

МАРКО В. МИЛОШЕВИЋ
МИЛОВАН МИЛИВОЈЕВИЋ
ЈЕЛЕНА ЋАЛИЋ*

АКТИВНА КЛИЗИШТА НА ПРОСТОРУ ОПШТИНЕ ЉИГ¹

Извод: Током марта 2006. године простор целе централне Србије карактерисала је учестала појава клизишта која су проузроковала огромне материјалне штете. Територија општине Љиг, са значајним уделом површина грађених од седимената, такође је у великом делу била изложена процесу клижења. У раду је указано на просторни распоред ових површина, зависно од геолошке подлоге и нагиба терена; приказана су клизишта на неколико карактеристичних локација (у селима Бабајић, Велишевац, Липље и Ивановци), и анализирани фактори који су утицали на генезу и ток процеса.

Кључне речи: клизишта, клизна маса, клизна равна, текстура, општина Љиг

Abstract: During March 2006, the territory of whole Central Serbia was characterized by frequent occurrences of landslides, that caused enormous damages. The territory of Ljig municipality, with significant share of areas built of unconsolidated sediments, was in great part affected by landslide processes. This paper points to the spatial distribution of these areas, depending on geological composition and surface inclination. Examples of landslides at several most characteristic locations have been presented (in the villages of Ivanovci, Babajić, Veliševac and Liplje). Factors that influenced the genesis and the course of the process are analysed as well.

Key words: landslide, sliding material, sliding plane, texture, Ljig Municipality

Увод

Геоморфолошки хазарди су процеси екстремног интензитета којима су својствени вероватноћа појављивања у одређеном временском периоду и потенцијално разоравање. На територији општине Љиг идентификовани су следећи геоморфолошки хазарди: клизишта, урниси, ексцесивна ерозија и бујице. Током 2006. године дошло је до активирања већег броја клизишта и при томе је начињена огромна материјална штета². Ареали распрострањености непогода су углавном везани за антропогено измењене пределе општине. Овим се може закључити да се одређеним привредним и животним активностима може приписати својство генетског фактора одређеног броја хазарда (клизишта, ерозија и бујице).

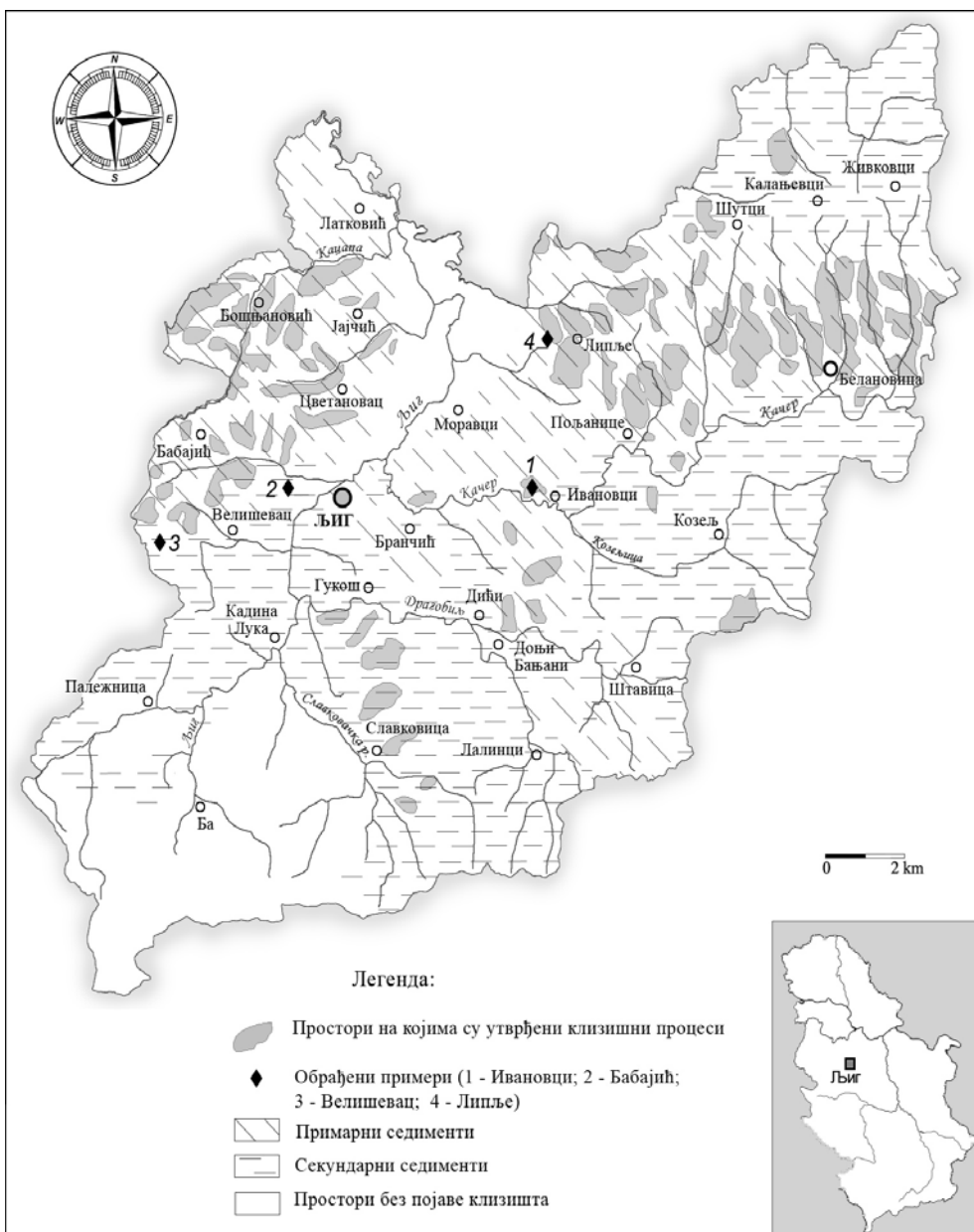
Територија општине Љиг се налази у планинско-котлинској макрорегији Србије као део Горњоколубарског басена. Простор припада двама геосистемским јединицама. Највећи део, чак 98,4 %, припада сливу Љига, а 1,6 % сливу Топлице,

* Марко В. Милошевић, истраживач-приправник, Географски институт „Јован Цвијић“ САНУ, Београд
мр Милован Миливојевић, истраживач-сарадник, Географски институт „Јован Цвијић“ САНУ, Београд
мр Јелена Ћалић, истраживач-сарадник; Географски институт „Јован Цвијић“ САНУ, Београд.

¹ Рад представља резултате истраживања пројекта 146011 које финансира Министарство науке и заштите животне средине Србије.

² Према подацима општинске управе, материјална штета проузрокована клизиштима на територији општине Љиг током првог квартала 2006. године премашује годишњи буџет општине.

десне притоке Колубаре. Горњи токови Качера и Драгобиља, десних притока Љига, налазе се изван административног подручја општине. Ови токови са општином чине јединствен природни геосистем реке Љиг. Како се административне границе не поклапају са природним, може се рећи да општина има врло низак степен природне аутономности. Највиша тачка општине је на 851 m н. в. (Груковица) на простору КО Ба, а најнижа на 121 m н. в. у насељу Латковић, на месту где река Љиг пресеца административну границу општине. Терен је нагнут од југа ка северу и од истока ка западу, а генерално од југоистока ка северозападу.



Скица 1. Просторни распоред клизашта на простору општине Љиг. Додатна објашњења у тексту.

Методологија истраживања

За потребе израде Стратегије просторног развоја општине Љиг током 2005. године извршено је рекогносцирање терена при чему је детерминисан већи број ареала са клизиштима (Скица 1). Најпре су *методом елиминације* искључени ареали у којима нису испуњени примарни услови за развој клизишта. Референтни критеријуми елиминације су геолошки и морфогенетски. Геолошки критеријум подразумева одсуство клизишта на чврстим стенама – кречњацима, доломитима и магматитима (габро, дијабаз, гранит, дацит...), док се морфогенетски односи на одсуство клизишта у алувионима, речним терасама, флувијалним подовима, сипарима, крашким долинама, итд. С обзиром на временски период активности клизишта приликом утврђивања ових ареала, извршена је *анализа топографских карата* у размери 1:25.000. Анализиран је интервал и паралелност суседних изохипси као могући индикатор клизишта. У случајевима осредњег интервала и неподударности изохипси, нагиби и правци отицања воде, хаотични и неконформни у односу на главни реципијент с великом сигурношћу се може рачунати на појаву клизишта (Лазаревић, Р., 2000). Како седименти на територији општине Љиг имају вертикалну гранулометријску хетерогеност у овом раду је коришћен и *метод анализе вертикалних промена у серијама*. У размештају слојева и њиховом смењивању главну улогу има карактер и место седиментационе средине, што се одражава на гранулометрију, просторни размештај и тип седимената. Тако је у сарматским седиментима утврђен већи број фација, почевши од конгломерата, слабо везаних пешчара, песковитих глина и пескова. Контакт ових вертикално распоређених фација, различитих инфилтрационих способности, представља зону потенцијалне наследне клизне равни. У циљу провере, допуне и картирања клизишта активираних током пролећа 2006. године, као традиционални метод примењен је *метод картирања на терену*. Поред поменутих метода овде значајан део има анализа фотодокументационог материјала. Фотографије су начињене на самом терену и уз употребу размерника на фотографији је накнадно могуће врло прецизно анализирати морфометријске показатеље на самим клизиштима.

Физичко-географски услови за појаву клизишта

Појаве клизишта на територији Љига су последица интерактивности физичко-географских елемената и фактора. Основни предуслови су геолошки састав и морфогенеза а потом екстремни климатски и хидролошки режими. Модификатори могу бити антропогени фактори и сеизмизам. Како се преко 90% клизишта налази у културно-природним пределима, антропогени фактор се може разматрати и као генетски фактор.

На простору општине Љиг у геолошком саставу доминирају невезани седименти и разни варијетети флишних стена. У северном делу општине, нарочито на десној долинској страни Качера и на левој долинској страни реке Љиг (у доњем току) терен је већим делом грађен од миоцених седимената разноликог литолошког састава, са местимичним појавама туфова. На крајњем североистоку, у атарима насеља Живковци, Калањевци и Шутци, јављају се метаморфне стене – шкриљци (мусковит-биотитски, серицитски, итд.) и окцасте гнајсеви. Централним делом општине доминирају различите флишне формације кредне старости, а на југозападу су заступљене компактне магматске стене, те кречњаци и лапорци (Филиповић, И. и сар., 1971).

Клизишта се јављају само у растреситим, слабо везаним и пластичним стенама. Према П.С. Јовановићу (1954), растресити седименти по постанку могу бити примарни (кластичне седименте) и секундарни (последика распадања компактних стеновитих маса). Дубина клизишта насталих у миоценим песковима, глинама, лапорцима и слабо везаним пешчарима (примарни седименти) је детерминисана положајем структура у односу на падину, као и неповољним односом појединих литолошко различитих средина у склопу терена.

У секундарним седиментима клизишта су везана за кору распадања серије "љишког флиша" и девонско-карбонских шкриљаца. Шкриљци, који захватају северозападни део општине, због своје текстуре, структуре и минералног састава су подложни распадању. Вода лако продире кроз пукотине у стени, па се хемијским распадањем минерала фелдспата, биотита, хлорита, стварају продукти представљени секундарним глинама. Кора распадања у теренима изграђеним од ових стена је променљиве дебљине, претежно песковитог састава. Дебљина елувијума је од 2 до 5 метара. Развој клизишта у овој средини је спорадичан до незнатан и углавном је ограничен на елувијум. "Љишки флиш" је испресецан системима пукотина различите генезе. Основни дисконтинуитети су равни стратификације. Распадање флишног комплекса се најчешће простира на дубинама од 2 до 10 метара (Јазић М., 1978), чиме је одређена дубина клизишта. Клизишта су развијена у релативно дебелом и расквашеном делувијуму који клизи преко водонепропусне подлоге или по међуслојним пукотинама, нарочито по контакту различитих чланова комплекса.

До реактивирања примирених клизишта могу довести и сеизмичка активност. Као најбољи пример свакако може послужити пример клизишта у селу Ба, које је активирано као последица земљотреса 1998 године.

Клима општине Љиг одговара умерено континенталном климату са умерено топлим летима и умерено хладним зимама. Средња годишња температура за територију општине Љиг износи 11 °С – 9 °С, са најхладнијим месецом јануаром (-0,4 °С до -1,6 °С) и најтоплијим јулом (18,2 °С до 20,8 °С). Годишња расподела падавина је један од кључних фактора за активирање клизишта. Према осматрањима за период од 1961.-1990. просечна годишња количина падавина износи 810 mm (Табела 1).

Табела 1. Средње годишње и месечне суме падавина за период 1961-1990. (према подацима Савезног хидрометеоролошког завода)

Станица	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Г
Дудовица	56	50	58	64	95	106	72	69	54	47	64	66	802
Љиг	54	52	59	64	87	108	77	72	55	48	65	67	810
Белановица	56	55	59	64	94	114	77	67	57	50	62	65	820
Штавица	54	48	59	67	96	118	83	71	59	48	67	63	832
Рајац	51	49	59	72	116	125	91	83	66	55	67	59	892

Пошто још увек нису доступни званични подаци о количинама падавина за прво тромесечје 2006. године, за сада није могуће дати анализу повезаности количина и врста падавина са изразитим повећањем учесталости појава клижења у марту 2006. године (како на простору општине Љиг, тако и у целој централној Србији).

Проблему клизишта се најчешће приступа искључиво са аспекта природних фактора за настанак и активирање процеса. Међутим, како је и човек део физичко-географског простора, то се његово деловање у истом не може занемарити. Данас можемо да говоримо о антропогено измењеним или културно-природним пределима у којима је генеза клизишта последица интерактивног дејства физичко-географског и

социо-економског субсистема. Изменом геофитоценолошке структуре падина мења се водни биланс и ризик од појаве клизишта расте.

У погледу просторног размештаја клизишта, на територији општине се издвајају две изразите зоне са систематском појавом клижења тла, и трећа зона коју карактеришу клизишта на појединим локацијама. Прва зона се простире у долини Качера и изразитија је на његовој десној долинској страни и у долинама десних притока. У овој зони преовађују слабо везани миоцени језерски седименти, а на појединим локацијама се простиру и туфови. Другој зони припада лева долинска страна Љига и његових левих притока, нарочито северно од потока Жеравац. Геолошку подлогу овог простора чине такође миоцени језерски седименти. Ова зона се простире даље на запад, према општини Мионица и геоморфолошки посматрано чини јединствену целину. Трећа зона обухвата централне делове општине где су клизишта знатно ређа захваљујући компактнијој геолошкој грађи. Основна карактеристика клизишта у овој зони је њихова слаба морфолошка израженост. За разлику од клизишта из претходне две зоне овде нема груписаности на појединим рељефним формама, а није утврђена ни правилност у њиховом просторном распореду. Планински делови терена (Рудник и Суворор) представљају најстабилније површине и на њима се по правилу не јављају клизишта.

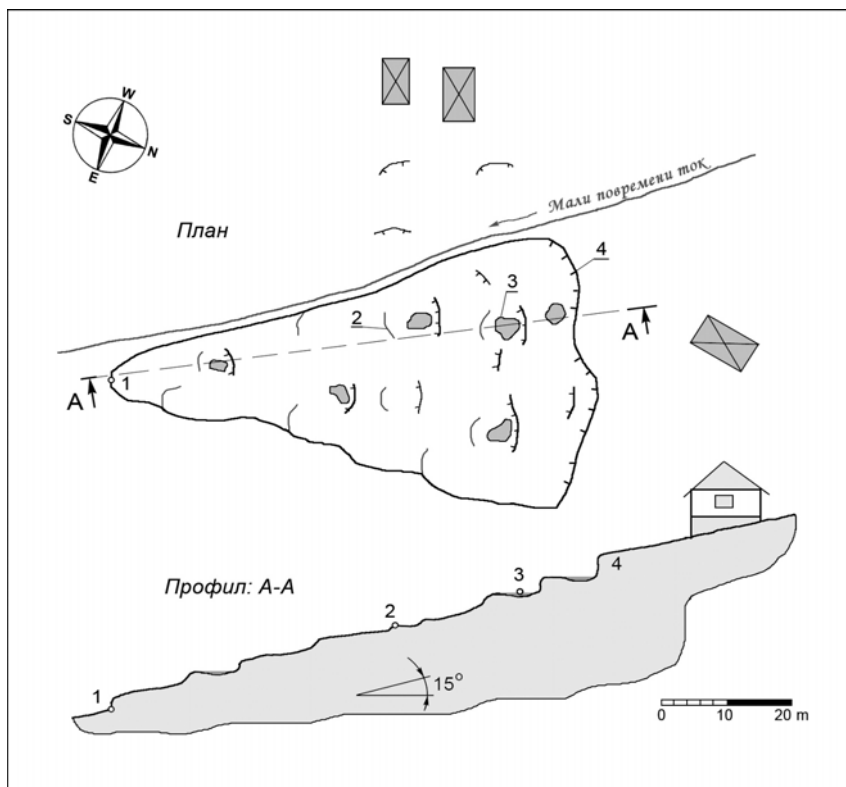
Неки примери клизишта активних током марта 2006. године

Ивановци. Осматрано клизиште се налази на територији катастарске општине Ивановци, на десној долинској страни реке Качер, пред сам улаз тока у Ивановачко сужење. На падини која је експонирана ка југоистоку клизиште се простире на дужини од 80 m и максималној ширини од 30 m. Клизиште је формирано у наслагама кварцлатитских пирокластита – игнимбрита туфозног карактера. Клизна раван је дефинисана унутар хомогене геолошке формације, те је нагиб терена (15 °) основни фактор појаве клизишта. Стога ово клизиште генетски класификујемо као морфогено. Током истраживања, на клизној маси уочен је већи број плитких и проточних барица површине 2 x 1 m које нису везане за клизну раван (Скица 2).



Фотографија 1. Језик клизишта у Ивановцима

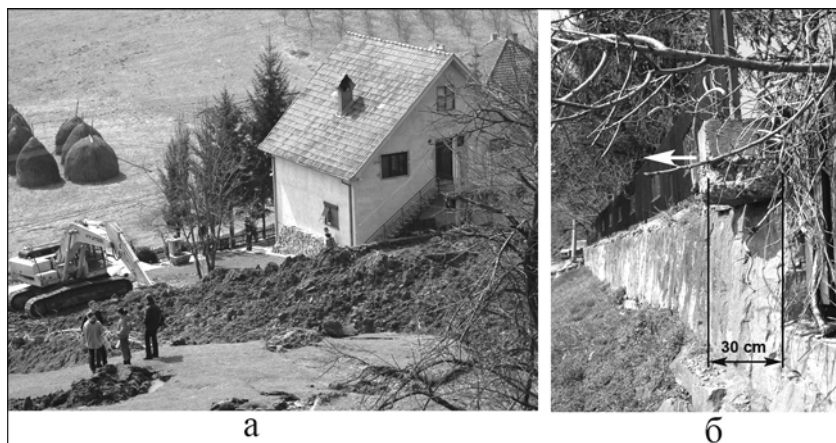
Велика натопљеност клизне масе условила је њен вискозни карактер, што онемогућава ходање по истој. Кретање растреситог материјала натопљеног водом има карактеристике које више одговарају течењу него клизању. Површина клизне масе је поремећена, тако да је унутрашњи стеновити материјал "испливао" на површину, што још једном потврђује кретање пирокластита унутар саме клизне масе. Као последица ових процеса клизна маса овог клизишта је задобила флуидалну текстуру (Фотографија 1). Глава клизишта има већу ширину него језик клизишта, тако да визуелно подсећа на течење земљишта. Десна бочна страна клизне масе је засећена мањом јаругом. Терен у непосредној близини је такође захваћен процесима клижења, али мањих размера. То је најизраженије на десној страни јаруге где се уочавају мањи ожиљци клизишта, а на самом излазу из профила јаруге налазе се грађевински објекти који су оштећени услед клижења тла.



Скица 2. Клизиште у Ивановцима

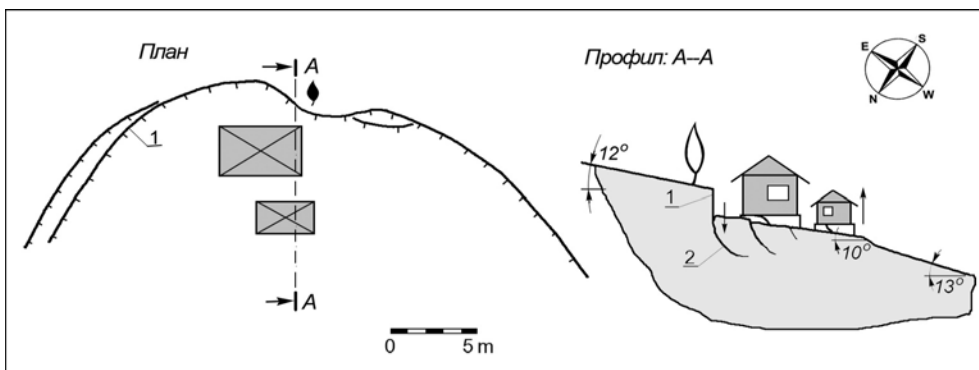
Бабајин. Клизиште се налази у зони тзв. "Љишког флиша". Експонирано је ка југу-југоистоку, на делу где долази до изразите промене угла нагиба падине. На падини изнад клизишта угао нагиба је чак 30° . На линији падине одакле клизиште креће, угао нагиба нагло опада на 10° . Дакле, долази до нагле промене угла пада за 20° . Овакав прелом терена првенствено је условљен литологијом коју у горњем делу чини компактнији флиш, док у делу мањег нагиба преовлађују неогени седименти међу којима преовлађују глине. То условљава да флиш служи као колектор воде која се у овој зони глина зауставља и избија на површину у виду кишевина. То доводи до презасићености влагом и стварања почетних услова за активирање клизишта што потврђује једна плитка јаружица (1 m дубока) низ коју се сливала мања количина воде. Клизна равна је детерминисана зоном утицаја субаерских процеса (кора

распадања), што упућује на релативно малу дубину. У подножју клизишта налази се стамбени објекат, коме је претила опасност засипавања материјалом, али је то спречено коришћењем грађевинске механизације. Темељи објекта остали су релативно стабилни, јер је главни потисак клизајућег материјала био ограничен на површински слој. Потврда овоме је бетонски сливник за воду који је потиснут око 30 cm преко потпорног зида испод објекта, при чему је зид остао готово потпуно вертикалан (Фот. 2).



Фотографија 2. Клизиште у селу Бабајић

Велишевац. У селу Велишевац на локалитету Глумач (у сливу реке Топлице) дошло је до потпуног рушења стамбеног објекта после активирања клизишта. Клизиште има северозападну експозицију, а нагиб површине терена пре клизања био је око 12° . Десна страна у правцу пада је засечена јаругом дубине 2 – 3 m, а која је удаљена око 15 m од левог дела клизишта. Геолошку подлогу чини формација Љишког флиша, чији слојеви падају ка југоистоку, супротно од експозиције површине терена. Ипак, ова чињеница није допринела смањењу ризика од појаве клизишта, јер је у генетском смислу ово клизиште морфогено, а не стратигено. Дубина клизне равни је 2-4 m, што је било довољно за знатни поремећај стабилности објекта и његово коначно рушење (Фот. 3). Као индикатор дубине овог клизишта може се узети клизни одсек који је изломљеног облика. Висина вертикалног дела где је дишло до смицања клизне масе износи од 1,5 до 2 m висине у горњем делу клизишта (Скица 3).



Скица 3. Клизиште у Велишевцу

На његов облик или одступање од типског лучног облика допринело је стабло ораха. Да је дубина клизишта већа од дубине простирања ораховог корена, орах не би оставио никакав морфолошки траг на клизном одсеку, већ би одсек тежио лучном изгледу.



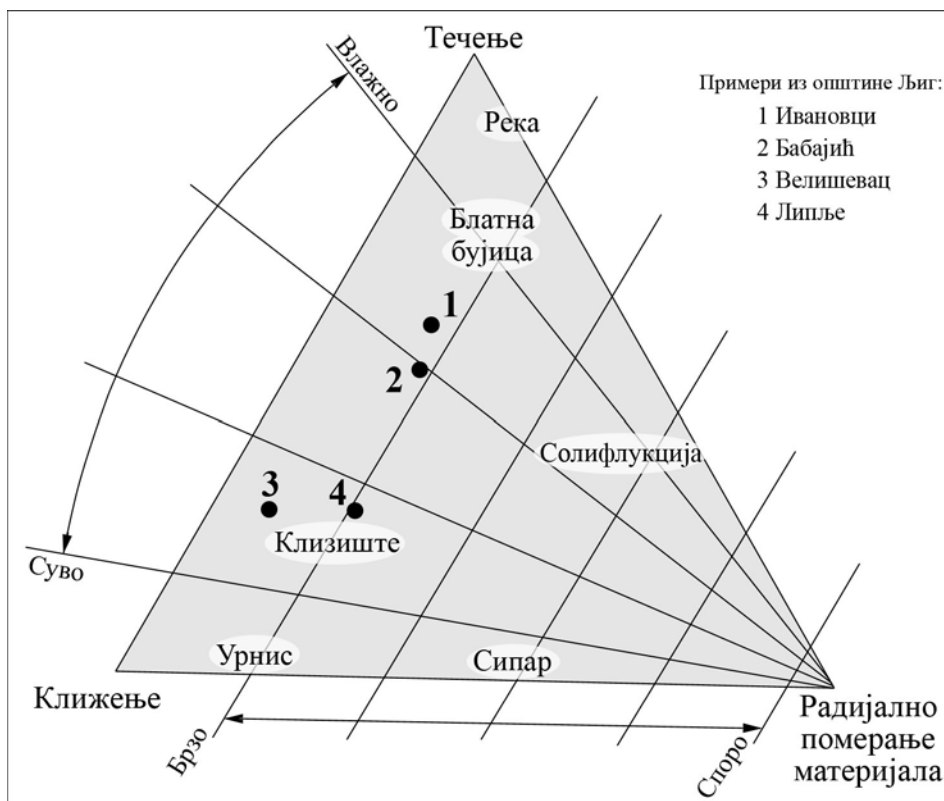
Фотографија 3. Клизиште у Велишевцу

Липље. Клизиште се налази у изворишту мањег тока – десне притоке Брестове. Изворишна челенка представља фосилно клизиште, чија се старост може проценити на најмање 100 година, с обзиром да локалном становништву ови процеси нису од раније познати. Услови који омогућају континуиран процес клизања су пре свега геолошка структура и константна вертикална компонента флувијалне ерозије (ток прве категорије, по Стралеровој класификацији). Геолошку подлогу чине миоцени неvezани седименти, и то у повлати слабо везани пешчари и глине а у подини пескови и шљункови у којима је изражена коса и укрштена слојевитост (Филиповић, И. и сар., 1978). На нестабилност ових слојева утиче стална вертикална компонента Брестовачког потока која пресецањем потенцијалне клизне равни иницира процес. Клизна равна је наслеђена јер је детерминисана слојевима глине који леже у њеној повлати, што ово клизиште класификује као стратигено. Генетски фактор су такође и подземне воде које су се кретале дуж нагнутог контакта (клизне равни) колекторске и изолаторске серије, које су отицале ка реципијенту – Брестовачком потоку. Површина клизне масе није поремећена, изузев привредних објеката који се ту налазе и на којима је констатован знатан степен оштећености. Клизни одсек је лучног облика са још неколико мањих секундарних, који се степеничasto спуштају ка потоку. Висина клизног одсека износи између 40 и 70 cm, што не дефинише и дубину клизишта. Да је дубина знатно већа указује стаја коју пресеца клизиште, што потврђује да је равна на знатно већој дубини. Као индиректан фактор се може сматрати људска делатност – променом намене површина које гравитирају клизишту, измењен је водни биланс падине. Тако оранице које су у колекторској серији омогућавају максималну инфилтрацију падавина, потом домаћинства која имају сенгрупе и чија се вода такође константно инфилтрирала у клизној маси.

Дискусија

Ако се анализирају елементи клизишта ових примера, може се констатовати следеће:

- Клизни одсек варира од лучног до делимично изломљеног;
- Генезом клизне равни клизишта су детерминисана или као стратигена или као морфогена;
- Постоје морфолошке и текстурне разлике клизних маса.



Скица 4. Тернарни дијаграм типова падинских процеса
(Carson & Kirkby, 1972; преузето из: Ritter, D. F. et al. 1995, допуњено)

Да бисмо дали одговор на морфолошке и текстурне разлике клизне масе, ставићемо их у теоријски оквир и довести у везу са осталим колувијалним процесима. Заједнички именитељ за све колувијалне процесе је сила гравитације. Основни критеријуми који условљавају диференцијацију тих процеса су влажност и брзина покренуте масе. На основу текстуре клизне масе можемо неке примере окарактерисати као прелазне типове одређених колувијалних процеса.

На Скици 4 приказана су три примарна типа падинских процеса – клижење, течење и радијални покрети материјала. Код *клижења*, блокови материјала померају се преко јасно дефинисане клизне површине, и у оквиру клизајућег блока не јавља се унутрашње трење. Овом типу одговарају локалитети Липље и Велишевац, где услед клизања није дошло до деформисања површине клизне масе. Самим тим текстуре клизних маса ових клизишта су остале хомогене. Брзина кретања је највећа на самој клизној равни. За разлику од ових клизишта, локалитет Ивановци има клизну масу

флуидалне текстуре, која указује на унутрашње кретање и трење унутар покренуте масе. Овај процес би се могао детерминисати као појава између клизања и *течења* – тециште (earthflow). Не постоји јасно дефинисана клизна равна по којој се одвија кретање и у овом случају, брзина кретања се смањује од површине према дубини. Локалитет Бабајић с обзиром на текстуру клизне масе и однос главе и језика клизишта можемо сврстати у категорију између клизишта и прелазног типа тецишта.

Овим можемо закључити да између колувијалних процеса не постоји оштра морфолошка граница, већ да се класификација врши на основу генезе.

ЛИТЕРАТУРА

- Филиповић, И.; Павловић, З.; Марковић, Б.; Родин, В.; Марковић, О.; Гагић, Н.; Атин, Б.; Милићевић, М. (1971): **Основна геолошка карта, лист Горњи Милановац**. Савезни геолошки завод, Београд
- Филиповић, И.; Марковић, Б.; Павловић, З.; Родин, В.; Марковић, О. (1978): **Тумач за Основну геолошку карту, лист Горњи Милановац**. Савезни геолошки завод, Београд
- Јовановић, П.С. (1954): **Урвине у околини Београда**. Гласник Српског географског друштва, св. 34, бр. 1, стр.139-160, Београд
- Лазаревић, Р. (2000): **Клизишта**. Друштво бујичара Југославије, Београд; 340 стр.
- Лазар, М. (1978): **Комплекс флишних и везаних кластичних стена**. Геологија Србије VII-2; Инжењерска геологија (Уредник: Коматина, М.), стр. 33-43. Рударско-геолошки факултет, Београд
- Метеоролошки годишњаци I и II (1961-90)**: Савезни хидрометеоролошки завод, Београд
- Ritter, D.F.; Kochel, R.C.; Miller, J.R. (1995): **Process Geomorphology (Third Edition)**. Wm. C. Brown Publishers, Dubuque; 544 p.

MARKO V. MILOŠEVIĆ
MILOVAN MILIVOJEVIĆ
JELENA ČALIĆ

S u m m a r y

ACTIVE LANDSLIDES IN LJIG MUNICIPALITY

On the territory of Ljig municipality, three zones with occurrences of landslides can be distinguished. The first and second zone are developed on Miocene loose sediments – on the right side of the Kačer River valley, and on the left side of the Ljig River valley. The third zone encompasses the central part of the municipality, where Cretaceous flysch dominates, and the landslides are less prominent than in the first two zones. Four distinctive examples of landslides are analysed in the paper: in the villages Ivanovci, Babajić, Veliševac and Liplje. The landslide scarp varies in shape and comes either in form of an arch or has some sharp bends. According to the genesis of the sliding plane, the landslides have been classified either as stratigene or morphogene. The sliding masses are differentiated in morphology and texture. The localities Veliševac and Liplje are classical landslides – blocks of sliding material move across clearly defined sliding surface, and there is no internal shear within the sliding mass. The textures are quite homogeneous, and the movement velocity is greatest on the sliding surface. On the other hand, the locality in Ivanovci is characterized by mass of fluid texture, which indicates inner movements and shear within the sliding mass. This process could be classified as a border-case between a landslide and an earthflow. There is no clearly defined sliding plane, and the velocity decreases from the surface towards the depth of the mass. The landslide at Babajić locality can also be classified close to the Ivanovci case, because the texture of the sliding mass is close to the case of an earthflow. It can be concluded that there is no clear morphological border between different varieties of mass movement processes, but the classification must be done according to the genesis of a landslide.