

Оригиналан научни рад  
Original scientific paper  
UDC: 624.131.537(497.6 Drina)

## МЕГАКЛИЗИШТА У ГОРЊЕМ ТОКУ ДРИНЕ ОД ФОЧЕ ДО ВИШЕГРАДА И ЊИХОВ УТИЦАЈ НА ХИДРОЕНЕРГЕТСКЕ ОБЈЕКТЕ

Душко Сунарић<sup>1</sup>, Драгутин Јевремовић<sup>2</sup>, Милорад Лолин<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Саобраћајни Институт – ЦИП Београд, [sunaricd@sicip.co.rs](mailto:sunaricd@sicip.co.rs), [dsunaric@gmail.com](mailto:dsunaric@gmail.com)

<sup>2</sup>Рударско-геолошки факултет, Београд, [jevremovic@ikomline.net](mailto:jevremovic@ikomline.net)

<sup>3</sup>Саобраћајни Институт – ЦИП Београд, [lolinn@sicip.co.rs](mailto:lolinn@sicip.co.rs)

### РЕЗИМЕ:

У раду су приказана мегаклизишта и одрони, који су се десили у геолошкој прошлости, у горњем току реке Дрине, али се померања одвијају и данас, тако да могу да представљају потенцијалну опасност при изградњи саобраћајница и водопривредних објеката. Поред тога изучавање услова под којима су они настали представља интерес због њихове контроле. Анализиран је и утицај ових појава на водопривредне објекте, који се намеравају изградити у овом подручју.

Кључне речи: мегаклизиште, одрон, водопривредно објекти, ризик клижења, горњи ток Дрина

## MEGA-LANDSLIDES IN THE UPPER DRINA FROM FOČA TO VIŠEGRAD AND THEIR IMPACT ON HYDROPOWER FACILITIES

### ABSTRACT

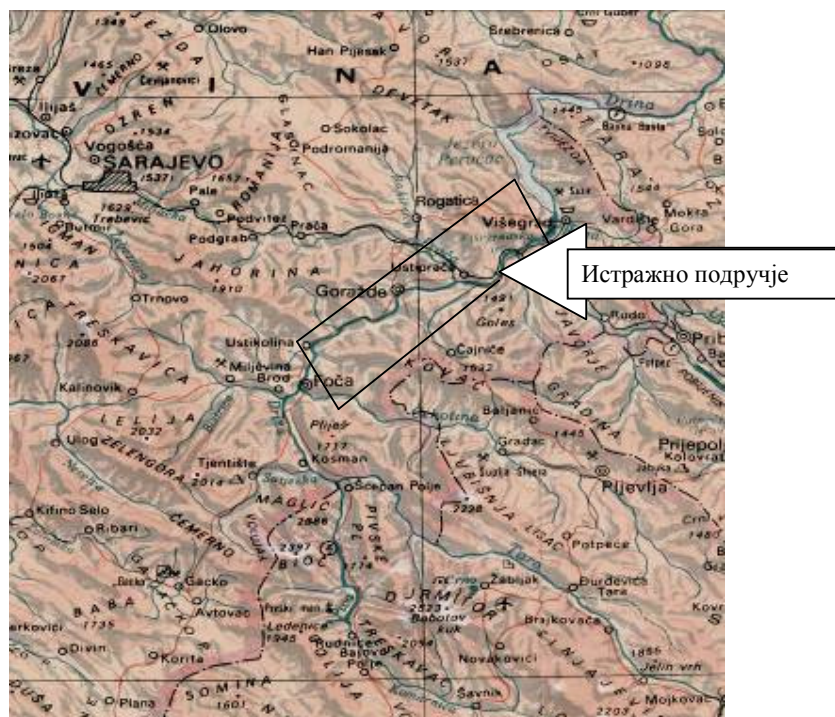
The paper presents mega landslides and rockfalls, which occurred in the geological past, in the upper course of the Drina river, but the shift taking place even today, so they can present a potential hazard in the construction of roads and water facilities. Besides, studying the conditions under which they occurred is of interest in order to get control. Also analyzed in this paper is the influence of these phenomena on water management facilities, which are to be built in this area.

Key words: mega-landslide, rockfall, water management facilities, risk of landslide, upper course of the Drina river

### УВОД

Клижење представља савремени геодинамички процес са највећим утицајем на планску и рационалну активност човека. У горњем току Дрине, на долинским странама на потезу од Фоче до Вишеграда, слика 1, која је предмет овог саопштења, бројна су клизишта и друге појаве нестабилности, које су до сада причињавале потешкоће при изградњи саобраћајница.

Изучавање стабилности наведеног подручја, пре свега прогноза развоја стабилности, нарочито је значајна, с обзиром на чињеницу да је у овом делу тока изграђена - ХЕ Вишеград, а да се предвиђа изградња две хидроелектране: Устиколина (Паунци) и Горажде. Поред тога су, уз те акумулације, изграђени су или се планира изградња савремених путева, па је због тога питање стабилности падина и косина посебно интересантно. Евентуална клижења или одроњавања великих запремина стенских маса у акумулације, могла би имати значајне последице, јер се низводно од преградних места налазе и већа насељена места: Устиколина, Витковићи, Горажде и Вишеград, а у средњем току насеља и ХЕ: Бајина Башта и Зворник.



Слика 1. Географска карта истражног простора  
Figure 1 Geographic map of investigation area

Због тога је стабилност долинских страна, дуги низ година била предмет озбиљних истраживања. Детаљна инжењерскогеолошка истраживања ових клизишта су обављена у другој половини прошлог века, за потребе пројектовања ХЕ Бук Бијела и ХЕ Вишеград. Истраживања су изводили стручњаци "Енергоинвеста-Хидробиро" из Сарајева (С. Шићаров, Ч. Калајчић и др.) и "Завода за пројектовање ЈЖ" (сада Саобраћајног института - ЦИП) и Рударско-геолошког факултета из Београда (Д. Сунарић, М. Лолин, Д. Јевремовић и др.).

Резултати тих истраживања су, током реализације Пројекта "ТР 2210" – Узроци настанка катастрофалних клижења и одроњавања и њихов утицај на водопривреду Србије", које је финансирало Министарство Науке и технолошког развоја Републике Србије, реинтерпретирани, а према концепцији овог саопштења и прилагођени.

У овом саопштењу детаљно су приказана само три највећа клизишта: Запљевац-Пеновићи, Запљевац-Јелачић и Трбосиле, која могу изазвати озбиљне проблеме раду хидроенергетских постројења у горњем току реке Дрине, док су друга релативно мањих димензија само поменута. Управо из тог разлога, за сличне појаве нестабилности, коришћен је термин „мега клизишта”. Префикс „мега” подразумева да су она била таквих запремина, да су могла преградити речно корито, формирајући природну брану и језера. Касније је, река Дрина еродовала те загате и омогућила да воде отекну.

## МОРФОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ДОЛИНЕ, ПРИКАЗ КОНСТРУКЦИЈА ТЕРЕНА И МЕГАКЛИЗИШТА

Познато је да од литолошког састава, структурних и хидрогеолошких карактеристика стенских маса, битно зависе морфолошка својства и стабилност терена, али због тежње да овај текст буде што краћи, геолошка грађа терена је приказана само генерално, а хидрогеолошка својства значајна са становишта изучавања стабилности долинских страна, уз конструкције терена.

Подручје горњег тока Дрине, које се разматра у овом саопштењу, изграђују седиментне и семиметаморфне стене палеозоика, затим седиментне и магматске стене свих периода мезозоика, те квартарне творевине.

Од палеозојских формација заступљене су силурске, затим карбонске и прелазне пермотријаске стене: пешчари, алевролити, филити, аргилошисти, кварцно-карбонатни шкриљци, ретко мермерисани кречњаци.

Мезозоик отпочиње прелазним пермотријаским кластичним стенама: љубичасти и зеленкасти пешчари, кварцни пршчари, руменкасти и сивозелени глинци, шкриљави и лапоровити глинци. Тријас је комплетно развијен и представљен са све три епохе у којима пеовлађују кречњаци и доломити, али и магматити: андезити, кератофири, спилити и пирокластити и жичне стене. Јура показује такође велику фацијалну разноврсност и у њој су издвојени: нерашчлањени седименти тријаса и јуре (претежно спрудни кречњаци), затим доња јура (кречњаци), јурски офиолитски комплекс с удруженим седиментима (дијабази, рожнаци, глинци, перидотити, серпентинити и др.) и нерашчлањени седименти горње јуре и доње креде (кластити: брече, конгломерати, пешчари, лапорци, кречњаци и др.).

Од кенозојских формација у истражном подручју су заступљени само квартарни седименти: делувилални, пролувијални, флувиоглацијални и глацијални депозити, који ће бити приказани у оквиру даљег текста, обзиром да су они најбитнији за дефинисање стабилности терена.

Морфологија и приказ конструкција терена приказани су у оквиру деоница тока, које су управо издвојене на основу геолошког (хидрогеолошког и инжењерскогеолошког) критеријума. На основу тог критеријума издвојени су следеће донице тока – реони:

- Шћепан Поље (ставе Таре и Пиве) – Фоча (ушће Њехотине у Дрину)<sup>1</sup>,
- Фоча (ушће Њехотине у Дрину) - Запљевца и
- Запљевац – Вишеград (ушће Рзава у Дрину), слика 2.

### **Карактеристике речне долине у делу тока од Фоче (ушће Њехотине у Дрину) до Запљевца**

Конструкције терена у овом региону углавном су изграђене од кластичних стенских маса (крте до квазипластичне средине), продуката њиховог распадања (квазипластичне средине) и конгломерата и песковитог шљунака - терасног материјала (крте до сипке средине).

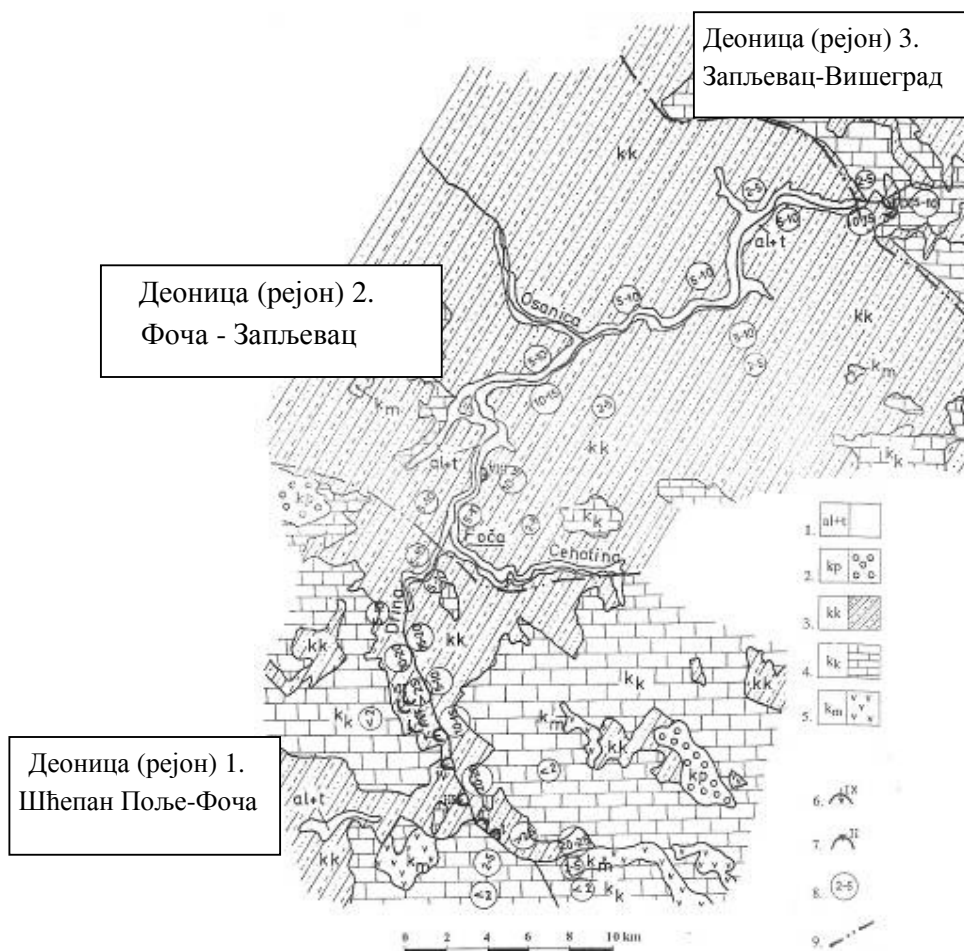
Испољавање деформација у овим теренима је, пре свега, зависно од дебљине и својстава квазипластичне средине, јер су клизне површине углавном формиране на контакту између ове средине и крте до квазипластичне. Најчешћи вид деформације су клизања.

Нагиб речног корита, у овом региону, износи  $I=1,52\%$ , али је знатно стрмији у деловима терена у којима се речно корито усеца управно на раседе или пак у стенским масама отпорним на

---

<sup>1</sup>У овом саопштењу неће бити речи о првом рејону, обзиром да је већ раније детаљно приказан у саопштењу (лит. 9 и 10).

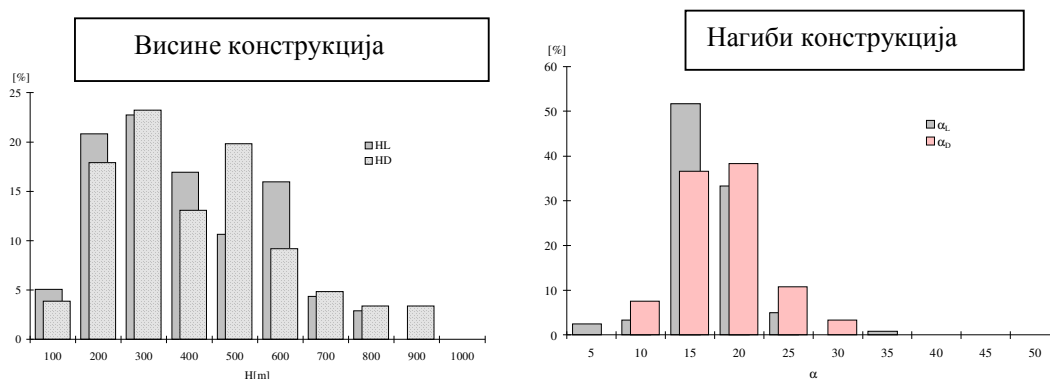
ерозију (пешчари, конгломерати), док је између ових, благ или субхоризонталан. У тим деловима су у кориту исталожене шљунковито-песковите наслаге, углавном ситнозрније фракције. У периодима високих вода они представљају вучени нанос, који се транспортује низводно. У деловима корита, у којима је нагиб стрмији, формирају се брзотоци - букови. Најпознатији су: Драгојевића Бук, Модран, Мрђељићи, Мравињац, Вранић и Горажде.



Слика 2. Инжењерскогеолошка карта истражног простора: 1. алувион и остаци старих тераса (плеистоцене старости); 2. квазипластична средина; претежно лапори и глине (терцијарне и кредне старости); 3. крта до квази-пластична средина: кластичне стене (палеозојске и тријаске старости); 4. крте средине: карбонатни седименти (тријаске и јурске старости); 5. крте средине: магматске стене (тријаске старости и јурске); 6. активно клизиште 7. одрон; 8. дебљина распадаине у m ; 9. граница рејона.

Figure 2 Engineering geological map of exploration area: 1. Alluvium and remnants of old terraces (Pleistocene); 2. quazy-plastic medium, mainly marls and clays (Tertiary and Cretaceous); 3. Brittle to quasi-plastic medium: clastic rocks (Paleozoic and Triassic age); 4. Brittle medium: carbonate sediments (Triassic and Jurassic age); 5. Brittle medium: igneous (volcanic) rocks (Triassic and Jurassic age); 6. Active landslides 7. Landslides; 8. Decay thickness (m); 9. Region border.

Анализа висина долинских страна у овом рејону, слика 3, показује да су оне знатно ниже него у (1) рејону. Заступљене су класе висина до 900m (макс. 866m) за десну долинску страну, а до 800m за леву долинску страну (макс. 771m). Највећи број изучаваних пресека, на левој долинској страни, је релативно малих висина: између 100 и 400m је 61%, између 400 и 600m је 26%, а виших од 600-800m је 8% анализираних пресека. На десној долинској страни расподела висина је нешто другачија: између 100 и 400m висине је 55%, између 400 и 600m је 29%, а између 600 и 900m је 12% анализираних висина.



Слика 3. Хистограм конструкција терена у делу тока од Фоче до Запљевац:  $H_L$  висина конструкције терена на левој и  $H_D$  на десној долинској страни;  $\alpha_L$  - нагиб леве,  $\alpha_D$  - нагиб десне долинске стране.

Figure 3 Histogram construction of the field in the part of the Foca to Zapljevac:  $H_L$ =terrain height of construction on the left and  $H_D$  on the right side of the valley;  $\alpha_L$  - left side slope,  $\alpha_D$  - right side slope.

Нагиб леве долинске стране је најчешће између 11 и 15°, око 52%, од 16°-20° је око 34%, а између 6° и 10° је 6% анализираних нагиба долинских страна. Остале класе нагиба су занемарљиве учесталости. Десна долинска страна је нешто другачије расподеле: максимум је између класа 11° и 20° и износи око 76% анализираних нагиба. Стрмијих нагиба долинских страна од 21° (класе нагиба од 21°-35°) је више него на левој долинској страни (око 17% анализираних пресека). Оваква расподела нагиба је условљена падом слојева у падину, слика 4.

У овом рејону су сачуване терасе ситнозрнијег састава и својстава, али су у целини стабилне, изузев терасних одсека. Насеља, а највећим делом и саобраћајнице, изграђене су на њима, а у току изградње и експлоатације није било већих проблема. То је и разлог што већина клизишта у овом рејону није истраживана. Основни подаци детаљно истражених клизишта су дати у табела 1, док ће само клизиште Запљевац бити детаљније приказано.

Табела 1. Основни подаци о клизиштима која су детаљно истражена у 2. рејону  
Table 1 Basic information on landslides that have been thoroughly explored in the second

Редни број	Назив клизишта	Локација на долинској страни	Дубина клизишта (m)	Површина клизишта (ha)	Запремина клизишта (m <sup>3</sup> )
2. РЕЈОН (ДЕОНИЦА) Фоча (ушће Ђехотине) - Запљевац					
1.	Мијаковићи	Десна	15		
2.	Пеновићи Запљевац	Десна	6-10	6	4,0 x 10 <sup>5</sup>
3.	Запљевац	Десна			
У овој деоници је констатовано укупно 20 плићких клизишта мањих запремина која не угрожавају акумулацију и нису истраживана					

М. Т. Луковић [6] наводи да је на потезу Устипрача-Фоча при изградњи пруге дошло до активирања више клизишта, тако да је напуштена делимично већ изграђена пруга дужине 2 km и измештена на леву долинску страну, односно прати речну терасу. Ту су формирана клизишта у "расквашеној иверастој дробини", чија дебљина, је процењена на 10m до 15m. Шићаров С. и Калајдић Ч. [16] наводе да је клизиште Мијаковићи<sup>2</sup> (на десној долинској страни, низводно од Фоче, формирано у делувијално-елувијалној распадини, али да је чеони ожиљак формиран дуж

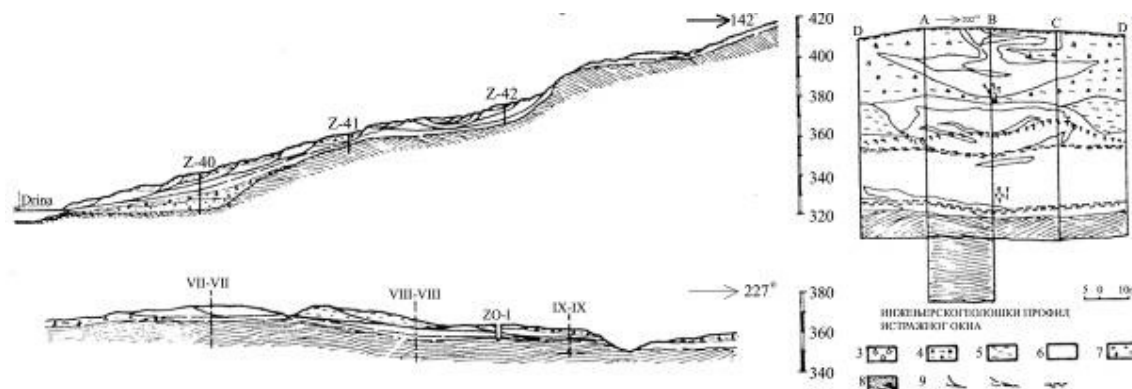
<sup>2</sup> Вероватно да се ради о једном од клизишта које спомиње и М. Т. Луковић

пукотина у основној стенској маси. Наводе да је дебљина распадине знатна (према пресеку вероватно је дубина до 15m, као што сматра М. Т. Луковић).

### Клизиште Запљевац - Пеновићи

Низводно око 7 km од Горажда, на десној долињској страни Дрине, формирано је велико клизиште - одрон Запљевац, које је детаљно истраживано. Делови овог клизишта, који су формирано у делувијално-колувијалној распадини аргилошиста и пешчара припадају описаном типу клизишта, док други делови, код којих се у вишим деловима налазе кречњаци, припадају типу клизишта из првог реона. Ми ћемо овде приказати само део тог великог клизишта условно названог: Запљевац – Пеновићи, које је детаљно истражено (14 истражних бушотина, дубина од 10 до 21m. Истражно окно дубине 7m, слика 4, а изведено је и 18 геоелектричних сонди. Из истражног окна, из зоне клижења, је узет непоремећени и оријентисани узорак, на коме су извршени опити смицања у триаксиалним условима.

Површина захваћена активним покретима је око 6ha, дубина је од 6 до 10m, а запремине од око 400.000m<sup>3</sup>. Тело клизишта је изграђено од прашинасто-глиновите дробине: пешчара, аргилошиста и глинаца. Клизна површина је валовита и у ножици исклињава на површину терена. Картирањем су констатовани ожиљци (чеони на koti око 450m).



Слика 4. Клизиште Запљевац-Пеновићи: 3. делувијум: кречњачки блокови; 4. делувијум: праши-насто-песковито-глиновита дробина; 5. делувијум: дробина шкриљаца и пешчара са доста мангана; 6. делувијум: шкриљаца и пешчара мало глиновит; 7. Флувиоглацијална тераса; 8. Основна стена: шкриљци и пепчари, са гипсом; 9. Ожиљци клизишта.

Figure 4 Zapljevac-Penovići slope: 3. diluvium: limestone blocks; 4 diluvium silty- sandy-clay debris; 5th diluvium: debris shales and sandstones with a lot of manganese; 6 diluvium: shale and sandstone slightly argillaceous; 7 Fluvial-glacial terrace; 8 Basic rocks: shale and sandstone with gypsum; 9 Landslide scars.

Тело клизишта се парцијално помера у виду шкољкања, од ножице уз падину. То је и разлог постојања више клизних површина (у окну су констатоване две). На формирање клизишта има утицаја и растварање гипса услед чега се јављају депресије на површини терена, која касније прерастају у клижења. Наиме гипс се налази, како у делувијалној распадини, тако и у подлози. Брзина померања тела клизишта није осматрана, али је највероватније реда величине неколико cm/год.

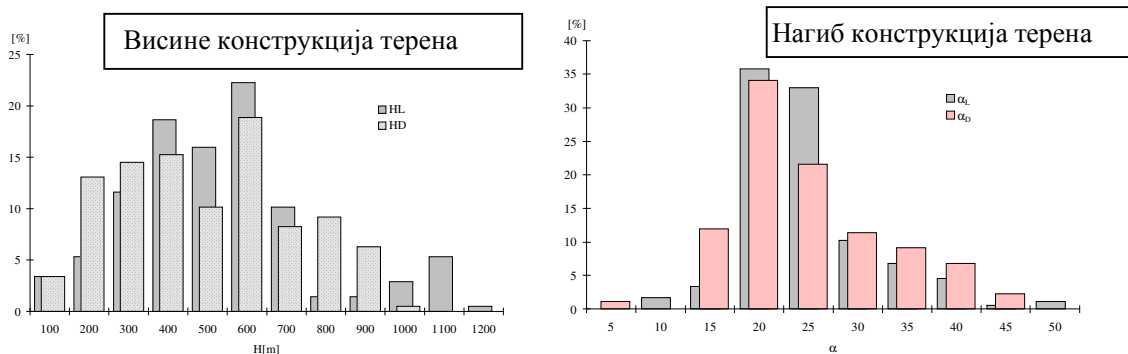
### Карактеристике речне долине у делу тока од Запљевца до Вишеграда

Од Запљевца, Дрина је формирала сасвим другачији облик долине: корито је сужено, а долињске стране, су стрме и формиран је клисурасти тип долине. У овом делу преовлађује вертикална ерозија и у највећем делу тока дно долине је уједно и корито реке. На овакав облик долине је великог утицаја имао и састав средина које изграђују конструкције терена. Наиме, у

грађи терена је веома заступљена крта средина, нарочито у ножичним деловима долине. Ширина речног корита је између 30 и 80m. Просечан пад речног тока износи 1,2‰ и мањи је него у предходна два рејона.

Лева долинска страна је у просеку виша, а заступљене су све класе висине до 1.200m ( $H_{sr}=479m$ ), а на десној до 1.000m ( $H_{sr}=435m$ ), слика 5.

Најчешћи нагиб леве долинске стране је између 16 и 25° (68%), док је стрмијих нагиба од 30° (31-50°) око 15% анализираних пресека. На десној долинској страни максимум нагиба је између 16 и 25°, али је мање изражен (56% анализираних вредности нагиба). Стрмијих нагиба конструкција терена од 30° (31-45°) је више него на левој долинској страни.



Слика 5. Хистограм конструкција терена у делу тока од Запљевца до Вишеграда:  $H_L$  висина конструкције терена на левој и  $H_D$  на десној;  $\alpha_L$  - нагиб леве,  $\alpha_D$  - нагиб десне долинске стране.

Figure 5 Histogram construction of the field in part of the flow of Zapljevci to Visegrad:  $H_L$  terrain height of construction on the left and  $H_D$  terrain height of construction on the right side  $\alpha_L$  left side slope  $\alpha_D$  right side slope.

И поред тога што су у овом региону долинске стране стрме, а местимично имају и прави кањонски облик долине (нарочито око Међеђе), ипак су клизишта релативно ретка. Поготову су ретка велика клизишта, која захватају целе долинске стране. То је последица мале заступљености крте до квазипластичне средине у ножичним деловима конструкције терена. Наиме, и у оним конструкцијама терена, у којима је заступљена ова средина, она се најчешће налази у њеним горњим деловима. Клизишта, која су формирана у распадини ове средине су мањих димензија, налазе се у горњим деловима долинских страна, нису под утицајем реке и битније не утичу на стабилност целе долинске стране.

Уколико су тела клизишта изграђена од глиновите дробине аргилошиста или филита, која се под дејством воде претвара у кашасту масу, онда дренарање није погодна мера за санацију (оцедљивост је мала и спора). При санацији се мора рачунати и на прихватање притисака израдом потпорних зидова или других сличних санационих објеката.

Табела 2. Основни подаци о клизиштима која су детаљно истражена у трећем рејону  
Table 2 Basic information on landslides that have been thoroughly explored in the third region

Редни број	Назив клизишта	Локација на долинској страни	Дубина клизишта (m)	Површина клизишта (ha)	Запремина клизишта (m <sup>3</sup> )
3. РЕЈОН (ДЕОНИЦА) Запљевац- Вишеград (ушће Рзава)					
1.	Јелачић-Запљевац	Десна	6-7	5,4	1,5x10 <sup>5</sup>
2.	Трбосиље	Десна	7-8	4	2 x10 <sup>5</sup>
3.	Трбосиље (старо)	Десна	8-15	18	9x10 <sup>5</sup>

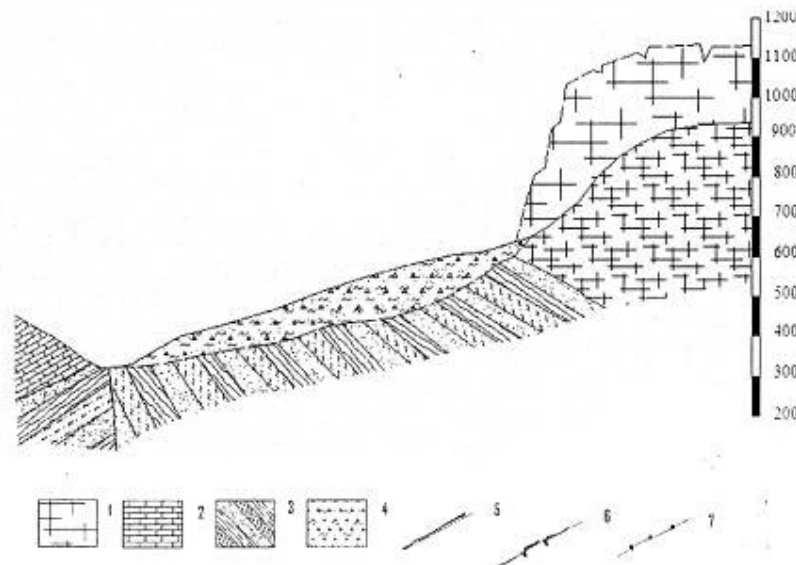
Дебљина овог клизишта је релативно мала (5-10m), а клизање се одвија дуж више клизних површина, лагано, уз шкољкање. На његову активност Дрина нема пресудан утицај, већ хидрогеолошке прилике у падини. Слично је и код највећег броја осталих (око 20) клизишта у овом региону. У табели 2, дати су основни подаци о клизиштима овог реона, који могу да угрозе акумулацију.

### Клизиште Запљевац - Јелачић

Ово клизиште представља наставак већ описаног клизишта Запљевац – Пенковићи. Речно корито је у овом делу сужено на око 40m, што је последица одроњавања и сеизмогравитационог померања блокова кречњака, на обе долинске стране. Наиме, на овом делу, налази се највећи стари одрон на Дрини – одрон Запљевац-Лађева стијена, слика 6, условљен веома интензивном тектоником (раседања и краљуштања). До стварања одрона на овој локацији, дошло је на следећи начин: кластити (крта до квазипластична средина), који се налазе у ножичном деловима падине, подложни су распадању. Услед тежине повлатних карбонатних стенских маса, кластичне стене се деформишу.

Када се деформације кластита довољно испоље, онда се деформишу и кречњаци, који се у виду блокова суљају низ падину. У кориту се налазе валутице и блокови кречњака и на овом делу тока преовлађује еродовање корита, док је узводније у кориту исталожен шљунковити материјал. Највећи блок у кориту је Лађева Стијена, запремине 10 000m<sup>3</sup>.

Клизиште Запљевац- Јелачић се налази на делу зоне исклињавања акумулације ХЕ Вишеград и због тога је детаљно истражено (Инжењерскогеолошко картирање површине терена од око 52ha, истражног бушења 17 истражних бушотина дубине 15 - 37m. У пет истражних бушотина је уграђена пиезометарска конструкција, а осматрања су извођена један хидролошки циклус. У ножичним деловима, где је процес клижења најактивнији, изведена су три истражна раскопа укупне дубине 7,7m и 20 електричних сонди. На поремећеним и непоремећеним узорцима изведена су идентификационо-класификациона испитивања, као и испитивања чврстоће на смицање у триаксијалним условима и опити директног смицања)



Слика 6. Инжењерскогеолошки пресек одрона Запљевац-Лађева Стијена: 1.кречњаци, масивни до банковити; 2. кречњаци слојевити; 3. пешчари, аргилошисти, шкриљци; 4. тело одрона, сада клизишта; 5 садашња површина терена (после одроњавања кречњака чија површина је схематски приказана)

Figure 6 Engineering-geological cross-section of the rockfall -Zapljevac-Ladava Stijena: 1.limestones, massive and banked; 2 layered limestone; 3 Sandstones, argilloschist, shales; 4 rockfall volume, now landslides, 5 current ground surface (after limestone landslides whose surface is shown schematically)



Десна долињска страна Дрине, у подручју клизишта, је релативне висине 500m, променљивих нагиба, који су последица, не само литолошког састава, већ и процеса клижења који су деловали у прошлости, али делују и данас. У горњим деловима конструкција терена је изграђена од кречњака (крте средине), а у средишњим и ножичним деловима од кластичних стенских маса (крте до квазипластичне средине), које су подложне процесима површинског распадања.

Истраживањима је констатовано да се клижење на овој локацији одвија у две целине, које су одељене великим кречњачким блоковима. Они су се ту нашли услед сеизмогравитационих покрета, који су се одвијали у геолошкој прошлости.

Чеони ожиљци су констатовани на коти од 520 мнв, а тело клизишта се протеже до речног корита. Процес клижења се одвија уз падину, а шкољкања се одвијају у периодима интензивних падавина и условљена су дејством речног тока. Наиме, речна ерозија односи наклизале масе, из ножичних делова клизишта, и на тај начин омогућава напредовање процеса уз падину. У формирању овог клизишта имају удела и наслага гипсита, којих има у кластичним стенским масама, али и у виду одломака у делувијално-колувијалним наслагама. Гипсит је, релативно лако растворљив у води, тако да његова суфозија битно утиче на клижења у овом терену. Клизна површина није континуална, нити геометријски правилна, што је и разумљиво, јер је формирана у хетерогеној (по параметру крупноће), делувијално-колувијалној распадини. Дакле, тело клизишта није компактно, већ се креће у виду одвојених мањих целина, односно парцијалних шкољкања. Дубина до клизне површине је између је 6 до 7m, а максимално дубина је до 10m. У покретима је у подручју Јелечића око 3,4ha, а у подручју Запљевца око 2,4ha или масе од 150.000 и 100.000m<sup>3</sup>. Померања су лагана, што је условљено својствима тела клизишта и клизне површине (неравна, дисконтинуална).

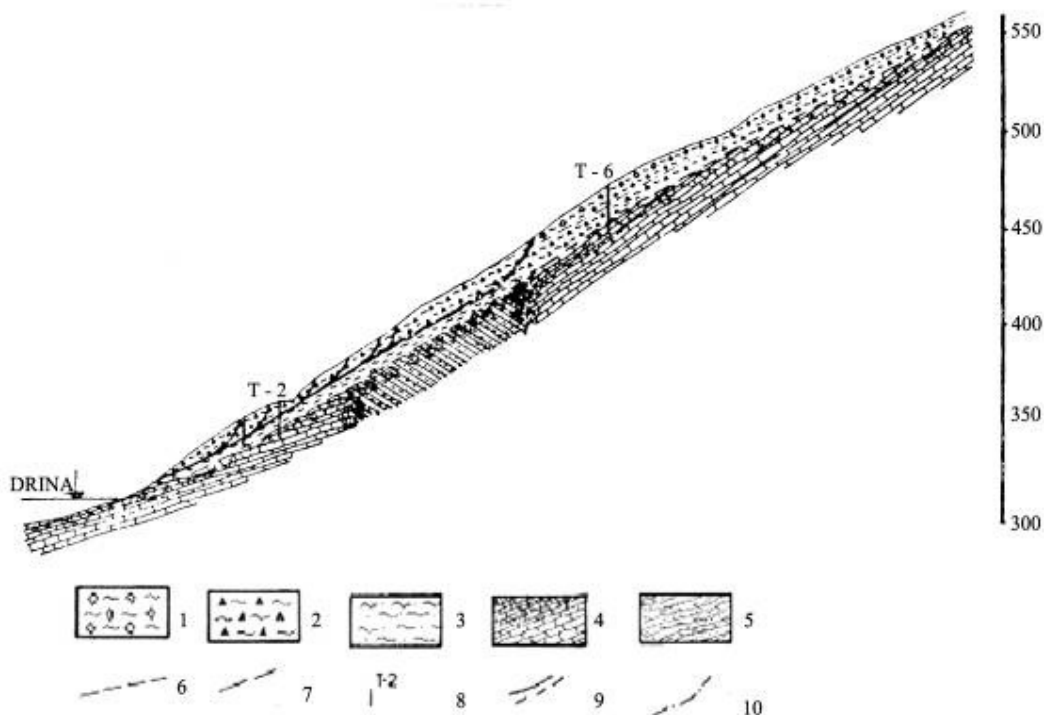
### **Клизиште Трбосиље**

На десној долињској страни Дрине, између Устипраче и Међеђе, у делу тока који има клисураст облик долине, формирано је клизиште Трбосиље. Деформације терена су констатоване, не само на коловозу старог пута Устипрача - Вишеград, који је делимично потопљен акумулацијом ХЕ Вишеград, већ и знатно изнад њега. Обзиром да се ради о већем клизишту, које је под утицајем акумулације, изведена су детаљна геотехничка истраживања: инжењерскогеолошко картирање терена, 8 бушотина и 26 сонди распоређених у 5 профила. Такође је урађено шест пиезометара, који су осматрани током једног хидролошког циклуса. Због неповољног гранулометријског састава (велика крупноћа) нису извођена лабораторијска геомеханичка испитивања.

Висина конструкције терена, у којој је формирано клизиште, је око 750m, а нагиб 19°. У ножичним деловима је стрмији (26-32°), а у средишњим и вишим деловима блажи (10-25°). Овакав нагиб је условљен, пре свега, грађом (карбонати и кластити), али и постојањем клизишта. Површина терена је обрасла буковом шумом и трњем, тако да је тешко проходна и прегледна. Падина је покривена делувијално-колувијалним наносом, дебљине од 15 до 18, ређе и више метара. Изданци су ретки и налазе се местимично у кориту реке, потока и у вршним деловима падине (кречњаци  $T_2^1$  - крта средина). Истражним бушењем је констатовано да се у некретаној подлози клизишта налазе и кластити ( $T_1$  - крта до квазипластична средина) и кречњаци, рожнаци и кварцдиорити уз вулканогено-седиментне формације ( $T_2^2$  - крта средина). Граница између ових средина је углавном тектонска, слика 7.

У хидрогеолошком погледу, значајно је напоменути да су крте средине колектори пукотинске и каверозне порозности. Уколико су само пукотинске (магматити и пешчари), онда су слабопропусни и то углавном у приповршинским деловима, док је дубље циркулација воде занемарљива. У карбонатима је заступљен пукотинско-каверозни тип порозности, кроз које воде брзо циркулишу (углавном колектори спроводници).

Кластичне стенске масе (лискуновити пешчари, лапорци, глинци, а подређено и семиметаморфити: шкриљци и аргилошисти) су изразити хидрогеолошки изолатори.



Слика 7. Инжењерскогеолошки пресек клизишта Трбосиље: 1. Колувијум кречњачка дробина крупнозрна, 2. Делувијум: ситнозрна дробина кварцдиорита, рожнаца и подређено кречњака, 3. Делувијална дробина, ситнозрна до средњезрна: пешчара кварцдиорита и кречњака, 4. кречњаци слојевити до банковити, 5. Пешчари лапоровити пешчари и песковити кречњаци у смењивању, танкослојевити, 6. Литолошка граница предпостављена, 7. расед, 8. истражна бушотина, 9. Утврђена и претпостављена клизна површина, 10. Зона слегања дробинског материјала.

Figure 7 Engineering-geological cross-section of the landslide Trbosilje: 1. Colluvium limestone coarse grained debris, 2 Diluvium: fine-grained debris quartz-diorite, cherts and subordinate limestone, 3. Diluvium debris, small to medium: quartz diorite, sandstone and limestone, 4 layered to banked limestones, 5 Marly sandstones and sandy limestones, 6 Lithological boundaries implied, 7 Fault, 8 exploration well, 9 Determined and the assumed sliding surface, 10 Settling zone of debris materials.

Делувијално-колувијална распадаина (одломци и блокови кречњака, рожнаца, пешчара, лапорца и кварцдиорита), делимично и заглињена је интергрануларне порозности и средње до добро водопрпусна. Због положаја у рељефу они представљају типичне колекторе спроводнике, тако да нема услова за формирање значајнији издани, а на пдини нема респективних извора, већ се вода дренира или дифузно у поток и корито Дрине. Већ је речено, да делувијално-колувијална дробина има функцију колектора спроводника и да се у њој не акумулирају воде. Наиме, у хидролошком минимуму, из ове средине се исцеде практично све воде. У периоду падавина скоро све поре се испуне водом, која, циркулишући, потпомаже распадање кластичних стенских маса, које се налазе делимично и у подлози. На тај начин се омогућава настајање и глиновитих зона, у којима се формира клизна површина. Деформације на падини су видљиве, како на путу, тако и на терену.

Клизне површине нису континуалног нагиба, тако да се клижења одвијају у виду шкољкања, од речног корита уз падину или пак од потока уз падину. Померање је лагано, а у вишим деловима падине, где су и блокови кречњака већих димензија, на терену нису уочљиви карактеристични ожиљци, већ денивелације у терену или померање појединих блокова. Ове денивелације су последица одвојеног померања блокова и испирања ситнозрнијих фракција у дробини.

Деформације су овде сложене и одвијају се полагаано, најпре у виду слегања и сортирања дробине, а деформације у виду смицања дуж одређене површине, видљиве су у ножичним деловима, где је и нагиб клизне површине већи. Клижења се одвијају под непосредним утицајем реке, у ножичним деловима или под утицајем потока у средишњим деловима конструкције терена. Река у ножичним деловима подсеца и транспортује тело клизишта и на тај начин омогућава да се процес клижења одвија уз падину. На активност клижења има утицаја и суфозија која се такође одвија и у ножичним деловима. Деформације - ожиљци су у садашњој фази развијени до коте од око 500 мнв.

Деформације терена, пре изградње старог пута Устипрача - Вишеград, биле су јако споре, макроскопски тешко уочљиве. Изградњом пута битно се променила стабилност, тако да се активирало клизиште у дужини од око 300m. Изведена санација, потпорним зидом и дренарањем, а по косини је засађен багрем, није у потпуности зауставила померања, јер се на зиду и путу и сада запајају извесне пукотине. Истражни радови, који су касније изведени (за потребе изградње акумулације ХЕ Вишеград) показали су да је активно клизиште дубоко 7-8 m и да захвата површину од око 4 ha, са запремином од око 200.000m<sup>3</sup>. Такође је констатовано да је потенцијално нестабилна падина површине око 18 ha, а запремине од око 900.000 m<sup>3</sup>.

#### ПРОГНОЗА РАЗВОЈА СТАБИЛНОСТИ ТЕРЕНА У УСЛОВИМА РАДА ХИДРОЕЛЕКТРАНА

Израдом вештачких акумулација, битно се мењају својства конструкција терена. Пре свега хидролошке прилике и хидрогеолошка својства, а то условљава и промену осталих својстава (смањење отпорних својстава и по правилу погоршање стабилности). Изградњом брана повећава се ниво воде и уједно изравнава режим вода. Наиме, контролисањем протока постиже се изравнавање екстремних протицаја, и у дужем периоду се одражава константнији проток. То значи да се обална линија или подручје у коме се одвија ерозија обале, издиже у нове, више нивое конструкције терена. Самим тим битније се мењају хидрогеолошке прилике, пре свега, нивои и градијенти подземних вода у паднини. Промена градијената условљена је и радом хидроелектране. Уколико она ради пуним капацитетом снижавање нивоа воде у акумулацији је брже, од нивоа подземних вода, а то неповољно делује на стабилност. Утицај честих и релативно брзих осцилација језера је нарочито неповољан у случају кад је приобаље изграђено од хидраулички непостојаних стенских маса или су присутна клизишта.

Еродовање обала, у условима постојања акумулација битно се разликује од еродовања у условима речног тока. То се пре свега односи на велике (широке и дубоке) акумулације код којих је могуће формирање и разорних таласа. Енергија таласа, слично као и код мора, подрива обалу у појасу осцилација, и на тај начин долази до активирања старих или формирања нових клизишта, одрона или других видова нестабилности. Еродовани материјал, обзиром да је ослабљен или потпуно престало течење, таложи се на паднини или у ножичним деловима, тако да ти делови, по правилу, постају стабилнији (функција контрафора).

Брзина и величина измена рељефа обала вештачких језера зависна је, не само од хидрометеоролошких прилика, већ и од еродибилности стенских маса, које учествују у њеној грађи. Анализу овог фактора Г. С. Золотарев је извршио у дужем временском периоду, на више вештачких језера у бившем СССР, што је приказано у литератури [15].

За процену брзине и величине промене обале, односно стабилности конструкција терена неопходно је, сем анализе литолошке и структурне грађе средина, анализирати и хидрогеолошка својства, те геодинамичке појаве и хидролошке факторе (висина и енергија таласа и брзина осцилација нивоа језера). При прогнози промена у рељефу обала акумулационих језера према В. Д. Ломтадзеу [5] неопходно је одредити: ширину зоне еродовања; брзину премештања обалске линије, обале и одсека на рачун копна и неопходност извођења санационих радова. Ове прогнозе се изводе: а) израдом рачунских схема - пресека

терена за сваки карактеристичан тип обале; б) одређивањем параметара за прорачуне: који карактеришу стенске масе и таласе и в) одређивањем временског периода за који ће се израђивати прогноза.

За извођење прогноза промене рељефа обала постоје различите методе, које се, мање више, базирају на резултатима изучавања геолошких параметара и хидролошких прилика. Зависно од личних опредељења аутора оне уважавају један или други аспект овог проблема. У Русији, где је овим питањима посвећена изузетна пажња (формиране су и осматрачке станице и истражне деонице), најчешће се примењују методе Г. С. Золотарева или Е. Г. Качугина [5]. Но, све те методе, с обзиром да је питање прогноза тек у развојној фази, а и осматрања су кратког периода, ипак могу да послуже само као оријентационе процене о могућим размерама тих измена. Ми их овде нећемо детаљније разматрати, јер њихова примена није адекватна за брдско-планинска подручја у којима се формирају акумулације на Дрини.

### **Анализа интеракције утицаја акумулација на стабилност долинских страна у обиму акумулације ХЕ Вишеград**

ХЕ Вишеград је последња хидроелектрана у горњем току Дрине и пројектована је као гравитационо бетонска брана, грађевинске висине 51m. Висина бране је условљена положајем Горажда, тако да максималном котом успора од 336 мнв акумулационо језеро исклињава код моста у Горажду. Минимална кота радног нивоа акумулације је 315,0 мнв, а то значи да су максималне осцилације језера око 21m. Површина акумулације је око 850ha, а укупна запремина 161hm<sup>3</sup> (корисна запремина 114 hm<sup>3</sup>). Предвиђа се просечна годишња производња од 1108 GWh електричне енергије. Дневне осцилације нивоа акумулације, у условима рада електране, су реда величине пар метара, а максималне од око 21m, предвиђене су у периодима малих дотока вода. Снижавање нивоа акумулације ће се највероватније одвијати у условима рада хидроелектране, у временском интервалу од неколико месеци. Дакле, брзине опадања нивоа нису велике, што је са становишта промена стабилности терена повољније.

Прогноза промена стабилности терена у условима рада хидроелектране приказана је на слика 8. Већ легимичним прегледом карте, лако је уочљиво да је највећи део терена издвојен у категорију у којој не треба очекивати промене стабилности под утицајем акумулације. То је подручје леве долинске стране низводно од Копача, па све до преградног места. Конструкције терена у овом подручју су изграђене углавном од карбонатних стенских маса, које су окарактерисане као постојане на дејство акумулације. У исту категорију је сврстан и добар део десне долинске стране, низводно од Запљевца.

Подручја Хубијера и Копача су издвојена у категорију терена у којима су могуће незнатне и лагане промене стабилности под утицајем акумулације. То су углавном терасни одсеци, који могу да се деформишу у условима честих осцилација нивоа акумулације. Деформације ће се испољавати у осипању или одроњавању мањих блокова песковитог шљунка и слабозезаног конгломерата. У ову категорију је уврштено и подручје десне долинске стране низводно од Запљевца, подручје у коме има ситног шкољкања или су пак присутне мање накупине сипарског материјала, који ће бити под утицајем осцилација акумулације. Дакле, и у том подручју су могуће промене стабилности, али мањег интензитета и мањих величина (запремина).

На десној долинској страни издвојена су три мања подручје у којима ће акумулација сигурно утицати на промену стабилности, а то већ поменута клизишта: Запљевац, Грбосиле и Дубац, за које ће бити прогнозиране промене стабилности у условима осцилација нивоа акумулације.

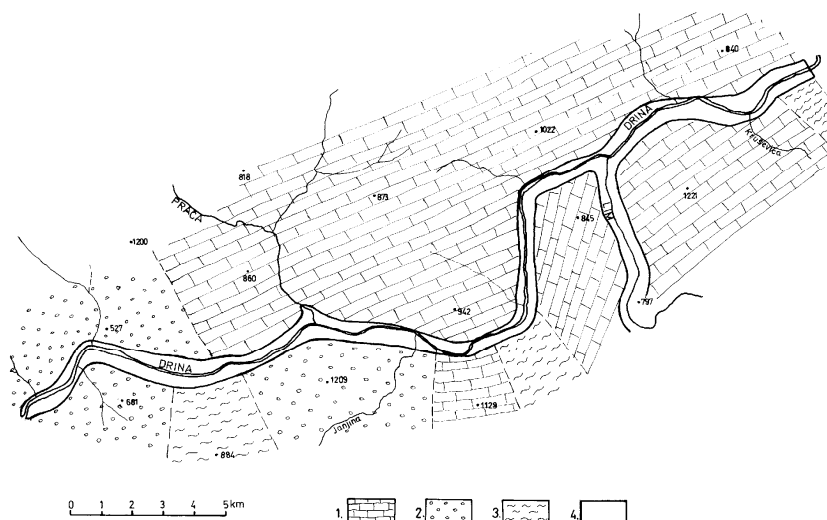
### **Клизиште Запљевац**

Овде је анализирана стабилност целог нестабилног подручја Пенковићи-Запљевац-Јелачићи површине од око 80ha. С обзиром да се ово клизиште налази у делу акумулације где она исклињава (максимална дубина износи око 15m, а у минимуму се она своди на сам речни ток),

а његова је површина велика, то је веома важно питање понашања овог клизишта у условима рада акумулације. Наиме, уколико би тело клизишта брзо доклизало у акумулацију - речни ток, било би могућности његовог преграђивања, а самим тим и до спречавања дотока и формирања језера узводно од њега.

Осцилације нивоа акумулације ХЕ Вишеград зависне су од дотицаја воде у акумулацију и интензитета рада електране. Максимална кота успора, у пределу клизишта, свега пет до шест метара већа од нивоа Дрине у периоду великих вода или практично истог нивоа који је забележен на Дрини 1896. године. То значи да се формирањем акумулације неће драстично променити хидролошки услови у овом делу терена (максимално издизање нивоа је око 10m у односу на данашњи средњи ниво Дрине).

Осцилације нивоа акумулације, мада нешто више него данас, ипак ће се одвијати у ножичним деловима клизишта (као и сада). У тим деловима је и клизна површина најстрмија. У природним условима померања тела клизишта се одвијају лагано и уз парцијална шкољкања. У измењеним условима, услед формирања акумулације, могу се очекивати нешто бржа померања од данашњих. Сва досадашња сазнања говоре да не треба очекивати знатније повећање маса од оних које су сада у покрету (укупно око 250 до 300.000 m<sup>3</sup>). Овај закључак је изведен на бази састава и својстава тела клизишта, положаја и својстава клизне површине и некретане подлоге. Тело клизишта из ножичних делова ће, слично као и до сада, у време великих вода бити транспортовано низводно и на тај начин ће се маса тела клизишта расплињавати и неће стварати велике накупине, које би могле да преграде речни ток.



Слика 8. Прогнозна карта измена стабилности конструкција терена у долини Дрине, које су под утицајем ХЕ Вишеград: 1. подручја у којима се не очекују промене стабилности, 2. подручја у којима су могуће промене стабилности мањег интензитета и величина појава, 3. подручја у којима је утицај акумулације на промену стабилности евидентан и 4. пројектована акумулација.

Figure 8 Prognostic map of changes of the stability of the terrain in the valley of the Drina, which are influenced by HE Visegrad: 1 areas where changes of stability are not expected, 2 areas where changes in stability are possible in terms of of low intensity, 3 areas where the impact of the reservoir on the change of stability is evident and 4 engineered reservoirs.

Оваква прогнозирана динамика клижења, у условима формирања акумулације и рада електране, може се оценити као повољна, с обзиром да у подручју клизишта нема значајнијих објеката (постоји неколико сеоских кућа) намеће се закључак да није неопходно изводити санационе радове. Изграђене куће су делом на стабилном, а делом на потенцијално нестабилном терену. Због тога је препоручено инструментално осматрање репера у дужем временском периоду, како би се извели поузданији закључци о динамици клижења у условима рада хидроелектране, односно радног осциловања акумулације.

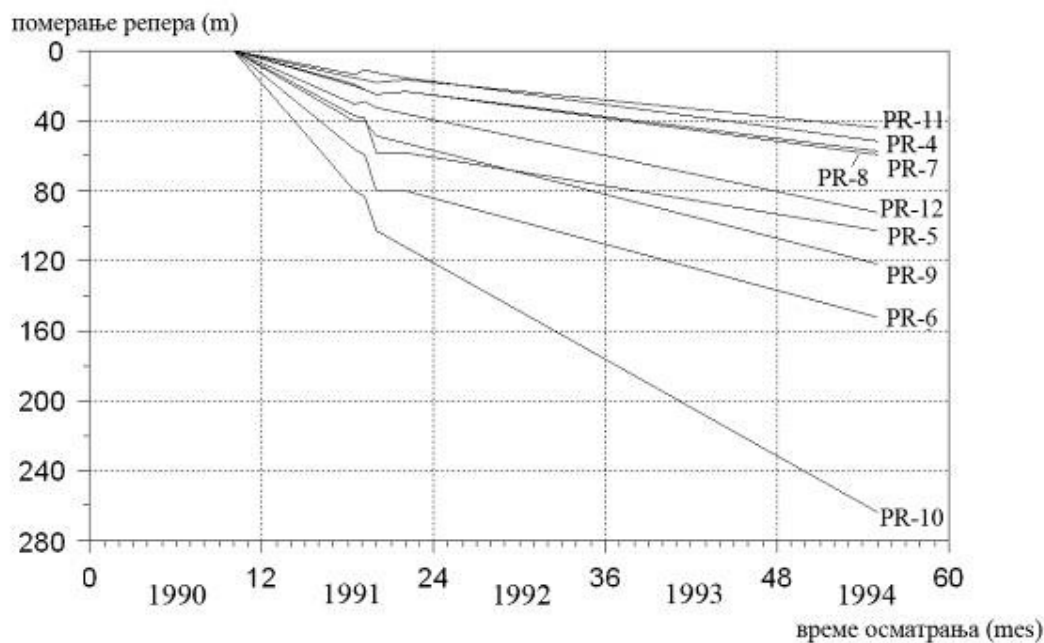
## Клизиште Трбосиље

За разлику од клизишта Запљевац, клизиште Трбосиље се налази у делу акумулације са знатно већим дубинама (око 36m), а осцилације нивоа акумулације су такве да и у минимуму постоји мртва акумулација. То значи да ће ножични делови клизишта бити стално под водом (то су сада делови са највећим покретима). Нанос из виших делова биће таложен у овим деловима падине, тако да ће се временом њихова стабилност побољшавати. Но, процес клижења ће се неоспорно преносити уз падину, према деловима у којима се сада манифестују само слегања терена.

Тело клизишта је изграђено од одломака и блокова кречњака, а подређено и дробине пешчара, лапораца и кварцдиорита. Клизна површина је неправилна, тако да су у природним условима померања лагана. Сада је у покрету око 200.000m<sup>3</sup>, а као потенцијално нестабилно, оцењено је око 900.000m<sup>3</sup>.

На основу резултата истраживања и анализе режима рада електране прогнозирано је да и у измењеним условима не треба очекивати формирање једне правилне и целовите клизне површине, која би омогућила једновремено клижење целог тела клизишта. Због тога је прогнозирано да ће се клизања одвијати у виду сукцесивног парцијалног шкољкања, али нешто већим интензитетом него у природним условима.

Запремина сада активног клизишта, али и потенцијално нестабилне масе, не представљају количине које би значајније угрозиле акумулацију, с обзиром да је "мртви" део акумулације велики. Постојећи пут који је у природним условима угрожен неће бити потребно "бранити", јер је измештен на леву обалу. Због тога ово клизиште и није неопходно санирати, јер не представља већу опасност за акумулацију. Једино су предвиђена периодична геодетска осматрања репера. Мрежа репера је установљена 1990. год., а се састојала од 24 репера у телу клизишта. Базе осматрања су на стабилном терену: А на десној, а Б на левој обали низводно од клизишта, а база ЦД узводно од клизишта на левој обали. Резултати геодетских мерења померања, су приказани на слици 9.



Слика 9. Клизиште Трбосиље - дијаграм радијалних померања репера (управано на ток Дрине).  
Figure 9 Trbosilje landslide - Diagram of radial displacement of landmarks (reper)  
(normal direction to the Drina flow).

Нулто мерење је урађено 6.10.1990. године, а затим су током 1991. године извршена четири мерења (16.07., 5.08., 3.09. и 4.11.1991.) Последње мерење је извршено после прекида од око 32 месеца тј. почетком јула 1994. године. На основу геодетских мерења [12] могу се извести следећи закључци:

Највећа измерена хоризонтална померања су управно на ток Дрине.

Највише се помера узводни део клизишта ( од 172-271 cm, а мање низводни део (< од 5 cm).

Слично је и код вертикалних померања: низводно је вертикално померање (слегање) 3,3 cm; у средњем делу од 6,6 cm, у доњем реду до 7,4 cm; а у узводном делу 79,9 - 159 cm. У циљу сагледавања тренда понашања клизишта у посматраном периоду (од 1990 до 1994.) на сл.9. дати су дијаграми временских радијалних померања репера (правац управан на ток Дрине), сличан је дијаграм и вертикалних померања репера, који неће бити приказан због жеље да се скрати текст овог саопштења.

Осматрања репера указују да тренд померања битно не одступа од квалитативне прогнозе стабилности, која је изведена пре изградње акумулације (сл. 9), дакле те прогнозе се остварују.

### **Клизиште Дубац**

Клизиште Дубац се налази у непосредној околини преградног места. У том делу је и најдубља акумулација (око 45m дубине). Еродовање обале и клизишта ће се одвијати у границама 336 до 315,3 мнв. У тим деловима је дебљина клизишта 5 до 7m. Својства тела клизишта и клизне површине су таква да ће на њега негативно утицати и дневне и седмичне осцилације нивоа акумулације. Услед интензивирања и продубивања клизишта у зону елувијалне распадине доћи ће до повећавања тела клизишта. Закључно је да је неопходна санација овог клизишта. Изграђен је и пројекат санације, међутим, није нам познато које су мере санације изведене.

### **ЗАКЉУЧАК**

Стабилност падина је један од најважнијих инжењерскогеолошких проблема, како при изградњи и експлоатацији најразноврснијих објеката, тако и са феноменолошког становишта. Овим питањима се, нарочито у последње време, интензивно бави велики број истраживача у разним земљама. Због тога су и све бројнији радови који се објављују: на конгресима, саветодавњима, у стручним часописима и књигама. Најбројнији су радови који се односе на детаљна истраживања појединих појава, односно они који разматрају питања генезе, својстава процеса, механизма и динамике клижења. Бројни су радови који третирају питања лабораторијских испитивања, унапређења метода испитивања ин ситу, разрађују примену рачунских и моделских анализа. Но, размерно су ретки радови који детаљније разматрају методiku регионалних истраживања стабилности терена. Најчешће се у виду монографија приказују само резултати (просторне законитости појављивања, својства и типови појава нестабилности) изведених истраживања стабилности терена у појединим регионима.

Јасно је, међутим, да је за целовитије изучавање стабилности терена у једном региону, поред општих, неопходно уважавати специфична својства тог региона и прилагодити методiku истраживања, која ће омогућити објективну синтетизацију одрона, клизишта и других појава нестабилности. Познато је да регионална истраживања подразумевају, пре свега, изучавање законитости појављивања, својства и типове појава нестабилности, а све у циљу одређивања могућности и услова коришћења одређеног простора, односно, прогнозирања развоја процеса, одређивања времена и неопходности предузимања превентивних (санацијних) мера.

За потребе реализације студије, чији су резултати делимично приказани у овом саопштењу, разрађена је методике истраживања, која се огледа: у изради морфометријских анализа

водотока (речног тока, корита и долињских страна), анализи агенаса спољне средине и разради наменске класификације стенских маса, које учествују у грађи долињских страна. При томе су све стенске масе, које учествују у грађи долињских страна у изучаваном терену, разврстане у пет средина: крта до сипка, сипка, квазипластична, крта до квазипластична и крта. Зависно од њиховог положаја у рељефу, издвојени су одређени модели терена - конструкције терена у којима се одвијају специфични видови деформација. На овај начин је третирана геолошка средина и постављени су темељи за изучавање интеракције спољне и геолошке средине - појаве нестабилности терена. Ово је представљало солидну основу, која је омогућила релативно лако изналажење просторне законитости појављивања типова и својстава клизишта и других појава нестабилности. Јасно, на већи степен поузданости закључивања, о овим питањима, битно су утицали и резултати детаљних истраживања на појединим локацијама (она су извођена за различите сврхе, али највише за потребе изградње хидроенергетских објеката на Дрини о чему је било речи у овом саопштењу).

Морфометријска анализа, анализа типова и својстава конструкције терена, те појединих појава нестабилности, резултовала је у издвајању три инжењерскогеолошка рејона: 1. Шћепан Поље – Фоча (ушће Техотине), 2. Фоча - Запљевац и 3. Запљевац – Вишеград (ушће Рзава). Ови рејони се одликују посебностима у погледу морфометрије, преовлађујућих типова конструкције терена, различитих типова и својстава појава нестабилности, што је у овом саопштењу детаљно приказано за други и трећи рејон, а у литератури су наведени радови који третирају први рејон.

Специфичности деформација, у разматраним рејонима, огледа се у постојању старих, великих одрона, активности процеса осипања и честим и карактеристичним клизиштима. Клизишта су дубока и средњих до великих запремина. Тела клизишта су изграђена од дробине и блокова кречњака, пешчара, глинаца, аргилошиста, дакле распадине стенских маса из крте до квазипластичне средине. Исто тако, честе су и прелазне творевине: одрони - клизишта, а налазе се у средишњим деловима долињских страна. Померања се одвијају релативно споро и у виду шкољкања. Дакле, клизне површине нису континуалне, већ променљивих нагиба, са местимичним исклињавањима на површини. Због тога је у разматраном подручју доминантно осипање одломака и одроњавање мањих блокова. У делу тока где су конструкције терена сложеније грађе, јављају се и специфични видови деформација одрони - клизишта (Запљевац, Трбосиље) и клизишта-тецишта (Дубац). Других клизишта већих запремина у разматраном подручју нема (јављају се у вршним деловима долињских страна мања и плића клизишта, која немају значајнијег утицаја на стабилност целе долињске стране).

Примењена методика истраживања стабилности терена омогућила је синтетизацију резултата, детаљних истраживања и осматрања, односно омогућила је извођење поузданих закључака о својствима клизишта и других појава нестабилности. Добро су изучена својства клизишта (тела клизишта, клизних површина и некретане подлоге), те механизма клижења. Динамика клижења је квалитативно дефинисана, сем код клизишта Трбосиље где су извођена гедетска осматрања померања терена, а ти нумерички подаци су приказани у овом саопштењу. То је омогућило да се изведу законитости, које су коришћене за прогнозу развоја појава нестабилности у условима постојања акумулација.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Чолић Б: Геотехничка испитивања на профилу бране Бук Бијела, Саопштење Института „Јарослав Черни”, бр.30, Београд, 1964.
2. Јанјич М., Локин Р., Сунарић Д., Вожиновић Д., Шутић Ј.: Some experience in the investigation in the of landslides in Yugoslavia, III international congress IAEG, Madrid, 1978.
3. Јањић М.: Инжењерско-геолошечки проблеми строитељства плотин и водохранилишч в карстових рајонах, Инжењернаја геологија, Академија наук СССР, Москва, 1980.
4. Лолин М., Сунарић Д.: Клизишта у подручју ХЕ Бук Бијела – клизиште Прљ, књига I, Фонд стране документације ЗП ЗЈЖ, Београд, 1983.
5. Ломтадзе В.Д.: Инженернаја геодинакима, "Недра" Ленинград 1972.



6. Луковић М.Т.: Важнији типови наших клизишта и могућности њиховог санирања, Геолошки весник, књига IX (стра 275-310), Савезна управа за геолошка истраживања, Београд, 1951.
7. Милојевић Б: Главне долине у Југославији, Посебна издања САН – природно-математичке науке, књига V, београд, 1951.
8. Перић Ј., Шутић Ј., Божиновић Д.: Конструкција терена као основа за проучавање стабилности терена, Сав. о проблемима клизишта при изградњи саобраћајница, ЈДП, Београд, 1967.
9. Сунарић Д., Лолин М., Јездић М.: Резултати изучавања клизишта у обиму акумулације ХЕ Бук Бијела, Зборник реферата VIII Југословенског симпозијума о хидрогеологији и инжењерској геологији, књига 2, Будва, 1984.
10. Sunaric D. - Genesis of complex deformations on the slopes of the Drina river, 6<sup>th</sup> CIAEG Balkema Rotterdam- Amsterdam 1990.
11. Сунарић Д.: Клизишта и одрони у горњем току Дрине, монографија ISBN86-7352-058-4, Рударско-геолошки факултет Београд, 2000.
12. Sunaric D. - Geological disasters over the territory of the West Balkan, IS on latest natural disasters-new challenges for engineering geology, geotechnics and civil protection, Sofia 2005.
13. Сунарић Д., - Катастрофална клижења и одржавања и њихов утицај на водопривреду Србије - мон. "Управљање водним ресурсима Србије" ISBN 978-86-82565-24-6, (стр. 245-255.) пос. Изд. Инст. "Јарослав Черни" Београд 2008.
14. Sunaric D., Jevremovic D., Kalajdzic C., Lolin M. - Uticaj akumulacije HE "Visegrad" na promenu stabilnosti dolinskih strana reke Drine, Medunarodni naucni skup "Pravci razvoja geotehnike", (p.539-549), Београд, 1996.
15. Сунарић Д., Недељковић С., Поповић М. и Калацић Ч. - Клизишта на левој обали Дрине у Србињу и њихов утицај на урбанизацију, XIII симпозијум о хидрогеологији и инжењерској геологији књига 3 (инжењерска геологија), (стр. 301) Херцег Нови 2002.
16. Шићаров С.: ХЕ Бук Бијела – главни пројекат – акумулација, геолошке подлоге. Фонд „Енергоинвест“, Сарајево, 1974.
17. Золотарев Г.С.: Некоторые закономерности формирования горних оползней и обвалов и вопросы комплексности исследований, Склоновые процес, издање МГУ, Москва, 1974.