup>3</sup>	MPa	MPa	MPa	...°	kPa	...°	kPa		
1	Алувиална пясъчлива глина	1,90	0,18	Б	10-	18	12	-	-
2	Алувиални чакъли с пясъчлив запълнител	2,10	0,30	А	25	35	-	-	-
3	Делувиално-елувиални пясъчливи глини	2,00	0,25	Б	15	18	30	16	20
4	Делувиално-елувиални прахови глини	1,95	0,23	Б	13-	14	40	13	25
5	Структурно нарушени глини от зоните на свличане	1,90	-	В	10	16	20	15	10
6	Мергели	2,50	0,50	А	-	-	-	-	-
7	Пясъчници	2,40	0,50	А	-	-	-	-	-

Порови подземни води се акумулират в делувиално-елувиалните глинести и глинесто-пясъчливи отложения от склоновите участъци и и чакълесто-пясъчливи седименти изграждащи речните тераси. Те се подхранват от инфилтрация на склонови води или от пукнатинните води в скалната подложка. Делувиално-елувиалните глинести отложения се характеризират с ниска степен на водообилност. Коефициентът на филтрация варира в границите 0.05-0.10 m/d. Поради сравнително малката дебелина на кватернерната покривка и наклона на долинните склонове поровите подземни води са по-често с временен характер. Въпреки това те имат определящо влияние върху възникването и активизацията на свлачищните процес.

По химически състав, подземните води са предимно хидрокарбонатно-калциеви. Те не са агресивни спрямо плътен бетон с В/Ц 0.56-0.60 и марка за водонепропускливост В4 (БДС 9075/89 г), но проявяват средна до силна агресивност към въглеродна стомана за метални конструкции (БДС 15704/83 г).

Въз основа на конкретните инженерногеоложки и хидрогеоложки условия и съвременното геодинамично състояние на терените в трите квартала са поделени пет инженерногеоложки района:

• **Инженерногеоложки район 1 – речна тераса**

Този инженерногеоложки район включва речната тераса на река Паничарка и нейните приточни дерета. Релефът е равнинен, акумулативен. Геоложият ѝ разрез включва два хоризонта – долен чакълесто пясъчлив и горен глинесто-пясъчлив. Дебелината на алувиалните отложения достига до 5,0 m. Глинесто-пясъчливият хоризонт е с по-малка дебелина (1,0-2,0 m). В него често се срещат чакълести включения. В отделни места от терасата на р.Паничарка, сред глинестите отложения се установяват прослойки от тини, които са неблагоприятна земна основа за фундаране. Чакълите са разнозърнести, често с валуни и пясъчлив запълнител. Дебелината им средно е 2,0-3,0 m.

Докватернерната подложка е представена от седиментите на Камчийската и Луковитската свити и Варовиковата органогенна задруга.

Подземните води са акумулирани в алувиалните чакълесто-пясъчливите отложения на река Паничарка. Те са в пряка хидравлична връзка с водните стоежи на реката. Водните нива залягат плитко до повърхността, в интервала 2-3 m.

От физико-геоложките явления и процеси, в този район опасност представляват участъците с плитко залягане на подземните води. Често в основата на долинния склон се наблюдават замочурявания. Няма опасност от развитие на свлачищни процеси. За заливната тераса на р. Паничарка и притоците ѝ съществува потенциална опасност от заливане при висока вълна на повърхностния отток и за всяка строителна площадка е необходимо да се оценява риска за щетите.

За нуждите на строителството, в този район е необходимо провеждане на инженерно-геолошко проучване, с цел изясняване конкретните инженерно-геоложки условия за фундаране на проектните сгради и съоръжения (носимоспособността на земната основа).

• **Инженерногеоложки район 2 – полегати склонове и билни заравнености**

Този район обхваща терените с наклон до 12° от склона на долината на р.Паничарка и притоците ѝ, както и билните заравнености на долинния склон. В района няма установена проява на свлачищни процеси. По геоморфоложки признак, този район може да се поделени на два подрайона: 2а (включва терени с наклон до 12°) и 2б (включва билните заравнености с наклон до 3°)

✓ **Инженерногеоложки район 2а – полегати склонове**

Този подрайон включва полегатите долинни и планински склонове (наклон на терена от 3° до 12°). Релефът е слабо до средно разчленен. Геоложият строеж на района е представен от глинеста кватернерна покривка лежаща върху основната скала от кредни и палеогенски седименти. Кватернерните делувиално-елувиални глини имат твърде променлива дебелина от 1-2 m до повече от 10 m. Преобладаващата дебелина е около 4-5 m, като на изолирани места глините образуват, т.н. делувиални

“джобове” с мощност до 8-10 и над 10 m. В тях се разделят две инженерногеоложки разновидности – прахови глини и прохово-песъчливи глини. Състоянието на глините се влияе съществено от климатичните условия, поради което, зависимост от водобилността на сезона те могат да бъдат от меко до твърдопластична консистенция.

Направените стабилитетни анализи на терените в този подрайон показват, че  $K_{уст}$  е над 1.20, т.е. притежава необходимата устойчивост за извършване на строителство. При проектирането в този подрайон е необходимо да се извърши инженерногеолошко проучване на конкретния терен за оценка на условията на фундиране на сградите и съоръженията, както и да се изследва локалната им устойчивост.

В този район е възможно извършване на всякакъв вид строителство след изясняване конкретните условия за фундиране и носимоспособността на земната основа. (конкретните инженерно-геоложките условия на строителната площадка). Проектиране и изпълнение на укрепителни съоръжения във връзка с вертикална планировка в района трябва да се извършва при доказана необходимост.

#### ✓ Инженерногеоложки подрайон 2б – билни заравнености

Този подрайон обхваща билните заравнености на планинските склонове (наклон на терена до 3°).

Геоложният строеж е представен от глинеста кватернерна покривка лежаща върху основната скала кредни и палеогенски седименти. Кватернерната покривка е представена от прахови и прахово-песъчливи глини. Дебелината им е променлива – от 1-2 m до около 4-5 m. Глините са в преобладаващо средна до твърдопластична консистенция. Преходът към отдолу лежащата скална подложка е постепенен, особено ако тя е мергелна.

В този инженерно-геоложки подрайон няма опасност от развитие на свлачищни процеси. При него проектирането трябва да се предшества от провеждане на инженерно-геолошко проучване на конкретната площадка, което да отговори на въпросите за условията на фундиране на проектните сгради и съоръжения от строителната площадка, а така също и за определяне устойчивостта на откосите от строителния изкоп.

#### • Инженерногеоложки район № 3 – стръмни долини и планински склонове

Районът обхваща склонови участъци с наклон над 12°. По-високият наклон създава предпоставки за възникване на свлачищни процеси, каквито се наблюдават в отделни участъци на квартала.

Геоложният разрез е индентичен с този на инженерно-геоложки подрайон 2а, като само дебелината на кватернерната покривка е по-малка, а в някои участъци липсва.

Стабилитетните анализи на терените в този район показват, че стойностите на коефициента на устойчивост  $K_{уст}$  най-често са в интервала от 1.00 до 1.20, което е показател, че склонът при естествени условия не притежава достатъчен запас от устойчивост за извършване на строителство. При проектиране в тези терени е необходимо да се провеждат конкретни инженерно-геоложки проучвания, с разчети за устойчивостта, както на конкретната строителна площадка, така и на склона като цяло. Резултатите от проучването ще дадат данни за конкретните условия на фундиране и извършване на самото строителство.

Проектите за вертикалната планировка, задължително трябва да определят степента на устойчивост на рисковите участъци и при недостатъчна устойчивост да се предвидят укрепителни съоръжения.

На извършването на строителство в този район трябва да се налагат някои ограничения и повишени изисквания към броя на подземните нива (не повече от едно подземно ниво), по възможност фундиране върху скална основа, водоплътност на ВиК – мрежата, прецизно изпълнение на хидроизолациите и обратните насипи около основите на сградите и съоръженията.

#### • Инженерногеоложки район 4 – укрепени и стабилизирани свлачища

Този район обхваща терени от склоновите участъци, които са засегнати от свлачищни процеси и са извършени проучвателни, проектни и строителни дейности по тяхното укрепване.

Геоложният разрез в този инженерногеоложки район е сходен с този на райони 2 и 3. Основната разлика се състои в това, че част от литоложките разновидности са засегнати от свлачищните процеси и са променили съществено физикомеханичните свойства в резултат на настъпилото структурно разрушаване.

В този район се отнасят четири свлачищни циркуса – Свлачище №10.01, кв. “Лисец”, ул. Вапцаров, Свлачище №10.02, кв. “Лисец” над ул. “Здравна”, Свлачище №10.03, кв. “Лисец”, над ул. “Топлеш”, Свлачище №10.04, кв. “Лисец”, ул. “Топлеш” №3.

Свлачищата са разположени в района на древно, условно стабилизирано свлачище, което е обхванало значителна част от квартала (левия склон на долината на река Паничарка). Свлачищата са формирани и развити в кватернерните делувиялно-елувиялни глинести отложения. Хлъзгателните повърхнини най-често минават по границата със скалната подложка. Зависимост от обхвата на свлачищния процес формата им е кръговоцилиндрична или линейно удължена. Причините за възникването и развитието на свлачищата са свързани основно с приовлажняване на кватернерните материали, които силно влошават якостните си свойства.



Фиг. 1. Инженерногеоложка карта

Превлажняването на кватернерните материали е резултат както на естествени (инфилтрация на повърхностни води), така и на техногенни фактори (липса на канализационни мрежи, аварий вв водопроводната и канализационна системи, неправилно проведена вертикална планировка на терена). Освен тази основна причина, често в последните години активизацията на свлачищните процеси се дължат и на извършваното строителство в квартала – подкопаване на склона, неоразмерно допълнително натоварване от сгради и съоръжения. Свлачищата в този район са проучени, изяснена е тяхната геометрия, анализирани са причините за активизацията им, проектирани са укрепителни мероприятия и е извършено укрепването им. Взаимост от конкретните геодинамични условия свлачищата са укрепвани най-често с дренажни системи, вертикална планировка и подпорни стени. След изпълнение на укрепителните мероприятия свлачищните процеси са стабилизирани.

Строителството в този район е възможно след доказване ефективността на укрепителните съоръжения (чрез наблюдение на изградените контролно-измерителни системи за всяко от свлачищата) и то основно на инфраструктурни съоръжения. Възможно е и строителство на по-леки сгради, но след задължителна прогнозна оценка за влиянието им върху устойчивостта на свлачището.

- **Инженерногеоложки район 5 – периодично активни свлачища**

Този район обхваща терени от склоновите участъци, които са засегнати от свлачищни процеси и които проявяват периодична активизация.

Геоложкият разрез, инженерногеоложките и хидрогеоложки условия и причините за възникването и развитието на свлачищните процеси са идентични с тези на инженерногеоложки район 4. В този район се отнасят три свлачищни циркуса – Свлачище №10.05, кв. "Лисец" – западни покрайнини, Свлачище №10.06, кв. "Лисец", ул. Дружба №24, Свлачище №10.07, кв. "Лисец" – северни покрайнини. Геодинамичното им състояние район е сложно и силно променливо. Наблюдава се периодична активизация на свлачищните процеси, които протичат с различна интензивност и продължителност. При основните

свлачищни циркуси деформацията са значително по-малки (наблюдава се пълзене на склона), но са практически постоянни. Свлачищата са проучени и има изготвени проектни решения за тяхното укрепване. Някои от предвидените укрепителни мероприятия са изпълнени, което е довело до ограничаване развитието и активизацията на вторични свлачищни процеси, без обаче да са стабилизирани основните свлачищни циркуси.

Този район е особено неблагоприятен за провеждането на строителните работи, което силно затруднява изграждането на инфраструктурата в тези квартали.

Инженерногеолошко райониране на кв. "Лисец" на град Габрово е извършено върху кадастрална картна основа в М 1:1000 и в електронния си вариант то може да бъде поставено, като специален слой върху кадастара на кварталите. Това ще позволи ефективно управление на градоустройствените решения на квартала от една страна и ще даде възможност даваните разрешения за строителството в тях да бъдат съобразени със съвременното геодинамично състояние на терените, така, че да не се допуска нарушаване на устойчивостта и възникване на нови или активизация на стари свлачищни процеси.

Инженерногеолошко райониране на кв. "Лисец" на град Габрово е извършено върху кадастрална картна основа в М 1:1000 и в електронния си вариант то може да бъде поставено, като специален слой върху кадастъра на кварталите. Това ще позволи ефективно управление на градоустройствените решения на квартала от една страна и ще даде възможност даваните разрешения за строителството в тях да бъдат съобразени със съвременното геодинамично състояние на терените, така, че да не се допуска нарушаване на устойчивостта и възникване на нови или активизация на стари свлачищни процеси

## Литература

*Инженерногеоложки доклад за обект: "Укрепване свлачище и възстановяване пътно платно на път I-8, София-Пловдив при км 102+700", 2012 г. Фонд "Геотехника АБС" ООД.*