

Марко В. Милошевић

КЛИЗИШТА НА ТЕРИТОРИЈИ ГРАДА ЈАГОДИНЕ
- генетски фактори и последице -

БЕОГРАД, 2010

**GEOGRAPHIC INSTITUTE “JOVAN CVIJIĆ”
SERBIAN ACADEMY OF SCIENCES AND ARTS**

**SPECIAL ISSUES
№ 79**

Marko V. Milošević

**LANDSLIDES
IN JAGODINA MUNICIPALITY**

- GENETIC FACTORS AND CONSEQUENCES -

**BELGRADE
2010.**

**ГЕОГРАФСКИ ИНСТИТУТ „ЈОВАН ЦВИЈИЋ“
СРПСКЕ АКАДЕМИЈЕ НАУКА И УМЕТНОСТИ**

**ПОСЕБНА ИЗДАЊА
КЊИГА 79**

Марко В. Милошевић

**КЛИЗИШТА НА ТЕРИТОРИЈИ
ГРАДА ЈАГОДИНЕ**

- ГЕНЕТСКИ ФАКТОРИ И ПОСЛЕДИЦЕ -

**БЕОГРАД
2010.**

ИЗДАВАЧ / PUBLISHER

Географски институт „Јован Цвијић“ САНУ

11000 Београд, Ђуре Јакшића 9, РЕПУБЛИКА СРБИЈА

Geographical institute “Jovan Cvijić” SASA

11000 Belgrade, Djure Jaksica 9, REPUBLIC OF SERBIA

Telephone / fax: +381 11 26-37-597, E-mail: general@gi.sanu.ac.rs

ЗА ИЗДАВАЧА / ACTING PUBLISHER

Милан Радовановић/Milan Radovanović

Прихваћено на седници Научног већа Института 25.05.2009. /

Accepted at the meeting of the Scientific board of the Institute on May 25th, 2009

УРЕДНИК / EDITOR

Тивадар Гаудењи (Београд) / Tivadar Gaudenyi (Belgrade)

РЕЦЕНЗЕНТИ / REVIEWERS

Проф. др Предраг Манојловић / Prof. dr Predrag Manojlović

Проф. др Станимир Костадинов / Prof. dr Stanimir Kostadinov

Др Славољуб Драгићевић / Dr Slavoljub Dragičević

ЛЕКТУРА / LANGUAGE EDITING

Др Смилјана Ђорђевић Белић / Dr Smiljana Đorđević Belić

ТЕХНИЧКИ УРЕДНИК / TECHNICAL EDITOR

Марко В. Милошевић / Marko V. Milošević

КОРИЦЕ / COVER DESIGN

Милован Миливојевић / Milovan Milivojević

ШТАМПАЊЕ ОВЕ ПУБЛИКАЦИЈЕ ОМОГУЋИЛО ЈЕ

Министарство за науку и технолошки развој Републике Србије

PRINTING OF THIS PUBLICATION WAS SUPPORTED BY

Ministry of Science and technological development of the Republic of Serbia

ТИРАЖ / CIRCULATION

300

ШТАМПА / PRINTED BY

Службени гласник, Београд / Službeni glasnik, Belgrade

WEB ПРЕЗЕНТАЦИЈА / WEB PRESENTATION

<http://www.gi.sanu.ac.rs>

ФОТОГРАФИЈЕ НА КОРИЦАМА / COVER PHOTOS

Клизиште КБ 194; Солило, насеље Драгошевац (фото: М.В. Милошевић) /

Landslide 194; Solilo, Dragoševac (photo: M.V. Milošević)

Клизиште КБ 145; насеље Лукар (фото: М.В. Милошевић) /

Landslide 145; Lukar (photo: M.V. Milošević)

САДРЖАЈ

УВОД	7
ТЕОРИЈСКО – МЕТОДОЛОШКИ ОКВИР ИСТРАЖИВАЊА	8
Методe идентификације клизишта	12
Остале примењене методе	18
ГЕОГРАФСКИ ПОЛОЖАЈ	21
Просторна дистрибуција клизишта	23
ГЕНЕТСКИ ФАКТОРИ КЛИЗИШТА	27
Геолошке детерминанте развоја клизишта	28
Морфометријске детерминанте рељефа као услов развоја клизишта	43
Сеизмизам као генетски фактор клизишта	52
Морфогенетске и морфодинамички фактори развоја клизишта	61
Клима као генетски фактор клизишта	76
Антропопресија као генетски фактор клизишта	86
ДИНАМИЧКА КЛАСИФИКАЦИЈА КЛИЗИШТА	91
КЛИЗИШТА КАО ФАКТОР ТРАНСФОРМАЦИЈЕ ПРОСТОРА	96
Физиономске последице	98
Социо-демографске последице	106
Економске последице	109
ЗАКЉУЧАК	113
КАТАСТАР КЛИЗИШТА ГРАДА ЈАГОДИНЕ	117
SUMMARY	130
Литература	132

УВОД

Почетком марта 2006. године на територији града Јагодине забележена је активност већег броја клизишта. То је угрозило преко 45 домаћинстава и изазвало оштећење већег броја саобраћајница у селима Добра Вода, Дубока, Шантаровац, Шуљковац и Доњи Рачник. Из техничко-безбедносних разлога у Рајкинцу је том приликом исељено пет а Шуљковцу осам домаћинстава (Танјуг, 2006).

Обиласком простора захваћених овим колувијалним процесом, током марта 2006. године, утврдио сам да су на појединим локацијама већ постојали морфолошки елементи клизања који су настали у ранијим фазама развоја. То је отворило питање постојања системских истраживања ове колувијалне појаве на територији града. Постојање таквог скупа информација могло би обезбедити оптимално позиционирање стамбених и привредних објеката са становишта стабилности чиме би се избегле потенцијалне социо-економске последице.

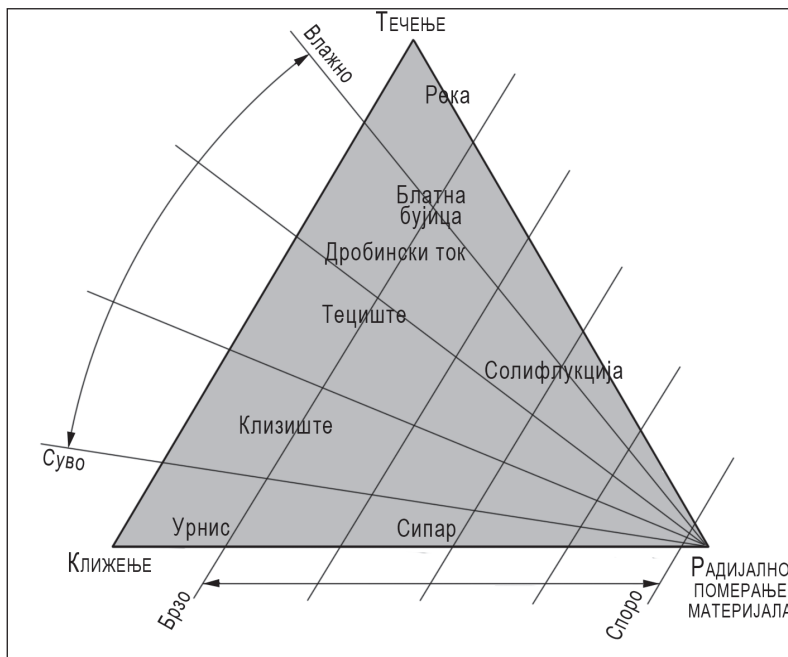
На непостојање системских истраживања ове колувијалне појаве на простору града Јагодине указује број објављених научних и стручних радова као и елабората који би третирали ову проблематику. Радови Живадина Степановића „Горњолевачки басен” (1962), „Левач” (1968) и „Неке урвине у Шумадији у 1970. години” (1971) представљају писане изворе који говоре о појави клизишта и то само у једном малом делу истраживане територије. Други извор о развоју овог колувијалног процеса на простору града Јагодине представљају тематске карте. Прва је *Геоморфолошка карта Србије размере 1:500 000*, на којој је представљено укупно 9 клизишта. На листовима *Лапово* и *Параћин основне геолошке карте размере 1:100 000*, ареално је представљено 19 клизишта, од чега су два у зони кристалних шкриљаца Црног врха.

Први задатак који је постављен приликом израде овог рада био је инвентаризација простора захваћеног клизањем (израда катастра) као и израда информационог система који је био потхрањен додатним информацијама прикупљеним на терену, битним за успостављање елементарног мониторинга над овим процесом.

У другој фази приступило се систематизацији физичко-географских карактеристика 174 картираних клизишта као и њиховој генетској анализи. Тиме је утврђено генетско или модификационо својство појединих физичко-географских и антропогених фактора битних за развој овог колувијалног процеса на територији града Јагодине. Утицај клизишта као фактора квалитативне трансформације простора анализиран је посредством насталих објективних и субјективних последица.

ТЕОРИЈСКО - МЕТОДОЛОШКИ ОКВИР ИСТРАЖИВАЊА

Гравитација представља геоморфолошки агенс који утиче на егзогене процесе. Дејством ендогених и егзогених процеса природна равнотежа падина може бити нарушена што доводи до гравитационог покретања стенских маса и стварања колувијалног процеса. Покренуте стенске масе доводе до морфолошке трансформације топографске површине представљене новонасталим ерозивним и акумулативним облицима. Том приликом настају клизишта, тецишта, урниси, сипари. Основни критеријуми који условљавају диференцијацију ових процеса и облика су влажност и брзина покренуте масе с обзиром да им је сила гравитације заједнички именитељ. На скици 1. приказана су три примарна типа падинских процеса – клижење, течење и радијални покрети материјала.



Скица 1. Тернарни дијаграм типова падинских процеса
према Carson & Kirkby (1972).

Основа: Ritter et al., (1995)

Figure 1. Ternary diagram of slope processes types
adapted from Carson & Kirkby (1972).

Source: Ritter et al., (1995)

Код клижења стенски материјал помера се преко јасно дефинисане клизне површине док се у самој клизној маси не јавља унутрашње трење.

Додатним повећањем влажности јавља се појава унутрашњег кретања и трења унутар покренуте масе. Она се креће по недефинисаној клизној равни где се брзина кретања смањује од површине према дубини. Оваква појава детерминисана је као тециште. Са још већим повећањем влажности ови процеси прелазе у дробинске токове, блатне бујице, итд. Како између одређених колувијалних процеса често не постоји оштра морфолошка граница, за прецизно детерминисање истих неопходно је познавање саме генезе процеса.

Клизишта представљају колувијалан процес који има своје ерозивне и акумулативне морфолошке елементе.

Према дефиницији Раденка Лазаревића (2000) клизишта представљају „споро, постепено или релативно брзо и изненадно кретање (цепање-обурвавање-клижење) површинских растреситих и неотпорних слојева”.

По Драгутину Петровићу (1977) клизиште је „цепање и клижење растреситих слојева на одсецима и стрмим падинама”.

Varnes (1984) под клизиштима подразумева „сва кретања низ падину тла или стена изнад површине смицања или изнад релативно танке зоне раванских деформација у терену”.

Мирослав Марковић и сар. (2003) клижење дефинишу као „споро, смичуће (транслаторно) кретање појединачних честица или крупних блокова по јасно дефинисаним површинама кретања”.

„Клизиште је део терена који се транслаторно или ротационо помера преко стабилне подлоге или је то део терена у коме су сачувана структурна и морфолошка својства створена процесом клижења”. Ова дефиниција, Мирка Лазића (1991), би се могла сматрати најкомплетнијом јер њом се клизишта сагледавају и као процес али и као облик у рељефу.

Основни морфолошки елементи клизишта су тензионе пукотине, клизни одсек, клизна равна и клизна маса. Тензионе пукотине представљају хронолошки примаран облик који указује на почетак процеса клизања као и на потенцијалну површину угрожену овим процесом. Оне могу и да укажу на даљи правац ширења већ постојећих клизишта. Клизни одсек је ерозивни елемент позициониран у непоремећеном делу који остаје по повлачењу покренутог дела топографске површине. Клизна равна (клизна површина, подлога клизишта) представља стабилну и непокретну стеновиту масу дуж које се врши кретање клизне масе. Литолошки састав клизне равне може бити истог или различитог састава у односу на клизну масу. Клизна маса (тело

клизишта) представља покренути део литолошких структура чије кретање се одвија између клизног одсека и клизне равни. Хипсометријски најнижи а уједно и најдинамичнији део клизне масе и самог клизишта представља ножица клизишта. Површина клизне масе може задобити облике различитих морфометријских карактеристика, као последицу одређеног кретања.

Услед великог броја фактора и степена развијености клизишта, у раду је примењена генетска класификација и класификација према дубини развијености овог колувијалног процеса. Према принципу генетске класификације Лазаревића (2000), у раду је извршена систематизација картираних клизишта на стратигена, морфогена и термогена. Према дубини развијености овог колувијалног процеса, извршена је подела на површинска или „тепих” клизишта (Vognar, 1996) до 1m дубине, плитка до 5 m, дубока до 20 m и врло дубока преко 20 m.

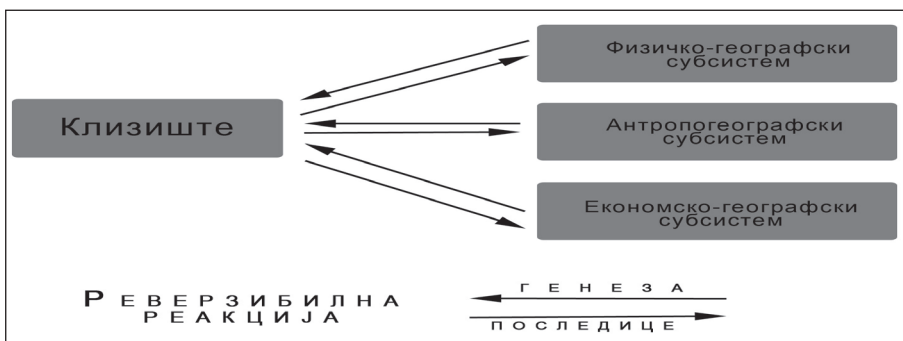
Географски методолошки оквир проучавања клизишта огледа се у два приступа: дисциплинском и проблемском.

Дисциплински приступ изучавања овог процеса иманентан је географима дуалистичке орјентације који третирају индивидуално субсистеме географског омотача. Овакав приступ често може да код физичких географа - геоморфолога развије методолошку орјентацију која је ближа суседним природним наукама (геологији, грађевини, шумарству, итд) него матичној науци. У њиховом приступу човек се не третира као субјект већ као објект физичког света, због чега може доћи до изостанка посматрања човека као генетског фактора овог процеса. Традиционални хоролошко методолошки оквир истраживања клизишта са елементима квалитативне анализе и одсуством систематизације налазимо у радовима Мартиновића (1977, 1983), Степановића (1965, 1971), Ршумовића (1960) и Динића (1979). Томислав Ракићевић (1967) клизишта проучава индиректно, са становишта генезе хидролошких објеката условљена развојем овог колувијалног процеса. Мирослав Оцокољић (2001) улогу географије у изучавању елементарних непогода тиме и клизишта види у проучавању учесталости појављивања, регионализације (географска заступљеност), хронологије појављивања и могућности прогнозирања.

Проблемски приступ има методолошко утемељење у монистичком географском приступу. Методолошка операционализација овог приступа, у основи холистичка, синергизује четири елемента: генезу (узрочност и процесуалност), системност, хорологију (територијалност) и хуманост. Грчић (2000) истиче „... да би створили целовиту слику света географима није довољно да оперишу само чињеницама из сфере сцијентизма, потребан је и несцијентистички (хуманистички) приступ у смислу људских интереса

и система вредности који је укореењен у култури, религији, историји и традицији”.

Третирање човека као субјекта „физичког света” методолошки уводе Лазаревић (2000), Манојловић (1989) и Гавриловић (1994). Ови аутори указују на промене геоморфолошких и хидролошких процеса под утицајем антропогених фактора као и на значај изучавања и картирања клизишта, урниса и бујица (Лазаревић, 1996, 2000; Гавриловић, Гавриловић, 2000) Као последица великог броја фактора и степена развијености изучавања и картирања клизишта, урниса и бујица (Лазаревић, Р. 1996, 2000; Гавриловић, Гавриловић, 2000). Драгићевић (2006) и Мустафић (2007) врше интернизацију антропопресије као једног од примарних фактора и модификатора рецентних ерозионих процеса. Прве елементе анализе реверзибилног односа елементарне непогоде – географски субсистеми налазимо у раду Љиљане Гавриловић (1981). Ова ауторка у проучавању поплава Србије XX века анализира утицај поплава као фактора трансформације простора.



Скица 2. Географски методолошки оквир проучавања клизишта.

Figure 2. Geographical-methodological framework for landslide research

Елементемонистичкоггеографскогприступауизучавањуелементарних непогода налазимо у методолошкој поставци Ивана Гамса (1983). Овај аутор даје најпотпунији методолошки оквир за изучавање елементарних непогода, тиме и клизишта, при чему истиче три аспекта географског истраживања непогода: проучавање генезе, човекова перцепција последица насталих дејством елементарних непогода и проучавање угрожене територије. Овај аутор, такође, наводи да постојање људске свести о потенцијалном дејству одређене елементарне непогоде смањује број жртава и истиче велики значај проучавања елементарних непогода које долазе ретко (Гамс, 1983).

Методe идентификације клизишта

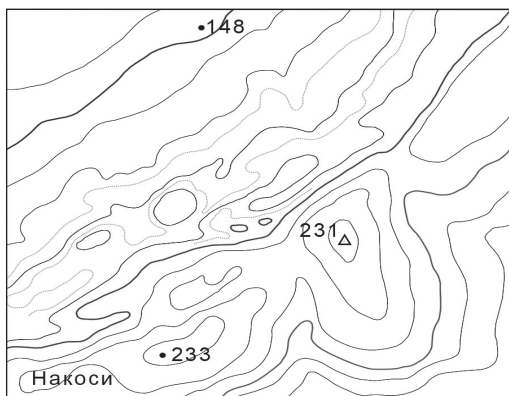
Распрострањеност клизишта на територији града Јагодине, тачна локација, њихови морфолошки елементи као и површина која је захваћена овим процесом утврђена је применом одговарајућих теренских и кабинетских метода.

Метод елиминације представља примаран корак у истраживању клизишта. Овим методом искључују се сви ареали у којима нису испуњени примарни услови за развој клизишта. Референтни критеријуми елиминације су геолошки и морфогенетски (Милошевић и сар. 2006). Геолошки критеријум подразумева одсуство клизишта на чврстим и компактним стенским масама – кречњацима, доломитима, магматитима (габро, дијабаз, гранит, дацит...), као и у растреситим седиментима фација поводња, корита и мртваја. Под морфогенетским критеријумом подразумева се одсуство овог колувијалног процеса у алувијалним равнинама, речним терасама, флувијалним подовима, флувиокрашким долинама, итд.

Топографске карте размере 1:25.000 су погодне за кабинетску идентификацију клизишта због детаљног приказивања морфологије терена. Топографске карте ситнијег размера (ТК50, ТК100) због већег степена генерализације имају мањи значај за препознавање овог колувијалног процеса. Интерпретација топографских карата заснива се на анализи интервала и паралелности суседних изохипси као потенцијално могућих индикатора клизишта. У случајевима великих флукуација интервала краћих дистанци и неподударност изохипси, затим уколико су нагиби и правци отицања хаотични и неконформни у односу на главни реципијент с великом сигурношћу се може рачунати на појаву клизишта (Лазаревић, 2000).

Поједини елементи клизишта, као што су клизни одсек, трбух клизишта и клизна ножица су у потпуности сачувани захваљујући еквиливанци од 10 m и помоћним изохипсама (5 и 2,5 m).

Лимитирајући фактори примене овог метода су површина клизишта и година снимања терена на основу кога су урађени садржаји карата. Садржаји ТК25 које су коришћене у раду одговарају стању терена из 1971. и 1977. године. Клизшта која су формирана после овог периода не могу се детектовати овим методом без обзира на димензије. Минимална површина коју клизиште мора да поседује да би било „видљиво” на ТК25 износи приближно 3.000 m² (КБ 047). Клизшта мање површине не могу се са сигурношћу утврдити ни детектовати.



Скица 3. Картографски приказ клизишта (Белички клизни појас), на десној долинској страни Белице (ТК25, лист Драгоцвет)
 Figure 3. Landslide zone on the right side of the Belica River valley (topographical map 1:25.000, sheet Dragocvet)

Фитоиндикатори клизишта представљају метод рекогносцирања клизишта на основу којих се могу утврдити морфогенеза, стратиграфија и релативна хронолошка датација процеса. Критеријуми на основу којих се утврђују претходно наведене карактеристике су физиономија стабла и ареали распрострањености одређених фитоценоза.

Као последица клизања долази до квалитативне трансформације биотопа која најчешће излази из оквира еколошке валенце биљних заједница које су настањивале простор пре овог колувијалног процеса. До ове трансформације долази у зони где је повећана засићеност водом, односно зони између клизне равни и клизне масе. Сада се у таквој средини формирају хигрофитне биљне заједнице на основу којих можемо са сигурношћи детерминисати клизишта али и квалитативне карактеристике клизне равни.

На територији града Јагодине детектовано је неколико биљних врста (табела 1.) које су указивале на појаву клизишта.

Табела 1. Фитоиндикатори клизишта идентификовани на територији града Јагодине.

Table 1. Phytoindicators of landslides identified in the wider area of Jagodina

Латински назив	Домаћи назив	Карактеристике биотопа
CAREX SP. CUPERACEAE	Шаш, зелена оштрица	тло од иловаче, влажна средина
LYTHRUM SALICARIA LYTHRACEAE		влажна средина
RUBUS CAESINS	Дивља купина	тло од иловаче, влажна средина
TYRNA LATIFOLIA (TYRNACEAE)		влажна средина
SALIX ALBA SALICAEAE	Врба	влажна средина

На основу зелене оштрице (*Carex* sp. Cyperaceae), као верног пратиоца глиновитог земљишта, утврђена је појава глиновитих сочива која су представљала клизну раван за велики број плитких клизишта (КБ 194) у неогеним песковима.



Скица 4. Фитоиндикатори клизишта:
а) *Typha latifolia*; б) *Carex* sp. Cyperaceae.
Figure 4. Phytoindicators of landslides:
а) *Typha latifolia*; б) *Carex* sp. Cyperaceae



Скица 5. Фитоиндикатори клизишта: а) *Salix alba* Salicaceae (врба);
б) *Lythrum salicaria* Lythraceae
Figure 5. Phytoindicators of landslides: : а) *Salix alba* Salicaceae (willow);
б) *Lythrum salicaria* Lythraceae

Потенцијални носилац информација о динамици клизања може бити морфологија стабла. На основу облика може се утврдити да ли је овај колувијални процес рецентан или пасиван. На скици 6. представљен је хаотичан распоред дрвећа, који одступа од природног положаја и нагиба (нагнута и полегла стабла) што се означава као *пијана шума* (б). У зони цирка (између клизне равни и клизне масе) стабла су нагнута уз падину а на чеоној страни клизне масе низ падину. Ова појава је карактеристична за клизишта дубине до 5 m, док се за веће дубине овај индикатор не може са сигурнишћу користити.



Скица 6. Примери сабљолике (Реснички поток, Коларе)
и пијане шуме (Дубочки поток, Добра Вода).
*Figure 6. Examples of saber-shaped trees (the brook Resnički Potok, Kolare)
and drunken forest (the brook Dubočki Potok, Dobra Voda)*

Други тип према физиономији стабла је *сабљолика шума* (а). Ова форма настаје када силе узгона (осматски притисак) не успевају да надјачају овај колувијални процес. Примиривањем процеса, долази до поновног успостављања равнотеже и силе узгона добијају примат, чиме стабло задобија форму блиску ћириличном слову Ј. Овим методом се утврђује динамика клизишта која указује на минималну декадну примиреност процеса.

Деформације изграђених објеката је метод идентификовања клизишта у раним фазама развоја када још увек не постоје морфолошки елементи клизања терена. До формирања деформација долази при стварању и најмањих денivelација терена.



Скица 7. Стаза одвојена од зграде (а) и елипсasti обим бунара (б). Клизиште КБ 176
Figure 7. The path separated from a building (a) and elliptical outline of a well (b). Landslides КБ 176⁹

Одвајање спољних зидова и стаза од зграде, полегла ограда или елипсasti обим бунара (скица 7), деформисана столарија (заглављени прозори и врата) само су неке од деформација које се формирају на објектима који се налазе на нестабилним теренима.

⁹ КБ stands for a number in the Landslide cadastre on page 117

Ономатолошки метод је до сада у географији коришћен углавном за истраживања етничких и антропогеографских процеса. Милован Радовановић¹⁰ (2004) наводи речи познатог ономастичара Петра Шимуновића који говори о топономастици као довољно поузданом документу: „За називе с правом тврдимо да су споменици људског памћења, језичке и повјесне окамине које у себи сабирају битне спознаје о прошлости и краја и народа”. Тим трагом су пажљиво проучени и топономи са територије града Јагодине чије би значење могло да се повеже са датим процесом. Утврђено је да постоје топоними који указују на овај колувијални процес директно и индиректно. Индиректни топоними најчешће се односе на последице клизања, а главни разлози постојања су велика старост клизишта и насеобински дисконтинуитет ових простора. Како су људи били суочени са геодиверзитетом насталим под утицајем овог колувијалног процеса, давани су називи предела према његовим најкарактеристичнијим елементима.

Најчешћи индиректни топоними који указују на клизишта су *баре и језера*. Топоним *баре* среће се у области Буковичко-рибничког клизног појаса у атару села Рибник (Радић, 1986) и на обронцима Јухора у атару села Главинци (Радић, 1986). Најчешће после кише долази до замочваривања овог земљишта које је у прошлости представљало велике баре. Топоним *језеро* среће се у области Беличког клизног појаса у насељу Бунар, Буковичко-рибничком клизном појасу у атару села Буковче, у Драгошевцу и Вољевачком потоку (Радић, П. 1986). Предела који су везани за овај топоним најчешће су представљени удолинама у којима се сакупља вода после обилнијих падавина позиционираних између клизног одсека и клизне масе и која су некада представљала језера.

У самом насељу Добра Вода налазимо директни топоним - *Урвина*.

Овај топоним несумњиво говори о рецентности процеса клизања на овом локалитету као и о присуству континуиране свести код локалног становништва. Током теренских истраживања на овом локалитету су картирана три клизишта (КБ 011, 012, 013) чија је последња активност забележена 8.03. 2006. године.

Историјско-археолошки метод подразумева рекогносцирање клизишта на основу положаја артефаката и на основу одређене историјске грађе. Сам археолошки метод подразумева пре свега утврђивање дубине на којој је пронађен неки артефакт као и период коме припада. У атару села Рајкинац на дубини од 4-5 метара пронађена је бронзана статуета оријенталне богиње плодности Изиде Фортуне¹¹ (Ветнић, 1976). Према грађевинском материјалу

¹⁰Радовановић, М. (2004). *Етнички и демографски процеси на Косову и Метохији*. Либер-прес. 187-233. Београд

¹¹Ветнић С., (1976). *Рајкинац, Светозарево. СР Србија*. Завичајни музеј Светозарево, заједница културе, месна заједница Рајкинац. Стр 1-31. Светозарево

закључено је да се предмет, који потиче из IV века, налазио у затрпаном светилишту под отвореним небом. Позиционирањем овог локалитета путем GPS-а, утврђено је да је артефакт лежао на клизној маси клизишта (КБ 036) које се активирало током марта 2006 године. Историјски извори указују да је почетком XIX века пространо клизиште на северној падини Ђурђевог брда затрпало пут који води од Јагодине, косом Ћелијан, до Шуљковца, а овде се пребацује у Лугомирску долину и иде ка Левчу (Ветнић, 2006). Нанос је склоњен у време кнеза Михајла. У прилог прецизнијој датацији иде у мају „на Светог Ђорђа 1814.” пао „обилан нанос снега који је поломио гране у вртовима и учинио много штете” (Опра, 1998). Ово наводи на претпоставку да је предходно наведено клизиште настало управо у овом периоду, с обзиром да хидрометеоролошки услови квалитативно одговарају развоју овог колувијалног процеса.

Сателитски снимци комерцијалних сајтова (Google earth) који су доступни путем интернета коришћени су за детерминисање клизишта као и за проверу оних која су картирана током опсервације терена. Само клизишта са високом амплитудом (преко 20m) између клизног одсека и клизне масе су се без предходних и додатних анализа могла са сигурношћу констатовати (Белички и Буковичко-рибнички клизни појас) што није било својствено клизиштима мањих димензија.

Информације о најновијим клизиштима и датумима њихове активности прикупљене су путем *интервјуисања* локалног становништва. За лоцирање већег броја клизишта ово је представљало једини начин идентификације. Тако су утврђени периоди и последице активности клизишта у последњих шездесет година. Појаве већег броја клизишта на територији Јагодине забележене су током 1942, 1956, 1962, 1970, 1979, 1995, 1999, 2006. и 2007. године.

Остале примењене методе

Геоморфолошко рекогносцирање терена се састојало у прикупљању квалитативних података о клизиштима *in situ*, неопходних за анализу генетских фактора, генетску класификацију, као и за даље усмеравање истарживања. Прикупљени подаци приказани су у виду скица и карата које садрже податке о литологији и литолошким односима, морфолошким, хидролошким и тектонским карактеристикама, оштећеним објектима као и другим подацима до којих се долази визуелним путем.

Метода анализе вертикалних промена у серијама се заснива на анализи вертикалних промена фација различитог гранулометријског састава.

Под утицајем тектонских, климатских и физичко-географских флукуација временом долази до промене услова седиментације и појаве ритмичности седимената. Простору града Јагодине, на основу морфоструктурне реконструкције за период неогена, одговарао би *полуотворени епиконтинентални модел седиментације*. То подразумева да су у погледу литологије заступљени косослојевити пешчари, алевролити и пелити (Грубић, и сар., 1996), чији се положај у вертикалном пресеку мења у зависности од положаја и морфологије обалске линије током неогена. У зависности од односа положаја фација различитог гранулометријског састава дошло се до детерминисања потенцијалних структурних клизних равни.

За утврђивање просторног размештаја клизишта и њиховог односа у простору према релевантним геолошким и геоморфолошким структурама коришћен је *картографски метод*. У аналитичкој фази овај метод је коришћен за картирање клизишта као и интерпретацију, чиме се дошло до квалитативно нових сазнања која нису прошла кроз поступке картирања. Овим је постигнута гносеолошка улога картографског метода (Љешевић, М. 2000). У синтезном делу рада поступцима тематске картографије урађена је карта са потенцијално угроженим зонама процесом клизања.

Морфометријски метод је коришћен за утврђивање зависности клизишта од одређених нумеричких вредности рељефа. Ту се пре свега подразумева нагиб, надморска висина, експозиција, вертикална рашчлањеност, први тренд вертикалне рашчлањености рељефа. Анализом ових фактора може се утврдити постојање регионалних геоморфолошких структура које би могле условити системску појаву овог колувијалног процеса. Да би се што тачније сагледала генетска веза одређених релевантних фактора као основна територијална јединица узето је јединично поље величине 50 x 50 m односно ареал површине 2500 m².

За анализу квантитативних обележаја 174 картирана клизишта као и при изради изохијетне карте коришћене су одређене дескриптивне и функционалне *статистичке методе*. Ове методе су коришћене и у циљу утврђивања граничних вредности обележаја које ће иницирати развој овог колувијалног процеса. Од дескриптивних статистичких метода у раду су примењене аритметичка средина, стандардна девијација, интерполација и екстраполација. Да би утврдили потенцијалну повезаност односно јачину и карактер веза између појединих квантитативних и квалитативних обележаја примењене су функционалне статистичке методе – регресиона анализа, факторска и кластерска анализа. Целокупна статистичка обрада је реализована уз помоћ Microsoft Excel-а.

Географски информациони систем (ГИС) представља рачунарски систем за прикупљање, претраживање, анализу и приказ географских података. У раду су коришћени векторски и растерски ГИС. Основни извори података за креирање ГИС-а биле су папирне карте (ОГК, ТК25), писане информације и дигиталне датотеке.

Први корак био је сачињавање дигиталног модела висина (ДМВ) високе резолуције на основу топографских карата размере 1 : 25.000, у Гаус - кригеровој пројекцији. Зато су најпре скенирани топографски листови 1 : 25.000 чиме је аналогни материјал трансформисан у дигитални облик.

Добијена растерска подлога је потом геореференцирана уз помоћ програма IRAS/C, а затим су векторизовани картографски елементи релевантни за изучавање овог колувијалног процеса: изохипсе (осим помоћних), речна мрежа, геологија, путна мрежа и насеља, границе катастарских општина. Векторизација ових садржаја је реализована уз помоћ програма Microstation и Geomedia. Грешка при геореференцирању је износила $\delta < 2,5\text{m}$, односно до 1 mm на карти.

Изохипсе су дигитализоване као континуиране линије у 2 D-у, односно није им додељена висина. По завршеној дигитализацији извршена је контрола топологије уз помоћ MRF CLEAN i MRF FLAG, односно провера да ли се линије које геометријски представљају изохипсе не секу или да немају одређене дисконтинуитете у простирању. Потом је у Microstation у модулу за 3D додељена висина изохипсама и на тај начин је добијен тродимензионални цртеж. Експортовањем тродимензионалног цртежа у dxf створена је могућност да се он импортује у GLOBAL MAPPER и IDRISI.

Коришћењем GPS пријемника на терену директно су прикупљени подаци о положају клизишта у дигиталној форми. То подразумева одређивање тачног географског положаја (x, y, z) клизишта. За потребе овог рада на територији града Јагодине извршено је позиционирање клизишта на основу чега је сачињен земљишни регистар односно катастар клизишта.

Катастар садржи податке о локацији клизишта који су дати у координатном систему Гаус-кригерове мреже 7 зоне (x, y) и географске дужине и ширине у WGS 84 (φ , λ). Укупна грешка одређивања позиције клизишта је $\pm 6\text{m}$, изузев неколицине позиционираних у "V" долинама која су услед морфолошке изолованости имала укупну грешку $\pm 20\text{m}$. Остали атрибути које садржи катастар су назив катастарске општине, одређенији локалитет, тип стене, дубина клизишта, подаци о динамици процеса и намена површина. За позиционирање и картирање клизишта коришћен је GPS пријемник марке TRIMBLE JUNO. Према структури података картирана клизишта представљена су тачкама и полигонима. Клизишта чија је површина $P < 6000\text{ m}^2$, представљена су тачкастом јединицом која се састоји од координатног пара x, y , а при површини $P > 6000\text{ m}^2$ представљена су полигонском јединицом која се састоји од скупа координатних парова x, y .

За утврђивање корелације између картираних клизишта и одређених физичко-географских фактора коришћен је растерски ГИС програм IDRISI.

У овом програму је генерисан дигитални модел висина (ДМВ) у облику јединичног поља величине $50 \times 50\text{ m}$, на основу дигитализованих изохипси у Microstation. Подаци су у растерском ГИС-у развојени у картографске слојеве који су регистровани у истом координатном систему. Један картографски слој садржи само једну врсту података (геологија, морфометрија, клизишта, вегетација). Даљом просторном ГИС анализом добијен је нови картографски слој (потенцијалне зоне клизишта) који представља резултат комбинације постојећих слојева (морфометрија, литологија, клизишта).

ГЕОГРАФСКИ ПОЛОЖАЈ

Математичко-географски положај територије града Јагодине одређен је географским координатама екстремних тачака њене административне границе:

- најсеверније тачке (N) – 44°07'26,26"
- најјужније тачке (S) – 43°50'21,14"
- најзападније тачке (W) – 21°03'13,69"
- најисточније тачке (E) – 21°22'28,60"

Растојање између ових екстремних тачака у правцу север-југ износи 31,3 km, а исток–запад 22,4 km. Град се налази у средишњем делу северног умереног појаса и источној Земљиној полулопти у средњеевропској часовној зони. Највиша тачка општине је на 708 m н.в. (Црни врх) на простору КО Горње Штипље, а најнижа на 105,2 m н.в. у насељу Милошево, где Велика Морава пресеца административну границу града.

Висинска разлика између највише и најниже тачке износи 601,8 m. Просечна надморска висина територије града је 229,5 m. Терен је нагнут од југа према северу и од запада према истоку, а генерално гледано од југозапада према северу – североистоку.

Територија града Јагодине позиционирана је на контакту Перипанонске низије и Српско-македонске масе, што дефинише *физичко-географски положај*.

Град Јагодина, површине 470 km², обухвата северни део Горњовеликоморавске котлине, долину Белице, Лугомира и доњи ток Осанице, што га регионално-географски детерминише као поморавски град.

Према *административно-географском положају* град је позициониран у централној Србији на траси мултимодалног коридора X. Према закону о територијалној организацији Републике Србије, Јагодина има статус града, кога сачињавају 53 насеља (Службени гласник 129/07), једно градско и 52 сеоска насеља. Град Јагодина (насеље) је и административни центар Поморавског округа коме поред Јагодине припадају општине Параћин, Ћуприја, Свилајнац, Деспотовац и Рековац.

Граничи се са осам општина, и то: на северу са општином Свилајнац, североисточно општином Деспотовац, северозападно општином Баточина, на истоку и југоистоку граничи се са општинама Параћин, Ћуприја и Варварин на западу општином Крагујевац и југозападно општином Рековац.

Од укупне дужине административне границе територије града (139,7 km) само 15 % је природно, односно простире се дуж гребена и развођа, што говори о врло ниском степену природне аутономности. То доказују и транзитни токови Велике Мораве, Лугомира и Осанице, док се слив Белице, иако се једним изворишним краком простире изван територије града, може сматрати домицилним током.



Скица 8. Географски положај града Јагодине

Figure 8. Geographical position of Jagodina

Просторна дистрибуција клизишта

На територији града Јагодине идентификовано је и картирано укупно 174 клизишта. На основу распрострањености овог колувијалног процеса, на територији града су се издиференцирале три зоне:

- зона без појаве клизишта;
- зона са појединачним појављивањем клизишта;
- зона са системском појавом клизишта.

Методом елиминације као и теренским истраживањима утврђени су простори на којима не постоји физичкогеографска предиспонираност за развој овог колувијалног процеса.

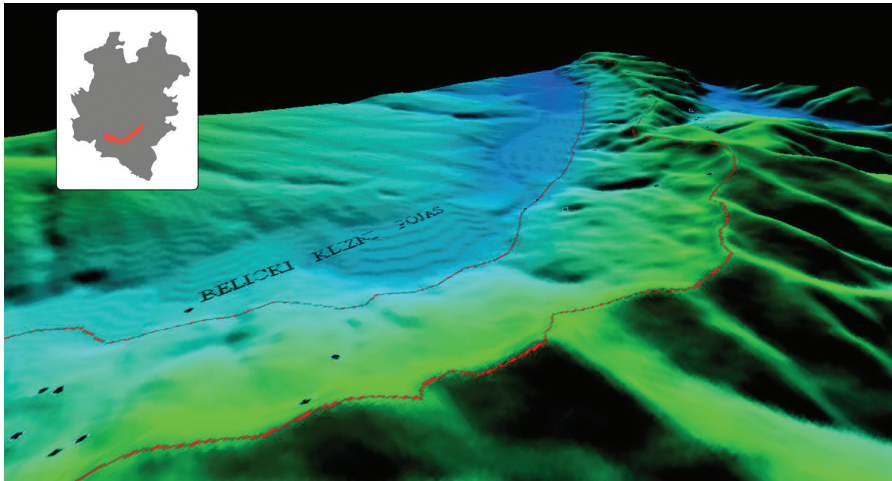
Морфогенетски типови рељефа одређеног морфометријско - литолошког састава као што су алувијалне равни, речне и језерске терасе, одсеци, плавине представљају места одсуства клизишта. Ова зона обухвата просторе, широко развијеног долиноског дна Велике Мораве, речне терасе на левој долиноској страни Белице, алувијалне равни Белице, Лугомира, Осанице, језерске терасе на простору КО Међуреч и Ковачевац као и просторе у хипсометријском појасу изнад 500 m н.в.

Зона са појединачним појављивањем клизишта карактеристична је за планинске ободне Црног Врха и Јухора. Генеа ових клизишта детерминисана је локалним условима представљеним елувијално-делувијалним творевинама. На Црном врху овај колувијални процес развијен је у горњим токовима Штипљанске реке, Јошаничког потока, Бешњаје и Градске реке. Од укупног броја картираних клизишта на ову зону отпада 7,5 %.

Системска појава клизишта карактеристична је за неогене котлинске пределе територије града. На овом простору развој клизишта је детерминисан регионалним геолошким и морфолошким структурама тако да је развијеност знатна. У овој зони налазе се ареали са просторно континуираним развојем клизишта који ће у даљем раду бити означени као *клизни појасеви*. То су Белички и Буковичко-рибнички клизни појас.

Белички клизни појас простире се на десној долиноској страни Белице у ширини од 11.550,52 m. Код овог клизног појаса констатовани су структурни и морфолошки индикатори клизања док су рецентни процеси утврђени само као секундарне појаве (Милошевић, М.В. и сар. 2009). Клизште почиње од самог гребена, а уједно и развођа Белице и Лугомира, дужине која варира у распону од 1.870 m до 313 m. Појас се континуирано простире од ушћа Врбског потока и Белице на западу до југозападног обода брда Ћелијан (насеље Трнава) на истоку. У том појасу Белица не прима ни једну десну притоку тако

да је отицање ендореично. Површину коју захвата овај појас износи 10,49 km², што чини 2,2 % од укупне површине територије града Јагодине. Дуж овог клизног појаса лоцирана су четири насеље: Шуљковац, Шантаровац, Бунар и Врба (Горња Врба). Просечна висинска амплитуда између клизног одсека и најниже топографске тачке клизишта, која представља контакт са алувијоном Белице, износи 93 m.



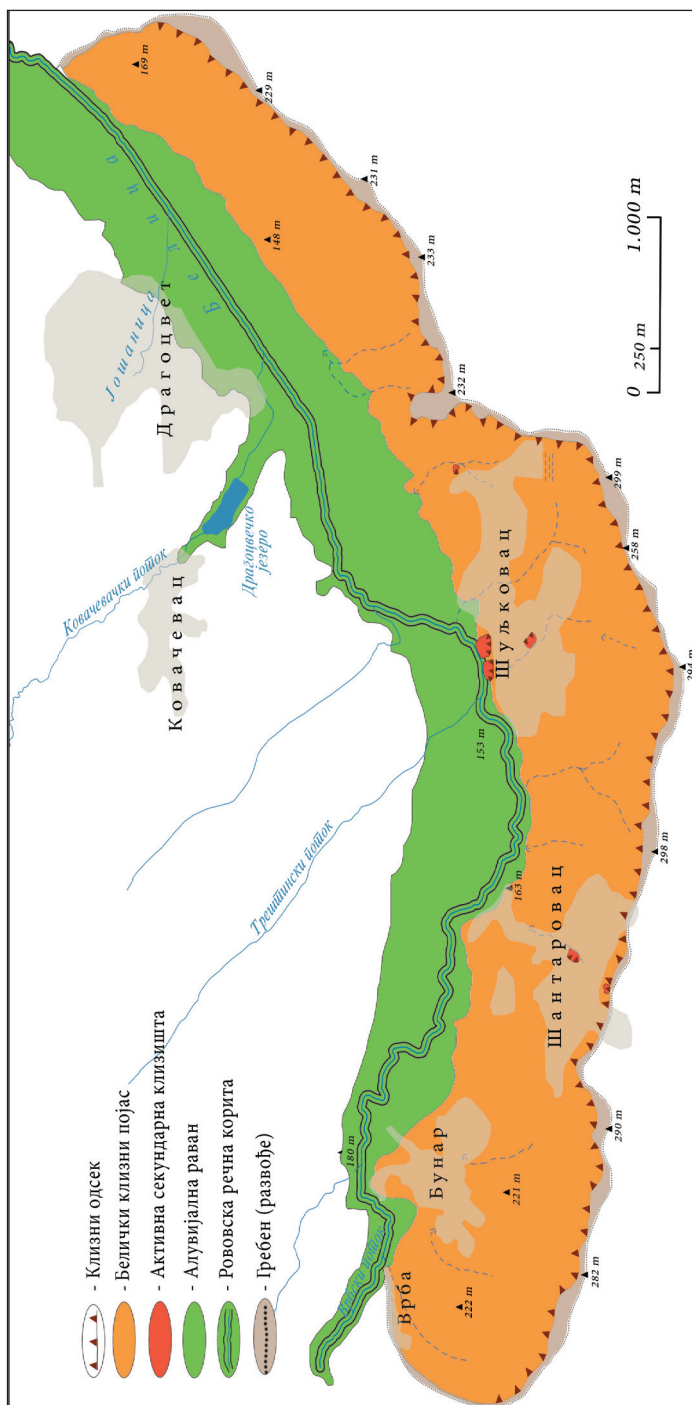
Скица 9. Белички клизни појас (генерисано из ДМВ).
Figure 9. Belica sliding zone (generated from a DEM)

Буковичко-рибнички клизни појас лоциран је на северозападном ободу Јагодинско-параћинске котлине. Појас се простире од развођа Сувог потока (центар села Буковча) до брда Градац. Ширина овог клизног појаса износи 2.328,5 m са једним малим дисконтинуитетом у дужини од 150 m. Дужина клизишта варира од 1.551,7 m до 325,8 m. Површина овог клизног појаса на коме су лоцирана насеља Буковче и Рибник износи 0,99 km², док је просечна висинска амплитуда 71 m.

Системска појава клизишта констатована је у сливовима Лугомира, Белице, Осанице и долинама мањих речних токова на источном ободу Јагодинско-параћинске котлине.

У сливу Лугомира клизишта су развијена гледано по субсливовима дуж оба саставка Лукарског потока, Церовачком, Брестовачком, Рикавачком и Ресничком потоку као и Језернику.

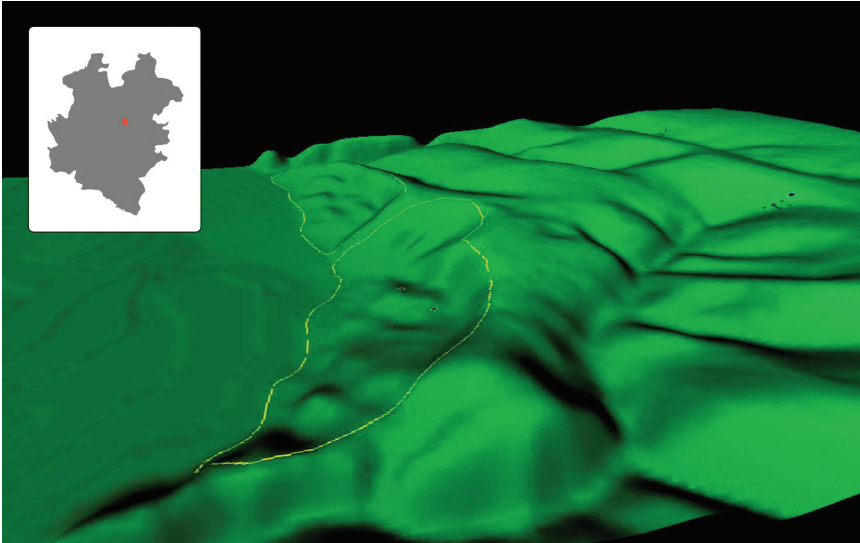
У сливу Белице овај колувијални процес развијен је на долинским странама Таборског, Јеличког, Слатинског, Врбског, Лозовичког и Вољевачког потока, као и у доњем току Штипљанске реке.



Скица 10. Белички клизни појас
Figure 10. Belica sliding zone

У долини Осанице овим процесом захваћене су долинске стране Вучковског и Врвинског потока (притоке Врановачког потока).

На источном ободу Јагодинско-параћинске котлине у долинама Рајкиначког (Богданов поток), Дубочког (горњи ток), Велућког, Доловског и Сувог потока развила су се клизишта како на долинским странама тако и изворишним челенкама ових токова.



Скица 11. Буковичко-рибнички клизни појас (генерисано из ДМВ).

Figure 11. Bukovica-Ribnica sliding zone (generated from a DEM)

ГЕНЕТСКИ ФАКТОРИ КЛИЗИШТА

Велики је број фактора чије деловање утиче на нестабилност топографске површине. Међутим значај сваког од њих не би требало сагледавати аутономно већ управо кроз синергизовано дејство са осталим факторима. Зато би се сви генетски фактори који утичу на динамику и интезитет развоја клизишта могли у основи поделити на *услове* и *процесе*.

Неогени седименти поремећене структуре под одређеним нагибом топографске површине представљају део услова на које треба да делују одређени процеси (флувијална, хемијска ерозије, сеизмизам, падавине) јаког интензитета, потребни да се изазове овај колувијални процес. Услови и процеси чији утицај није од значаја за иницирање, а утичу на интезитет и динамику, могу се сматрати модификаторима развоја овог колувијалног процеса.

Под условима се сматрају *геологија* (литологија, неповољно орјентисани дисконтинуитети, кора распадања), *морфометрија* (нагиб, експозиција топографске површине) и *морфогенеза* (морфолошки и генетски типови рељефа).

Примарна систематизација процеса је подела на ендегене и егзогене. Ендегени процеси су *сеизмизам* и *неотектоника* док егзогене процесе представљају *геоморфолошки процеси* (денудација и хемијска ерозија, суфозија), *падавине* и *антропогени процеси* (неадекватно одржавање дренажних система, оптерећење топографске површине, неисправност водовода и канализације).

Геолошке детерминанте развоја клизишта

Геолошка грађа терена представља припремни узрочни чинилац клизишта. Анализа геолошких карактеристика којима је предиспониран терен за развој клизишта може се сагледати кроз:

- палеогеографску анализу простора;
- анализу литолошког састава и склопа;
- структурно-текстурна својства стенске масе у геолошкој конструкцији;
- својство хетерогености и анизотропности стенских маса у односу на дате особине.

Палеогеографија. Током палеоцена територија Јагодине је представљала копно. Копно се стално издизало тако да није било услова за образовање примарних седимената. Условно речено територија општине Јагодина је припадала двома палеогеографским јединицама, Моравској и Шумадијској области (мањи део).

У средњем еоцену покретима илирске тектогенезе, којима су иницирани радијални позитивни и негативни покрети, долази до стварања првих депресија у којима почиње процес седиментације. Тада је Моравска палеогеографска област разбијена на копнене средине и средине акумулације.

У другој половини горњег еоцена долази до стабилизације рељефа моравског копна чија се равнотежа мења тек крајем горњег еоцена, када се активирају дислокације на већим просторима које доводе до нових палеогеографских промена.

Почетак олигоцена је обележен пиринејском тектогенезом која се није јаче одразила на Моравску и Шумадијску палеогеографску област и где није дошло до тангенцијалних покрета. У току средњег олигоцена, као последица декомпресије, читав простор Србије био је захваћен јаким радијалним покретима (Анђелковић, и сар., 1991). Раседање и диференцијално кретање блокова током средњег периода вршено је дуж дислокационих линија, како оних које су биле активне у горњем еоцену тако и дуж новоактивираних дислокација. „Изразита диференцијална кретања блокова дуж дислокација доводе на почетку, до изразитих издизања једних блокова, а спуштања других, што узрокује ерозију и денудацију са блокова који се издижу и спуштених других у којима се одвијају процеси седиментације” (Анђелковић, и сар., 1991).

Табела 2. Утицај геолошких чинилаца на стабилност падина и косина (Лазич, 1991)
 Table 2. The influence of geological factors on hill sides and slopes stability (Lazić, 1991)

Геолошки чиниоци стабилности	Најчешћи утицај на стабилност падина и косина
Геохронолошка и генетска припадност стенских маса	Дефинише се хидрогеолошка функција стенских комплекса, положај стенских маса различитих физичко-механичких и инжењерскогеолошких својстава у склопу терена, као и примарно напоско стање у масиву.
Геолошки састав и склоп терена	Дефинише степен везаности, врсту везива и састав минералних зрна, степен окамењености стена и отпорност стена према спољашњим утицајима, као основни предуслов за даље измене (испуцалост и распадање) стенских маса.
Структурно-текстурна својства стенских маса	Са аспекта стабилности сматра се веома повољним својством.
Утицај геолошких чинилаца на стабилност падина и косина	Неповољно оријентисана слојевитост, као примарна издељеност седиментних стенских маса, има негативан утицај на стабилност падина и косина.
Склоп терена	Шкриљавост, најтипичније својство кристалистких шкриљаца, поспешује распадање стенских маса, а стабилност падина и косина осетно погоршава.
Склоп терена	Велика издељеност стенских маса неправилним лучењем осетно смањује стабилност падина и косина.
Склоп терена	Пукотине и прслине, различите генезе и карактера поспешују распадање стенских маса, повећавају ослабљеност, осетно смањују стабилност падина и косина.
Склоп терена	Хетерогеност и анизотропија стенских маса са аспекта структурно-текстурних, физичко механичких својстава, а нарочито са аспекта испуцалости, погоршавају стабилност падина и косина.

Крајем пиринејске тектогенезе, дуж моравско-шумадијске дислокације образује се пространа Левачко – крушевачка депресија. Ова депресија се простирала од Стрезовачког басена на југоистоку, преко Косаничког басена, Крушевачко – трстеничког до Дунава на северу. Ова пространа тектонска депресија је у олигоцену изграђена од система језерских басена који су највећим делом међусобно комуницирали. У току самог процеса седиментације дошло је до стварања слојева различите гранулометрије: у доњем делу су кластични седименти пролувијалног карактера; у средњем делу се развијају глиновито-лапоровите творевине са остацима флоре и риба а у горњем делу је карбонатни развој или се наставља глиновито-лапоровити састав. Како смо раније истакли раседањем Моравске палеогеографске области, простор Јагодина се издиференцирао на Левачко-крушевачку депресију и Јастребачко-јухорско копно. Ово копно је поред вода Левачко-крушевачке депресије заплускивала и вода Врањске депресије на југу.

У олигомиоцену, током I савске тектогенезе долази до поновног активирања дислокација правца пружања ССЗ – ЈЈИ и СЗ – ЈИ. Овим покретима је створена и трећа Моравска палеогеографска подобласт која ће утицати на тектонску еволуцију источног дела општине, Великоморавско-јужноморавска депресија. Покретима I савске тектогенезе издиференцирао се Левачки басен који је у олигомиоцену имао меридијанско пружање. Левачки басен је био детерминисан моравско-шумадијском дислокацијом. На истоку био ограничен Јастребачко-јухорским копном које је изграђено од кристаластих шкриљаца, а у палеорељефу се налазе, поред осталих, и олигоценске творевине. Покретима II савске тектогенезе долази до појаве раседања правца СИ – ЈЗ и И – З којом се шире првобитне границе Левачког басена. Овај басен у егенбург-отнанту задобија овалан облик ограничен позитивним структурама Црним Врхом и Јухором са једне и Гледићким копном са друге стране. Преко језерозине Ждраљице басен је спојен са Крагујевачким басеном на северу и крушевачко-трстеничким басеном на југу. Каснијом изградњом речне мреже доћи ће до одређене морфолошке аномалије – формирања дивергентне хидрографске мреже (Степановић, 1962, Зеремски, 1984). Наиме, развоје неће ићи гребеном Црног Врха, Ждраљичке језерозине и Гледића, већ ће заћи у сам Левачки басен између Горње Сабанте и Слатине и тиме формирати хидрографски чвор у неогеним седиментима. Негативним радијалним покретима II савске тектогенезе дуж дислокација правца СИ – ЈЗ и И – З дошло је до разламања Јастребачко-јухорског копна и стварања острвског копна, кога су чинила острва Црни Врх, Јухор, Сталаћко и Јастребачко копно.

Између Црног Врха и Јухора током II савске тектогенезе спуштен је белички басен којим је успостављена веза између Левачко-крушевачке

депресије на западу и Великоморавско-јужноморавске депресије на истоку. „У Беличком басену стварају се у првом седиментационом циклусу, кластити у доњем и глиновито-лапоровити седименти у горњем делу. У другом седиментационом циклусу ствара се беличка серија представљена беличким кластитима, који су представљени конгломератима, крупнозрним шљунковима, бречама са које прелазе у пескове и песковите глине са прослојцима шљунка. У горњем делу јављају се лапоровито-глиновите творевине. Преко беличке серије леже трансгресивно и дискордантно баденски морски седименти” (Анђелковић, и сар., 1991). У периоду II штајерске тектогенезе долази до значајнијих палеогеографских промена које се пре свега огледају у спуштању проучаване територије и прекривању слатководних творевина седиментима баденске морске ингресије. Тада долази до издизања јужних делова левачког басена који прелазе у копно док се северни делови басена спуштају и бивају захваћени баденском ингресијом, чиме започиње морски седиментациони циклус. На простору данашње Јагодинско-параћинске котлине налазио се Великоморавски залив који се на југу простирао све до Параћина, негде прекривши слатководне пребаденске седименте а негде палеозојске и мезозојске творевине обода.

За време сармата, као последице епирогеног спуштања тектонског рова, на простору јужног дела великоморавског залива долази до ширења морске ингресије. Море које је плавило ове просторе било је плитко тако да су таложени груби кластити а веома ретко су одлагани глиновити муљеви.

Седиментација пелита је пре свега условљена постојањем неке морфолошке баријере којом је био спречен доток кластичног материјала.

Такав је случај са сивим пластичним глинама у средишњем делу залива у атару села Добра Вода. На основу превласти кластичне компоненте у седиментима као и на основу постојања пужева биљоједа (*Potamides*, *Cerithium*) може се претпоставити да су и воде средишњих делова залива биле плитке.

Током старијег сармата долази до регресије, тако да на почетку панона територија Јагодина прелази у равничарско копно, чиме започиње изграња савременог рељефа. Доказ који иде у прилог овој тврдњи јесте да у селу Рајкинац преко сарматских седимената лежи само фосилна флора.

У понту долази до позитивне епирогенезе, што је условило повлачење мора и то далеко на север, на долину реке Раље и северно од ње. У овом периоду коначно се формира тектонска физиономија рељефа територије Јагодине и почиње стварање савремених геоморфолошких облика и процеса. Као последица епирогеног засвођења претходно равничарско копно прелази у брдско копно а седиментација се своди на нагомилавање колувијалних, пролувијалних и алувијалних творевина.

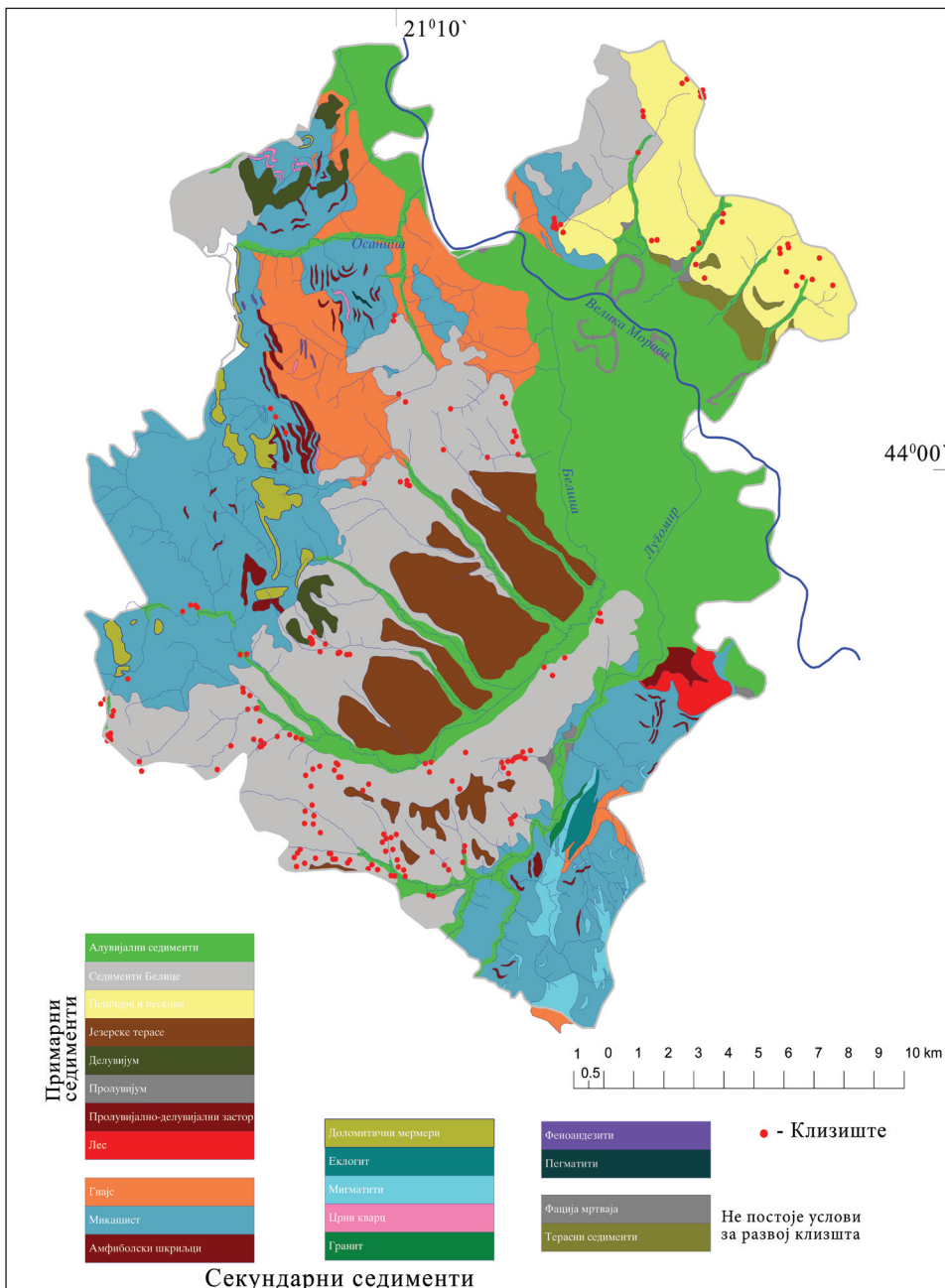
Литологија. Утицај литолошке грађе терена на развој клизишта може се сагледати кроз захваћеност стенеске масе овим колувијалним процесом. Петар С. Јовановић (1954) литолошке чланове у којима се развијају клизишта систематизује у примарне и секундарне седimente. *Примарни седименти* би представљали кластичне седimente настале процесом седиментације током неогена и касније. Док би *секундарни седименти* представљали кору распадања компактних стеновитих маса.

Примарни седименти. Клизишта настала у овим стенским масама условљена су структуром слојева и њиховим положајем у односу на нагиб падине. Најнеповољнији однос структурних елемената је када су равни слојевитости или шкриљавости подударне или нешто блаже у односу на нагиб падине. До клизања ће доћи и у случајевима када су слојеви хоризонтални или инверсни у односу на нагиб падине. Примарни седименти представљени су неогеним седиментима (седименти Белице, сарматски седименти), језерским седиментима, пролувијумом и делувијумом који заузимају 55,02% територије у којима је развијено 92,5% клизишта (n=174) општине. Клизишта развијена у примарним седиментима углавном су дубока и карактеристична су за неогене седimente а знатно ређе за друге литолошке јединице (алувијалне седimente, лес).

Алувијални седименти карактеристични су за долину Велике Мораве, Белице, Лугомира и доње токове Осанице, Штипљанске реке, Јошаничког потока, као и доње токове десних притока Велике Мораве (Велуђки, Дубочки и Суви поток). Литолошки, алувијалне седimente сачињавају несортирани шљункови, пескови и пелити. Дебљина алувијалних седимената креће се од 11 до 15 m у долини В. Мораве, око 6,5 m у долинама Белице и Лугомира, односно од 2 до 4 m око мањих притока.

Појава клизишта у алувијалним седиментима констатована је у алувијалној равни Слатинског потока на локалитету Косица (КБ 073). Алувијални нанос представљен је слабо сложеним песковима, прослојцима шљунка и песковитим глинама, с обзиром да се цео слив Слатинског потока простира на неогену. Током раног холоцена поток је засуо своје корито у доњем току флувијалним материјалом дебљине 2,5 – 3 m, и притом изградио алувијалну раван.

У суббореалу (касни холоцен) долази до усецања речног тока и стварања рововског корита у алувијалном материјалу. Приликом усецања у сопствени акумулативни материјал, морфолошки манифестовано рововским коритом, поток је у потпуности пресекао алувијални материјал и дошао до неогених седимената (у подини) који у основи представљају палеотопографску површину (скица 13). Како је палеотопографска (потенцијална клизна равна) површина под нагибом, алувијални материјал, иако топографски заравњен



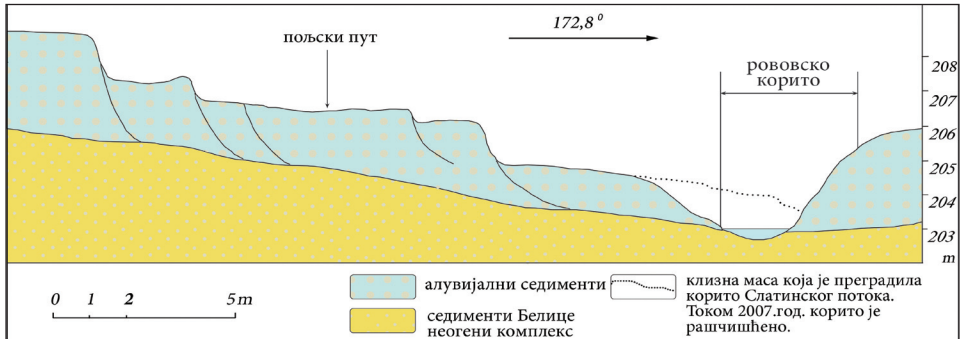
Скица 12. Геолошка карта Јагодине са просторном дистрибуцијом клизшта
 Figure 12. Geological map of Jagodina with spatial distribution of landslides

Табела 3. Развијеност клизишта на територији град Јагодине у зависности од литолошког састава.
Table 3. Landslide development on the territory of Jagodina, in relation to lithological composition

Стенски комплекс	Фу km ²	Фу %	Укупан број клизишта	Број клизишта у %
Алувијални седименти	111,27	23,78	1	0,5
Неогени седименти	115,86	24,76	138	79,31
Седименти Белице пешчари, пескови	30,34	146,2	22	12,64
Језерске терасе	35,52	7,59	0	0
Делувијум	4,95	1,05	0	0
Пролувијум	1,0	0,21	0	0
Пролувијално-делувијални застор	1,12	0,24	0	0
Лес	2,66	0,56	/	/
Гнајс	38,64	8,25	0	0
Микашист	103,88	22,20	12	6,90
Амфиболски шкриљци	4,73	1,01	1	0,50
Доломитични мермери	5,11	1,09	0	0
Еклогит	1,29	0,27	0	0
Мигматити	5,24	1,12	0	0
Црни кварц	0,56	0,12	0	0
Гранит	0,37	0,08	0	0
Феноандезити	0,16	0,03	0	0
Пегматити	0,06	0,01	0	0
		0,59	0,12	0
Не постоје услови за развој клизишта	1,76	0,37	/	/
Терасни седименти	3,24	0,69	/	/
Σ	470	100	174	100

Заступљеност и распоред литолошких јединица на територији града Јагодине утврђен је на основу дигитализације основне геолошке карте 1:100.000 (ОГК) - листови Лапово и Параћин.

(нагиба 0°), после пресецања акумулативног материјала морфолошки је стекао предиспозицију за развој овог колувијалног процеса. Почетком марта 2006. године дошло је до формирања клизишта на левој страни алувијалне равни Слатинског потока. У року од 2 h склизнула је маса запремине 655 m^3 , брзином од $5 \times 10^{-4} \text{ m/h}^{12}$, преградивши речно корито (Милошевић и сар. 2009).



Скица 13. Пример клизишта у алувијалним седиментима. Слатински поток, насеље Врба (КБ 073)
Figure 13. Example of landslide in alluvial sediments. Slatinski Potok, settlement Vrba (КБ 073)

Седименти Белице заузимају 80% неогеног комплекса територије Јагодине. Литолошки су представљени песковитим глинама, крупнозрним песковима алевритским песковима и алевритско-глиновитим песковима (Тумач за ОГК, лист Парафин). Садрже минерале глине и то монтморионитског типа различитог процентуалног учешћа. Пескови су хетерогеног гранулометријског и минералног састава. Током теренских истраживања у ободним деловима неогена, на јужним и источним падинама Црног врха (КО Лозовик, Вољавче, Буковче) на клизним равнима (где је дошло до „отварања” неогена) утврђена је појава крупних комада незаобљених кварцита, пречника до 25 cm. Са удаљавањем од обода преовладавају глиновити и песковити седименти са неизраженом или слабо израженом услојености. Међусобно смењивање пескова и глина, као и њихови различити односи и квантитативно учешће у конструкцији терена, условили су сложену хидрогеолошку функцију ових стенских маса којом је детерминисан развој клизишта. Пескови који су најчешће добро збијени и пропуштају воду, представљају хидрогеолошке колекторе, док глине, тврде и слабо пропусне, представљају хидрогеолошке изолаторе (потенцијална клизна равна). Према мишљењу Бранислава Степановића (1962) хидрогеолошки изолатори не морају бити непропусни за слободне подземне воде, већ је битно да их пропуштају знатно мање но суседни колектори.

¹²Брзина кретања клизне масе реконструисана је на основу исказа мештана. Период осматрања клизишта Косица започет је априла 2006. а завршен маја 2008. године.

Зато и мале појаве прослојавања глина или чак прашинастих партија у песковима могу дати изразити печат нестабилности падине (Лазих, 1991).

Према структури клизне равни у седиментима Белице можемо издвојити три модела:

1. палеоморфоструктурну;
2. структурну;
3. псеудоструктурну клизну раван.

Палеоморфоструктурна клизна раван карактеристична је за клизишта која се јављају дуж котлинског обода на којем се налазе плитке неогене насlage које належу на шкриљце, палеотопографску површину преко које клизе. Клизишта овог модела утврђена су у горњем долинском делу Врвинског (КБ 109), Каленовачког (КБ 188) (видети литолошку карту општине карта 2.) и Рајкиначког потока (КБ 036¹³).

Структурна клизна раван карактеристична је за највећи број клизишта у седиментима Белице где је изражен утицај односа појединих литолошких чланова (моћне насlage песка, континуирано прослојавање глина у подини или унутар самих пескова). Примери овог модела су секундарна клизишта позиционирана на Беличком клизном појасу (КБ 177, 179), клизишта у долини Лозовичког (КБ 129, 130), Лукарског (КБ 138, 139, 141, 143), Урсуловачког (КБ 116, 117), Слатинском (КБ 052, 054, 055), Церовичког потока (КБ 153, 154, 155), итд.

Псеудоструктурна клизна раван карактеристична је за хомогене литолошке структуре (пескове) у чијој се кори распадања формирају дисконтинуирани прослојци секундарних глина. Дубина ових клизишта најчешће је до 1m. Морфолошки често подсећају на солуфлукцију, с обзиром да немају изражен одсек, већ само извештан број истегнутих набора који нису довели до цепања травног покривача. То је многе ауторе навело да их детерминишу као солифлукцију, са којом ова клизишта имају морфолошку али не и генетску везу (Лазаревић, 2000; Вучићевић, 2001, Милошевић и сар. 2007). Примери оваквих клизишта лоцирани су у долини Лукарског потока (скица 14.), на клизном одсеку Беличког клизног појаса (КБ 102), у долини Брестовачког потока (КБ 194) и Липовака (КБ 061).

У овом литолошком комплексу неогених седимената утврђена је системска појава клизишта, с обзиром да је на њему позиционирано 79,3 % картираних клизишта која су поред примарних литолошких, условљена и морфолошким условима терена.

¹³Према садржају ОГК листа Лапово, клизиште КБ 036 налази се на микашистима. Током теренских истраживања, јула 2007. године утврђено је да је клизиште развијено у неогеним седиментима Белице, дебљине између 6 и 8m и нагиба топографске површине од 7°.



Скица 14. Клизиште у кори распадања неогених пескова.
Лукарски поток, Лукар (КБ 146).
Figure 14. Landslide in the surface weathered layer of Neogene sands.
Lukarski Potok, Lukar (КБ 146)

Други литолошки комплекс у оквиру неогених седимената је *хетерогени комплекс кластичних, глиновито-кластичних и карбонатних седимената* који су распрострањени у источном делу општине, на десној долињској страни Велике Мораве. У оквиру овог литолошког комплекса заступљени су песковито-глиновити седименти, као и лапорци, пешчари, конгломератри, кречњаци и угљеви и то у променљивом квантитативном односу (Тумач за ОГК, лист Лапово). У повлати овог литолошког комплекса најчешће су позиционирани песковито-глиновити седименти док су у подини слојеви окамењених седимената. Из оваквог квалитативног литолошко-структурног односа произилази предиспонираност за развој клизишта. У површинским деловима овог литолошког комплекса под утицајем субаерских процеса дошло је до измене физичко-механичких својстава и стварања елувијално-делувијалне зоне песковито-глиновитог и шљунковитог састава (Лазић, М. 1991). Ова клизишта су развијена у долини Дубочког (КБ 009, 012, 013), Велућког (КБ 003, 004, 028, 029) и Сувог потока (КБ 017, 018, 019, 020, 021, 022) и Долова (КБ 023, 024, 025, 026).

Језерски седименти квартера простиру се на 7,6 % територије дуж широких развођа и слабо вертикално рашчлањених терена. Заступљени су хетерогеним ситнозрним до крупнозрним шљунковима који садрже

прослојке песка а ређе песковите и шљунковите глине (Тумач за ОГК, лист Параћин). Структуре језерских седимената су непоремећене, при чему налажу дискордантно на неогене седименте (Зеремски, М. 1984). У овом литолошком комплексу нису утврђени морфолошки индикатори који би указивали на развој колувијалних процеса.

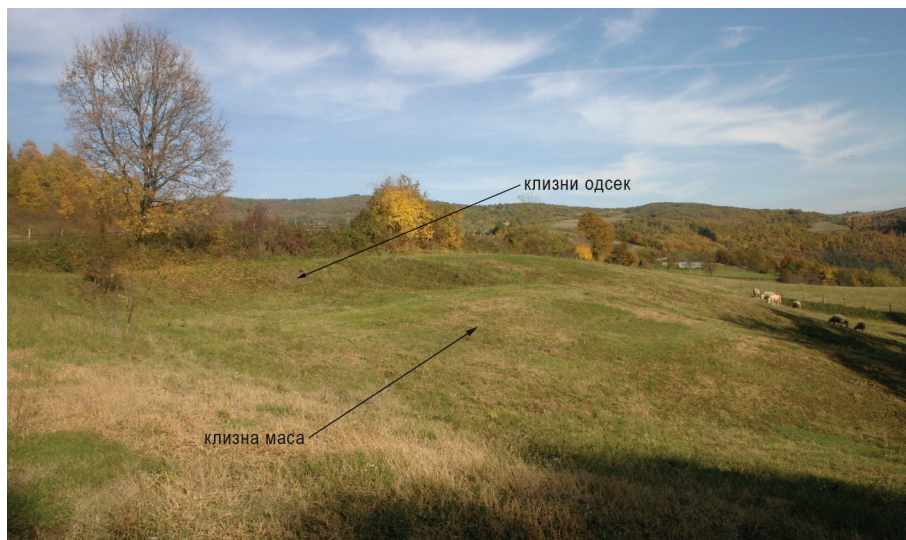
Оаза *лесоидних седимената* састављених од песковито-глиновитих алеврита са 28%-тним садржајем глиновите компоненте, налази се у северном подножју Јухора (Мајур). Њихова дебљина се процењује од 5 до 30 m, и испуњавају дубоке ерозивне џепове у шкриљцима, без утврђених морфолошких индикатора клизања.

Секундарни седименти. Као последица физичко-хемијских процеса распадања чврстих стенских маса долази до формирања коре распадања. Литолошки она је представљена некласираним растреситим песковитим материјалом у коме се формира издан са слободним нивоом. Издан се прихрањује искључиво на рачун инфилтрације вода насталих излучивањем атмосферских падавина. Када се овај растресити материјал, који лежи преко матичне стене, нађе на нагнутом терену под дејством гравитације може доћи до покретања и појаве клизишта. Секундарни седименти карактеристични су за *шкриљаве крупнозрне (висококрystalасте) стене* представљене гнајсевима, микашистима које прате амфиболски шкриљци, мигматити и доломитски мермери.

Гнајсеви представљају најстарију литолошку јединицу на територији општине Јагодина. Распрострањени су у Багрданској клисури, Осаничкој и Штипљанској реци (источни обод Црног врха) и западном делу Јухора (у атару села Колара) у виду већих маса, трака и сочивастих тела. Минеролошки састав ове литолошке јединице чине кварц, плагиокласи (25-30%), биотит, мусковит, К фелдспат-микроклин као и серицит и минерали глина. *Микашисти* су распрострањени у северном делу Багрданске клисуре (у околини Милошева), централном делу Црног врха, у доњем току Осанице, на брду Ошљак, Рајкиначком брду и северозападном делу Јухора. У погледу минерала најзаступљенији су кварц, биотит, мусковит, плагиокласи (до 5%), гранат, стауролит, дистен. Микашисти су дисконтинуирани дуж шкриљавости или управно на шкриљавост, као последица тектонског и механичког напрезања и распадања. У зонама интензивног тектонског и механичког напрезања ових стена (микро израседаним зонама) имамо фрагментарну појаву *катаклазита*, којима је иманентна серицитизација фелдспата и делимична каолизација стенске масе. Јављају се у насељу Старо село, на десној долинској страни Градске реке. *Амфиболски шкриљци* распрострањени су у виду трака у атару Горњег Штипља (Црни врх), брда Ошљак и атару Колара (Јухор). Минеролошки састав сачињавају плагиокласи (33–36%), хорнбленда, гранат, апатит.

У оквиру ових шкриљавих стена у атарима села Горњи Мишевић и Каленовац утврђена је појава *доломитских мермера* и *мермера*. Ове стене су масивне текстуре променљиве чврстоће и с обзиром на састав, подложне растварању.

Од укупног броја картираних клизишта ($n=174$) на територији општине 7,55% отпада на развијеност овог процеса у секундарним седиментима. Највећи број је у микашистима и амфиболским шкриљцима док у другим литолошким јединицама није констатована појава овог колувијалног процеса. Узрок поларизације развијености клизишта у зони секундарних седимената може се тражити у већој тектонској оштећености микашиста у односу на гнајс. Тако су стенске масе микашиста више изложене тектонском и механичком оштећењу и напрезању што је било стимулативно за развој коре распадања. Кора распадања је променљиве дебљине, претежно песковитог и песковито–шљунковитог састава. У зонама већих оштећења дошло је до стварања катаклизита, дубље коре распадања што се одразило и на дубину захваћености клизањем.



Скица 15. Клизште у кори распадања микашиста. Градска река, Доњи Мишевић (КБ 078)
Figure 15. Landslide in the surface weathered layer of mica schists. Gradska reka, D. Mišević (КБ 078)

Управо је у зони катаклизита утврђено најдубље клизиште (КБ 047) у секундарним седиментима, на територији насеља Старо село, чија се апроксимативна дубина процењује између 10-15 m. С обзиром да је ограничена на кору распадања, дубина клизишта у шкриљавим стена, креће се максимално до 5 m – плитка клизишта (скица 15), при чему сам процес

има тенденцију постепеног смиривања.

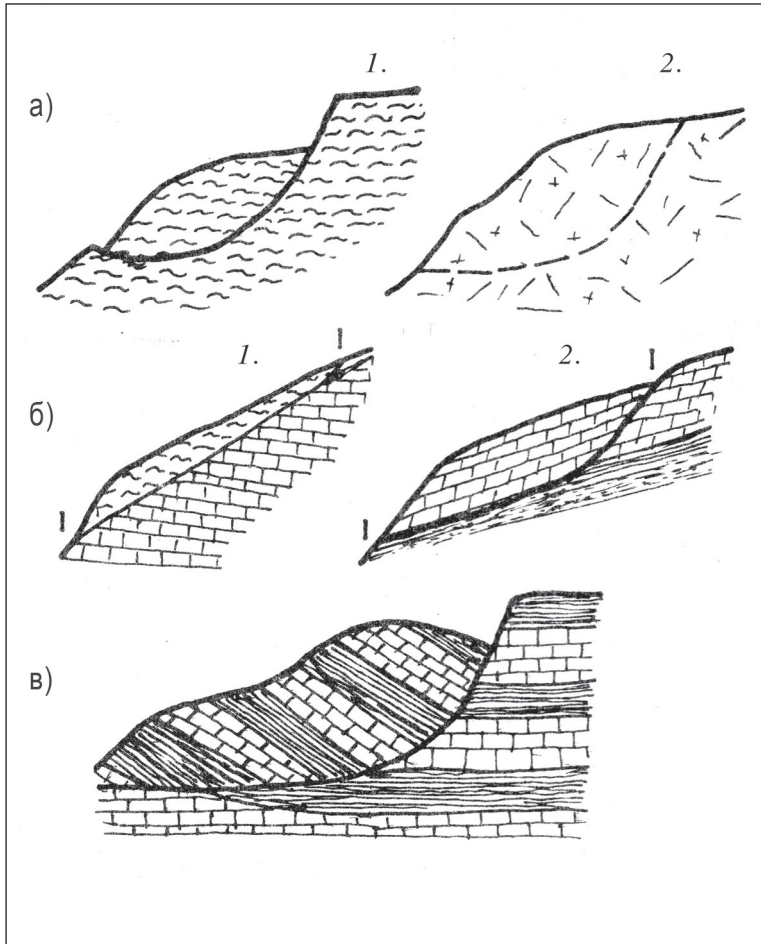
Структурно-текстура квантитативна и квалитативна својства стенских маса могу да модификују интезитет развоја клизишта. Како је утврђено код алувијалних седимената квантитативна литолошко-структурна својства могу представљати и генетски фактор. Примарне литолошко-структурне особине неогених и језерских седимената условљене су палеогеографском еволуцијом терена (претходно анализирано), односно физичко-географским условима седиментације. Литолошки чланови неогена представљају продукт таложења под одређеним физичким и хемијским условима, док су механички дисконтинуитети који их издвајају резултат промене услова таложења. Неогени седименти код којих је дошло до благе литолошко гранулометријске стратификације последица су промене хидродинамичких услова средине таложења, док би петролошка стратификација била последица измене теригеног материјала који се одлаже у басену седиментације (Grubić, A. i sar. 1996). Дисконтинуитетима седиментације у оквиру хетерогене литолошке структуре неогена детерминисане су потенцијално наследне (палеоморфоструктурна и структурна) клизне равни.

Однос литолошке структуре и клизне равни по којој се врши померање покренуте масе према Ф. П. С а в а р е н с к о м (преузето из Влаховић, 1991) може бити:

- асеквентан;
- консеквентан;
- инсеквентан.

Асеквентна клизишта карактеристична су за хомогене неуслојене литолошке јединице. Клизна површина у тим случајевима има приближно кружно-цилиндрични облик и условљена је физичко механичким-својствима стенске масе.

Консеквентна клизишта настају претежно у хетерогеним стенским масама са израженим дисконтинуитетима којима је детерминисана клизна равна. Дисконтинуитет је углавном дефинисан границом између слојева различитог гранулометријског састава у оквиру неогених седимената (Беличка серија) или границом између коре распадања и зоне монолита код шкриљаца (микашиста и гнајса). Облик клизне равни је равна што је последица праћења нагиба литолошког дисконтинуитета.



Скица 16. Однос литолошких структура и клизне равни:

- а) асеквентна: 1-у хомогеној стеновитој маси (глина), 2- у испуцалим стенским масама;
 б) консеквентна: 1- делувијум по нераспаднутој основи, 2- у косо услојеним стенским масама; в) инсеквентна. (према Влаховић, 1991)

Figure 16. Relation of lithological structures and sliding planes: a) unlayered lithologies: 1-in homogeneous rocks (clay), 2- in fissured rocks, б) layer-parallel slide: 1- diluvium on non-weathered bedrock, 2- in dipping bedrock layers, c) discordant (after Vlahović, 1991)

Инсеквентна клизишта настају у хетерогеним слојевитим стенским масама са хоризонталним пружањем или са нагибом супротним од топографске површине. Овакав однос литолошке структуре и клизне равни утврђен је код Беличког и Буковичко-рибничког клизног појаса. Ово је још једна у низу чињеница које иду у прилог сеизмизму као покретачком узрочном

чиниоцу ових клизишта, а у складу са шестим Jibson-овим критеријумом који подразумева да генеза клизишта не може бити потпуно објашњена на основу геолошких или геоморфолошких карактеристика.

Еволуцијом терена током квартара под утицајем *неотектонских покрета* (раседања) и *клижења* долази до промене примарних квантитативних својстава (нагиба) литолошких структура. Неотектонским покретима у зони Гледићких планина дошло је до издизања. То је довело до полуцентрипеталног исхеравања (Зеремски, М. 1984) неогених седимената око ове планине и условило нагиб истих ка НЕ на територији Шантаровца, Врбе (Горње) и Слатине у југозападном делу општине. Источно од линије Драгошевац, Шантаровац, Белица неотектонски покрети нису утицали на регионалну промену примарног нагиба неогених седимената Беличке серије (ОГК 1:100.000, лист Параћин). У зони Беличког клизног појаса утврђене су локалне појаве поремећених неогених структура. Ове структуре су позициониране у клизној маси што наводи на закључак да је поремећај последица активности овог колувијалног процеса. У овим зонама литолошко-структурне предиспонираности, створене примарни колувијални процесом, дошло је до развоја секундарног колувајног процеса што је и утврђено током теренских истраживања (КБ 177, 179).

Морфометријске детерминанте рељефа као услов за развој клизишта

Анализа морфометријских карактеристика рељефа заснива се на утврђивању везе између генезе и динамике развоја клизишта и нагиба, надморске висине и експозиције падине. Морфометријски елементи својим климатским и хидролошким модификационим својством могу у мноме да промене топлотни и водни биланс падине чиме непосредно могу утицати и на развој овог колувијалног процеса. Међутим, често значај ових фактора може бити пренаглашен ако се не увиди њихов посредни утицај. Да би утврдили потенцијалну повезаност анализираћемо основне морфометријске елементе за 172 картирана клизишта.

Помоћу ГИС пакета IDRISI извршена је конверзија векторског садржаја у растерски облик, јединично поље димензија 50 X 50 m. У том процесу растеризовани су следећи садржаји: дигитални модел висина, векторизовани садржај геолошке грађе територије општине (ОГК, листови Лапово и Параћин) и клизишта која су картирана методом тачака (једно картирано клизиште заузима једну GRIDNU ћелију). Растерском анализом у IDRISI-ју добијен је скуп података који се односи на морфометријска (нагиб, надморска висина и експозиција) и литолошка својства топографске површине на којој су позиционирана клизишта (n=172), као и цела територија града Јагодине.

Клизишта су колувијални процеси који доводи до трансформације морфометријских својстава топографске површине. Поставља се питање поузданости података ДМВ који садржи информацију о падини на којој је настало клизиште (пре него што је дошло до клизања терена). Улазне податке за дигитални модел висина представљао је садржај карте ТК 1 : 25.000. На основу претходне анализе података топографске карте утврђено је да мање од 9% клизишта има своје морфолошке трагове записане у садржају карте тиме и у ДМВ. Тачније, процес клизања се догодио после картирања или је због својих димензија био „невидљив” за ову размеру картирања. Упоређујући податке о клизиштима која су оставили траг на топографској површи представљеној на карти ТК1 : 25.000 и податка ДМВ, може се закључити да се они могу препознати у подацима о нагибу терена добијеним из ДМВ

На квалитет просторних података, поред улазних, могу утицати и изведени подаци и резултати моделирања и анализа. Грешке могу настати растеризацијом векторског садржаја односно када се просторне појаве приказују низом GRIDNU ћелија. Свака GRIDNU ћелија може садржати само појединачну вредност атрибута, а то је средња вредност усвојена за ту ћелију

што доводи до просторног осредњавања. Ова врста грешке настаје када је величина јединичног поља већа од просторне појаве чије информације желимо да добијемо (Burrugh, McDonnell, 2006). Да би се избегле грешке овог типа за анализу података коришћено је јединично поље димензија 50 X 50 m што у просеку одговара величини клизишта чиме је просторно осредњавање смањено. Сматрамо да се сви морфометријски подаци добијени из ДМВ могу узети као довољно поуздани за изучавање и утврђивања законитости развоја овог колувијалног процеса.

Морфометријско својство које има особину припремног узрочног чиниоца за развој клизишта је *нагиб* топографске површине. На локалном нивоу нагиб терена представља непосредну последицу дејства егзогених, геоморфолошких процеса, а на регионалном плану последицу морфоструктурних процеса (Марковић и сар. 2003). Према многим ауторима минималан нагиб на коме се развија овај колувијални процес је 5° (Лазаревић, 2000, Драгићевић, 2007, Марковић и сар. 2003). Такође се сматра да се клизишта најчешће јављају на нагибима између 20°-30°. Растерском анализом ДМВ добијен је скуп вредности нагиба свих картираних клизишта чиме се наметнула потреба систематизације и анализе структуре појединих утврђених делова тог скупа. Да би се ово утврдило урађена је кластерска анализа података о нагибу и геолошкој грађи простора клизишта. Анализа је показала да се могу уочити четири хомогена и уједначена кластера.

Анализом полазних података утврђено је да:

Први кластер карактеришу клизишта на нагибима $\leq 6^\circ$ топографске површине. Клизишта развијена на падинама са оваквим квантитативним предиспозицијама својствена су само неогеним седиментима поремећене литолошке структуре конформне у односу на топографску површину. У овој групи су и клизишта чија је иницијална топографска површина била мања од 5°. Такав пример је клизиште КБ 073 развијено на нагибу од 2° у аливијалним седиментима Слатинског потока. Клизишта ове групе искључиво су стратигеног типа, дубине често и преко 20 m.

Другом кластеру припадају клизишта настала на нагибима од 7° до 10° топографске површине. У погледу литологије јављају се у неогеним седиментима, како хоризонталне тако и поремећене структуре, као и у метаморфитима (микашистима) минималног нагиба топографске површине од 10°. Дубина клизишта се креће од категорије плитких (<5 m) до дубоких (<20m) док у генетском погледу припадају групи морфогених и стратигених клизишта.

Трећи кластер сачињавају клизишта која се јављају на нагибима од 11° до 13°. То је истовремено и горња граница развоја клизишта у неогеним седиментима углавном непоремећене литолошке структуре. Развијена су и у

елувијалном материјалу микашиста. Припадају углавном морфогеном типу клизишта са дубином до 5 m.

Четврти кластер представљају клизишта на нагибима $\geq 14^\circ$ и у овој групи развијена су само у кори распадања микашиста и амфиболских шкриљаца. Клизишта су искључиво морфогеног типа дубине до 5 m.

На територији града Јагодине утврђени су нагиби топографске површине у распону од 0° до $37,76^\circ$. Нагиби од 2° до 17° топографске површине представљају опсег појављивања овог колувијалног процеса на територији града. На падинама нагиба већим од 17° овај колувијални процес углавном је замењен пролувијалним као и другим колувијалним процесима.

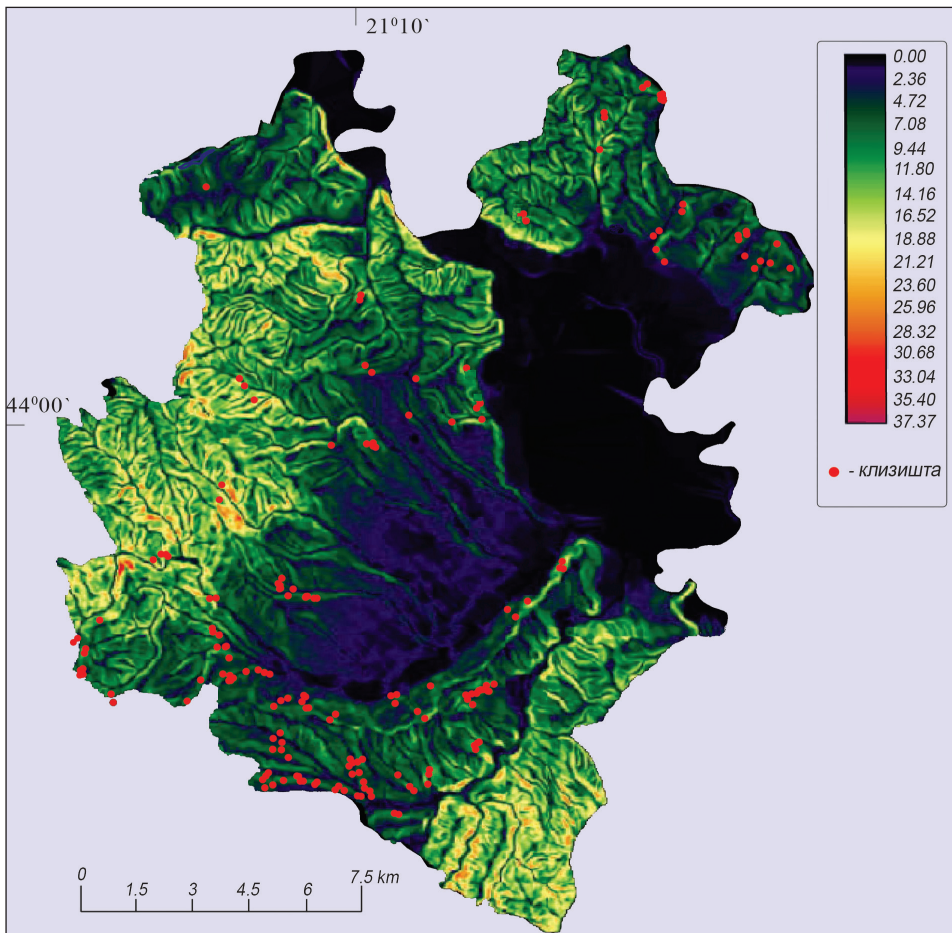
Табела 4. Кластерска анализа картираних клизишта

Table 4. Cluster analysis of mapping landslides

	I кластер	II кластер	III кластер	IV кластер
Нагиб	$\leq 6^\circ$	$7^\circ - 10^\circ$	$11^\circ - 13^\circ$	$\geq 14^\circ$
Литологија	примарни седименти; неоген и алувијум	примарни и секундарни седименти	примарни и секундарни седименти	секундарни седименти; микашисти и амфиболски шкриљци
Генетски тип	стратигена	мешовита	доминантно морфогена	морфогена
Дубина max (m)	> 20	< 20	< 20	≤ 5

На основу претходне анализе увиђа се интересантан пример појаве клизишта испод до сада утврђеног минималног нагиба од 5° . Анализом литолошко-структурних карактеристика ових клизишта (ОГК, лист Лапово и Параћин) утврђена је знатна поремећеност слојева, чији су нагиби у великом броју случајева у сагласности са падом топографске површине.

Из претходне анализе може се увидети и литолошко-морфометријска издиференцираност клизишта. Тако се у примарним седиментима (неогеним и алувијалним) клизишта јављају на нагибима у распону од 2° до 13° , док у секундарним (микашистима и амфиболским шкриљцима) од 10° до 17° . Ово намеће закључак да је за генезу клизишта поред нагиба топографске површине битан и нагиб литолошких структура примарних седимената, чиме је омогућена појава клизишта и на нагибима мањим од 5° .

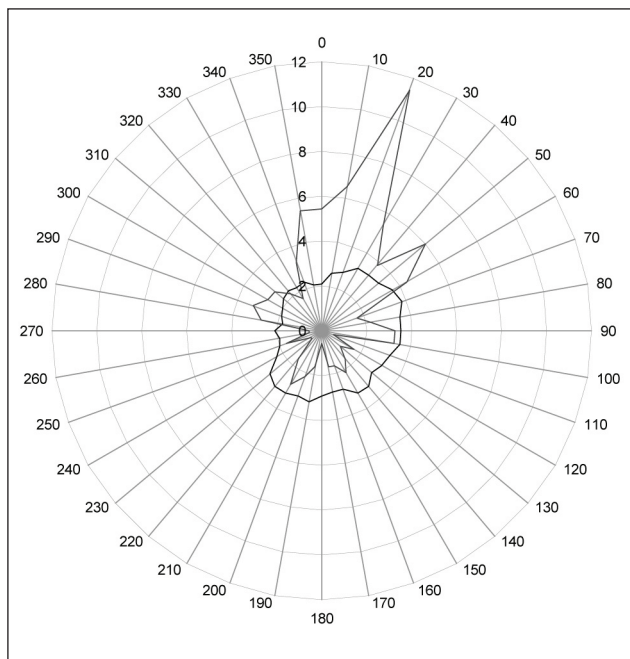


Скица 17. Карта нагиба рељефа на територије града Јагодине (генерисано из ДМВ).

Figure 17. Inclination map on the territory of Jagodin(generalized from the DEM)

Значај *експозиција терена* као морфометријског елемента сагледава се кроз изражено својство модификовања појединих климатских елемената. Овај елемент модификује утицај светлости и топлоте на низ узајамно повезаних појава и процеса (температура земљишта и ваздуха и на тој основи темепературно разоравање стена). NW, N-NW, N, N-NE, NE (315°-45°) експозиције као последица неједнаког осунчавања имају различито загревање тла и ваздуха, тиме и неједнаку емисију топлоте у односу на друге експозиције. Према Ду к и ћ у (1980) током летњих месеци на присојним странама може бити топлије и до 5-6°C у односу на осојне. То за последицу има дуже задржавање снежног покривача, мање испаравање што је многе

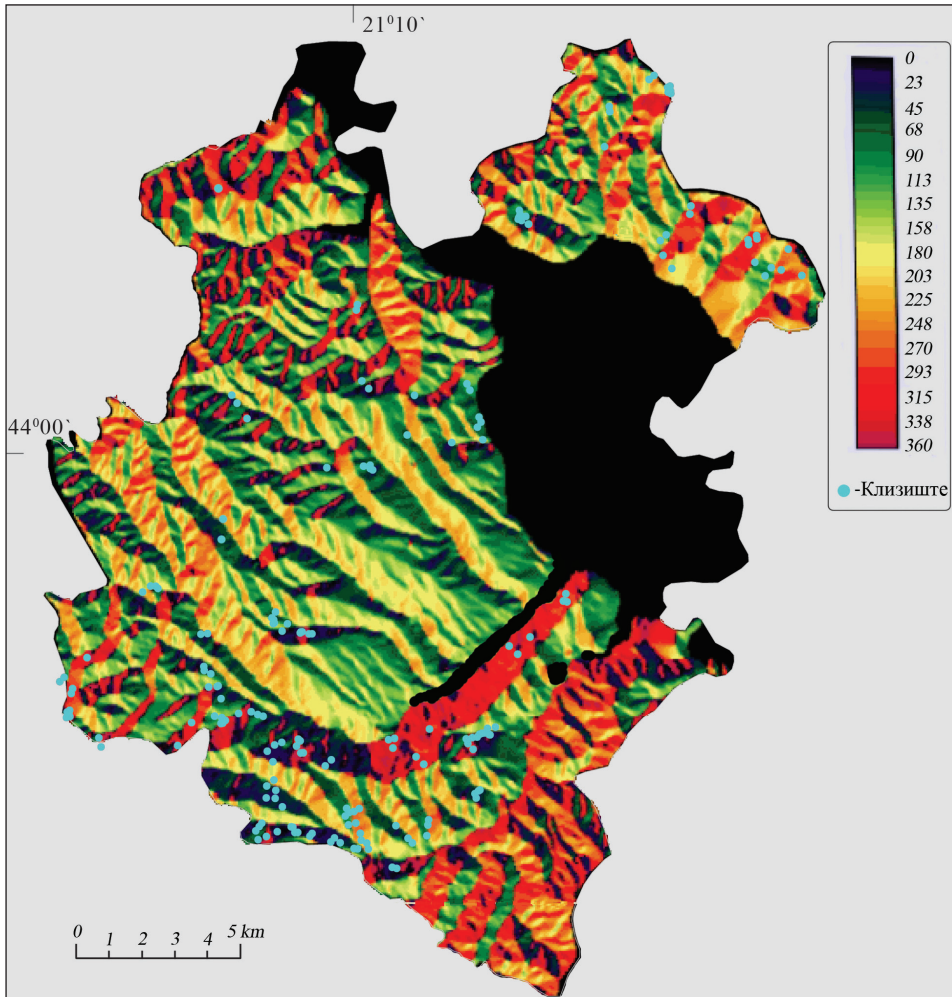
ауторе (Јовановић, 1952; Лазаревић, 2000) навело на претпоставку да су и клизишта као последица повољнијег водног биланса на хладним експозицијама обимнија. Да би то утврдили, најпре је било неопходно показати да ли структура експонираности клизишта осликава укупну експонираност територије града Јагодине.



Скица 18. Розета експозиција клизишта и територије града Јагодине.
Figure 18. Rose diagrams of landslide exposures and the territory of Jagodina

Око 19,2% (89,45 km²) територије је неекспонирано и углавном се везује за алувијалне равни В. Мораве, Белице и Лугомира. Осталих 80,8 % територије представљају експониране површине са благо израженом доминантношћу NE-E (40°-100°) и SW (190°-230°) експозиција. Ако се ово упореди са доминантном експонираношћу клизишта (скица 18), увиђа се да не постоји подударност, односно да процес није последица укупне експонираности територије. Тиме се може претпоставити да је експозиција својим модификационим својством утицала на општу експонираност клизишта. Али, да ли је то тако? Ако претпоставимо да јесте, онда би било за очекивати да је доминантна експонираност клизишта у интервалу од 315°-45°.

На скици 17. може се видети да је доминантна експонираност клизишта ($n = 172$) N-NE (10° - 30°). Како је овај интервал само сегмент укупног интервала који одговара хладним експозицијама може се довести у сумњу сам значај експозиције. У претходним поглављима смо анализирали и остале факторе који су утицали на развој овог колувијалног процеса.



Скица 19. Карта експозиција рељефа на територији града Јагодине (генерисано из ДМБ).
 Figure 19. Relief exposure map on the territory of Jagodina city (generalized from the DEM)

Том приликом је утврђено да поремећене неогене структуре у ободном делу котлине имају пад N-NE због чега се може претпоставити да су и оне један од фактора који је утицао на експонираност овог колувијалног процеса.

Тиме би се значај експозиције топографске површине у овом случају могао сврстати у групу посредних фактора развоја клизишта. До сличних запажања дошли су и страни истраживачи (Ost, et al., 2004) који су утврдили да је експонираност клизишта у неким случајевима често последица укупне експонираности територије.

На основу *хипсометријске структуре* стиче се утисак о конфигурацији терена и његовим квалитативно-квантитативним својствима. Значај хипсометрије манифестује се посредством температурног режима, количине и облика падавина, а може се сагледати и кроз различиту величину падавинских и температурних градијената (Mustafić, 2007). На територији града Јагодине 80% заузимају простори до 300 m н.в. на којима је позиционирано преко 90% картираних клизишта. У хипсометријском појасу од 300 до 500 m н.в. који заузима око 19% територије дистрибуирано је нешто мање од 10% картираних клизишта. На ареално најмањем хипсометријском појасу, од 500 до 708 m н.в., који обухвата 2, 88% територије није утврђена ова колувијална појава.

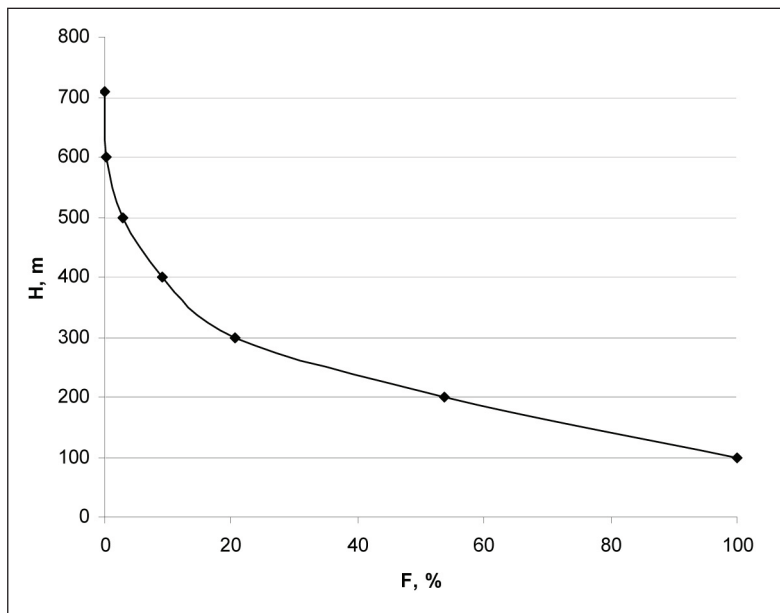
Табела 5. Хипсометријска структура територије града Јагодине
Table 5. Elevation zones of the territory of Jagodina municipality

Висински појас (m)	F (km ²)	F (%)	Број клизишта	Клизишта у %
105-200	216,07	46,25	54	31,05
200-300	154,85	33,17	103	59,19
300-400	53,60	11,47	14	8,04
400-500	29,10	6,23	3	1,72
500-600	12,25	2,61	/	/
600-708	1,26	0,27	/	/
Σ	467,13	100	174	100

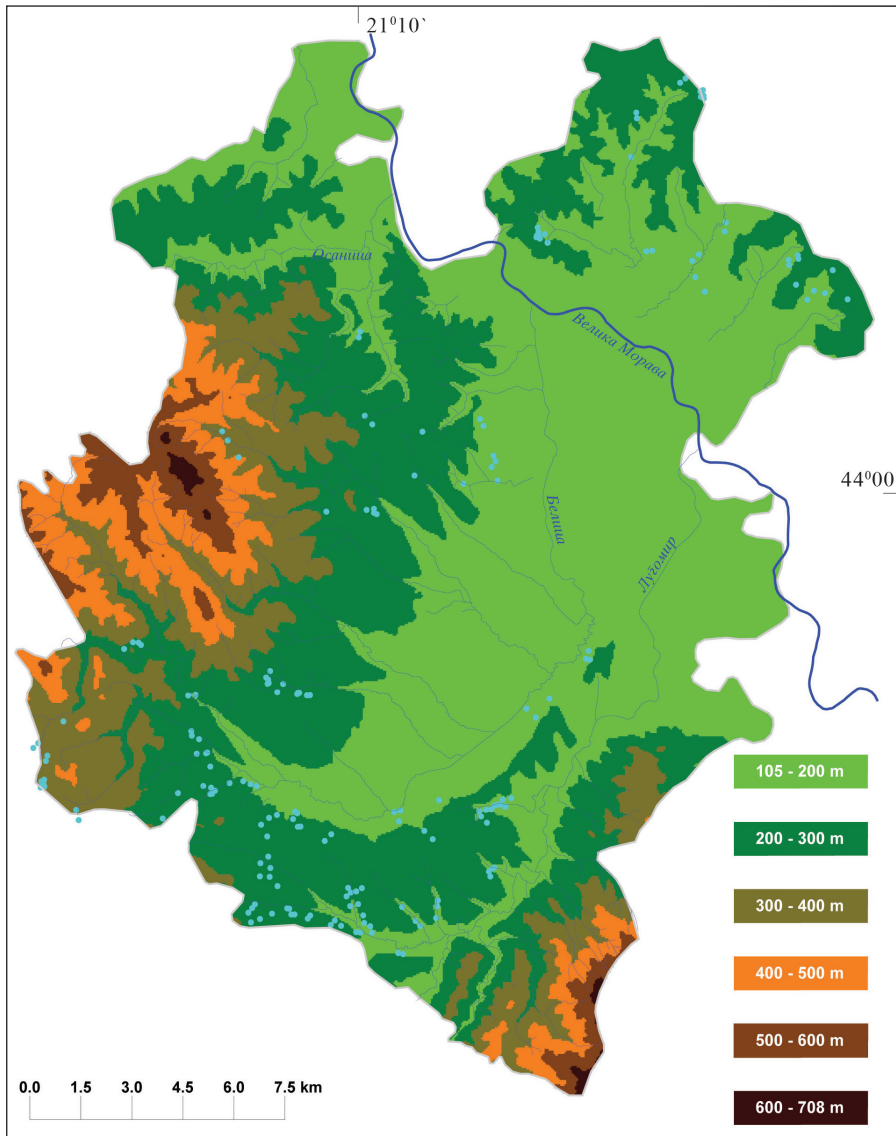
Како се може видети, модификационо својство хипсометријске структуре није утицало на генезу, динамику и дистрибуцију овог колувијалног процеса. Један од разлога је и мала висинска амплитуда истраживане територије која износи 603 m и то у распону од 105 m н.в. до 708 m н.в. Други фактор је положај највиших морфоструктура према кретању доминантних влажних западних ваздушних маса. Најизраженија хипсометријска стратификација позиционирана је у западном делу општине, где се налази и највиша тачка Црни Врх са 708 m н. в. Тиме је положај највиших морфоструктура попречан у односу на кретање ваздушних маса, што доводи до формирања климе „заветрених страна” чија је једна од примарних особина мања количина падавина (Драгићевић, 2007).

Ако би се анализирали разлози отсуства клизишта у просторима преко 500 m н.в. најпре би требало кренути од литолошких карактеристика и дистрибуције нагиба у овом појасу. На просторима општине преко 400 m н.в. распрострањени су само секундарни седименти (микашисти, амфиболски шкриљци, гнајсеви). Нагиби топографске површине крећу се од минималних 20° па навише, што условљава развој пролувијално-делувијалних процеса. Тиме моћност коре распадања знатно смањена а у појединим деловима и у потпуности однета што онемогућава развој овог колувијалног процеса.

На основу овога може се закључити да просторна дистрибуција и динамика клизишта није условљена модификационим својством хипсометрије већ је детерминисана скупом других физичко-географских фактора.



Скица 20. Хипсографска крива територије града Јагодине.
Figure 20. Hypsographic curve of the territory of Jagodina municipality



Скица 21. Висинске зоне на територији града Јагодине.
 Figure 21. Elevation zones of the territory of Jagodina

Сеизмизам као генетски фактор клизишта

Сеизмизам представља један од ендеогених генетских фактора клизишта, а на овим просторима и једини. Велики број истраживача утврдио је да не постоји визуелна разлика између клизишта која су иницирана земљотресом и оних које су изазвале падавине (Wen, et al., 2004). Тиме је сагледавање значаја овог фактора на територији града Јагодине било отежано и захтевало је компарацију историјске сеизмичке активности и просторне релације раседа и мегаклизишта.

Значај сеизмичке активности за развој клизишта детерминисан је:

- близином зоне земљине коре где је индукован земљотрес;
- поклапањем нагиба падине са правцем максималне сеизмичке вибрације.

У извесној мери стабилност падине зависи од правца дејства сеизмичког удара у односу на правац нагиба падине. Сеизмички удари, правца пружања који се поклапа са правцем нагиба падине, далеко су градостворнији за разлику од удара супротног правца.

Пре него што анализирамо значај земљотреса за генезу клизишта, осврнућемо се на граничну вредност магнитуде која може да иницира овај колувијални процес. Утврђено је да минимална јачина земљотреса при којој долази до иницирања клизишта има магнитуду јачине 4 (Keefer, 1994). Земљотреси магнитуде < 5 продукује само неколико клизишта, за разлику од земљотреса магнитуде $> 7,5$ који могу да продукују на хиљаде или десетине хиљада клизишта. На основу података за 37 земљотреса Keefer и Wilson (1989) дефинисали су једначину (1) на основу које може да се утврди површина територије на којој може доћи до иницирања клизишта услед једног земљотреса.

$$\log_{10} A_c = M - 3,46 \quad (5 < M < 9,2) \quad (1)$$

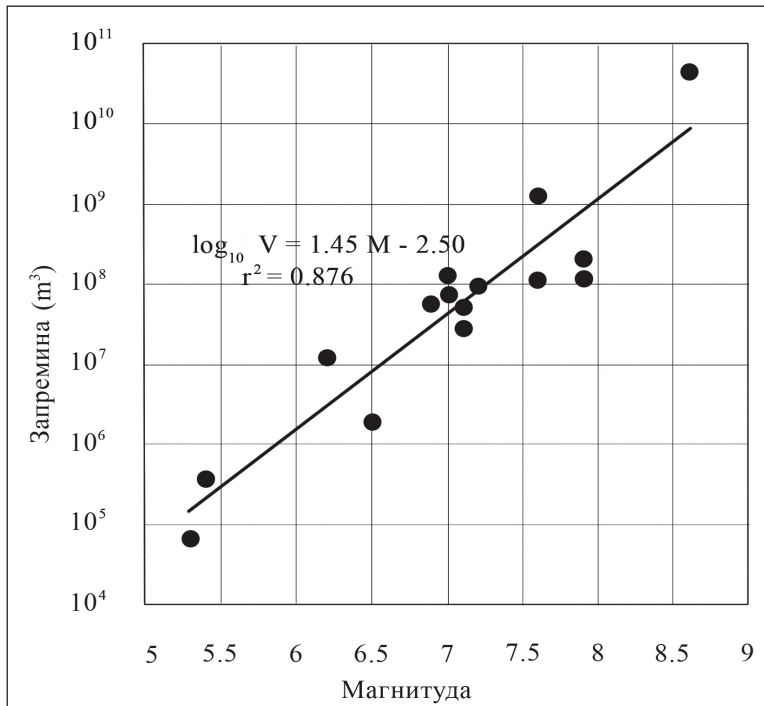
где је A_c – површина територије на којој може доћи до иницирања клизишта (km^2) и M – магнитуда земљотреса. Од укупног броја клизишта 95% је сконцентрисано на мање од пола територије A_c (Keefer, 1994), односно са удаљавањем од епицентра њихов број драстично опада.

Исти аутор истиче линеарну зависност између магнитуде земљотреса и запремине клизне масе (скица 22). Она је дефинисана следећом формулом:

$$\log_{10} V = 1,45M - 2,50 \quad (5,3 \leq M \leq 8,6; r^2 = 0,876; n = 15) \quad (2)$$

где је V - запремина клизне масе (m^3) и M – магнитуда земљотреса.

Са магнитудом > 5 значај земљотреса као покретачког фактора је недвосмислен, као и запремина покренуте клизне масе изазавана њиме, која линеарно расте са повећањем магнитуде.



Скица 22. Зависност између магнитуде земљотресаи запремине клизне масе (Keefer, 1994)
 Figure 22. Relation between earthquake magnitude and sliding mass volume (Keefer, 1994)

Потврду овог аксиома налазимо и на просторима Балкана. Драго Трукуља (1998), бавећи се сеизмичким карактеристикама бањалучке регије говори о клизиштима која су настала као последица сеизмичке активности током 1969. године. Јачина овог земљотреса је износила $M = 5,6$.

Често укупан број клизишта може бити значајно мањи него што би се очекивало ако се узме у обзир јачина земљотреса (Okunishi et al., 1999), што говори да је сеизмизам потребан, али не и довољан услов. Најчешћи фактори који доводе до оваквих одступања су дефицит падавина и ефекат кохезије вегетације.

Да би утврдили да ли је земљотрес покретачки узрочни чинилац клизишта анализираћемо овај фактор кроз референтне критеријуме које је дао Jibson (1996).

Наиме, овај аутор је издвојио шест критеријума на основу којих

би се могло утврдити генетска повезаност сеизмичке активности и овог колувијалног процеса. Референтни критеријуми који подржавају сеизмичко порекло клизишта су:

- рецентни сеизмизам у региону у којем је изазвано клизиште
- подударност распореда клизишта са активним раседима или сеизмичком зоном
- анализа стабилности геотехничког нагиба која показује да би земљотреси били потребни за изазивање клизишта
- димензије клизишта
- присуство ликвифакције заједно са клизиштем
- распоред клизишта који не може бити потпуно објашњен на основу геолошких или геоморфолошких карактеристика

Примена методе коју је поставио *J i b s o n* може бити од великог значаја ако се односи на истраживање сеизмичке активности у прединструменталном периоду за који не могу да се утврде тачне магнитуде земљотреса. На основу анализе потенцијалне запремине Беличког клизног појаса и математички дефинисане магнитуде (2) неопходном да би се иницирало ово клизиште можемо предпоставити да је у прошлости овај слив погодио земљотрес магнитуде веће од 7 (*Милошевић и сар. 2008*). Земљотрес ове јачине за територију града Јагодине има повратни период од 1000 година. На старост овог колувијалног процеса указују и алувијални седименти у средњем току Белице који су прекрили ножицу овог клизног појаса, чија је моћност око 6 m. На основу оваквог литолошког односа квартарних седимената и ножице Беличког клизног појаса можемо претпоставити плеистоцену или рано холоцену старост овог колувијалног процеса.

а) *Рецентни сеизмизам у региону у којем је изазвано клизиште.* За тектонске земљотресе, карактеристичне за територију града Јагодине, основни извор енергије су тектонски напони изазвани субдукцијом Афричке плоче под Европску. Општина се налази у секундарној компресионој зони. На удаљености од 410 km могу на сеизмоактивним раседима настати земљотреси максималне стогодишње магнитуде 5,73 (*Петровић, 2000*). На основу података добијених од Републичког сеизмолошког завода на територији града Јагодине утврђена је континуирана сеизмичка активност различитог интензитета. Први писани трагови о сеизмичкој активности овог краја датирају из XV века. Писани извори о земљотресу из 1893. године са епицентром у Радошину говоре о одређеним морфолошким последицама и процесима који су се појавили.

Тада је у околини Јагодине дошло до формирања пукотине ширине 50 cm из које су избијали водоскоци воде, муља и песка (*Цвијић, 1924*;

Лазаревић, 2000), што се може оквалификовати као ликвидација. Овај податак је важан документ, с обзиром да указује да је земљотрес могао бар једном да изазове клизиште у проучаваној области. Јачина овог земљотреса износила је $M = 5.1$ по Рихтеру (табела 6). Током 1910. године град Јагодину је погодио земљотрес највеће магнитуде током XX века, $M = 5.1$ по Рихтеру. Сеизмичка активност је настављена и почетком XXI века, магнитуде $M = 4.2$ са епицентром у околини Јагодине (22.06.2002. године). Овај потрес је прошао без иницирања било каквих колувијалних процеса а један од разлога је и сушни период у другој половини јуна 2002. године (<http://www.tutiempo.net/clima/CUPRIJA/06-2002/133840.htm>)

Табела 6. Преглед најјачих земљотреса, са епицентром на територији општине Јагодина и окружењу, у периоду од 1893-2008. године.

Година	Датум	Магнитуда	Епицентар		КО
			х	у	
1893	04.09.	5.1	7512498,89	4853952,86	Рабеновац
1893	04.10.	5.1	7514840,44	4886176,94	Радошин
1893	07.27.	5.1	7522172,05	4847311,82	Избеница
1894	03.16.	5.1	7518113,82	4859520,54	Драгошевац
1895	06.16.	5.1	7522080,46	4875086,60	Рибаре
1901	08.29.	5.1	7522889,79	4872867,27	Рибаре
1910	12.03.	5.1	7520494,04	4869526,44	Јагодина
1910	12.03.	5.1	7522095,15	4870642,55	Јагодина
1921	07.01.	5.8	7514906,79	4856179,71	Лоћика

Table 6. Strongest earthquakes with epicenters in the wider area of Jagodina (1893-2008)

б) *Подударност распореда клизишта са активним раседима или сеизмичком зоном.* Ако се анализира однос положаја епицентра најјачих земљотреса у последњих 300 година и најмаркантнијих дислокација на територији града Јагодине увиђа се одређена хоролошка аналогија. Сеизмички најактивније зоне су у области Беличког и Јагодинског раседа као и раседа дуж западног обода Јухора (скица 26) чије се магнитуде крећу и преко $M = 5$. Анализом карте може се увидети и одређена квалитативна хоролошка релација између ових дислокација и ареала са континуираним развојем клизишта. Она се огледа у правцу пружања клизних појасева који се поклапа са правцем пружања најмаркантнијих дислокација овог простора. Тако се Белички клизни појас простире паралелно делом са Бунарско-мајурским раседом и већим делом са Беличким раседом на северу, док је на југу и југоистоку омеђен раседом дуж западног обода Јухора. Ове дислокације

се спајају у зони неодређеног развођа између Лугомира и Белице, јужно од Јагодине.

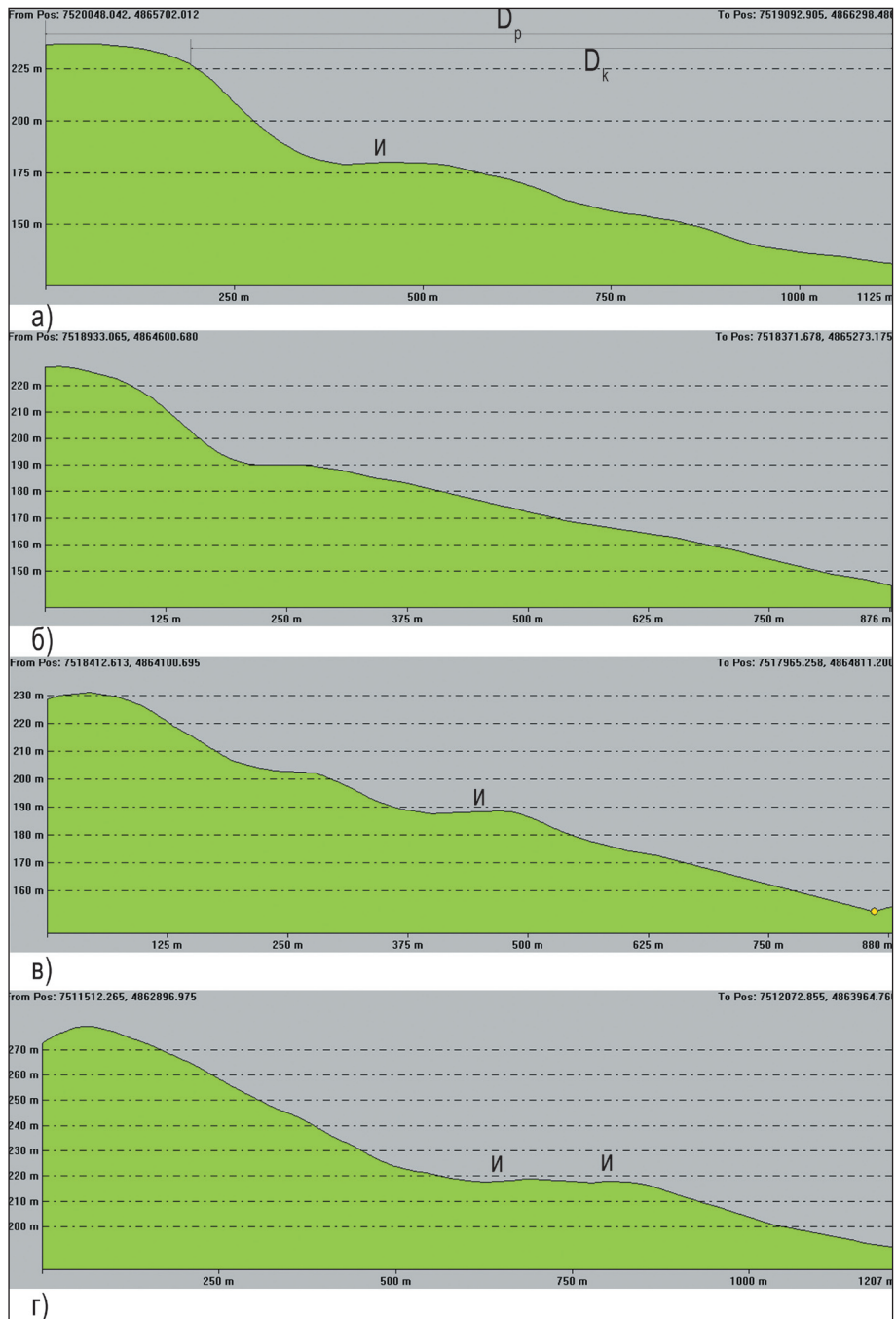
Буковичко-рибнички клизни појас лоциран је паралелно дуж Јагодинског раседа, али је приметан и микро расед који је подударан са клизним одсеком овог мегаклизишта. Током инструменталног периода мерења сеизмичке активности у XX веку забележен је један земљотрес са епицентром дуж ове микродислокације.

Из овог односа произилази још један квалитет, а то је да се правац нагиба падина на којима се налазе ова клизишта подудара са правцем сеизмичке вибрације. Тако се може утврдити да дуж тектонских линија раседања, или тамо где се оне секу, долази до главног ослобађања природног и примарног напона, декомпресије, растеређивања и стварања великих клизишних жаришта односно зона са највећим просторним континуитетом развоја овог колувијалног процеса. Овакав налаз иде у прилог сеизмизму као покретачком узрочном чиниоцу.

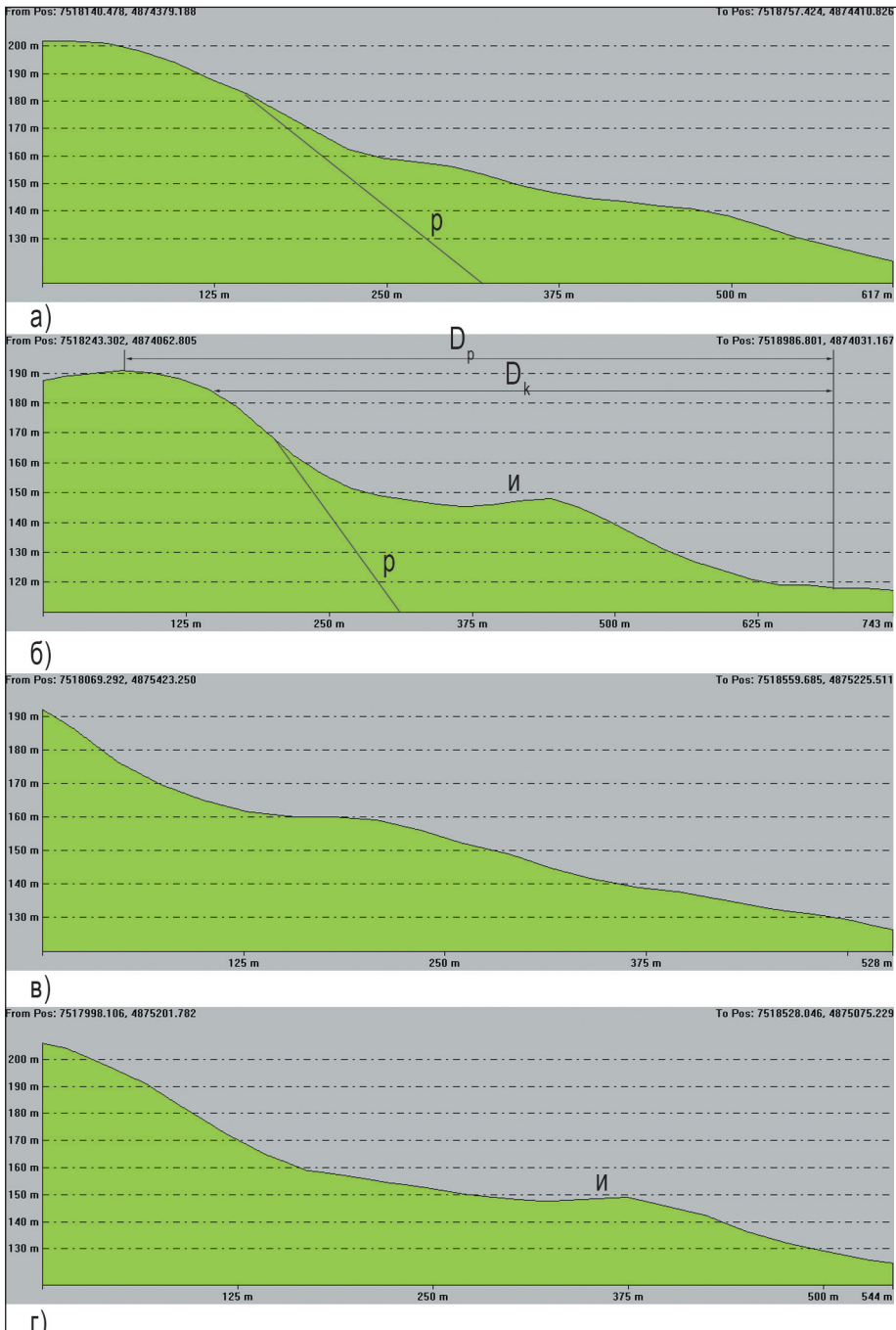
в) *Анализа стабилности геотехничког нагиба која показује да би земљотреси били потребни за изазивање клизишта.* За реализацију овог критеријума била би неопходна геотехничка анализа геолошких формација која се из материјалних и техничких услова није могла реализовати. Детаљнија проучавања која би била детерминисана будућом наменом овог простора могла би дати финансијску оправданост за спровођење једне такве анализе.

г) *Димензије клизишта.* Овај референтни критеријум подразумева анализу *кофицијента развијености клизишта* (C) који представља однос дужине клизишта и дужине падине на којој је клизиште развијено $C = D_k / D_p$. Коефицијент развијености клизишта може имати \max вредност приближно 1, што значи да је дуж целог нагиба падине развијено клизиште.

Ost et al (2003) и Sorriso-Valvo (1992) истичу да клизишта у сеизмичкој зони имају већи коефицијент развијености ($C \geq 0,5$) од оних ван ове зоне. Утврђено је да од укупно 174 картираних клизишта на територији града Јагодине 5,7 % имају коефицијент развијености већи од $C > 0,5$. За клизне појасеве је карактеристично да имају коефицијент развијености већи од $C \geq 0,8$. За Белички појас утврђена је вредност од $C = 0,88$, а за Буковичко-рибнички клизни појас $C = 0,80$. C обзиром на ширину од 11.550,52 m анализиран је и коефицијент развијености дуж целог Беличког клизног појаса (скица 25). Утврђена максимална вредност коефицијента износи $C_{\max} = 0,98$ а минимална $C_{\min} = 0,61$. Овако континуирано високи коефицијент развијености могао би да укаже на генетско-динамичку синхронизованост

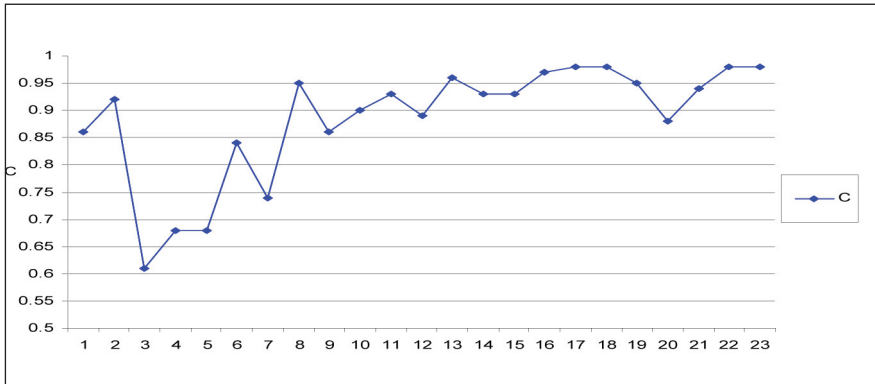


Скица 23. Профили Белички клизни појаса. Инверсан нагиб (и)
 Figure 23. Profiles of the Belica sliding zone. “и” stands for the inverse inclination.



Скица 24. Профили Буковичко-рибничког клизног појаса. Расед (p), инверсан нагиб (и)
 Figure 24. Profiles of the Bukovica-Ribnica sliding zone. Fault (p), inverse inclination (и)

клизишта дуж овог појаса као и да је клизна равна детерминисана истом структуром. То би значило да Белички појас представља у основи генетско-динамички једно клизиште, иако је састављен из скупа секундарних клизних маса. Овакво тумачење би важило и за Буковичко-рибнички клизни појас.



Скица. 25. Коефицијент развијености (C) Беличког клизног појаса, од истока ка западу.

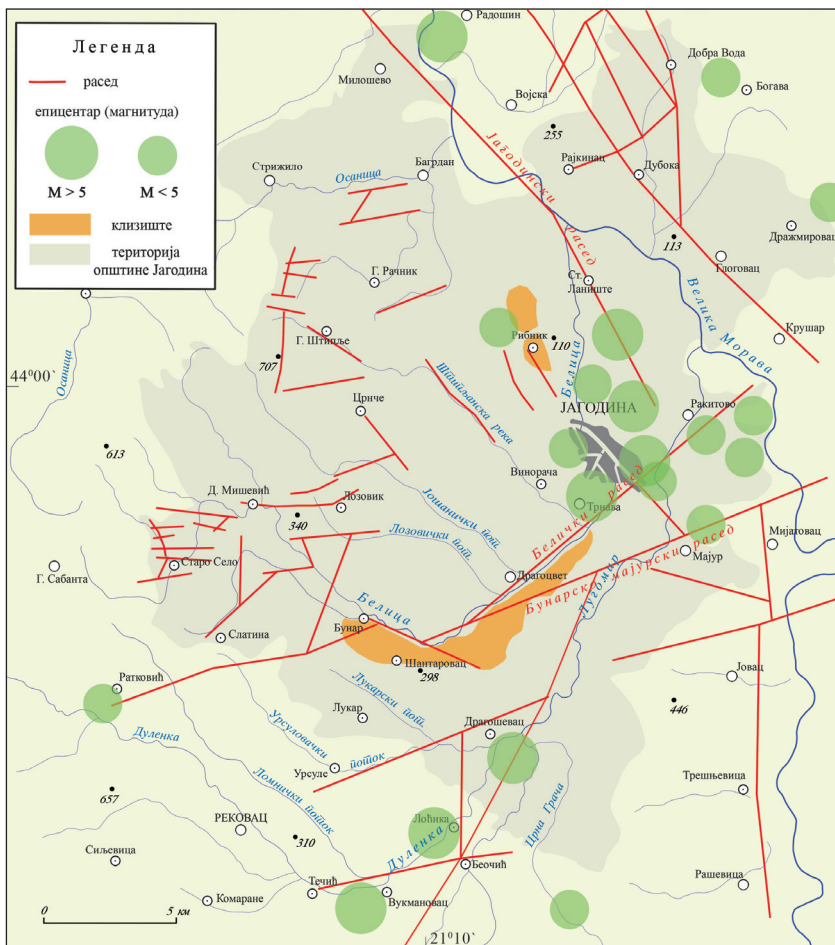
Figure 25. Development coefficient (C) of the Belica sliding zone, in westward direction.

д) *Присутство ликвидације заједно са клизиштем.* Овај критеријум подразумева налажење фракција изолованих песковитих сочива у телу или околини анализираних клизишта. Клизшта за која се хипотетички сматра да су настала земљотресом стара су више векова тако да и уколико је постојала течна фракција, процесом денудације је у међувремену испрана. До појаве ликвидације на истраживаном простору дошло је током земљореса из 1893. године, на више места у околини Јагодине, али немамо писаних трагова који би указивали да је дошло и до истраживаног колувијалног процеса. Неки аутори истичу и да у том процесу не мора да дође до процеса ликвидације (Ost et al, 2003). На основу овог референтног критеријума, због неодређености, није могуће утврдити значај сеизмичке активности.

ђ) *Распоред клизишта који не може бити објашњен потпуно на основу геолошких или геоморфолошких карактеристика.* Поред клизних појасева, висок коефицијент развијености утврђен је код још осам картираних клизишта (КБ 003, 036, 047, 083, 98, 114, 115, 121). Међутим, код већине ових колувијалних облика утврђено је да је структура седимената Белице поремећена и да је у сагласности са падом топографске површине. У случају Рајкиначког клизишта (КБ 036) имамо ситуацију да је клизна равна дефинисана палеотопографском површином.

На основу ових чињеница колувијалан процес као и његова динамика

могли би се оправдати литолошко-структурним предиспозицијама као и палеотопографским условима (консеквентна клизишта) чиме је аргументација у корист сеизмизма знатно умањена. Код Беличког и Буковичко-рибничког клизног појаса, положај литолошких структура је хоризонталан (ОГК, лист Параћин), што ова клизишта чини инсеквентним типом. Клизишта са тако великим коефицијентом развијености и са толико широким простирањем ипак захтевају постојање неке веће структуре. У овом случају то би били раседи као зоне ослобађања сеизмичке енергије (Милошевић и сар. 2008). Још чињеница које иду у прилог овом критеријуму биће анализирани и сагледани у наредним поглављима.



Скица 26. Просторна релација епицентара, дислокација и Беличког и Буковичко-рибничког клизног појаса.
 Figure 26. Spatial relation of epicenters, dislocations and sliding zones of Belica and Bukovica-Ribnica.

Морфогенетски и морфодинамички фактори развоја клизишта

Савремени рељеф на територији Јагодине формиран је синергизованим дејством ендогених и егзогених сила. Геодиверзификација условљена је литолошким саставом, тектонским склопом терена и одређеним режимом појединих климатских елемената простора. Тектонским склопом детерминисане су морфоструктуре, док су литолошки састав и клима утицали на генезу и морфометријске карактеристике морфолошких јединица.

Морфоструктуре, настале дејством ендогених сила, представљене су у основи *планинама* као позитивним, и *котлинама* и *удолинама* као негативним тектонским облицима рељефа. Почетком миоцена радијалним покретима дуж беличке, бунарско-мајурске, лозовичке, јухорске и моравске дислокације дошло је до формирања морфоструктурне физиономије рељефа. На територији Јагодине као позитивне морфоструктуре рељефа издвајају се ниске хорст планине Црни Врх (707 m) и Јухор (695 m). Између ових позитивних морфоструктура, током II савске тектогенезе, спуштена је Левачко-беличка котлина чије воде данас дренирају Белица и Лугомир. Према Зеремском (1984) ова котлина је морфолошки издиференцирана на Жежељско-цикотску и Јагодинско-каленићку удолину. У Жежељско-цикотској удолини постоји појава дивергенције четири речна тока (Лепенице, Осанице, Лугомира и Белице) која истовремено представља област са знатном развијеношћу клизишта. Североисточни део општине захвата део Моравске удолине као регионалне негативне морфоструктуре рељефа Србије. Дуж ове морфоструктуре је долина и ток Велике Мораве. Од укупног броја картираних клизишта ($n = 174$) преко 91,5% је позиционирано у зони негативних морфоструктура. Оправдање пре свега треба тражити у палеогеографским литолошко-структурним карактеристикама ових морфоструктура која је детаљно анализирана у претходним поглављима.

Дејством егзогених процеса изграђени су флувијални, падински и периглацијални облици рељефа. Флувијални и падински процеси су рецентни, док је периглацијација присутна само посредством фосилних облика.

Падински рељеф настао је као последица дејства делувијалних, пролувијалних и колувијалних процеса, који се удружено одвија на долинским странама и брдско-планинским падинама Јухора и Црног Врха. Морфолошки се манифестују у виду јаруга, плавина, делувијума, пролувијално-делувијалних застора, путишта (путна ерозија). На падинама изгређеним од шкриљаца на северозападној страни Јухора наилазимо на појаву интезивног спирања, које се морфолошки манифестује појавом јаруга

у чијој се подини формирају плавине. За појаву јаруга, поред литологије, значај има и вегетација као и неотектонски покрети који својом активношћу интензивирају јаружање. На левој и десној долинској страни Лугомира формиране су плавине, као и два мања пролувијално-делувијална застора у зони где се ова река везује за Горњовеликоморавску котлину.

У подини леве долинске стране Осанице, у зони интензивног спирања и јаружања гнајса и микашиста, развијен је пролувијално делувијални застор у дужини од 3.040 m (КО Ловци), као и већи број плавина. Појаву плавина у шкриљцима имамо и код кратких периодичних токова у Багрданској клисури које су позициониране на контакту моравске долинске равни и падине. У сливу Белице картиране су две плавине, које се налазе на контакту беличког клизног појаса и долинске равни. У литолошком погледу сачињавају их пескови и песковите глине.

Флувијални рељеф на територији града Јагодине представљен је дренажном мрежом Велике Мораве, Белице, Лугомира и Осанице. Ове реке су са бројним притокама имале и имају велики учинак у морфолошком обликовању рељефа, као и у позиционирању стамбених и привредних објеката и активности. Са становишта динамике процеса могу се издвојити палео и рецентни флувијални облици рељефа.

Палеофлувијални облици представљени су флувијалним површима, речним терасама и одсеченим меандрима. На проучаваној територији констатоване су две површи: ниска моравска површ и најнижа моравска површ (Марковић, 1967). Ове површи морфолошки су повезане моравским прегибом односно одсеком релативне висине 70 m. Овај одсек такође представља границу између доњег ужег дела долине, изнад којег настаје шири долински део Велике Мораве са осталим површима. Ниска моравска површ простире се на апсолутној надморској висини од 250 m односно 140 m релативне висине, са обе долинске стране В. Мораве. Дужа стабилност доње ерозивне базе (отсуство тектонске активности) довела је до дуготрајног деловања бочне ерозивне компоненте што се морфолошки манифестовало стварањем широке ниске моравске површи. Услед промена доње ерозивне базе на северу, изазаваних повлачењем неогеног језера и формирањем и усецањем корита Дунава и Саве дошло је до формирања силазног одсека (Моравски одсек) као одговора на новонастале физичко-географске промене. Након стабилизације доње ерозивне базе уследило је стварање најниже моравске површи, релативне висине 15 m. Ова површ је знатно ужа од претходне, веће ширине на левој долинској страни, али слабо дисецирана и морфолошки добро изражена.

Речне терасе као индикатори морфолошке еволуције рељефа, развијене су фрагментарно у долини Белице и Штипљанске реке. У долини Белице

речне терасе се налазе на десној страни непосредно пре ушћа Слатинског потока у Белицу (185 m н.в.) и са леве долинске стране између ушћа Јошаничког потока и Штипљанске реке (125 m н.в.). На ушћу Деоничког потока у Штипљанску реку простиру се са обе старне речне терасе надморске висине 155 m, док југоисточно од насеља Винорача тераса, која се простире на 135 m н.в. Терасе се морфолошки везују за алувијалне равни токова терасним одсеком висине од 5 - 10 m. Када је реч о литолошком саставу, терасе су изграђене од грубо сортираних шљункова, песковитог материјала као и фације корита представљене алевритским суглинама, која се везује за напуштено речно корито Старе Јошанице (речна тераса на левој долинској страни Белице).

Одсечени меандри у долини Велике Мораве представљају доказ интезивног померања речног корита по дну током холоцена. Неки од њих су за време великих вода плавлени и у народу су познати као мртваје или „моравиште” и они су ван хидролошке функције познатији као стараче. Ови облици су литолошки представљени суглинама и супесковима (Тумач за ОГК, лист Парафин). На територији Јагодине картирано је укупно пет меандра на обе долинске стране. На десној долинској страни су глоговачки меандар дужине 4.254 m, и дубочки меандар са 4.040,5 m. Пањевачки меандар укупне дужине 4.429,6 m, затим Стаништански са 2.720 m и Дубонски са 1.163,3 m представљају меандре леве долинске старне Велике Мораве.

Основни и најмаркантнији облик флувијалног рељефа су речне долине. Ови рецентни флувијални облици имају вертикалну или бочну ерозивну компоненту у зависности од нагиба уздужног профила водотока и литолошке грађе. У планинским деловима Црног Врха и Јухора у кристалистим шкриљцима усечене су дубоке долине са доминантном вертикалном ерозивном компонентом. Овој групи припадају леве притоке Белице и то долина (у горњем и средњем току) Вољевичког потока, Јошанице, Каленовачког потока и Штипљанске реке, затим Дугачки поток као лева притока Врановачког потока односно Осанице. На северозападној страни Јухора као десне притоке Лугомира издвајају се долине Црне Граче и Курулског потока. Стога је рељеф Црног Врха и Јухора веома рашчлањен, односно испресецан бројним долинама. Нагиби уздужних профила су знатни и обично несагласни.

Алувијална раван као акумулативан облик карактеристична је за доње и средње токове река где је знатно ослабљена транспортна моћ тока. Током холоцена, када су изграђени ови облици, дошло је до таложења моћних наслага хетерогеног литолошког састава. У Горњовеликоморавској котлини В. Морава је изградила алувијалну равн ширине и до 10 km (Гавриловић, Дукић, 2002) која се у зони Багрданске клисуре готово губи у дужини од 3

-4 km (Добричић, 1978). Дебљина алувијума је од 10 до 15 m при чему се издавјају двелитолошке зоне: подинска изграђена од шљунковито-песковитих седимената и повлатна од иловаче. У долинама Белице, Лугомира и Осанице као и у доњим токовима њихових притока развијене су и алувијалне равни при чему неке од њих можемо сматрати мешовитим генетским типом што подразумева да обухватају још и седименте плавина и бујица (Тумач за ОГК, лист Параћин). Дебљина алувијума у долини Белице износи око 6 m и по саставу је шљунковито-песковита. Алувијална раван се у овој долини пружа у ширини до 500 m док је у долинама осталих река знатно ужа.

Периглацијални облици рељефа на територији Јагодине формиран је почетком плеистоцена, када је дошло до знатнијег захлађења, што је био нов квалитет у морфолошкој еволуцији рељефа. Тада је температурно (мразно) разоравање имало доминантну улогу у морфолошком обликовању долинских и брдско-планинских падина. Смењивањем позитивних и негативних температура ваздуха (мразни дани) у току дана и ноћи на падинама се интезивно одвијало механичко распадање гнајсева и микашиста Црног врха и Јухора у чијим подинама су се образовале плавинске лепезе као и пролувијално делувијални застори. Као последица температурног режима дневних и месечних вредности дошло је до замрзавања и отапања влажног тла, а самим тиме и иницирања гравитационих кретања у кори распадања и појаве термогених клизишта односно солифлукције (КБ 002). Морфолошки индикатори солифлукције представљени микроубраним структурама које су прекривене педолошким покривачем дебљине 1 m, пронађени су у неогеним песковима на десној долинској страни Белице (КО Шуљковац). Према З е р е м с к о м (1990) овај периглацијални облик је настао као последица сезонске пермафросте у периоду млађег вирмског стадијала.

Методолошка поступак утврђивања каузалности између савремених водотокова и хидрографске мреже и генезе клизишта може се сагледати анализом:

- палеогеографских услова настанка хидрографске мреже;
- етапа развоја и дубина ерозионих усецања;
- односа орјентације литолошких структура према долинским странама;
- морфолошких аномалија (долинска асиметрија, рововска корита, лактаста и лучна скретања водених токова, итд.).

Палеогеографска анализа би подразумевала праћење морфолошке еволуције рељефа током које долази до сукцесивних квантитативних промена чиме се ствара предуслов за развој овог колувијалног процеса. Код сваког речног тока постоје три етапе развоја. Л а м а к и н (1950: цитирано у Рокић,

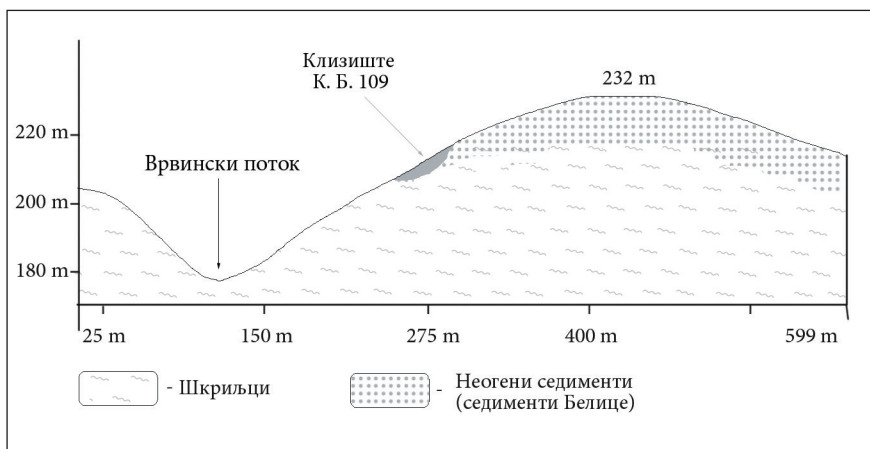
1996) их је означио као инстративну, перстративну и констративну етапу.

Инстративна фаза би одговарала изворишним деловима водених токова, где преовлађује неотектонско издизање и доминантна вертикална ерозивна компонента. Морфолошки, ови облици рељефа су означени као „V” долине без развијеног долинског дна као примарном особином. Два основна квалитета која су иманентна овом морфолошком типу долина а стимулативно се одражавају на развој колувијалног процеса произилазе из геодинамичких и морфометријских карактеристика. Геодинамичка особина подразумева перманентно изражену вертикалну ерозивну компоненту флувијалне ерозије, која може на развој клизишта утицати посредно и непосредно. Посредан утицај би се огледао у повећању вертикалне рашчлањености рељефа што резултира повећањем потенцијалне енергије тог дела топографске површине. Непосредан утицај би се огледао у могућности засецања одређених литолошких структура као потенцијалне клизне равни, у зони примарних седимената. Стога је поред морфолошког типа долине веома битно и познавање литологије као и нагиба литолошких структура јер у зависности од тих карактеристика овај колувијални процес може бити знатно модификован. Системска појава (развијеност) клизишта на територији Јагодине карактеристична је управо за токове чији су изворишни делови образовани у котлинском делу Јагодинско-параћинске и Левачко-беличке котлине. Код неких токова приметно је чак и епигенетско усецање. Као пример можемо навести Дубочки поток чија је изворишна челенка и горњи ток у неогену док доњи ток протиче кроз шкриљце, као и Грабовачки поток који извире на неогену, а потом у свом средњем и доњем току засеца микашисте Црног врха. Речне долине развијене у неогеним седиментима за које је карактеристична инстративна еволутивна фаза представљају потенцијалне просторе у којима може доћи до образовања великих и дубоких (> 5m) клизишта. Просецања одређене литолошке структуре „седимената Белице”, која може бити и под нагибом који је у сагласности са падом топографске површине, доводе до образовања палеоморфоструктурне⁹ или структурне клизне равни. Овако детерминисана клизишта могу имати висок коефицијент развијености чија вредност прелази и $C > 0,5$ (КБ 096, 098).

⁹Највећа клизишна катастрофа до сада на територији Републике Србије, која је погодила село Јовац у околини Владичиног Хана, била је детерминисана управо палеоморфоструктурном клизном равни. Преко палеотопографске површине изграђене од магматских стена (дацита и андезита), у повлати су се нашли миоплиоценски седименти представљени глинама, пешчарима, песком и лапорцима (Лазаревић, Р. 2000). У ноћи између 18. и 19. фебруара 1977. године миоплиоцени седименти су почели да клизе преко вулканске палеотопографске површине створивши велике физиономске и антропогене последице.

Пример образовања клизишта са палеоморфоструктурном клизном равни је рајкиначко клизиште (КБ 036) које је прорадило марта 2006. године. Том приликом је овај колувијални процес захватио једну од изворишних челенки Рајкиначког потока (Богданов поток) површине 50.000 m² и дубине од 5 до 7 m.

За клизиште је карактеристично одсуство морфолошких елемената док је клизна равна детерминисана палеотопографском површином изграђеном од микашиста преко које хоризонтално леже неогене литолошке структуре „седимената Белице”.



Скица 27. Пример развоја клизишта на литолошком контакту неогених седимената и шкриљаца. Врвински поток

Figure 27. Example of landslide development on lithological contact of schists and Neogene sediments. The brook Vrvinski Potok.

Друга стимулативна карактеристика иманентна долинама инстративне фазе је нагиб топографске површине, који се креће у интервалу од 9°-37° (ДМВ). Према генетској класификацији то је одредни фактор морфогених клизишта (Лазаревић, 2000). Овако велики нагиби омогућавају развој овог колувијалног процеса чак и у примарним седиментима чије су литолошке структуре хоризонталне или инверсне у односу на нагиб топографске површине. Том прилоком коефицијент развијености клизишта се крећу у интервалу од $0,1 \leq C < 0,3$ (КБ 007, 012, 057, 058, 059, 061, 109, 113). Ове вредности коефицијента одговарају и клизиштима развијеним на долинским странама изграђеним од секундарних седимената (КБ 077, 078, 079, 080). Падине „V” долина које су позициониране на ободу котлина (Јагодинско-параћинске и Левачко-беличке), имају хетерогену литолошку структуру, што

је последица интензивних флувиоденудационих процеса и мале моћности неогена. Она се огледа у простирању неогена у горњим деловима долинских страна док је у доњем делу дошло до „откривања” палеотопографске површине изграђене од шкриљаца (скица 27). Тиме је дошло до стварања морфолошких и структурно-литолошких предиспозиција за развој овог колувијалног процеса детерминисаног палеоморфоструктурном клизном равни. Примери оваквих долина у којима је утврђена појава клизишта су Каленовачки (КБ 188), Врвински (КБ 109) и Рајкиначки поток (КБ 036) (видети скицу 12).

Перстративна фаза карактеристична је за проширене делове средњих и доњих токова река уз истовремену акумулацију и ерозију са подједнако израженом и бочном и вертикалном ерозивном компонентом. Морфолошки ове долине у попречном профилу представљене су обрнутим трапезом и са развијеним долинским дном (имају алувијалну раван). У почетку настанка и ови делови речних долина су имале облик „V” долине у попречном пресеку али се временом интезитет вертикалне ерозивне компоненте мењао. То је условило преузимање примата бочне ерозивне компоненте од вертикалне, што је резултирало стварањем алувијалне равни и довело до уназадног померања долинских страна чиме су ове долине у попречном профилу задобиле обрнут трапезни облик. Овакав морфолошки облик данас имају долине Осанице (Ршумовић, 1986), Слатински, Лукарски, Урсуловачки и Велушки поток. Поред овог морфолошког облика за перстративну фазу је карактеристичан и долинска асиметрија која је утврђена у долини реке Белице.



Скица 28. Једносмерна асиметрија долине Белице. I и II терасе Белице.
1 – шкриљци; 2 – средњеоцењски-доњесарматски седименти. P – расед
(по Зеремском, 1984)

*Figure 28. Asymmetric valley of the Belica River: Belica terraces
– first (I) and second (II), 1 – schists; 2 – Middle Miocene sediments. P – fault
(after Zeremski, 1984)*

Ова морфолошка аномалија условљана је неотектонским покретима, који су иницирали издизање Црног врха. То је временом довело до исхеравања и бочног потискивања корита реке Белице према југу чиме је у попречном профилу ова долина задобила асиметричан изглед. До засипања ових долина алувијалним материјалом дошло је током плеистоцена. Према Марковићу (1967) акумулативне заравни у Панонском басену и перипанонским крајевима датирају из вирма (вирм III). То је створило моћне насlage песка, шљунка и глине чија се дебљина креће од 15 m у долини Велике Мораве, преко 6 m у долини Белице и Лугомира до 2-3 m у долинама мањих токова. С обзиром да је долина Белице асиметрична, могло би се очекивати да је и распрострањеност алувијона асиметрична. Међутим она је утврђена и на десној долињској страни Белице што је Зеремски (1984) образложио смиривањем неотектонских процеса. На сектору између насеља Шантаровац и Шуљковац утврђена је изразита асиметрија алувијалне равни Белице. Лева страна алувијалне равни има просечну ширину од 450 m, док десна на којој је позиционирано Шуљковачко клизиште износи 140 m. Изван овог сектора алувијална равна Белице је углавном симетрична.

Морфолошки индикатори утврђени у алувијалној равни који указују на рецентну неотектонску активност а тиме и оживљавање вертикалне ерозивне компоненте на овом простору су рововска речна корита (Ршумовић, 1986). Ове ерозивне морфоскулптуре у сливу Белице представљене су усецима у алувиону¹⁰ дубине од 2 m до 6,9 m у којима теку речни токови.

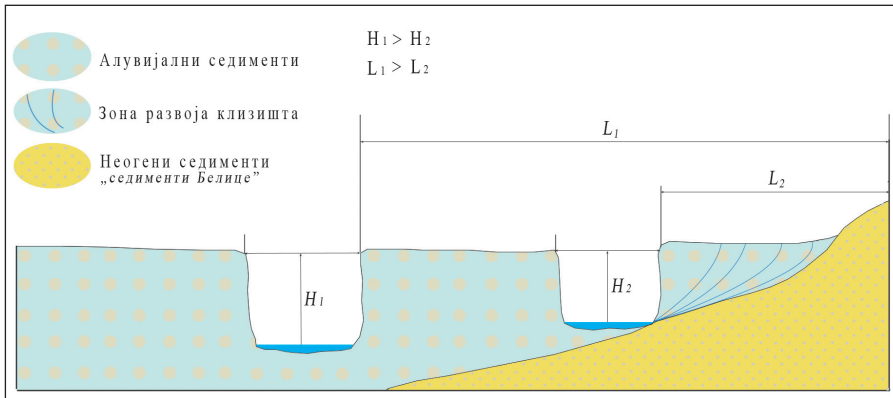
Рововска корита су утврђена у долинама Лугомира, Белице, Штипљанске реке, Јошаничког, Лозовичког, Слатинског и Таборског потока и Јелице (скица 30).

У овој еволутивној фази се налази и део деолине Белице дуж чије се десне долињске стране простире Белички клизни појас (Милошевић и сар. 2008). У иницијалној (инстартивној) фази у овом делу долине биле су изражене и вертикална компонента као последица усаглашавања уздужног профила и бочна као последица издизања Црног врха. То је резултирало асиметричним обликом долине чиме су се стекле квантитативне предиспозиције (нагиб) за развој клизишта дуж стрмије стране.

Како је десна долињска страна Белице омеђена раседима на северу и на југу, у овој зони је дошло до ослобађања примарног напона, декомпресије и земљотреса, што је иницирало развој овог алувијалног процеса и довело до стварања Беличког клизног појаса (Милошевић и др. 2008). Како је већ истакнуто, у позном плеистоцену долази до засипања долине Белице (перстративна фаза), чиме су се клизне ножице Беличког клизног појаса стабилизовале и зауставиле од даљег развоја овог процеса.

¹⁰За мерење дубине рововских корита коришћен је ласерски даљиномер марке Leica DISTO A5

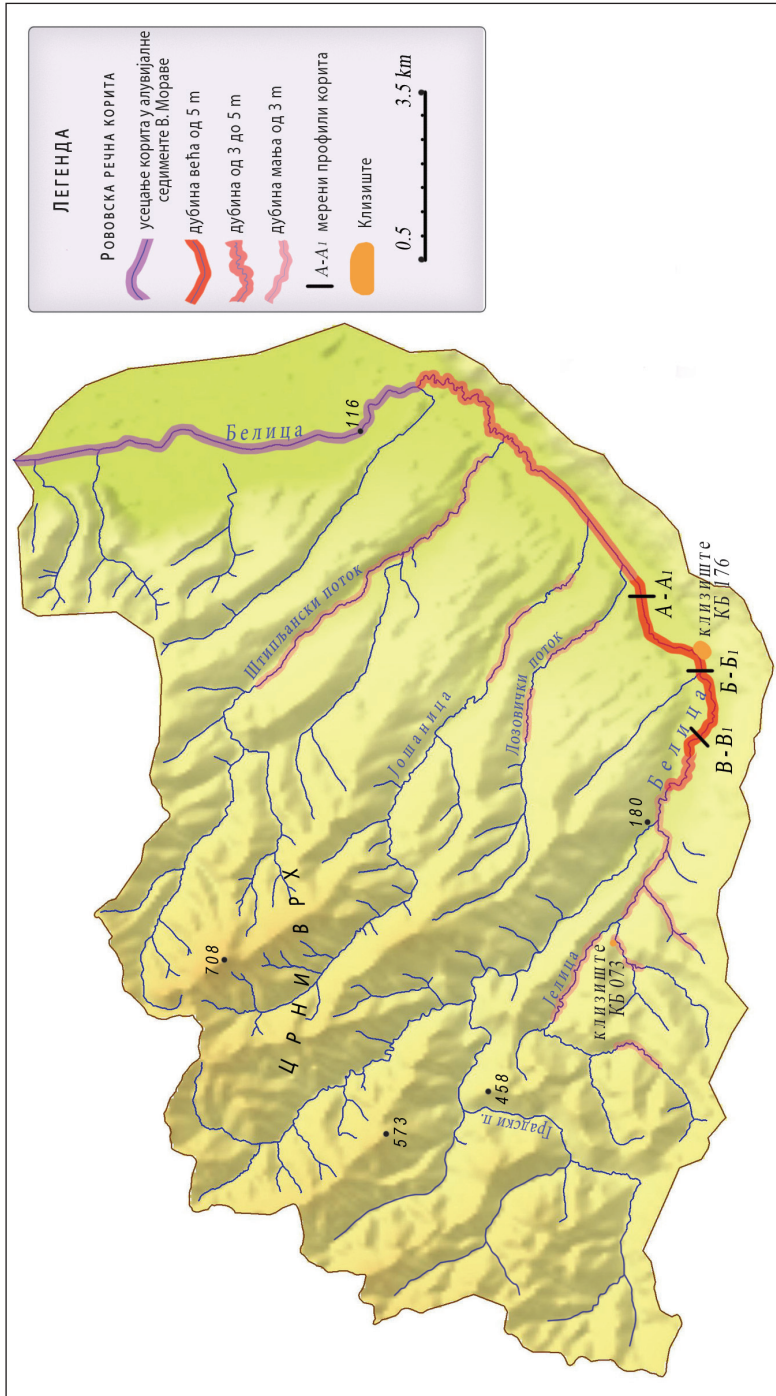
Као последица рецентне тектонске активности дошло је до издизања терена, што је резултирало спуштањем речног корита у односу на алувијалну раван Белице, при чему је формирано рововско корито дубине од 4,5 до 6,9 m. У одређеним секторима рововска корита су просекла алувијалан нанос. Као последица прилагођавања топографске површине новонасталим условима дошло је до започињања процеса клизања терена (КБ 073, 176).



Скица 29. Однос рововских корита према литолошкој структури у зависности од ширине алувијалне равни.
Figure 29. Relation between trench channels and lithological structure, depending on width of the alluvial plain

Ако се анализирају профили речног корита Белице у сектору где су дубине ровова веће од 5 m (скица 30), може се констатовати да до пресецања алувијалног наноса није дошло у зони где је и највећа дубина рововског корита (Milošević et al., 2009). На профилу А–А₁ измерена је максимална дубина од 6,9 m, док је клизиште КБ 176 позиционирано у зони где је дубина корита 5,3 m. Овиме би се могло претпоставити да дубина рововског корита сама по себи није од великог генетског значаја.

Хоризонталном анализом алувијалне равни у сектору А–А₁ утврђена је симетрична равна за разлику од клизишта КБ 176 које је позиционирано у зони изразите алувијалне асиметрије. Тиме можемо претпоставити (скица 29), да су у зони уже стране равни алувијални седименти мање дебљине, па тиме и ровови који би просекли ове наносе мање дубине. На основу ове опсервације можемо претпоставити да је пресецања алувијалних наноса у долини Белице дисконтинуирана појава.



Слика 30. Просторна дистрибуција рововских корита у сливу Белице.
 Figure 30. Spatial distribution of trench channels in the Belica basin.

Табела 7. Дубина рововског корита у долини Белице.
Table 7. The depths of trench channels in the Belica valley

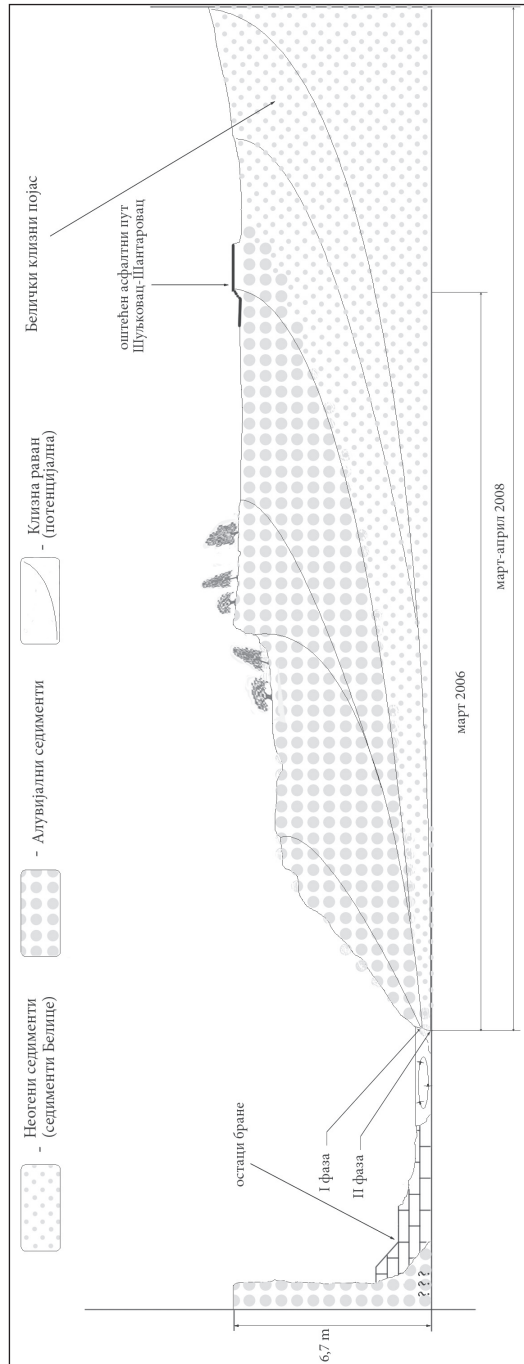
Профил	A – A ₁	Б – Б ₁	В – В ₁
Дубина (m)	6,9	5,3	5,6

Један од разлога алувијалне асиметрије у зони клизишта КБ176 је лучно скретање Белице из правца NW-SE ка SW-NE. То је детерминисало положај клизишта на конкавној страни обале, чиме је додатно интензиван процес подкопавања алувијалних седимената. Код клизишта КБ 176 утврђени су елементи делапсивног клизања (скица 31). Овај процес се огледао најпре у клизању ивичних (I фаза) а потом и ободних делова (II фаза) алувијалне равни са приметним ножичним карактером смицања. Клизна равна (детерминисана неогеним седиментима) је почела сукцесивно да се премешта у ниво новоформираног базиса, који је дубљи у односу на претходно стање. На модификовање интезитета овог процеса утицао је и човек изградњом бране у нивоу реактивираниог клизишта. То је најпре изазвало флукуацију вертикалне ерозивне компоненте, која се огледа у повећаном ерозивном капацитету реке низводно од бране што је изазвало продубљивање речног корита. Током деведесетих година уследило је разарање бране при чему је лево крило овог објекта остало и тиме усмерило матицу речног тока на додатно бочно поткопавање десне конкавне обале. Овај процес до данас није саниран. Динамика клизишта КБ176 континуирано се прати од марта 2006. године до данас и том приликом је утврђено сукцесивно ширење овог колувијалног процеса према Горњој мали (део насеља Шуљковца).

У будућности динамика овог клизишта зависиће од количине покренуте клизне масе у ножици испод површине воде, на дну Белице и расположиве кинетичке енергије речне воде, способне да „очисти” дно од тих маса (Milošević et al., 2009).

У долинама перстративне фазе, где није дошло до усецања речних токова у алувијум и стварања ровоских корита, овај колувијални процес је усмерен на просторе изнад долинског дна. Могућност појаве клизишта детерминисаних палеоморфоструктурном клизном равни је искључена будући да је долинско дно засуто седиментима. Развој овог колувијалног процеса је сада условљен новим литолошко-структурним односима чиме је маневарски простор знатно смањен.

Клизишта са консеквентним односом литолошких структура и клизне равни су поприлично редукован на територији Јагодине, с обзиром на хоризонтални положај неогених литолошких структура у односу на топографску површину. На просторима подударана зона са поремећењим неогеним литолошким структурама „седимената Белице”, конфорним у



Скица 31. Скица Шуљковачког клизишта (КБ 176)
 Figure 31. Cross section of the Šuljkovac landslide

односу на топографску површину, и долина са перстративном фазом развоја дошло је до интензивног развоја овог колувијалног процеса детерминисаног структурном клизном равни. Један од индикатора положаја литолошких структура у односу на топографску површину је и већи број гравитационих извора позиционираних дуж долињских страна. Овакав пример карактеристичан је за горњи ток Градске реке (Таборишки поток), на чијим је долињским странама картиран већи број клизишта (КБ 042, 043, 045).

Структурне клизне равни карактеристичне су и за секундарна клизишта развијена дуж Беличког клизног појаса (КБ 177, 179). Како смо већ истакли, примарна оријентација литолошких структура је била хоризонтална али да је до поремећаја дошло приликом развоја примарног колувијалног процеса.

На долињским странама са оваквим литолошко-структурним односима развој колувијалног процеса је искључиво усмерен на кору распадања примарних и секундарних седимената.

Кора распадања је творевина хемијског и механичког распадања *in situ* различитих стена, у конкретном случају неогених седимената и шкриљаца. С обзиром на чињеницу да до физичко-хемијских процеса распадања долази под утицајем субаерских процеса поставља се питање дубине коре распадања, а тиме и потенцијалне дубине развоја овог колувијалног процеса. Према неким ауторима она се креће од 10 до 15 m па чак и 17 m (Петровић, Манојловић, 1997; Јањић, 1995). Манојловић (1992) истиче да „интезитет хемијске ерозије са порастом дубине поступно слаби, што је последица удаљавања воде од места храњења агресивним материјама. Међутим у пракси готово да је немогуће тачно одредити дубину где вода из агресивног прелази у инкрустивно стање. Највероватније да се ради о прелазној зони, чије се границе мењају у зависности од доба године, плувиометријског режима, локалних литолошко-петрографских карактеристика као и вишеструке делатности човека”. Последица свега горег наведеног је да доња граница коре распадања није континуиран, већ нејасно изражен појас. Оно што додатно поспешује овај процес јесу пукотине и прелине. Генетски гледано оне могу бити последица сезонске суше што је карактеристично за литолошке структуре које у свом саставу садрже монтморилонит, или као последица хидратације која доводи до повећања запремине. Хемијски процес који доводи до формирања потенцијалног хидроизолатора којим ће бити детерминисан будући развој клизишта је хидролиза. „Седименти Белице” (неогени седименти) садрже око 11,5% фелдспатске компоненте. Хидролизом долази до замене алкалних и земноалкалних елемената (Са,

Mg, K, Na) водониковим јоном што доводи до распадања фелдспата албита и анортита и стварања прослојака секундарних глина. Временом ово доводи до смањења филтрационих својстава неогених пескова, који не морају имати особину хидроизолатора, већ је довољна и разлика у степену филтрације по вертикали, која ће иницирати стварања потенцијалне клизне равни (псеудоструктурна клизна раван). Такође важан квалитет за развој клизишта у кори распадања је и нагиб секундарних глина, који је по Јањићу (1995) углавном близак нагибу топографске површине. Током теренских истраживања утврђен је велики број клизишта у неогеним песковима долињских страна које се налазе у инстративној или перстративној фази.

Једно од тих је и клизиште приказано на скици 32. Клизите је развијено у неогеним песковима док је клизна раван која је глиновитог састава, детерминисана посредством *Сарех сп. Сурегасеае* (оштрице).



Скица 32. Клизите КБ 194 у кори распадања неогених пескова.

Figure 32. Landslide KB 194, in the surface weathered layer of Neogene sands

За клизишта развијена у кори распадања карактеристичан је релативно мали коефицијент развијености (С) који се креће у распону од 0,1 до 0,3, што је најчешће последица дисконтинуиране развијености секундарних глина.

Констративну фазу карактерише акумулација различите моћности у широким алувијалним равнинама. Она настаје при спуштању долињског дна и издизању речног корита, при чему је акумулациони циклус једне фазе погребен новим наслагама друге, уз стално повећање моћности. Зато су долине плитко усечене, са доминантном бочном ерозивном компонентом.

Елементи ове фазе констатовани су у краћим секторима доњих ткова Лугомира и Осанице, али на њиховим долинским странама није утврђена развијеност овог колувијалног процеса. Главним разлог се може сматрати мала вертикална рашчлањеност рељефа која је онемогућила развој овог процеса.

Клима као генетски фактор клизишта

Клима представља покретачки узрочни чинилац који својим елементима, одређеног интензитета, може иницирати развој клизишта делујући на топографску површину где су се стекли морфолошко-литолошки услови. Референтни климатски елементи за развој овог колувијалног процеса су температура ваздуха и атмосферске падавине.

Температура може имати генетско и модификационо својство (Лазаревић, 2000). За развој термогених клизишта (солифлукције) дневни и месечни температурни режим су одлучујући фактор. Значај модификационог својства овог климатског елемента може се манифестовати посредно и непосредно. Непосредан утицај би се огледао у континуираној појави високих температура, које током летњих месеци доводе до интезивне евапорације. Тиме се иницира процес дехидратације што код литолошких структура које имају повећани садржај глиновите компоненте монморилонита доводи до стварања полигоних земљишта и пукотина.

Током теренских истраживања 24. јула 2007. године, када је забележена апсолутна максимала температура у Јагодинско-параћинској котлини од 44,5°C утрђена је појава пукотина дубина већих и од 1,5 m. У влажнијем периоду године пукотина ће омогућити пенетрацију падавина у дубље литолошке структуре што ће се стимулативно одразити на будући развој овог колувијалног процеса.

Посредан утицај се огледа у вегетацији која представља одраз годишњег температурног режима. Интервал од 15. априла до 15. октобра означава се као вегетациони период. У овом периоду долази до олишавања вегетације и редуковања количине атмосферских падавина које се излуче на топографску површину. Редукција наступа као последица задржавања атмосферских падавина на крошњама дрвећа и осталих биљака после чега испаре. Овај процес се означава као интерцепција и његове вредности се крећу од 30-40% код шумских екосистема до 13-43% код травне вегетације (Костадинов и сар. 1996).

Обрада температуре ваздуха на територији општине Јагодина вршена је на основу података климатолошке станице у Јагодини. Методом интерполације и екстраполације попуњавани су низови где су недостајали подаци о дневним (за фебруар 2006. године) и месечним температурним вредностима. Том приликом су коришћени подаци са синоптичке станице у Ћуприји што оправдава висока корелација од 0,95.

Према принципима Кепенове класификације, климатска формула за територију града Јагодине је Cfb, што значи да је средња месечна температура најхладнијег месеца између 18°C и -3°C. Апсолутно екстремне температуре ваздуха крећу се од - 25°C (31.01.1987) до 44,5°C (24.07.2007). Средња зимска температура ваздуха је изнад 1°C, док је разлика пролећне и јесење температуре незнатна и износи свега 0,1°C. Јануар је једини месец чија је просечна температура ваздуха за период 1961-1990 испод нуле (-0,4).

Табела 8. Апсолутне (max, min) и средње и месечне температуре ваздуха (°C) у периоду од 1961-1990. године.

Table 8. Extreme (max, min) and mean monthly air temperatures (°C) in the period 1961-1990

Јагодина	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
t _{sr}	-0.4	2.1	6.5	11.8	16.7	19.6	21.3	20.9	17.1	11.6	6.1	1.5	11.2
t _{apsmax}	17.6	23.4	28.0	32.5	36.1	39.0	40.0	39.5	36.5	32.1	28.0	20.0	
датум	30	23	24	10	29	16	20	15	14	17	01	30	
	1977	1977	1977	1985	1969	1972	1987	1963	1987	1973	1990	1970	65
t _{apsmin}	-25	-22.5	-15.1	-5.4	-2.4	0.0	4.0	4.0	-4.1	-8.6	-18.5	-19.0	
датум	31	14	13	22	13	05	02	29	30	30	27	16	
	1987	1985	1971	1977	1978	1977	1981	1981	1970	1971	1975	1967	

Међутим, дневне температурне вредности ваздуха испод нуле (0°C) могу се јавити у свим месецима изузев јуна, јула и августа. Појава негативних дневних температура током зиме и пролећа омогућава појаву ретензије падавина, односно снежног покривача. Са продором топлих ваздушних маса изнад нуле, може уследити нагло отопљавање и лагано натапање литолошких структура што ће се стимулативно одразити на појаву клизишта.

Атмосферске падавине имају генетско својство за развој овог колувијалног процеса. Да би сагледали значај овог климатског елемента анализираћемо режим и просторну дистрибуцију падавина истраживане територије.

Просторно, за анализу су узети подаци са 5 падавинских станица које се налазе на територији града, као и 5 које се налазе у непосредном окружењу а за које је утврђено да имају високу корелацију (> 0,8).

Анализиране су средње месечне вредности за временски период од 1961. до 1990. За детаљну анализу периода у коме је дошло до регионалне појаве клизања, коришћене су дневне падавинске вредности за јануар, фебруар и март 2006. године.

На режим падавина истраживане територије утичу, доминантне регионалне ваздушне масе (циклони) које се крећу по путањи која је на van Bebberovoј карти означена као Vc. Како су крајем пролећа и почетком лета најучесталији проласци циклona овом путањом, јавља се велика количина падавина. На свим анализираним падавинским станицама утврђен је јунски

примарни максимум док је секундарни карактеристичан за новембар. Примарни минимум се јавља у октобру на 9 падавинских станица док је само на једној (Сугубина) утврђена појава фебруарског примарног минимума.

Табела 9. Средње месечне и годишње падавине (у mm) на територији Јагодине и околине.
Table 9. Mean monthly and annual precipitation (mm) in the wider surroundings of Jagodina

Падавинска станица	Над. висина	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год.
Бунар	180	47.8	42.8	46.0	48.5	78.2	87.5	58.4	52.8	48.4	36.7	51.3	53.4	651.6
Г. Штипље	350	64.9	63.2	67.9	65.4	92.2	104.2	65.8	57.9	59.2	45.0	67.0	70.7	823.2
Јагодина	115	47.8	35.3	43.6	45.1	65.1	79.9	54.6	47.2	43.2	32.4	43.3	48.3	585.8
Милошево	115	52.6	47.3	52.6	57.2	75.6	90.6	60.0	52.9	52.2	39.9	56.9	58.0	696.0
Рајкинац	200	58.7	51.3	58.4	60.2	83.0	100.0	59.3	46.6	56.4	41.0	61.2	63.7	739.2
Ботуње	175	52.8	44.8	51.8	52.9	77.5	90.9	67.2	54.4	48.8	41.7	55.7	57.0	696.0
Букуровац	390	63.5	54.9	66.8	66.4	91.7	97.6	70.7	59.1	53.6	44.2	69.8	73.1	811.2
Крушар	120	53.1	48.0	48.9	50.8	76.6	91.3	53.3	48.4	51.1	36.1	52.8	58.7	668.4
Лоћика	195	51.5	45.0	50.7	53.6	77.3	85.3	48.4	41.2	41.6	39.0	56.0	58.5	648.0

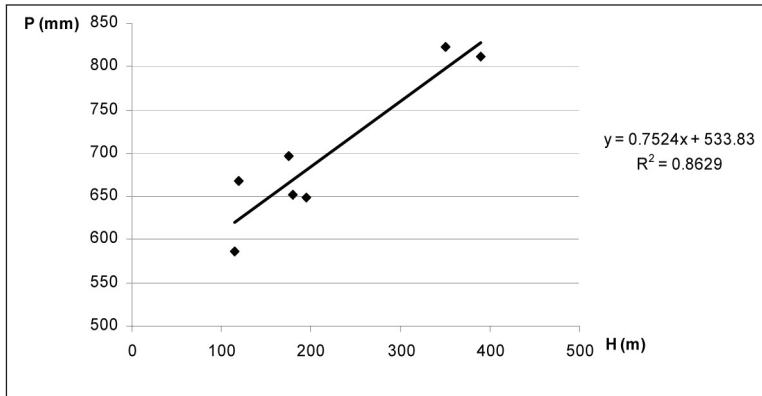
Секундарни минимум је карактеристичан за месец фебруар, и то за 9 падавинских станица, док је само за једну карактеристичан октобар. Однос између највлажнијег и најсувљег месеца је 2:1, што говори о неравномерној временској дистрибуцији падавина. Као један од показатеља може послужити и *релативно годишње колебање падавина*. Што је вредност релативног годишњег колебања ближа нули то је мање изражена годишња асиметрија падавина. На истраживаној територији утврђене вредности се крећу од 6,5% (Букуровац) до 8,1% (Јагодина, Крушар), што показује да је распоред падавина током године неравномеран.

За одређивање просторне дистрибуције падавина на територији општине Јагодина коришћен је растерски ГИС. Помоћу ГИС пакета IDRISI извршена је растеризација дигиталног модела висина, гридне ћелије⁹ димензија 100 x 100 m. Дигитални модел висина (ДМВ) обухвата поред станица које се налазе на територији општине и оне које се налазе у њеној непосредној близини.

Стављањем у корелацију вредности средњих годишњих падавинских станица за период 1961-1990 и надморских висина падавинских станица, добијена је корелација која износи 0,85.

⁹ За анализу падавина користе се гридне ћелије различите величине. Одређивање величине резолуције грида зависи од доступности података, величине истраживане територије као и особина променљивих које се проучавају. За интерполацију падавина и температуре у сливу Колубаре коришћен је грид 1 x 1 km (Dragičević, 2006), док за слив Темштице 0,5 x 0,5 km (Mustafić, 2006). Приликом просторне интерполације за слив Скрапежа, Ковачевић и Штрабац користе грид димензија 100 x 100 m (2008).

Добијена вредност корелације је последица укључивања падавинских станица Милошево и Рајкинац. Наиме станица Милошево налази се на надморској висини од 115 m, као и Јагодина, али од ње годишње прима 102 mm више падавина. Слична ситуација је и са падавинском станицом Рајкинац која се налази на 200 m, а прима годишње 739,2 mm падавина.



Скица 33. Линеарна регресиона зависност падавина од надморске висине за простор Јагодине и околине.
 Figure 33. Linear regression between precipitation and elevation in the wider surroundings of Jagodina

Обе падавинске станице позициониране су у Багрданској клисури. Ово морфолошко сужење представља једну од главних баријера за влажне ваздушне масе које се крећу дуж моравског долиноског система. Крећући се дуж Доњовеликоморавске котлине циклони задржавају влагу све док не наиђу на Багрданску клисуру која условљава узлазно кретање и кондезацију што резултира повећаном количином падавина у зони ове морфолошке баријере. Сличне резултате износи и Милан Радовановић (2001), који наводи пример Грделичке клисуре (Грделица 360 m-747,6 mm, Предејане 318 m-789,8 mm) која добија већу количину падавина од равни Лесковачке и Врањске котлине (Лесковац 240 m-602,4 mm, Врање 458 m-613,2 mm).

Искључењем ове две станице, што се може оправдати претходно истакнутом чињеницом, добија се корелација између годишње количине падавина и надморске висине од 0,93. Ова вредност коефицијента корелације наводи на закључак да је могуће употребити линеарну зависност и одредити вредности падавина за сваки GRID 100 x 100 m. Линеарно регресиона једначина $P=aH+b$, где су P падавине, H надморска висина, добијени параметри a и b додељени сваком гриду и добијене су вредности падавина за сваки од њих (скица 33).

Уз помоћ овог метода утврђена је и просечна количина падавина за територију града Јагодина која износи 702,4 mm. На основу профила падавинских станица Јагодина-Горње Штипље утврђен је падавински градијент од 101 mm/100 m. Просечна висина градијента падавина за територију Јагодина износи 75,14 mm/100 m, што је блиско резултату за слив Белице до ког су дошли Ж и в к о в и ћ и А н ђ е л к о в и ћ (2004) и који износи 71 mm/100 m. Овако висока вредност падавинског градијента могла би се образложити тиме да су источне падине Црног врха у „кишној сенци”. Преласком преко ове орографске баријере ваздушне масе се спуштају што доводи до адијабатског загревања и наглог смањења количине падавина.

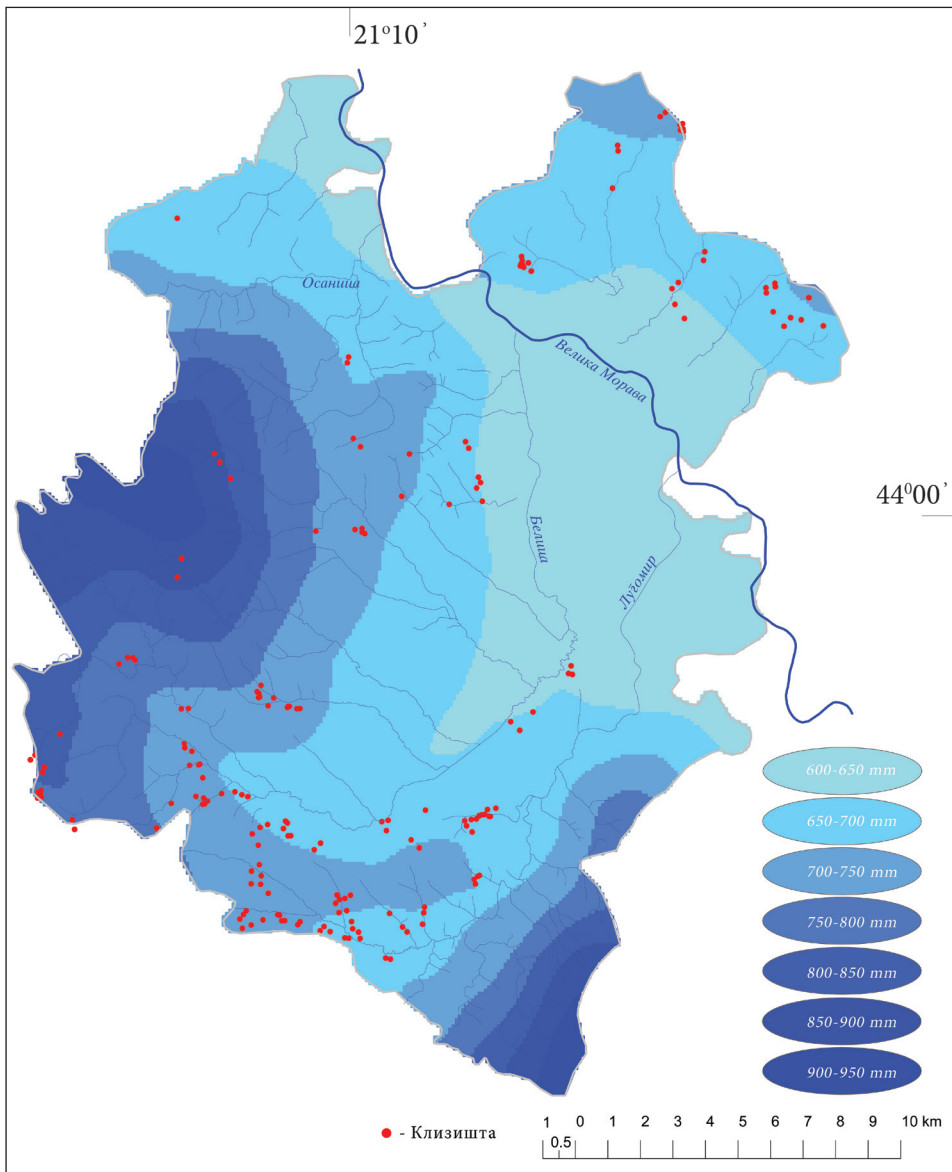
Анализом изохијетне карте може се закључити да просторни распоред падавина није утицао на просторну дистрибуцију клизишта на територији града Јагодина. Ова појава је утврђена у свим изохијетним појасевима и то од 600 mm до 950 mm на годишњем нивоу. На основу периода активирања 49 картираних клизишта (видети катастар клизишта) временска дистрибуција падавина би се могла сматрати одлучујућим фактором за развој овог колувијалног процеса.

Неажурираност података падавинских станица као и непостојање података о тачном временском периоду активирања појединих клизишта, представљају ограничавајући фактор за доношење било каквих егзактних закључака. Међутим, одређени скуп података који је прикупљен приликом израде ове тезе даје повода да се отворе нека од питања.

Једно од примарних питања гласи: колика је критична количина падавина која ће иницирати развој овог колувијалног процеса? Одређени аутори су покушали да утврде граничну дневну количину падавина неопходну да се иницира клизање.

Као што се може видети из табеле 10 минимална вредност падавина у року од 24 h која би могла да доведе до развоја ове колувијалне појаве је од 62-140 mm. Ако би узели пример Словеније која је нама најближа онда би та минимална вредност износила од 100 до 150 mm/24h у зависности од литолошке структуре. По К о т с и (2005) минимална вредност од 100 mm важи за пескове, песковите глине, лапорце и песковите лапорце док за серпентините, глине, глинце и конгломерате износи 150 mm/24h.

Да ли је могућа тако велика дневна количина падавина на територији Јагодине? На основу анализа података о дневним падавинама у периоду од 1961-1990. и појединих фрагмената за период од 1990. до 2006. године, овакав интезитет није забележен ни на једној падавинској станици на територији Јагодине. Утврђене максималне дневне висине падавине износе од 80 mm/24h (Бунар) до 86,2 mm/24h (Милошево), забележене током јула 1999. године. Том приликом је дошло до великих поплава насталих услед



Скица 34. Isoхијетна карта територије Јагодине са просторном дистрибуцијом клизишта
 Figure 34. Precipitation map of Jagodina, with spatial distribution of landslides

изливања Белице и Лугомира али не и до системске појаве клизишта. Стога можемо са правом да поставимо питање да ли и колико дневна висина падавина утиче на генезу клизишта.

Табела 10. Критична количина падавина у mm/24h услед које долази до развоја клизишта. (Комас, В & Зорн, М. 2007, допуњено).

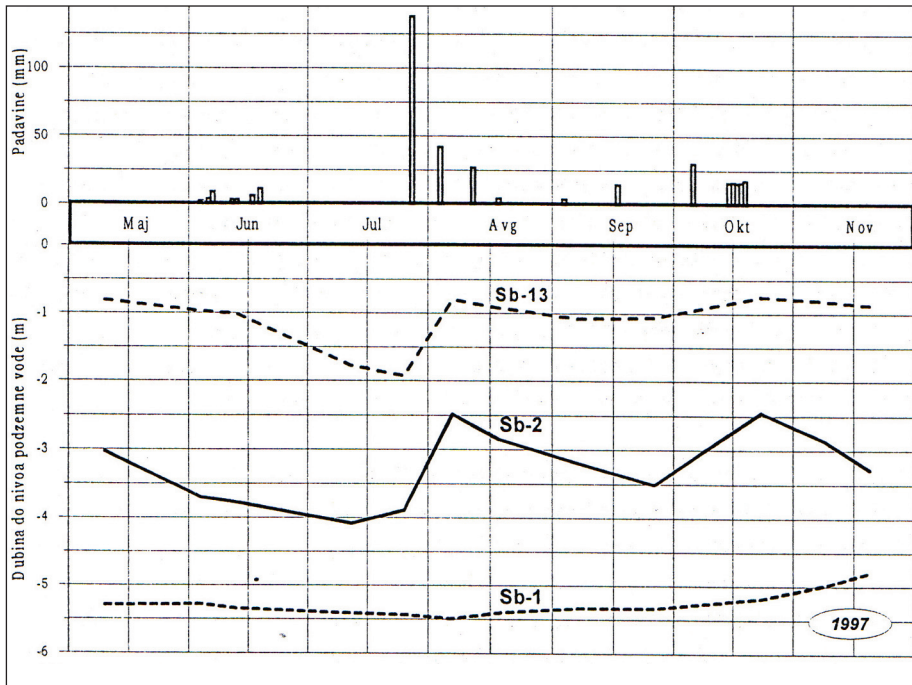
Table 10. Critical precipitation (in mm/24 h) which leads to landslide development (adapted from Komac and Zorn, 2007)

Критична количина падавина у mm/24 h	Област	Извор
100 - 200	Порторико	Larsen, Simon (1993)
120	Британска Колумбија, Канада	Chatwin (1994)
> 100	Кантабрија, Шпанија	González, Diez (1995)
180 - 190	Јужни Пиринеји	Gallart, Clotet (1988), Corominas, Moya (1999)
140 - 300	Нови Зеланд	Glade (1998)
140 - 160	Орегон, САД	Montgomery et al. (2000)
171	Монсерат	Marquè et al. (2001)
125, 137, 75	Сан Матео, Калифорнија, САД	Casadei et al. (2003)
130	Мајорка, Шпанија	Ruiz, Garsia (2003)
62 - 164	Околина Лисабона	Zezere et al. (2005)
100 - 150	Словенија	Komac (2005)
150 - 400	Тоскана, Италија	Avanzi (1999)

Графикон на скици 35. представља резултат истраживања динамике клизишта „Плавинац” код Смедерева. Том приликом Рашула (1998) је анализирајући податке осматрања режима осцилација нивоа подземних вода „прве издани” у шестомесечном периоду, уочио ризична, нагла издизања нивоа након обилнијих падавина. Оваква директна повезаност фреатске издани са слободним нивоом и падавина није утврђена. На основу овога можемо претпоставити да максималне дневне падавине могу иницирати развој само површинских или плитких клизишта у кори распадања чија је клизна раван детеминисана секундарним глинама (псеудоструктурна клизна раван), а у хидрогеолошком контексту представљају „прву издан”.

Ако анализирамо период фебруар, март 2006. године, када је дошло до развоја великог броја клизишта на територији града Јагодине, максимална дневна висина падавина је износила од 21,91 mm/24h (Јагодина) до 23,60 mm/24h (Бунар), забележена 6 марта. Укупна количина падавина за месец март била је за 110% већа од тридесетогодишњег периода 1961-1990. До појаве првих већих клизишта долази већ 8. марта, на територији насеља Рајкинац (КБ 036) и у насељу Добра Вода (КБ 011, 013, 014, 015). Потом су „прорадила” клизишта у Бунару (КБ 090), Врби (КБ 071, 073), Горњем

Штипљу (КБ 185, 187), Држмировцу (КБ 018), Старом селу (КБ 043, 045, 047, 049), Шуљковцу (КБ 174, 176, 177, 178), Шантаровцу (КБ 179), Лукару (КБ 145) и Драгошевцу (КБ 194).

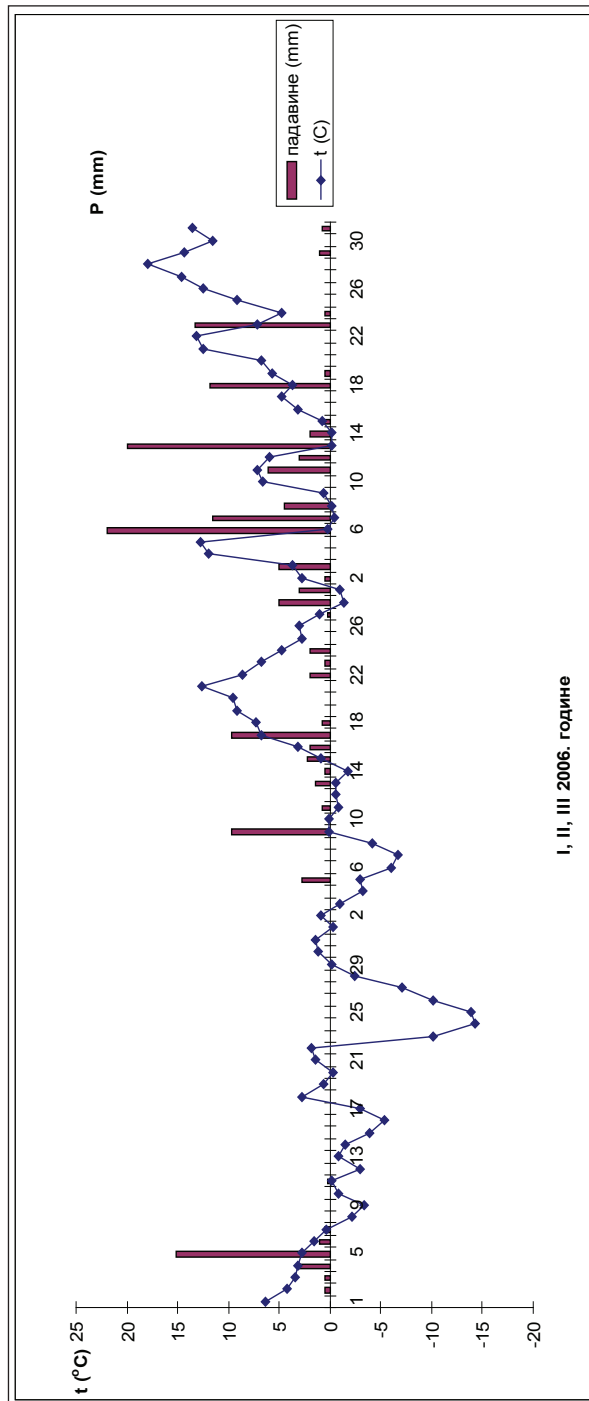


Скица 35. Упоредне вредности осцилација нивоа подземних вода „прве издани” и падавина (Рашула, 1998).

Figure 35. “First aquifer” groundwater level oscillations, and precipitation – comparative values (Rašula, 1998)

На основу утврђених дневних висина падавина можемо закључити да овај колувијалан процес није инициран екстремним количинама падавина. Ако погледамо скицу 36. можемо уочити да су дневне количине падавина биле мале, али захваљујући негативним температурним вредностима је дошло до нивалне ретензије падавина током друге половине фебруара и марта. У периодима појаве мразних дана (дневна $\min < 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ а $\max > 0\text{ }^{\circ}\text{C}$) долазило је до отапања и лаганог натапања литолошких структура. Ниске али ипак позитивне температурне вредности утицале су на максималну инфилтрацију атмосферских падавина и то на рачун евапорације и површинског отицања.

Током 6. марта као последица негативне температурне вредности дошло је до образовања снежног покривача који се задржао све до 7. марта.



* *Скица 36. Температура и висина падавина у Јагодини за период од 01.01. до 31.03.2006. године.
Figure 36. Temperature and precipitation in Jagodina from January 1st to March 31st, 2006*

Током ноћи 8. марта уследио је процес клизања падина дуж целе територије града Јагодине.

Често томистичко анализирање климатских елемената и њиховог значаја за развој колувијалног процеса могло би се сматрати неоснованим.

На основу претходног примера може се предпоставити да је развој овог колувијалног процеса инициран синергизованим дејством дневних температурних и падавинских вредности. Односно да је развој системске појаве овог колувијалног процеса као и дубоких клизишта детерминисан плувио-нивални режимом храњења. Тиме би се делимично могла оправдати и чињеница да од 49 картираних клизишта за која је утврђен период активности, 83,6% (41 клизиште) отпада на период од фебруара до маја, а 16,3% (8 клизишта) на период од септембра до октобра. Сличне резултате износе и Ђармати и Алексић (2004), који истичу да „клизишта могу настати у сваком годишњем добу, и да нека истраживања показују да су она најчешћа у периоду од фебруара до маја (85%) док се свега 4% дешава у летњем периоду, а 9% у јесењем”.

Антропопресија као генетски фактор клизишта

Као производ људских животних и привредних активности у простору долази до интродуковања грађевинских објеката, саобраћајне, водоводне и електро инфраструктуре у природни пејсаж. Појаве које ови објекти могу да изазову на релацији објекат – рељеф, и да тиме иницирају појаву клизишта, је измена морфометријских карактеристика и измена водног биланса падине.

Зона у којој је дошло до квалитативне и квантитативне трансформације рељефа представља интерактивну зону у којој се може сагледати утицај човека као генетског фактора или модификатора овог колувијалног процеса.

Генеа и динамика клизишта могу бити условљене различитим интеракцијама „објекат–рељеф”. Примарна подела интеракција „објекат – рељеф” према систематизацији Цветковић - Мркић и Јањић, која је извршена према врсти изазваних промена је на: физичку и хемијску (табела 11).

За изучавање овог колувијалног процеса највећи значај имају механичка и хидрауличка интеракција као конститутивни делови физичке интеракције, јер њихов резултат деловања може довести до нестабилности падине и непосредно угрозити објекат.

Табела 11. Основни типови интеракције терен-објекат.

Table 11. Basic types of terrain-object interaction

	Физичка интеракција	Хемијска интеракција
Механичка	ститичка	Измена хемијског састава
	динамичка	изданских вода
Хидрауличка	хидростатичка	Измена састава чврсте фазе
	хидродинамичка	Директно увођење хемијски
Топлотна		активних супстанци
Радиоактивна		Агресивно деловање на грађевински
	Друго	материјал и др.

Извор: Цветковић-Мркић и Јањић, 1996

According to Cvetković- Mrkić & Janjić, 1996

Механичка интеракција манифестује се кроз промену стања напона и деформација у простору интеракције. Најчешћи разлози који доводе до промена су: промена морфометријских карактеристика падине (засеци, усеци), прихватање оптерећења од објеката, деловање концентрисаних сила и динамичких оптерећења у току коришћења објекта, измене режима издани (Цветковић-Мркић и Јањић, 1996). Према систематизацији клизишта

Лазаревића (2000), клизишта која настају на предходно потпуно стабилном терену као последица измене морфометријских карактеристика, човек се може сматрати генетским фактором. Пример оваквих клизишта није утврђен на територији града Јагодине.

Хидрауличка интеракција дефинисана је хидростатичким и хидродинамичким деловањем слободних подземних и површинских вода.

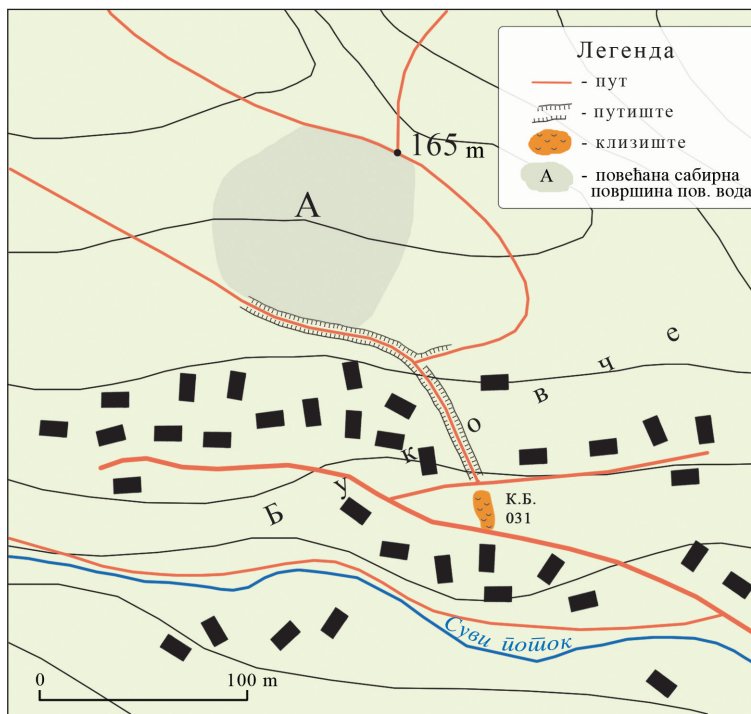
Промена интезитета хидростатичког притиска подземних вода је један од најчешћих разлога иницирања клизишта. До флукуације хидростатичког притиска долази због измене водног биланса падине. Узроци који доводе до измене водног биланса падине су:

- повећање сабирне површине;
- неодржавање геотехничких мелиоративних објеката;
- комунална неопремљеност (Milošević et al., 2010).

Повећање сабирне површине падине је један од начина антропогеног повећања водног биланса. Овај процес подразумева да се са одређене топографске површине површински отицај увлачи у суседни субслив коме природно не гравитира. Током теренских истраживања на територији града детерминисане су две морфоскулптуре које имају трансмисиону функцију, односно уз помоћ којих се врши пребацивање површинских вода из једног у други субслив. То су путишта и дренажни канали.

Смањена инфилтрација тла, као последица збијености дуж сеоских путева доводи до интезивног развоја линијске ерозије (Petrović, Manojlović, 1997). То доводи до стварања *путьишта* (путева-јаруга) дубине и до 3 m. Ови антропогено иницирани облици рељефа захваљујући својим морфолошким, хидрогеолошким карактеристикама и трасом која дијагонално засеца изохипсе задобијају улогу хидролошког трансмитера.

Тиме ови облици рељефа често уводе површинске воде са падина у суседне субсливове чиме повећавају сабирну површину. Један од примера је и клизиште КБ 031, које је активирано управо захваљујући повећању сабирне површине падине. Ареал (А) означен на скици 37. представља „пиратерисан” део падине који је увучен у слив суседне у чијем подножју је дошло до формирања плитког клизишта. Вода је каналисана локалним путем који се усекао у дубини од 1,5 m. У зони мењања правца пружања пута који из нормалног положаја у односу на изохипсу прешао у паралелан, дошло је до инфилтрације ових каналисаних површинских вода и формирања клизишта КБ 031.



Скица 37. Пример антропогеног повећања водног биланса падине. Суви поток, Буковче.
 Figure 37. The example of anthropogenic increase of water balance of slope. Suvi potok, Bukovče

Дренажни канали, као геотехнички мелиоративни објекти, изведени су у функцији уређења терена дуж локалних и регионалних саобраћајница.

Ове антропогене морфоскулптуре такође имају трансмисиону хидролошку функцију како је утврђено рекогносцирањем клизишта на територији града Јагодине. На регионалном путу Јагодина-Бунар-Горња Сабанта-Крагујевац који је изграђен почетком II светског рата (завршен 1942. године), на територији катастарске општине Врба картирана су два клизишта (КБ 056, 060). Оба клизишта угрожавају овај регионални пут.

У пролеће 1942. године дошло је до активирања клизишта КБ 060, што је довело до прекида ове комуникације. Према речима локалног мештанина немачке окупационе снаге извеле су санацију овог клизишта, у којој је и сам учествовао. Трагови санације су и данас видљиви, представљени шиповима који се налазе испод пута. Као један од потенцијалних фактора узет је и дренажни канал са горње стране пута који је одводио воде и са падина суседних субсливова. Како је нагиб канала био мали под налетом велике количине воде, током 1942. године, дошло је до инфилтрирања што је уз деловање других фактора допринело активирању клизишта.

Чињеница која иде у прилог овој тези је да клизиште није захватило простор изнад пута већ од самог од канала па низ падину. Истовремено се овом чињеницом искључује и могућност да је клизиште активирано као последица измене морфометријских карактеристика (механичке интеракције). Такође неки страни аутори наводе да и водоводни инфраструктурни објекти услед одређеног акцидента (пуцања цеви) могу довести до антропогеног повећања водног биланса падине и тиме иницирати клизишта (Ertok, Erginal, 2006).

Неодржавање геотехничких мелиоративних објеката. Дренарање је метод чији се принцип темељи на уклањању или ограничавању и контроли утицаја услед течења слободне подземне воде, ради остварења повољнијих услова грађења или потребне трајне сигурности интеракције терен – објекат. Због неадекватног управљањем дренажним објектима долази до нарушавања својстава и понашања стенске масе, а тиме и до иницирања развоја клизишта. На територији општине Јагодина констатована је појава запуштених пропусника као и затрпани делови дренажних канала. Ова појава проузроковала је појаву клизишта која су захватила труп пута као и косину испод пута састављену од неогених седимената.

Због овога се јавила већа количина транзитне воде која се инфилтрирала у тачкама топографске површине где је дошло до успоравања или заустављања његовог површинског отицаја. Потом је ова појава проузроковала стално висок ниво подземне воде која није адекватно одведена из трупа пута. Као пример може се навести клизиште у насељу Лукар са доње стране пута Јагодина –Урсуре (КБ 149) и клизиште КБ 178 у Шуљковцу код кога је констатовано да је запушен пропусник. На овим ликалитетима такође је утврђена појава да се вода из јаруга директно разлива на труп пута, што се такође стимулативно одразило на развој овог колувијалног процеса.

Комунално неопремљени и неуређени поједини делови простора представљени појавом септичких јама, изостанком канализације отпадних и атмосферских вода такође могу довести до измене водног биланса падине. На територији општине канализациона мрежа постоји једино у граду Јагодини и периурбаним насељима, док остала насеља нису покривена овим видом инфраструктуре. Потрошне и фекалне воде које продукују домаћинства у деловима где не постоји канализациона мрежа складиште се у локалним колекторима - септичким јамама. Посредством ових објеката долази до константне инфилтарције отпадних вода што временом може иницирати или убрзати активирање потенцијалних клизишта. Према неким ауторима (Лазаревић, 2000) континуирано отицање ових вода доводи и до механичке суфозије у правцима подземног отицања чиме се детерминише развој будуће потенцијалне клизне равни.



Скица 38. Запушен пропусник у насељу Шуљковац (клизиште КБ 149).
Figure 38. Clogged bandpass in the settlement Šuljkovac. Landslide КБ 149

Као што се може закључити, карактер и интензитет промена својства и стања стенских маса у склопу терена као природне конструкције изазваних грађењем и коришћењем одређених објеката, могу бити разлог активирања клизишта. Антропогени утицај на развој клизишта може бити директан или индиректан. Према времену трајања они су са трајним (хидрауличка интеракција) или временски ограниченим дејством (измена морфометријских карактеристика) а према континуитету деловања непрекидни (септичке јаме) или периодично изражени (дренажни канали).

ДИНАМИЧКА КЛАСИФИКАЦИЈА КЛИЗИШТА

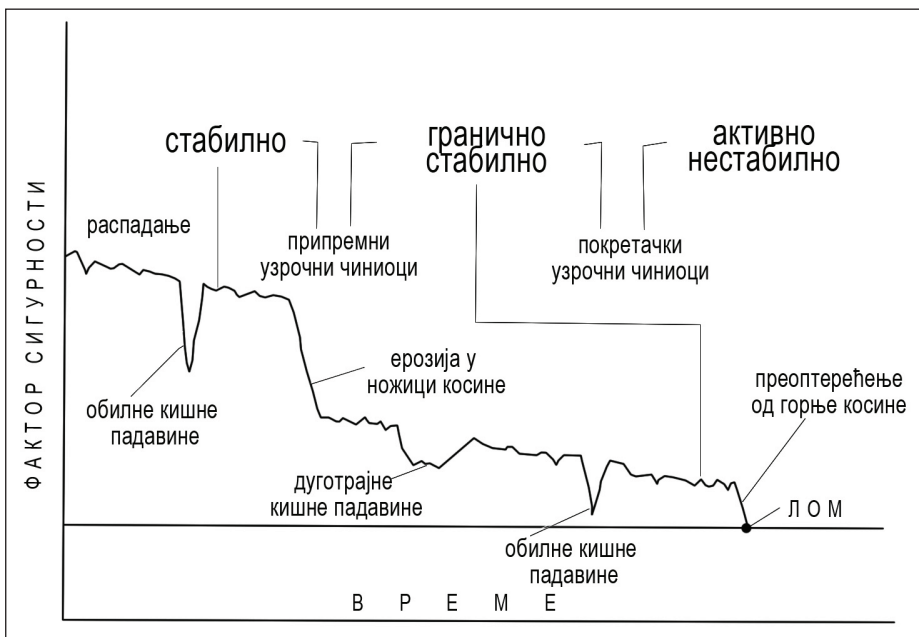
На примеру 174 картирана клизишта анализиран је значај појединих физичко-географских фактора за генезу и периоде активирања овог колувијалног процеса. Критеријум по ком би се извршила предложена динамичка класификација морао би поћи од утврђивања промене услова за развој клизишта у времену и простору.

Према овом динамичком критеријуму клизишта би се могла поделити на: активна, суспендована и фосилна. У геолошкој и географској литератури данас је често присутна антропоцентрична динамичка подела клизишта на активна и неактивна (смирена, примирена, делимично примирена или фосилна) (Лазих, 1991; Влаховић, 1991; Лазаревић, 2000; Комас, Zorn, 2007; Zorn, Комас, 2008; Драгићевић и сар. 2008). Ова класификација извршена је према субјективном хронолошком критеријуму који не узима у разматрање и промену услова и процеса који детерминишу развој клизишта а самим тим и не осликава реално геодинамичко стање падине. Коришћење појма „фосилно клизиште” користи се најчешће у погрешном контексту. Овим појмом често се означавају клизишта која се морфолошки манифестују на топографској површини а притом су изложена променама под утицајем савремених егзогених процеса. Овакве карактеристике клизишта су у колизији са основним одредбама фосилног рељефа који подразумева да је облик рељефа прекривен млађим седиментима при чему су морфолошке одлике сачуване као у тренутку засипања.

Активна клизишта су квазистатични, морфолошки и структурно дефинисани облици рељефа настали колувијалним процесом. Активна клизишта треба сагледавати као „анахрону појаву”. Да би смо то појаснили, поћи ћемо од скице 39. која показује да је промена стабилности одређене топографске површине у функцији времена. На њој је представљена стабилност топографске површине, која је изложена континуираном дејству физичко-географских процеса, и која са временом конвергира ка лому (клизању). Као што сам већ истакао, према упућу Мhаила Рореску-а (1996), факторе који утичу на активирање клизишта треба поделити на услове и процесе. Тако ће на пример дубока кора распадања под одређеним нагибом представљати део услова на који треба да делује процес (сеизмизам,

падавине) јаког интензитета потребан да се изазове овај колувијални процес. Појава годишњег максимума падавина и евапорација рефлектује се на сезонско варирање фактора сигурности, док механичко-хемијски процеси распадања литолошких структура топографске површине доведе до линеарног смањења фактора сигурности.

Морфолошко-еволутивни период одређене топографске површине, која се налази под одређеним нагибом, са становишта стабилности може се поделити на три фазе: стабилну, гранично стабилну и активно нестабилну (Crozier, 1986, прузето из Popescu, 2001). Током стабилне фазе развој овог колувијалног процеса је сведен на минимум и једино може бити активиран као последица дејства екстремних сеизмичких и метеоролошких појава. Кроз фазе гранично стабилног и нестабилног стања вероватноћа појаве клизишта се повећава тако да могу бити иницирана и при сеизмичким и хидрометеоролошким појавама мањег интензитета него што је то било у стабилној фази.

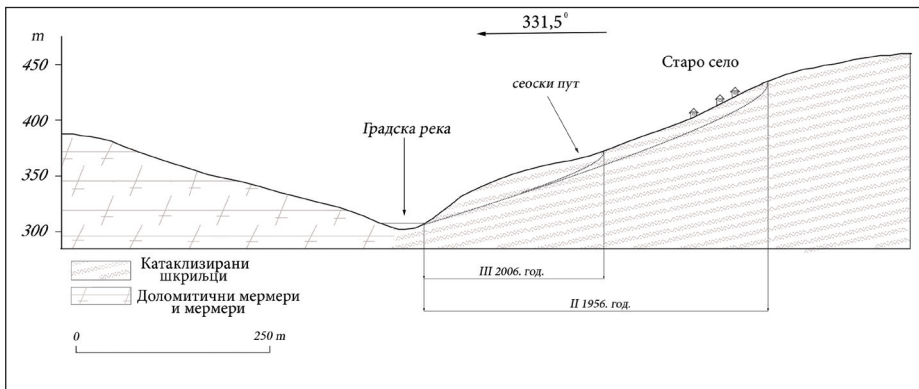


Скица 39. Пример фактора стабилности у функцији времена (Popescu, 2001).

Figure 39. An example of stability factor in function of time (Popescu, 2001)

После појаве клизања (лома) на одређеном делу топографске површине наступа нов еволутивни циклус пропраћен истим еволутивним фазама

стабилности. Дужина трајања новог еволутивног циклуса може бити дужа или краћа у односу на претходну. Клизиште и даље задржава геодинамичке карактеристике које врменом конвергирају ка лому који временски није дефинисан. То просторе захваћене овим колувијалним процесом чини трајно нестабилним и елиминационим са становишта планирања и изградње. Као пример можемо навести клизиште катастарског броја 047 у насељу Старо село (скица 40), развијеног у катаклизитима. До првог активирања клизишта дошло је током фебруара 1956. године када је коефицијент развијености износио $C = 0,72$ а по обнављању процеса, марта 2006. године $C = 0,4$.



Скица 40. Клизиште КБ 047 у Старом селу.

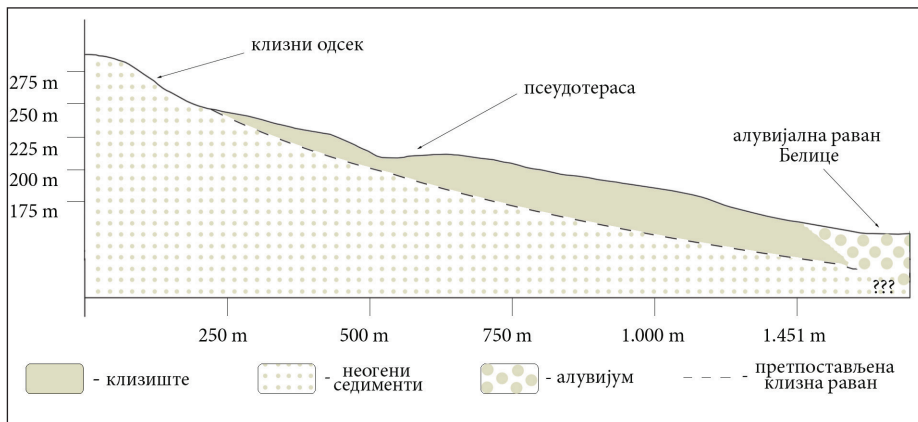
Figure 40. Landslide КБ 047 in Staro Selo.

Суспендована⁹ клизишта или палеоклизишта су морфолошки и структурно дефинисани облици рељефа настали колувијалним процесом који је услед измене литолошко-структурних односа заустављен односно суспендован. До измене литолошко структурних односа дошло је под утицајем засипања речних долина што је иницирало стварање алувијалне

⁹ Suspend – 1. (passive) (of solid particles, in the air or fluid medium): be or remain in place “*dust-suspended in the still air*”= (samo u pasivnom obliku) (odnosi se na čvrste čestice u vazduhu ili tečnosti): biti ili opstajati na mestu (“*prašina suspendovana u mirnom vazduhu*”); 2. stop for a time, delay, keep in an undecided state for a time= zastati na određeno vreme, odložiti, držati u neizvesnom stanju neko vreme. (Oxford Advanced Learner’s Dictionary of Current English; Oxford University Press 1986)

Суспендовати – (лат. Suspendere) “обесити; одложити, одлагати; одгодити; одгађати; прекинути; обуставити; задржати; разрешити га дужности на неко време; удаљити од дужности; Видети Вујаклија, М: Лексикон страних речи и израза. Београд: Просвета..

равни. Са настанком овог флувијалног акумулативног облика дошло је до подупирања клизне ножице чиме је развој овог колувијалног процеса заустављен. Примери оваквог развоја колувијалног процеса утврђени су у долинама Белице (Белички клизни појас, КБ 083, 084), Лукарског (КБ 142) и Велућког потока (КБ 003, 028, 029) које припадају перстративној фази развоја. Под утицајем рецентних неотектонских покрета и њима иницираних геодинамичких процеса може доћи до просецања ове литолошке баријере и обнављања колувијалног процеса. Морфолошки, како је већ утврђено, ова појава се манифестује у виду рововских корита, чије присуство упркос постојању развијене алувијалне равни може да потстакне реактивирање овог колувијалног процеса. Пример је клизиште катастарског броја 176 у насељу Шуљковац о чијој је генези већ било речи у предходним поглављима (видети на страни 72).



Слика 41. Пример суспендованог клизишта. Белички клизни појас.

Figure 41. An example of a suspended landslide. Belica sliding zone

Фосилна клизишта представљају поремећене литолошке структуре инициране колувијалним процесом у ранијим геолошким епохама а потом засуте и прекривене млађим наслагама. На топографској површини овај тип клизишта је тешко идентификовати. Основне методе идентификовања ових клизишта су анализа вертикалне промене у серијама и метод фитоиндикатора.

На територији општине Јагодина, на десној долинској страни реке Белице у неогеним седиментима „Белице” утврђена је појава солифлукције (КБ 002).

Хронолошки по Зеремском (1990) овај облик је настао током млађег вирмског стадијала, као последица сезонске пермафросте на овим просторима. Микроубране структуре као индикатори овог плеистоценог термогеног клизишта данас се налазе 1 метар испод педолошког покривача, чиме је заштићен од директног дејства егзогених процеса.



Слика 42. Пример солифлукције (фосилно клизиште КБ 002) на десној долињској страни Белице (Зеремски, 1990).

Figure 42 . An example of solifluction (fossil landslide KB 002) on the right valley side of the Belica River (Zeremski, 1990)

КЛИЗИШТА КАО ФАКТОР ТРАНСФОРМАЦИЈЕ ПРОСТОРА

Као последица активности клизишта у простору долази до одређене пејсажне трансформације која се састоји у формирању објективних (физичко-и социогеографских процеса и облика) и субјективних (бихејвиоралне) појава. Настале последице у многоме зависе од степена колизије човека и овог колувијалног процеса. Два иста клизишта, исте генезе, обима и интезитета могу створити две различите ситуације у погледу укупно изазваних последица. Ова особина им даје индивидуално обележје које произилази из конкретних услова захваћеног простора и времена као што су „структура, грађевинске карактеристике и урбанистичка решења насеља, општа култура и обичаји људи, разноврсност јавних служби, структура шире друштвене заједнице и њена географска обележја, доба дана и године” (Đarmati, Aleksić, 2004). Тиме би се клизишта могла детерминисати као полиформна појава.

Табела 12. Класификација последица изазваних клизиштима.

Table 12. Classification of landslide consequences

СУБЈЕКТИВНЕ ПОСЛЕДИЦЕ	Паника	
	Психоперцептивна девалвација простора – „хало ефекат”	геодиверзификација
ОБЈЕКТИВНЕ ПОСЛЕДИЦЕ	Физиономске последице	хидролошки објекти
		биодиверзификација
	Социодемографске последице	настрадали
		миграције
		здравствене последице
	Економске последице	криминал
	Еколошке последице	
	Имовинско-правни односи	

Несагледавање распрострањености клизишта у простору може имати за последицу смештање већег броја стамбених и привредних објеката на просторе захваћене овом појавом што доводи до стварања велике директне и индиректне материјалне штете. Неки примери указују да материјална штета проузрокована клизиштима, у току једне године, може бити већа од годишњег

буџета општине (Милошевић и сар. 2006). Поред материјалних настају и здравствене последице као производ акутно суженог животног стандарда, наглих промена у начину живота и примораности на „импровизације”. Лична хигијена људи, а заједно са њом и колективна, нагло се погоршавају, што погодује настанку инфективних обољења, која могу довести до избијања епидемија. Такође, може доћи и до одређених ментално-хигијенских и психијатријских проблема, који се испољавају како акутно, тако и одложено у виду разноврсних психореактивних манифестација. Страх или иницијални шок изазвани несрећом могу код људи проузроковати панику, или их усмерити на пљачку и друге криминалне радње, односно асоцијална понашања. Још једна од акутних појава је и да се приликом овог процеса социјална диференцијација, која је постојала пре активирања клизишта, брише. Штете су са социјалног аспекта везане за привремено погоршање снабдевања људи енергентима, водом као и животним намирницама и идустријским производима. Разарање канализационе инфраструктуре као и објеката за складиштење опасних материја, потом постројења у хемијској и прехрамбеној индустрији које је праћено ослобађањем и ширењем опасних супстанци, може произвести и одређене еколошке последице. Клизишта већих површина, која захватају поседе два или више физичка или правна лица могу довести до правно – имовиског спора. После развоја колувијалног процеса долази до неусаглашености морфолошких елемената и математичкогеографског положаја топографске површине што може бити један од повода за несугласице између правних носилаца поседа и оних који на то мисле да полажу право.

Брзина кретања клизишта. Када се говори о консеквенцама активности клизишта, фактор који у великој мери детерминише димензију последица је брзине кретања. Фактори од којих зависи брзина развоја овог колувијалног процеса су континуитет нагиба клизне равни, степен влажности и дубина захваћености литолошке структуре. С обзиром да на територији града Јагодина нису вршена инструментална мерења овог колувијалног процеса, брзине кретања клизишта су анализиране применом *Cruden–Varnes-ове скале*. Ова скала омогућава да се на основу визуелно утврђених последица кретања клизишта очита потенцијална брзина (скица 43).

Од великог значаја био је и материјал прикупљен анкетирањем очевидаца овог колувијалног процеса чији је опис био у оквирима претходно споменуте скале.

У наставку анализираћемо последице настале као резултат одређене брзине кретања овог колувијалног процеса и покушати да дефинишемо одређене закономерности.

Класа	Опис	Видљиве последице
1	екстремно спора	Не приметне без инструменталних мерења; изградња објеката је могућа уз мере предострожности.
2	веома спора	Неке трајне грађевине су неоштећене покретом.
3	спора	Током покрета могуће су инжењерске интервенције у циљу санације објеката; неосетљиве грађевине могу да се очувају учесталим интервенцијама ако укупан износ кретања није велики док траје поједина фаза убрзања.
4	умерена	Неке привремене и неосетљиве грађевине могу бити привремено одржане.
5	брза	Спасовање евакуацијом је могуће; грађевине, посед и опрема су уништени.
6	веома брза	Неки животи су изгубљени; брзина је превелика да омогући да се све особе спасу.
7	екстремно брза	Катастрофа велике разорне моћи; зграде су уништене под утицајем покренутог материјала; много настрадалих; немогуће да се избегне

Скица 43. Скала брзина кретања клизишта, са дефиницијом могућег разорног деловања (Cruden and Varnes, 1996; преузето из: Casagli, N. et al. 1999)

Figure 43. Landslide velocity scale and definition of probable destructive significance (Cruden & Varnes, 1996; taken from Casagli et al. 1999)

Физиономске последице

Утицај клизишта на физиономију предела може бити посредан и непосредан. Непосредан утицај огледа се у томе што активност овог колувијалног процеса доводи до морфолошке и структурне трансформације геодиверзитета предела. Елементи клизишта (клизни одсек, клизна маса, итд), који могу бити метарске и декаметерске величине, у простору се често истичу као морфолошки аутономни облици рељефа. Како се овај колувијални процес често не одвија синхронизовано са одређеним флувијалним ерозивним фазама, елементи рељефа настали њиме могу се сматрати акорелативним облицима. Посредан утицај овог колувијалног процеса могао би се сагледати кроз модификовање структуре, динамике и размештаја других елемената природне средине и то пре свега хидрографије и вегетације. Као последица активности овог колувијалног процеса може доћи до стварања одређених хидролошких објеката, и то извора и језера, као и формирања ареала хигрофитне вегетације.

Физиономске последице које су утврђене на примеру од 174 картираних клизишта могу се сагледати кроз:

1. формирање акорелативних облика рељефа;
2. трансформације речног корита;
3. и појаву ендорейчности.

ФОРМИРАЊЕ АКРЕЛАТИВНИХ ОБЛИКА РЕЉЕФА — Акорелативни облици рељефа морфолошки представљени заравнима и прегибима на топографској површини могу настати на два начина. Они су производ колувијалних и флувијалних процеса⁹. Примарна особина ових облика је да не припадају одређеним флувијалним ерозивним фазама које представљају производ саображавања уздужног речног профила према завршном већ независно од њих. Акорелативни облици рељефа настали процесом клизања који су утврђени на територији Јагодине су: клизни одсеци, псеудотерасе, депресије и удолине.

Клизни одсек представља ерозивни елемент клизишта морфолошки дефинисан вертикалном или косом равни откидања. Отсуство овог морфолошког елемента најчешће је својствено "тепих" клизиштима док максималне висине могу да износе и до 45 m. Занимиљив је пример рајкиначког клизишта (КБ 036) код кога без обзира на дубину од преко 5 m није дошло до формирања клизног одсека, нити до стварања неких других морфолошких индикација. У зони Беличког клизног појаса утврђене су висине клизних одсека од 20 m до 45 m (скица 44). Такође великих димензија су одсеци дуж Буковичко-рибничког појаса висине 30-40 m. Ови одсеци истичу се као аутономни елементи геодиверзитета, како их перципира и локално становништво (скица 44). Нагиби се крећу у распону од 19° па до 90°. Овим облицима рељефа као део морфолошке еволуције својствени су одређени падински процеси: клизишта и денудација. Тако је рецимо дуж клизног одсека у зони Беличког клизног појаса на територији КО Бунар утврђена појава плитких морфогених клизишта (КБ 091, 102). Од укупног броја картираних клизишта (n=174) на територији општине утврђено је да 77,1% има лучан облик¹⁰, 20% праволинијски и 2,9% изломљени клизни одсек.

⁹ Видети Петар С. Јовановић (1956). *Акорелативни облици речне ерозије*. Извештај о раду IV конгрес географа ФНР Југославије. Савет географских друштава ФНР Југославије, Београд.

¹⁰ Према класификацији Раденка Лазаревића постоје три типа клизних одсека: лучни, праволинијски и изломљени. Видети Лазаревић, (2000). *Клизишта*. Београд: Друштво бујичара Југославије.



Скица 44. Клизни одсек; а) Белички, б) Буковичко-рибнички клизни појас
 Figure 44. Landslide scar: a) Belica sliding zone, b) Bukovica-Ribnica sliding zone

Лучни одсек карактеристичан је за 100% клизишта у шкриљцима, 87% клизишта у неогеним седиментима, док је праволинијски облик иманентан јако дубоким клизиштима Беличког и Буковичко-рибничког појаса.



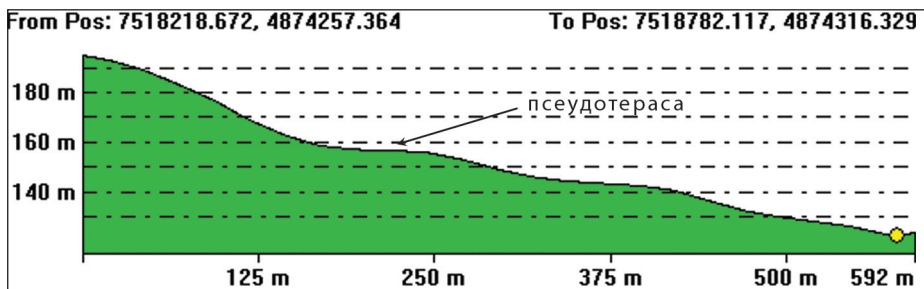
Скица 45. Клизни одсек; а) Лукарски поток (КБ 115), б) Добра Вода (КБ 014)
 Figure 45. Landslide scar: a) Lukarski Potok (KB 115), b) Dobra Voda (KB 014)

Као последица великих нагиба на овим облицима нису присутне обрадиве површине, већ само пашњаци и забрани храстове шуме.

У насељима Бунар, Шантаровац, Шуљковац и Рибник имамо појаву изграђених стамбених и привредних објеката (скица 44) који до сада нису били угрожени овим колувијалним процесом.

У зависности од односа клизног одсека и масе (трбуха клизишта) могу настати два псеудооблика рељефа: псеудотерасе и псеудодолине.

Псеудотерасе представљају квазистатичне акорелативне акумулативне облике рељефа настале процесом клизања, нагиба до 3° који може бити конфоран или инверсан у односу на генерални нагиб падине. Из самог назива произилази закључак о изостанку генетске и постојању морфолошке аналогije са речним терасама. Динамичко својство псеудотераса које су део суспендованих клизишта, измењено је у односу на активна клизишта. Највеће распрострањеност овог облика рељефа карактеристична је за Белички и Буковичко-рибнички клизни појас као и за поједина клизишта у неогену. Развијеност псеудотераса код клизних појасева је дисконтинуирана, што је један од доказа физичке издељености ових колувијалних ареала. Псеудотерасе су утврђене на локалитету Накоси, Горња мала (Шуљковац), Осредак (Бунар), Рибник (насеље), Баре (Лозовик), као и на простору североисточно од насеља Драммировца. Ширина ових облика рељефа креће се у просеку од 70 до 120 m.



Скица 46. Псеудотераса на профилу Буковичко-рибничког клизног појаса (генерисано из ДМВ)

Figure 46. Pseudo-terrace on the profile of the Bukovica-Ribnica sliding zone (generated from the DEM)

На основу морфометријским карактеристика псеудотерасе представљају атрактивне просторе за насељавање. Тако је на територији града Јагодине на овим акумулативним облицима подигнуто неколико насеља: Бунар, Шантаровац, Шуљковац, делови Рибника, Лукара и Драммировца

Врло често аутори ове облике рељефа детерминишу као делове одређених флувијалних ерозивних фаза, што је последица сагледавања морфолошких карактеристика, а не и генезе. Боривоје Ж. Милојевић (1951) псеудотерасу изнад Рибника означио је моравском терасом, експлицитно „изнад села Рибника у кристаластим шкриљцима развијена је Моравина тераса од 70 m”. Јован Ђ. Марковић (1967) проучавајући рељеф Горњовеликоморавске котлине ову псеудотерасу, ослањајући се на Милојевићеву тумачење, сматра делом ниско моравске површи. Тиме су ови аутори, у зони повећане „енергије” рељефа, моравског одсека, зараван (псеудотерасу) изнад села Рибника видели као једну од ерозивних фаза Мораве што би је оквалификовало као корелативан облик рељефа а што је у колизији са њеном генезом.

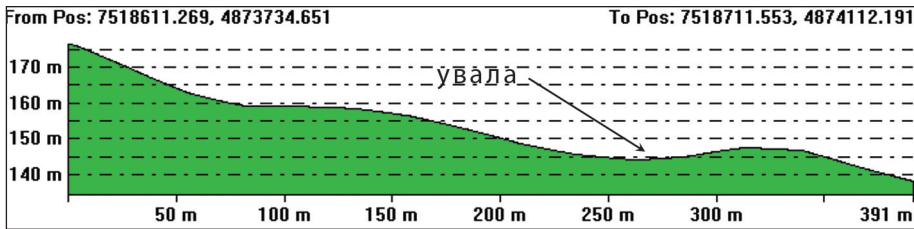
У низу доказа који говоре о колувијалном пореклу ове површи, посебно би истакли један геолошки и један морфолошки. Наиме на контакту клизног одсека и клизне масе утврђена је појава незаобљених фрагмената кварцита, пречника до 15 cm, што искључује њихово флувијално порекло. Како смо раније утврдили ради се о абразионим творевинама формираним за време трансгресивне фазе неогена које су захваљујући овом клувијалном процесу „откривене” на топографској површини. Морфолошки доказ је појава благе инверсности ове заравни (псеудотерасе) у односу на генералан нагиб падине.



Скица 47. Псеудотераса; а) Лозовички поток (КБ 129), б) Ђурђево брдо, Јагодине (КБ 087).
Figure 47. Pseudo-terrace: a) Lozovički Potok (KB 129), b) Đurđevo Brdo, Jagodina (KB 087)

Увале представљају депресију формирану између клизног одсека и клизне масе. Утврђене величине крећу се од метарских до декаметарских димензија. У овако морфолошки дефинисаном простору може доћи и до формирања хидролошких објеката - језера или бара. У зони Буковичко-рибничког клизног појаса (изнад школе) утврђена је појава увале

декаметарских димензија чија је оса, паралелна одсеку, знатно дужа од попречне осе. Овакав облик морфолошки оставља утисак речне долине у чијим су најнижим деловима су утврђене локалне микродепресија обрасле хигрофитном вегетацијом. Увале могу имати значајну улогу у реактивирању клизишта (Марковић и сар. 2003; Лазаревић, 2000) која произилази из њених хидролошких карактеристика. Као последица морфологије, вода са околне топографске површине отиче ка најнижем делу увале одакле се потом процеђује кроз клизну масу. Тиме се знатно повећава тежина покренутог материјала који се доводи у стање лабилне равнотеже и активирања овог колувијалног процеса.



Скица 48. Увала на профилу Буковичко-рибничког клизног појаса (генерисано из ДМВ).

Figure 48. Depression on the profile of the Bukovica-Ribnica sliding zone (generated from the DEM)

ТРАНСФОРМАЦИЈА РЕЧНОГ КОРИТА. У зависности од удаљености од речног тока овај колувијални процес може да доведе до преграђивања речне долине и тока. Фактори од којих зависи степен морфолошке трансформације су брзина клизишта, морфолошки тип долине, геолошки састав и периодичност тока. На слици 49 представљени су основни модели:

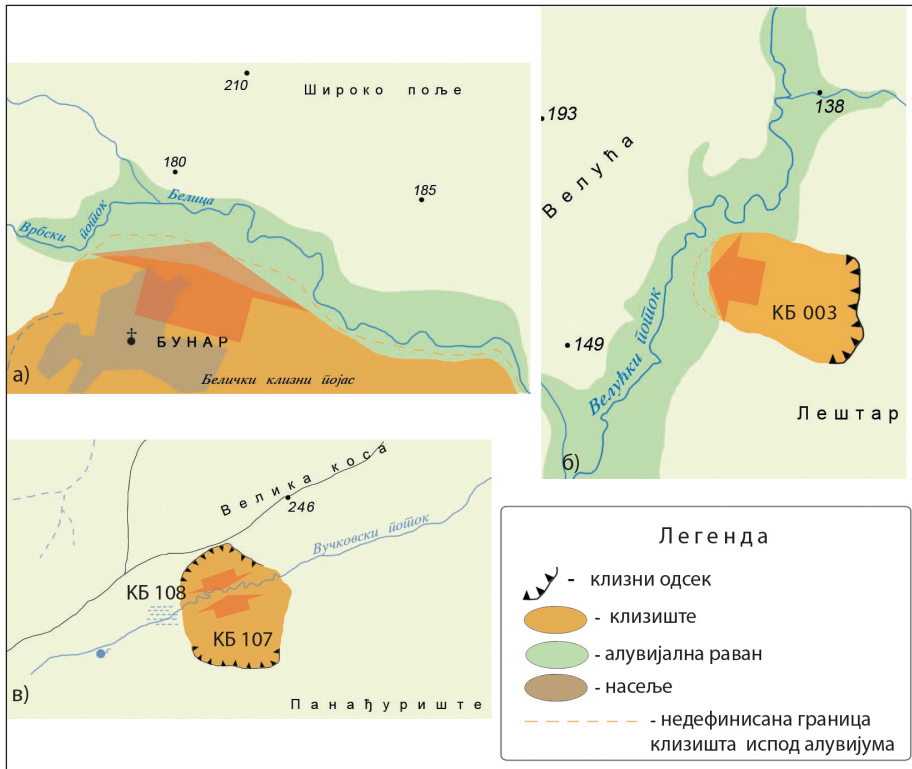
Девиијација речног тока. Овај модел настаје када су долине широке (најчеће U профила), а брзина кретања клизишта минимум 4 класе. С обзиром на ширину долине клизна маса не успева да допре до подножја друге долинске стране што иницира само девијацију речног тока без појаве ујезеравања. На скици 49а, дат је пример девијације Врбског потока односно Белице. У линији меридијанског правца, где Врбски поток скреће према северу под углом од 90° и почиње своју девијацију, имамо почетак беличког клизног појаса. У овој зони је и дужина клизног појаса највећа и износи 1.870 m. Тиме можемо претпоставити да је и сила потиска на речни ток била управо у овој зони највећа ако се узме у обзир да се удаљавањем од ове области дужина клизног појаса се смањује. Карактеристично је и да је смер девијације тока супротан неотектонским тенденцијама овог слива и да

је у колизији са генералном орјентацијом хидрографских објеката. Вођени овим и претходно анализираним чињеницама, можемо претпоставити да су само процеси са елементима пароксизма могли довести до ове морфолошке аномалије, као и да би процеси слабијег интезитета остали без било какве морфолошке манифестације. Овиме би постављена хипотеза о сеизмизму као покретачком фактору Беличког клизног појаса у многоне била оправдана. Пример девијације речног тока налазимо и у средњем делу Велућког потока, где је клизиште (КБ 003) изазвало померање речног тока генералног правца југ-југозапад ка западу (скица 49б) У случају да је брзина клизишта мања од 4 класе до ове девијације речног тока неће доћи јер вертикала ерозивна компонента успева да однесе придошли клизни материјал.

Ујезеравање речног корита. Овај модел је утврђен у долинама са развијеним рововским коритима. Како је дубина ровова између 5-7 m клизишта затварају речно корито и доводе до ујезеравања воде. Међутим до опаснијих последица не може доћи јер су долине изнад корита широке тако да би дошло до ширења потенцијалног поплавног таласа. Овакав пример је клизишта КБ 073 које је преградило Слатински поток у року од 90 минута (5 класа). Овакву ситуацију имамо и у долини Белице у насељу Шуљковац. Међутим као последица мале брзине (3 класе) клизиште не успева да прегради речно корито. То је, са друге стране, довело до перманентног кретања клизишта КБ 176, које је почело са радом марта 2006. године и још увек је активно, при чему се његов ареал проширио.

Преграђивање долине. Овај модел је карактеристичан за V долине у којима, као последица долинске морфологије, овај колувијални процес успева да је прегради. Том приликом могу настати одређени хидролошки објекти, а најчешћи су језера. Најпознатији примери језера насталих на овај начин су Завојско језеро, језеро Алушонту (Ракићевић и сар. 1967), као и језеро формирано преграђивањем корита Великог Рзава код села Високи (Ршумовић, 1960). Ова појава је на територији Јагодине утврђена само у долинама периодичних токова (КБ 113, 107), која за последицу није имала ујезеравање воде већ је довела само до замочваривања земљишта. На самој клизној маси која је преградила долину дошло је до формирања новог корита са елементима меандрирања (скица 49в), као и прегиба где се овај ток поново везује за непоремећени део корита. Опасност која се може јавити код овог модела не своди се само на формирање језера. Највећа потенцијална опасност је што по преграђивању речног корита и долине овај колувијалан процес као последица презасићења водом прелази у пролувијалан односно блатну или камениту бујицу¹¹.

¹¹ Овакав пример забележен је у Западној Словенији и то са катастрофалним последицама. Током 15. новембра 2000. године, најпре је дошло до преграђивања Мангартског потока



Скица 49. Примери девијације речног тока и преграђивања речне долине.

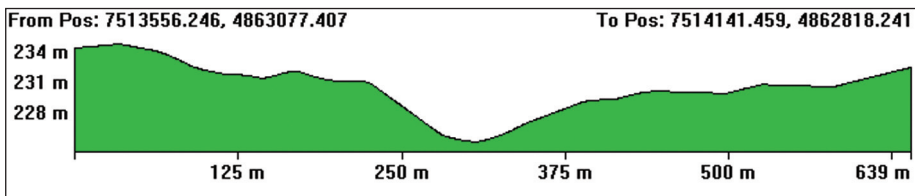
Figure 49. Examples of a river course deviations and river valley damming

ПОЈАВА ЕНДОРЕИЧНОСТИ – Ово је хидролошка појава која подразумева унутрашње одводњавање површинских вода. Ова појава утврђена је у зони Беличког клизног појаса. Како су већ истакли неки аутори (Зеремски, 1984, Јовановић, 1982) слив реке Белице је асиметричан и састављен искључиво од левих притока. Дуж њене десне долинске стране у дужини од 11.550,52 m простире се континуирани клизни појас. У претходним анализама сагледана је генеза на основу које можемо да тврдимо генетско-динамичку синхронизованост овог колувијалног процеса. Међутим том приликом није дошло и до померања неогених седимената као једне физички хомогене површине. На основу морфолошких индикатора - псеудотераса, депресија и

клизиштем које се спустило са источног обронка врха Мангарт (Комас, В & Зорн, М. 2007). Како кише нису престајале уследило је велико влажење клизне масе, која је затрпала речно корито, и 17. новембра је дошло до њене трансформације у блатно-камениту бујицу која је буквално разорила мало планинско насеље Лог под Мангартом.

хумова можемо претпоставити да се кретање неогених литолошких структура одвијало фрагментарно у правцу корита реке Белице. Као последица таквог кретања на контактима фрагмената дошло је до предиспонирања будућих долина. Како је њихова генеза колувијалног а не флувијалног карактера, ови облици би се могли означити као *псеудодолине*.

Дуж новоформираних облика рељефа образовани су периодични токови који се не везују за корито реке Белице већ завршавају унутар самог клизишта. Овако морфолошки трасиран површински отицај доводи до инфилтрирања вода унутар саме клизне масе, чиме се стичу услови за реактивирање овог колувијалног процеса у будућности. Иако настале колувијалним процесом, псеудодолине у даљој морфолошкој еволуцији модификују се под утицајем флувиоденудационих процеса (скица 50). Морфолошки индикатор који би такође могао да укаже на колувијално порекло псеудодолина је њихова инверсност у односу на главни ток реке Белице. На основу тога се може закључити да се морфолошка еволуција реке Белице и псеудодолина није одвијала синхронизовано. Укупна дужина свих периодичних токова детерминисаних псеудодолинама износи 6.938,68 m, што представља густину речне мреже на овом клизном појасу од 0,66 km/km².



Скица 50. Профил псеудодолине. Белички клизни појас (генерисано из ДМВ).

Figure 50. Profile of a pseudo-valley. Belica sliding zone (generated from a DEM)

Социо-демографске последице

Социодемографске импликације настале као последица активности клизишта могу се сагледати кроз неколико аспеката. Становништво клизишта не доживљава као једну континуирану природну појаву са декадним и секуларним режимом јављања. Најчешћи доживљај је да овај колувијални процес настаје случајно, односно фактори његовог настанка траже се у блиској прошлости, као последицу људских животних и привредних активности. Такав је случај једног клизиштем погођеног домаћинства у селу

Добра Вода, где је домаћин, упркос томе што је изгубио помоћну зграду, на исто место довукао земљу и наставио да живи нестрахујући од поновног активирања. Током XVIII и XIX века, када је насељена већина сеоских насеља на територији града Јагодина, долази до запоседања површина, између осталог и оних које су представљале клизишта. Како није било скорије активности, становништво није успело да препозна ове потенцијално клизањем захваћене зоне.

У селима Бунар, Шантаровац и Шуљковац у зони мегаклизишта формиране су псеудотерасе. Захваљујући вегетацији и денудацији која је нивелисала одређене нагибе и довела до интегрисања овог колувијалног процеса у дати природни пејсаж, новопридошло становништво га је детектовало као оптималан простор. Наиме, тадашње становништво се сусрело само са последицама клизања, које можемо препознати по називима сеоских локалитета као што су *Велико језеро* у Бунару (Мијатовић, 1948), *Баре* – Рибник, *Бивоља бара* – Буковче. Настанак ових бара становништво није препознало као индикатор клизања, већ их је сматрало иманентним елементом насељеног простора. Први подаци који говоре о суочавању људи са клизиштима на овом простору везују се за клизиште Ђелијан у насељу Трнава, дуж падина десне долинске стране Белице када је затрпан пут који води за Левач, током XIX века. Током XX века долази до озбиљнијих проблема становништва са клизиштима. Најпре фебруара 1956. године у насељу *Старо Село* клизиште односи три домаћинства (КБ 047). Исте године у суседном селу *Слатина*, у засеоку Табориште, клизиште односи једно домаћинство (КБ 052). Ово је довело до релоцирања домаћинстава погођених непогодом, при чему је њихова миграциона дистанца била мања од 1 km. У Старом Селу нова домаћинства су подигнута на заравни која претставља локално развође, док се у Таборишту домаћинство е релоцирало на исту долинску падину.

Почетком пролећа 1962. године прорадило је клизиште (КБ 063) у насељу *Врба* на десној долинској страни Белице. Том приликом су уништена три домаћинства која су се релоцирала на левој долинској старни, покрај регионалног пута Јагодина – Крагујевац.

Последња катастрофа са огромном материјалном штетом задесила је општину Јагодина током марта и априла 2006. године. У том периоду дошло је до уништавања и оштећивања 12 домаћинстава на територији града Јагодине као последица активирања до тада примирених клизишта. Том приликом је грађевинска инспекција забранила даље настањивање у шест домаћинства у Рајкинцу¹² и четири у насељу Шуљковац. У Доброј Води је

¹²Као последица клизања, марта 2006 године, уништено је шест домаћинства у селу Рајкинцу. Грађевинска инспекција забранила је даље настањивање и вршење привредних активности у угроженим објектима, тако да су породице Андрејић Рагомира, Миленковић Мирка,

било делимично захваћено клизиштем (КБ 014) једно домаћинство, при чему сам стамбени објекат није био, бар у овој фази клизања угрожен. Релокација седам настрадалих домаћинстава у Рајкинцу предвиђена је на удаљености од 600 m, са леве стране локалног пута Рајкинац – Војска.

Табела 13. Број исељених и угрожених домаћинстава на територији града Јагодине, у периоду од 1956 до 2008. године.

Table 13. Evacuated and endangered households on the territory of Jagodina, from 1956 to 2008.

Насеље	Година активности	Број исељених домаћинстава	Број угрожених домаћинстава	Узрок	Катастарски број клизишта
Слатина	1956	1	1	падавине	052
Старо Село	1956	3	2	падавине	047
Врба	1962	3	2	падавине	063
Шуљковац	2006-08	3	6	падавине	176
	2006-08	/	2	падавине	177
Рајкинац	2006	7	8	падавине	036
Добра Вода	2006	/	1	падавине	014
Дражмировац	2006	/	2	падавине	018
	-	/	1	падавине	019

Основне консеквенце рушења кућа услед клизања терена су незнатна померања домаћинстава у односу на претходну непогодом погођену локацију. У свим претходно описаним случајевима миграциона дистанца не прелази 1000 m, чиме се ова појава може детерминисати као *помештање*¹³. Оваква просторна покретљивост може се образложити следећим разлозима:

- везаност људи *in situ* као последица обављања пољопривредне делатности, тиме и везаност за околну пољопривредно земљиште;
- изостанак континуиране свести о појави клизања на одређеним локацијама као и њихом сукцесивном развоју, што се може оправдати насеобинсим дисконтинуитетом ових простора од XV па све до средине XIX века.

Према броју повређених и угрожених лица, као и обиму и величини материјалне штете насталих активношћу клизишта на територији општине Јагодина ова елементарна непогода може се означити као *акцидент*¹⁴. Томе

Љубисављевић Љубисава, Андрејић Миролуба, Љубисављевић Милосава и Миленковић Милосава предвиђене за расељавање на нову локацију.

¹³ До помештања насеља долазило је и раније а као главни узрок пресељења делова или целих насеља биле су поплаве В. Мораве (Рибаре), Белице (Старо Ланиште), Лугомира (Ракитово) као и бочна ерозија конкавних обала В. Мораве (Кочино село). Видети Мијатовић, (1948). **Белица**. Насеља и порекло становништва. Српска академија наука. књ. 30.

¹⁴ Према стандардима међународних организација природне и техничко– технолошке непогоде се према обиму и величини последица могу поделити на : **акциденте** (до 100 погинулих, повређених или угрожених); **удесе** (од 100 – 10.000 погинулих, повређених и угрожених);

у прилог иде Харткеово тумачење (Ruppert et al., 1981), по коме се културни пејсаж формира под утицајем људског вредновања већинске „социјалне присиле”, а не индивидуалне. Као последица обима и режима јављања клизишта нису представљала референтан субјективни критеријум процеса вредновања простора. Тиме свест о присутности овог колувијални процес није успела да се интегрише у културни пејсаж.

До сада овај колувијални процес није однео није једну жртву на територији града Јагодине. Оправдање би се могло потражити у максималној брзини клизишта која је карактеристична за овај простор. Како је утврђено на основу морфолошких трагова као и сведочења локалног становништва, максимална брзина би одговарала 5 класи. Према Cruden – Varnes-овој скали људске жртве се могу јавити при минималној брзини од $5 \times 10^{-2} \text{m/s}$ (6 класа) клизишта.

Економске последице

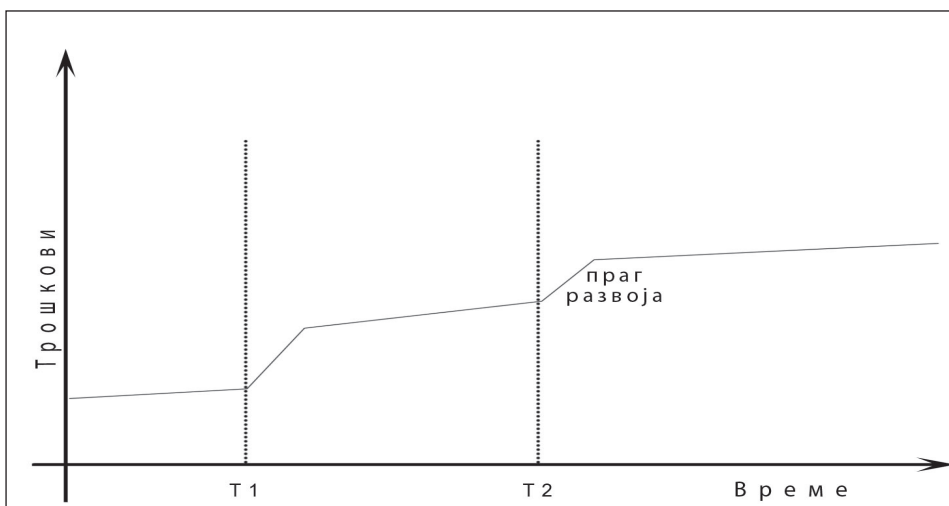
Поред тога што угрожавају људе и њихове животе, клизишта својом активношћу утичу и на привредне активности као што су пољопривреда, индустрија, насеља и техничка инфраструктура (саобраћајна, енергетска, водоводна и телекомуникациона). То доводи до стварања одређене материјалне¹⁵ штете која се процењује на основу последица оштећења инфраструктурних објеката и губитака насталих као последица прекида реализације одређене привредне активности. На територији града Јагодине овим колувијалним процесом угрожена су насеља, саобраћајна, енергетска и комунална инфраструктура, као и пољопривредне површине. То значи да при експлоатацији истих постоје ограничења која се јављају као последица дејства овог колувијалног процеса. Стога би се у контексту *теорије прагова развоја* клизишта могла сматрати једним од прагова физичког ограничења (Тошковић, 1996).

За саобраћајну инфраструктуру, на територији града Јагодине, овај колувијални процес представља праг који се превазилази увођењем додатних инвестиционих трошкова. Саобраћајнице које су угрожене клизиштима су: регионални пут Јагодина – Бунар – Горња Сабанта – Крагујевац (КБ 056,

катастрофе (преко 10.000 погинулих повређених или угрожених); **катаклизме** (тотално разарање простора са минималним бројем преживелих или без преживелих) (Đarmati Š., Aleksić Đ., 2004).

¹⁵Материјална штета (директна и индиректна) на годишњем нивоу проузрокована клизиштима процењује се на 1,6 милијарди \$ у САД-у, Јапану 1,4 милијарди \$, Италији 1,14 милијарди \$ док у Индији само штета нанета саобраћајној инфраструктури процењује се на 1 милијарду \$ (Đarmati Š., Aleksić Đ., 2004).

060), регионални пут Јагодина – Драммировац – Медвеђа – Свилајнац (КБ 022), локални пут Добра Вода – Богава (КБ 013), локални пут Доње Штипље – Црнче (К.Б. 188), локални пут Шуљковац – Шантаровачки пут (КБ 176, 178), локални пут Јагодина – Шантаровац – Урсуне (КБ 179, 157, 149), локални пут Горње Штипље – Црни врх (КБ 185), локални пут Белица – Доњи Мишевић (КБ 082), локални пут Крагујевачки пут – Старо село (КБ 050). Како су ове деонице захваћене клизиштима највише у дужини до 30 m, девијација пута није представљала адекватно санационо решење, већ се углавном приступало санирању материјалне штете. Како је истакнута на скици 51, на почетку експлоатације саобраћајнице имамо континуирани раст трошкова све до тачке Т1, који представља уложена материјална средства за редовно одржавање.



Скица 51. Клизишта као гранични праг развоја.
Figure 51. Landslides as a development threshold

У тачки Т1 долази до периода дисконтинуираног раста као резултата ванредних трошкова а у циљу превазилажења последица насталих активношћу клизишта. У даљем периоду трошкови одржавања саобраћајнице се враћају на континуирани раст. Величина скокова у зонама дисконтинуираног раста (Т1, Т2), као и дужина зона континуираног раста зависиће од периодичности и димензија развоја овог колувијалног процеса.

Поред саобраћајне инфраструктуре, клизишта причињавају велику материјалну штету и стамбеним објектима. Као што је приказано у табели 13 у периоду од 1956. до 2008. године клизишта су срушила 17 а и даље угрожавају 25 стамбених јединица на територији општине. На овим

локалитетима није дошло до обнављања објеката већ релоцирања, изузев једног у Доброј Води (КБ 014). Релокација се јавила као последица високих додатних трошкова неопходних за превазилажење овог прага развоја. Сходно томе клизишта у овом случају представљају ограничавајући фактор за развој и ширење насеља што би се могло окарактерисати као гранични природни праг развоја.

У погледу пољопривредних активности утицај овог колувијалног процеса огледа се у промени намене површина. Без обзира на морфометријске и педолошке карактеристике ове површине углавном су упарложене или претворене у ливаде и пашњаке. Нагли дисконтинуитети у нагибу падина представљају једно од главних ограничења која онемогућавају даље коришћење пољопривредне механизације и тиме обрадиве површине преводе у неплодно земљиште или пашњаке и ливаде. У зонама где је овај колувијални процес условио измену режима и дубину подземних вода дошло је до трансформације пољопривредног земљишта у категорију бара и трстика. Ове површине се само уз помоћ одређених мелиоративних активности могу поново привести предходној намени.



Скица 52. Последице које су изазвала клизишта марта 2006. године.

а) гробље у Шантаровцу; б) стамбени објекат у Рајкинцу.

Figure 52. Consequences of landslides in March 2006: a) graveyard in Santarovac, b) house in Rajkinac

Објекти електроенергетске инфраструктуре су такође погођени активношћу клизишта на територији општине Јагодина. Најугроженији су дистрибутивни електроенергетски водови напона 10 KV (20 KV), од којих су неки већ ван употребе. Такав је случај са делом дистрибутивних водова који су покидани 2006. године, када се активирало клизиште у селу Рајкинац (КБ 036). Приликом санирања штете постављени су водови на новој траси, која је заобишла просторе погођене овом непогодом. У насељима Врба (КБ 061) и Лукар (КБ 123) дистрибутивни водови знатно су поремећени што је довело до затезања каблова, чији би прекид могао у будуће бити инициран и најмањим покретом. Објекти преносне електроенергетске мреже (далеководи) су такође делом трасирани дуж простора са морфолошко структурним индикацијама клизања, као што је Белички клизни појас али собзиром на његове динамичке карактеристике експлоатација ових објеката не би требало да буде угрожена у блиској будућности.

Од комуналних објеката овим процесом угрожено је сеоско гробље у насељу Шантаровац (КБ 179), које је позиционирано на псеудотераси Беличког клизног појаса. Као последица секундарног развоја овог колувијалног процеса на овом локалитету дошло је до знатног оштећења споменика и гробова (скица 52) од којих су неки чак и отворени (позиционираних дуж клизног одсека).

На основу анализе саобраћајне и енергетске инфраструктуре, стамбених објеката и клизишта која узрокују прагове дошли смо до закључка да она могу представљати или међупраг или гранични праг развоја на територији града Јагодине. Стога смо мишљења да је анализе о распрострањености и развијености овог колувијалног процеса неопходно укључити у ране стадијуме одлучивања, на нивоу формулисања генералних политика и програма.

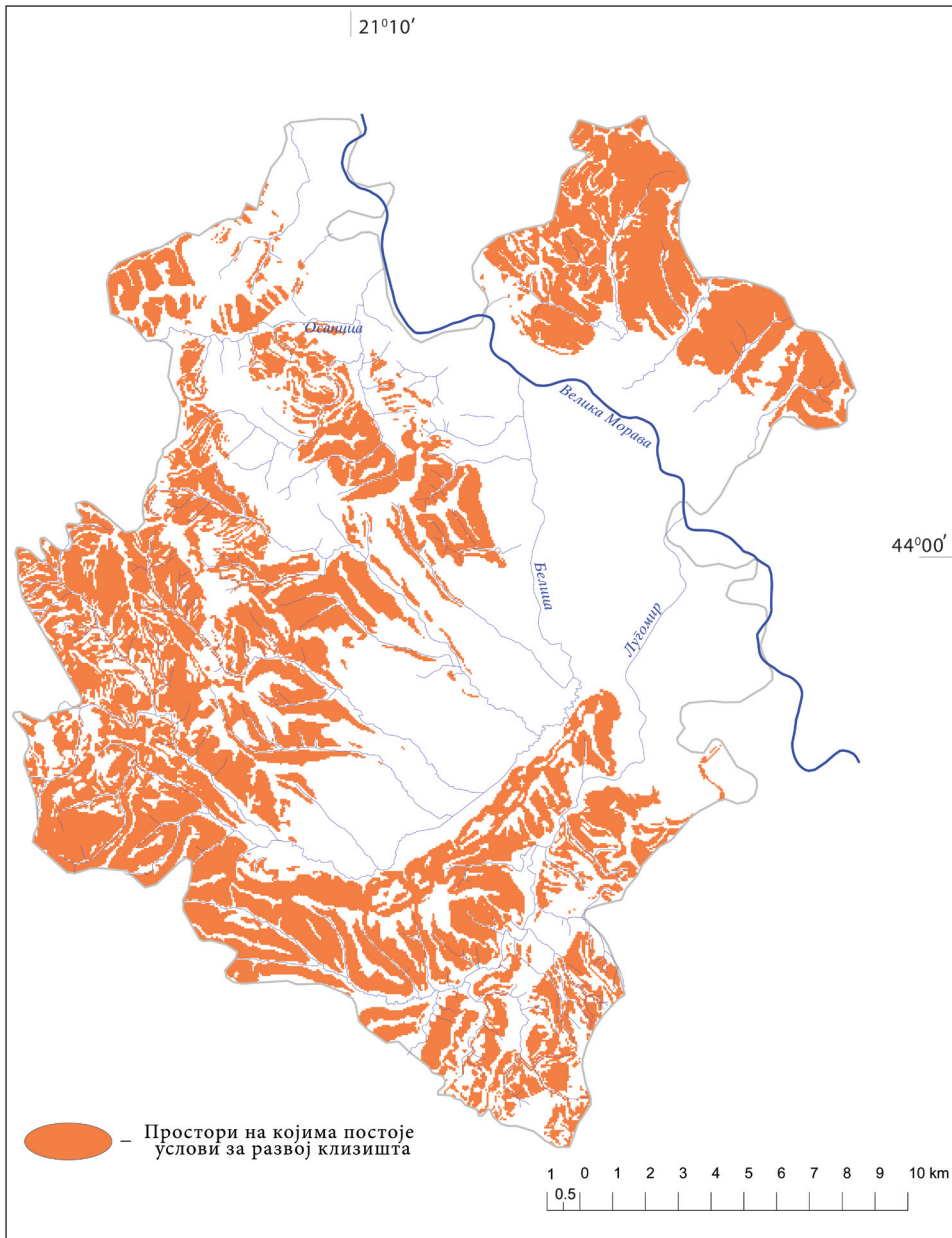
ДИСКУСИЈА И ЗАКЉУЧАК

Методолошки приступ проучавању клизишта и процеса клизања терена, са аспекта утврђивања граничних вредности генетских фактора и потенцијалних физиономско-социо-економских последица на неком простору, представља значајно поље истраживања динамичке и антропогене геоморфологије и географије. Резултати овог рада имају, пре свега методолошки значај који се огледа у:

1. дефинисању оптималне *димензије јединичног поља* неопходног за сагледавање просторне дистрибуције клизишта као и фактора који утичу на овај процес;
2. сагледавању ограничености примене *метода елиминације* при проучавању овог колувијалног процеса.

Димензије јединичног поља у досадашњим истраживањима геоморфолошких процеса су од 1 x 1 km (Манојловић, Гавриловић, Живковић, 1994, Драгићевић, 2007) до 0,5 x 0,5 km (Mustafić, 2006). Јединична поља ове величине могу се сматрати оптималним али не и универзалним вредностима. Наиме, сваки геоморфолошки процес захтева у зависности од величине и интензитета појаве, а у циљу добијања прецизнијих података, јединично поље других димензија. Претходно поменуто димензије јединичних поља су коришћене за проучавање интензитета хемијске и механичке ерозије. За проучавање клизишта у нашој литератури до сада није дефинисана оптимална димензија јединичног поља. На основу димензија 174 картирана клизишта на територији града Јагодина а делимично и као последица улазних података за дигитални модел висина (ДМВ), дефинисано је јединично поље оптималних димензија 50 x 50 m. Ове димензије омогућавају да се грешке настале као последица просторног осредњавања смање и буду што ближе реалним вредностима нагиба топографске површине, експозиције, надморске висине, падавина, литологије, итд.

У почетним фазама истраживања клизишта, један од првих методолошких корака је примена метода елиминације (Лазаревић, 2000; Драгићевић, 2007, 2008; Милошевић и сар. 2006). Референтни критеријуми елиминације су геолошке, морфогенетске и морфометријске карактеристике, које између осталог подразумевају и отсуство овог колувијалног процеса у алувијалним равнинама. Резултати овог рада указују да *a priori* примена овог метода може бити неоснована.



Скица 53. Потенцијалне зоне клизања на територији града Јагодине.

Figure 53. Potential sliding zones on the territory of Jagodina

Клизишта КБ 073, 176 која су позиционирана у алувијалној равни у одређеној мери дисквалификује примену овог метода.

Појава клизишта у алувијалним седиментима Белице детерминисана је са два услова:

- појавом рововских корита
- просеченом литолошком структуром која има хидроколекторско својство у односу на своју подину.

На основу утврђених генетских фактора као противклизна мера може се препоручити метод тзв. попречних грађевина (Вучићевић, 1995). Овај метод се заснива на подизању бране у речном кориту у овом случају Белице и то на 10 m низводно од остатака постојеће бране. Попречна грађевина би требало да иницира засипање у узводној зони речног корита где долази до клизања терена. Депоновани нанос који би се том приликом акумулирао имао би за циљ да издигне корито Белице изнад неогених седимената (Беличког клизног појаса), као клизне равни, и на тај начин подупре клизиште (КБ 176). Овим поступком би се процес делапсивног клизања терена зауставио у будућности.

Детерминисање граничних вредности литолошко-морфометријских услова је такође један од резултата овог рада, а у циљу сагледавања генетских фактора овог процеса. На основу квантитативне и квалитативне анализе 172 картирана клизишта утврђени су релевантни генетски фактори али и модификатори. Литолошка грађа представља примарни услов развоја клизишта, док модификационо својство овог услова произилази из карактеристике седимената (примарни или секундарни). Нагиб топографске површине представља једини морфометријски елемент који има својство генетског фактора. Надморска висина и експозиција на проучаваној територији нису исказали чак ни својство модификатора овог процеса. Утврђени интервал нагиба на коме се јављају клизишта је од 2° до 17°. Нагиби топографске површине који излазе изван оквира овог „колувијалног интервала” изложени су другим пролувијално-колувијалним процесима. Анализом је утврђена и литолошко-морфометријска издиференцираност клизишта, која подразумева да су клизишта у примарним седиментима развијена на нагибима у интервалу од 2° до 13°, док се код секундарних седимената тај интервал креће од 10° до 17°. На основу ових анализа може се закључити да за развој клизишта није увек неопходан нагиб топографске површине већ нагиб литолошке структуре примарних седимената. У погледу морфогенетских услова, клизишта су на проучаваној територији позиционирана на долинским странама, изворишним челенкама и флувијалним прегибима (Буковичко-рибнички клизни појас). Димензије и динамика развоја овог колувијалног процеса зависи од еволутивне фазе развоја долине.

На основу утврђених услова и њихове граничне вредности које су од генетског значаја за развој клизишта урађена је карта простора на којима постоје услови за развој овог колувијалног процеса. Од укупне површине града Јагодине, 146,91 km² односно 31,5% територије задовољава тај услов (скица 53). Тиме се наметнула потреба израде катастра активних као и потенцијално угрожених простора овим колувијалним процесом, математички дефинисаним у државном координатном систему. За истраживање ове теме на самом почетку извршено је картирање клизишта на целој територији Јагодине, и на бази прикупљених података том приликом сачињен је катастар клизишта. Главне ставке поред математичко-географског положаја датог у државном координатном систему Гаус-кригерове мреже 7 зоне (x, y) и светском геодетском систему WGS 84 (φ , λ) катастар садржи и остале атрибуте као што су: назив катастарске општине, прецизнији локалитет, тип стене, дубина клизишта, подаци о динамици процеса и намени површина.

Системска појава клизишта на територији Јагодине је последица физичко-географског положаја. Како сам истакао на почетку, територија града припада перипанонској Србији. У тој зони рељеф, изграђен од неогених седимената, има изражену вертикалну рашчлањеност са често поремећеним литолошким структурама и њихивом релативном малом дубином у односу на палеотопографску површину. Тиме су стечени сви услови за системски развој клизишта и то не само на територији Јагодине већ и у осталим перипанонским општинама Републике Србије. Као најбољи доказ може нам послужити информација да су током марта 2006. године процесом клизања највише погођене општине Сечањ, Коцељева, Уб, Љиг, Аранђеловац, Обреновац, Чукарица, Гроцка, Крагујевац, Јагодина, Рековац Доњи Милановац (<http://sr.wikinews.org/wiki>).

У овом раду остварен је и одређени методолошки напредак у погледу сагледавања реверзибилног односа на релацији клизиште-географски простор. Поред утицаја физичко-географских и друштвено-географских процеса на генезу клизишта, анализиран је и супротан процес. Утврђено је да су клизишта фактор квалитативне и квантитативне трансформације простора која се манифестује путем физиономских, социодемографских, економских и еколошких последица.

На основу садржаја катастра клизишта може се успоставити елементарни мониторинг који би представљао основу превентивних мера заштите људи и објеката на територији града Јагодина. Све активности које би се у будућности одвијале у складу са успостављеним информационом системом имале би за резултат мањи степен колизије људи и ове елементарне непогоде.

КАТАСТАР КЛИЗИШТА

ГРАДА ЈАГОДИНЕ

Landslide cadastre

КБ	локалитет	Гаус-кригрова пројекција WGS 84			геологија	тип клизишта	дубина	динамика		клизиште угрожава
		х	у	φ				λ	тип	
КО СТАРО СЕЛО										
041	Валоте	7505193,01	4864587,78	43°55'34,8"	021°03'34,8"	неоген	стратигено	≤ 5 m	активно	пољо. површине
042	Валоте	7505107,13	4864534,39	43°55'33,0"	021°03'48,9"	неоген	стратигено	≤ 20 m	активно	пољо. површине
043	Валоте	7505170,61	4864474,44	43°55'31,1"	021°03'51,7"	неоген	стратигено	≤ 5 m	активно	пољо. површине
044	Валоте	7505199,59	4864383,36	43°55'28,1"	021°03'53,0"	неоген	стратигено	≤ 20 m	активно	пољо. површине
049	Валоте	7505083,98	4864354,39	43°55'27,2"	021°03'47,8"	неоген	стратигено	≤ 5 m	активно	пољо. површине
045	поље	7505243,18	4865144,43	43°55'52,8"	021°03'55,0"	неоген	стратигено	≤ 20 m	активно	пољо. површине
046	поље	7505288,02	4865304,45	43°55'58,0"	021°03'57,0"	неоген	стратигено	≤ 5 m	активно	пољо. површине
047	насеље	7505765,69	4866321,39	43°56'30,9"	021°04'18,9"	шкриљци	стратигено	≤ 20 m	активно	1956, 2006 стамб. објекте
050	гробље	7505009,50	4865674,20	43°56'10,0"	021°03'44,5"	неоген	морфогено	≤ 5 m	активно	асвалтни пут
051	гробље	7504866,34	4865530,78	43°56'05,3"	021°03'38,1"	неоген	стратигено	≤ 1 m	активно	пољо. површине
КО СЛАТИНА										
052	Табориште	7506150,16	4863688,66	43°55'05,6"	021°04'35,6"	неоген	морфогено	≤ 20 m	активно	воћњак
053	Табориште	7506224,32	4863387,65	43°54'55,8"	021°04'38,9"	неоген	морфогено	≤ 5 m	активно	воћњак
054	Липовак	7508739,65	4863433,72	43°54'57,3"	021°06'31,7"	неоген	?	≤ 20 m	активно	шума
055	Липовак	7509194,00	4864189,80	43°55'21,7"	021°06'52,1"	неоген	стратигено	≤ 5 m	активно	пољо. површине

КБ	локалитет	Гаус- кригерава пројекција		WGS 84		геологија		тип клизишта	дубина	динамика		клизиштем је угрожено
		x	y	φ	λ	тип	год. акт.					
КО ВРБА												
056	Липовак	7510187,91	4864350,09	43°55'26,9"	021°07'36,7"	неоген	морфогено	≤ 20 m	активно	/	асвалтни пут	
057	Липовак	7510304,49	4864260,28	43°55'23,9"	021°07'41,9"	неоген	морфогено	≤ 5 m	активно	2006	пољо. површине	
058	Липовак	7510219,50	4864171,27	43°55'21,1"	021°07'38,1"	неоген	страпигено	≤ 5 m	активно	/	пољо. површине	
059	Липовак	7510158,48	4864161,18	43°55'20,8"	021°07'35,3"	неоген	страпигено	≤ 5 m	активно	/	пољо. површине	
060	Липовак	7509951,75	4864401,96	43°55'28,6"	021°07'26,1"	неоген	морфогено	≤ 20 m	активно	1942	асвалтни пут	
061	Липовак	7510740,97	4864488,71	43°55'31,3"	021°08'01,5"	неоген	страпигено	≤ 1 m	активно	/	енерге. инфрастр.	
062	Д. Врба	7511363,35	4864455,28	43°55'30,2"	021°08'29,4"	неоген	страпигено	≤ 20 m	активно	/	стамб. објекте	
063	Д. Врба	7511548,14	4864396,71	43°55'28,3"	021°08'37,7"	неоген	страпигено	≤ 20 m	активно	1962	воћњак	
064	Д. Врба	7511151,21	4864544,92	43°55'33,1"	021°08'19,9"	неоген	страпигено	≤ 20 m	активно	/	стамб. објекте	
070	Г. Врба	7509828,49	4865791,64	43°56'13,6"	021°07'20,7"	неоген	морфогено	≤ 5 m	активно	/	утрина	
071	Г. Врба	7509594,53	4866030,17	43°56'21,3"	021°07'10,2"	неоген	морфогено	≤ 5 m	активно	2006	шума	
072	Г. Врба	7509610,77	4865899,10	43°56'17,1"	021°07'10,9"	неоген	морфогено	≤ 5 m	активно	/	ливада	
073	Косица	7509756,86	4865358,25	43°55'59,6"	021°07'17,4"	неоген	?	≤ 5 m	активно	2006	речно корито	
074	Косица	7510037,04	4865371,99	43°56'00,0"	021°07'30,0"	неоген	морфогено	≤ 5 m	активно	/	воћњак	
075	Косица	7510073,14	4865393,15	43°56'00,7"	021°07'31,6"	неоген	морфогено	≤ 5 m	активно	2006	утрина	
076	Г. Врба	7510163,69	4864976,66	43°55'47,2"	021°07'35,6"	неоген	морфогено	≤ 5 m	активно	/	ливада	

КБ	локалитет	Гаус-кригрова пројекција WGS 84				λ	геологија	тип клизишта	дубина	динамика		клизиштем је угрожено
		x	y	φ	тип					год. акт.		
КО БЕЛЦИЦА												
081	насеље	7509500,72	4867092,16	43°56'55,7"	021°07'06,0"	шкриљци	морфогено	≤ 20 m	суспендо	/	шума	
082	насеље	7509721,43	4867110,25	43°56'56,3"	021°07'16,0"	шкриљци	стратигено	≤ 5 m	активно	/	асвалтни пут	
129	Лозовички пот.	7513147,87	4867103,47	43°56'54,1"	021°09'30,2"	неоген	стратигено	≤ 20 m	активно	/	пољо. површине	
130	Лозовички пот.	7513054,24	4867100,20	43°56'54,0"	021°09'26,0"	неоген	морфогено	≤ 5 m	активно	/	пољо. површине	
КО МИШЕВИЋ												
077	насеље	7508087,83	4868595,74	43°57'44,6"	021°06'02,7"	шкриљци	стратигено	≤ 1 m	активно	/	воћњак	
078	насеље	7508014,72	4868664,54	43°57'46,8"	021°05'59,5"	шкриљци	стратигено	≤ 5 m	активно	1995?	ливада	
079	Трла	7507585,60	4868474,07	43°57'40,6"	021°05'40,2"	шкриљци	стратигено	≤ 5 m	активно	/	утрина	
080	Трла	7507850,20	4868673,24	43°57'47,1"	021°05'52,1"	шкриљци	стратигено	≤ 1 m	активно	/	ливада	
КО БУНАР												
090	Баньски крај	7512765,42	4863587,87	43°55'02,0"	021°09'32,2"	неоген	стартигено	≤ 20 m	активно	2006	пољо. површине	
092	Баньски крај	7512784,64	4863491,28	43°54'49,2"	021°09'33,0"	неоген	стратигено	≤ 1 m	активно	2006	пољо. површине	
093	Баньски крај	7512864,95	4863193,66	43°54'49,2"	021°09'36,6"	неоген	стратигено	≤ 5 m	активно	2006	шума	
095	Стари Бунар	7511662,09	4862106,03	43°54'14,1"	021°08'42,6"	неоген	стратигено	≤ 20 m	активно	/	утрина	
096	Стари Бунар	7511647,50	4861716,05	43°54'01,4"	021°08'41,9"	неоген	стратигено	≤ 20 m	активно	/	пољо. површине	
097	Стари Бунар	7511941,55	4861699,89	43°54'00,9"	021°08'55,1"	неоген	стратигено	≤ 20 m	активно	/	пољо. површине	
098	Стари Бунар	7512175,02	4861422,56	43°53'51,9"	021°09'05,5"	неоген	стратигено	≤ 20 m	активно	/	пољо. површине	
100	Стари Бунар	7511898,72	4862301,98	43°54'20,4"	021°08'53,2"	неоген	морфогено	≤ 5 m	активно	/	утрина	
102	Осредњак	7511683,41	4863250,39	43°54'51,2"	021°08'43,6"	неоген	стратигено	≤ 1 m	активно	2006	ливада	

КБ	локалитет	Гаус- кригера пројекција		WGS 84	геологија		тип клизишта	дубина	динамика		клизиштем је угрожено
		х	у		φ	λ			тип	год. акт.	
КО ГЛОГОВАЦ											
003	Велушки поток	7525556,13	4880886,39	44°04'21,4"	021°19'08,6"	неоген	страпигено	≤ 20 m	суспендо	/	пољо. површине
004	Велушки поток	7525590,36	4881152,06	44°04'30,0"	021°19'10,2"	неоген	страпигено	≤ 5 m	активно	/	асвалтни пут
023	Аниште	7527486,72	4879887,48	44°03'48,8"	021°20'35,2"	неоген	?	≤ 5 m	активно	/	пољо. површине
024	Аниште	7527469,26	4880041,84	44°03'53,8"	021°20'34,4"	неоген	?	≤ 5 m	активно	/	пољо. површине
025	Аниште	7527763,95	4880073,06	44°03'54,7"	021°20'47,7"	неоген	?	≤ 20 m	активно	/	пољо. површине
026	Аниште	7527745,87	4880180,76	44°03'58,2"	021°20'46,9"	неоген	?	≤ 5 m	активно	/	пољо. површине
028	гробље-Велуђе	7524585,30	4880017,24	44°03'53,3"	021°18'24,8"	неоген	страпигено	≤ 20 m	суспендо	/	пољо. површине
029	гробље-Велуђе	7524781,67	4880206,84	44°03'59,5"	021°18'33,7"	неоген	страпигено	≤ 20 m	суспендо	/	пољо. површине
КО РАЈКИНАЦ											
036	насеље	7519980,28	4880874,01	44°04'21,6"	021°14'58,0"	неоген	страпигено	≤ 20 m	активно	2006	стамб. објекте
038	насеље	7520170,32	4880807,32	44°04'19,4"	021°15'06,5"	неоген	страпигено	≤ 20 m	активно	1970	пољо. површине
039	насеље	7520264,80	4880557,11	44°04'11,3"	021°15'10,7"	неоген	страпигено	≤ 20 m	активно	/	стамб. објекте

КБ	локалитет	Гаус-кригера пројекција			WGS 84		геологија	тип клизишта	дубина	динамика		клизиштем је угрожено
		х	у	φ	λ	тип				год. акт.		
КО ДОБРА ВОДА												
007	Дрењар	7524826,89	4885050,05	44°06'36,4"	021°18'36,5"	неоген	страпигено	≤ 5 m	активно	1970	пољо. површине	
008	Дрењар	7524906,80	4885087,01	44°06'37,6"	021°18'40,1"	неоген	страпигено	≤ 1 m	активно	/	пољо. површине	
009	Дрењар	7524926,63	4884922,65	44°06'32,3"	021°18'41,0"	неоген	страпигено	≤ 5 m	активно	/	утрина	
011	Дрењар	7524934,93	4884844,91	44°06'29,7"	021°18'41,4"	неоген	страпигено	≤ 5 m	активно	2006	утрина	
012	Урвине	7524384,38	4885438,39	44°06'49,0"	021°18'16,7"	неоген	страпигено	≤ 5 m	активно	/	пољо. површине	
013	Урвине	7524221,56	4885307,80	44°06'44,8"	021°18'09,4"	неоген	страпигено	≤ 5 m	активно	2006	сеоски пут	
014	Курјанки поток	7522929,22	4884251,07	44°06'10,7"	021°17'11,1"	неоген	морфогено	≤ 20 m	активно	2006	стамб. објекте	
015	Курјанки поток	7522911,83	4884419,88	44°06'16,2"	021°17'10,3"	неоген	морфогено	≤ 5 m	активно	2006	утрина	
КО МАЈИ ПОПОВИЋ												
027	Велућки поток	7524675,22	4879532,04	44°03'37,6"	021°18'28,8"	неоген		≤ 20 m	суспендо	/	воћњак	
030		7524966,08	4879097,08	44°03'23,5"	021°18'41,8"	неоген		≤ 20 m	суспендо	/	пољо. површине	
КО ДРАЖМИРОВАЦ												
017	насеље	7529235,30	4878868,32	44°03'15,5"	021°21'53,6"	неоген	страпигено	≤ 20 m	активно	/	пољо. површине	
018	урвине	752857,42	4879055,37	44°03'21,7"	021°21'23,2"	неоген	?	≤ 5 m	активно	2006	стамб. објекте	
019	центар	7528228,62	4879123,96	44°03'23,9"	021°21'08,4"	неоген	морфогено	≤ 20 m	активно	/	стамб. објекте	
020	центар	7528028,63	4878857,58	44°03'15,3"	021°20'59,3"	неоген	морфогено	≤ 20 m	суспендо	/	стамб. објекте	
021	Трућевачки пут	7528790,04	4879736,33	44°03'43,7"	021°21'33,7"	неоген	морфогено	≤ 20 m	активно	/	пољо. површине	
022	насеље	7527694,25	4879302,82	44°03'29,8"	021°20'44,4"	неоген	страпигено	≤ 5 m	активно	/	асвалтни пут	

КБ	локалитет	Гаус-кригера пројекција WGS 84				геологија	тип клизишта	дубина	динамика		клизиштем је угрожено
		x	y	φ	λ				тип	год. акт.	
КО БУКОВЧЕ											
031	насеље	7518757,03	4873478,80	44°00'22,1"	021°14'02,0"	неоген	морфогено	≤ 1 m	активно	2006	пут
067	код школе	7518580,28	4873886,05	44°00'35,3"	021°13'54,2"	неоген	стратигено	≤ 20 m	суспендо	/	пољо. површине
113	Суви поток	7517739,16	4873384,54	44°00'17,3"	021°12'56,8"	неоген	морфогено	≤ 5 m	активно	2006	речно корито
КО РИБНИК											
065	код школе	7518636,29	4874218,40	44°00'46,1"	021°13'56,7"	неоген	стратигено	≤ 20 m	суспендо	/	стамб. објекте
111	Каменити поток	7516512,52	4874933,53	44°01'07,5"	021°12'01,9"	неоген	морфогено	≤ 5 m	активно	2006	пољски пут
КО ТРНАВА											
083	Ђелијан	7520311,53	4867000,55	43°56'52,0"	021°15'10,9"	неоген	стратигено	≤ 20 m	суспендо	/	ливада
084	Ђелијан	7519625,29	4866701,87	43°56'42,4"	021°14'40,1"	неоген	стратигено	≤ 20 m	суспендо	/	пољо. површине
КО ЈАГОДИНА											
086	Ђурђево брдо	7521524,72	4868154,23	43°57'29,3"	021°16'05,5"	неоген	стратигено	≤ 20 m	активно	/	ливада
087	Ђурђево брдо	7521405,04	4868182,74	43°57'30,2"	021°16'00,2"	неоген	стратигено	≤ 20 m	активно	/	шума
088	Ђурђево брдо	7521483,74	4868417,41	43°57'37,8"	021°16'03,7"	неоген	стратигено	≤ 20 m	активно	/	шума

КБ	локалитет	Гаус- кригера пројекција WGS 84			геологија		тип клизишта	дубина	динамика		клизиштем је угрожено
		х	у	φ	λ	тип			год. акт.		
КО ВОЉАВЧЕ											
112	Вољвачки пог.	7516273,01	4873630,72	44°00'25,4"	021°11'51,1"	неоген	стратигено	≤ 20 m	активно	/	пољо. површине
КО ТОПОЛА											
115	Дуга коса	7514648,22	4860043,28	43°53'05,2"	021°10'36,8"	неоген	стратигено	≤ 20 m	суспендо	/	пољо. површине
118	насеље	7514998,62	4860034,81	43°53'04,9"	021°10'52,5"	неоген	морфогено	≤ 5 m	активно	2006	пољо. површине
119	Црногорско по.	7514949,08	4860232,18	43°53'11,3"	021°10'50,3"	неоген	?	≤ 5 m	активно	/	пољо. површине
120	Црногорско по.	7514768,10	4860330,52	43°53'14,5"	021°10'42,2"	неоген	?	≤ 20 m	суспендо	/	пољо. површине
189	Валоте	7515903,10	4860805,36	43°53'30,0"	021°11'33,2"	неоген	стратигено	≤ 5 m	активно	/	утрина
190	Валоте	7515399,30	4860953,12	43°53'33,2"	021°11'30,3"	неоген	стратигено	≤ 5 m	активно	/	оранице
191	Валоте			43°53'32,2"	021°11'32,0"	неоген	стратигено	≤ 5 m	активно	/	пољо. површине
КО ДРАГОШЕВАЦ											
192	Валота	7516303,41	4860388,76	43°53'16,2"	021°11'51,0"	неоген	морфогено	≤ 5 m	активно	/	шума
193	Валота	7516444,32	4860238,80	43°53'11,4"	021°11'57,4"	неоген	морфогено	≤ 1 m	активно	/	утрина
194	Солидо	7516919,29	4860474,41	43°53'19,0"	021°12'18,7"	неоген	стратигено	≤ 1 m	активно	2006	пољо. површине
195	Брстова. пог.	7516955,43	4860827,37	43°53'30,5"	021°12'20,4"	неоген	морфогено	≤ 20 m	активно	/	пољо. површине
196	Брстова. пог.	7516978,15	4860998,57	43°53'36,2"	021°12'21,3"	неоген	морфогено	≤ 5 m	активно	/	Утрина

КБ	локалитет	Гаус- кригера пројекција WGS 84				геологија	тип клизишта	дубина	динамика		клизаштем је угрожено
		x	y	φ	λ				тип	год. акт.	
КО МЕДОЈЕВАЦ											
116	Ђипак	7515930,79	4859401,31	43°52'44,3"	021°11'34,19"	неоген	стратигено	≤ 20 m	суспендо /	пољо. површине	
117	Ђипак	7515785,63	4859434,91	43°52'45,4"	021°11'27,7"	неоген	морфогено	≤ 5 m	активно /	пољо. површине	
КО ГЛАВИНЦИ											
168	реснички пот.	7518913,94	4863997,81	43°55'13,0"	021°13'48,4"	неоген	морфогено	≤ 1 m	активно /	пољо. површине	
169	реснички пот.	7519170,54	4864041,75	43°55'14,4"	021°14'00,2"	неоген	морфогено	≤ 20 m	активно /	пољо. површине	
КО КОЛАРЕ											
158	Велико поље	7518997,38	4863786,53	43°55'06,1"	021°13'52,6"	неоген	морфогено	≤ 1 m	активно /	пољо. површине	
159	Велико поље	7518965,15	4863791,83	43°55'06,3"	021°13'50,8"	неоген	морфогено	≤ 5 m	активно /	утрина	
160	Велико поље	7518823,99	4863849,33	43°55'08,4"	021°13'44,6"	неоген	морфогено	≤ 5 m	активно /	пољо. површине	
161	Велико поље	7518730,31	4863836,00	43°55'07,8"	021°13'40,3"	неоген	морфогено	≤ 5 m	активно /	пољо. површине	
162	Велико поље	7518654,20	4863806,36	43°55'07,0"	021°13'36,7"	неоген	морфогено	≤ 5 m	активно /	пољо. површине	
163	Велико поље	7518571,94	4863711,06	43°55'03,7"	021°13'33,3"	неоген	морфогено	≤ 5 m	активно /	пољо. површине	
164	Велико поље	7518414,42	4863693,35	43°55'03,3"	021°13'25,9"	неоген	морфогено	≤ 5 m	активно /	пољо. површине	
165	Ресник	7518213,45	4863656,27	43°55'02,1"	021°13'16,9"	неоген	морфогено	≤ 5 m	активно /	утрина	
166	Велико поље	7518268,70	4863498,94	43°54'57,0"	021°13'19,4"	неоген	морфогено	≤ 20 m	активно /	пољо. површине	
167	Велико поље	7518442,15	4863310,79	43°54'50,8"	021°13'27,3"	неоген	морфогено	≤ 20 m	активно /	пољо. површине	
170	Рикавац-стрел.	7518663,97	4861975,90	43°54'07,6"	021°13'37,2"	неоген	морфогено	≤ 5 m	активно 2007	утрина	
171	Рикавац-стрел.	7518612,87	4861943,81	43°54'06,5"	021°13'34,1"	неоген	морфогено	≤ 1 m	активно 2007	поток	
172	Рикавац	7518501,01	4861854,16	43°54'03,5"	021°13'29,9"	неоген	морфогено	≤ 5 m	активно /	пољо. површине	
173	Рикавац	7518543,62	4861710,88	43°53'59,0"	021°13'31,5"	неоген	морфогено	≤ 5 m	активно /	пољо. површине	

КБ	локалитет	Гаус-кригера пројекција WGS 84			геологија	тип клизишта	дубина	динамика		клизиштем је угрожено
		x	y	φ				λ	тип	
КО ШУЉКОВАЦ										
002	драгошевачки пут	7516566,20	4863068,41	43°54'43,1"	021°12'03,1"	неоген	солифлукција	/	фосилно	/
174	Рајковица	7517009,12	4863979,12	43°51'42,6"	021°12'23,2"	неоген	морфогено	≤ 1 m	активно	2006
175	Милетићска мала	7516818,51	4862818,40	43°54'35,1"	021°12'14,4"	неоген	морфогено	≤ 5 m	активно	/
176	Доња мала	7515858,48	4863669,86	43°55'02,7"	021°11'31,4"	неоген	стратигено	≤ 20 m	активно	2006/07/08
177	Доња мала	7515808,08	4863352,02	43°54'52,5"	021°11'29,3"	неоген	стратигено	≤ 20 m	активно	2006/07/08
178	Доња мала	7515665,19	4863628,25	43°55'01,4"	021°11'22,3"	неоген	стратигено	≤ 5 m	активно	1999,2006
КО ШАНТАРОВАЦ										
121	Церовички поток	7514736,36	4860552,63	43°53'21,7"	021°10'40,8"	неоген	?	≤ 20 m	суспендо	/
151	Церовички поток	7514348,58	4860830,55	43°53'31,1"	021°10'24,4"	неоген	стратигено	≤ 5 m	активно	/
152	Церовички поток	7514586,72	4860888,31	43°53'32,6"	021°10'34,3"	неоген	стратигено	≤ 20 m	активно	/
153	Церовички поток	7514701,07	4861364,56	43°53'48,0"	021°10'39,2"	неоген	морфогено	≤ 5 m	активно	/
154	Церовички поток	7514530,05	4861266,07	43°53'44,9"	021°10'31,8"	неоген	стратигено	≤ 20 m	активно	/
155	Церовички поток	7514286,45	4861373,13	43°53'48,3"	021°10'20,7"	неоген	стратигено	≤ 20 m	активно	/
156	Церовички поток	7514241,36	4861119,06	43°53'40,1"	021°10'18,7"	неоген	стратигено	≤ 5 m	активно	/
157	Церовички поток	7514367,38	4861234,80	43°53'43,8"	021°10'24,4"	неоген	морфогено	≤ 5 m	активно	/
179	гробље	751382,87	4862967,54	43°54'39,9"	021°09'58,4"	неоген	морфогено	≤ 20 m	активно	2006,2007
180	насеље	7513588,13	4862765,77	43°54'33,6"	021°09'49,6"	неоген	морфогено	≤ 5 m	активно	/

КБ	локалитет	Гаус-кригера пројекција WGS 84			λ	геологија	тип клизишта	дубина	динамика		клизиштем је угрожено
		x	y	φ					тип	год. акт.	
КО ЛУКАР											
114	Дуга коса	7514527,68	4860055,36	43°53'05,6"	021°10'31,4"	неоген	страпигено	≤ 20 m	суспендо /	/	пољ. површине
122	Дуга коса	7514078,69	4860245,71	43°53'11,8"	021°10'11,3"	неоген	страпигено	≤ 5 m	активно /	/	пољ. површине
123	Дуга коса	7513888,67	4860402,68	43°53'16,9"	021°10'02,8"	неоген	страпигено	≤ 20 m	активно /	/	енерг. инфрастр.
124	Дуга коса	7513768,44	4860269,74	43°53'12,6"	021°09'57,4"	неоген	страпигено	≤ 5 m	активно /	/	пољ. површине
125	Дуга коса	7513080,71	4860459,67	43°53'18,8"	021°09'26,6"	неоген	страпигено	≤ 5 m	активно /	/	пољ. површине
138	Церовик	7511650,40	4860446,86	43°53'18,6"	021°08'22,6"	неоген	морфогено	≤ 5 m	активно /	/	пољ. површине
139	Церовик	7511379,44	4860345,46	43°53'15,2"	021°08'10,6"	неоген	страпигено	≤ 5 m	активно /	/	пољ. површине
141	Церовик	7511302,09	4860632,40	43°53'24,6"	021°08'06,9"	неоген	страпигено	≤ 20 m	активно /	/	пољ. површине
142	Церовик	7511414,67	4860771,73	43°53'28,8"	021°08'11,5"	неоген	страпигено	≤ 20 m	суспендо /	/	пољ. површине
143	Церовик	7511500,68	4860885,90	43°53'32,9"	021°08'16,0"	неоген	морфогено	≤ 5 m	активно /	/	пољ. површине
144	насеље	7512010,77	4860606,71	43°53'23,8"	021°08'38,7"	неоген	морфогено	≤ 5 m	активно	1979	стамбени објект
145	насеље	7512466,13	4860764,32	43°53'28,7"	021°08'58,9"	неоген	морфогено	≤ 5 m	активно	2006,2008	утрина
146	насеље	7512524,01	4860752,01	43°53'28,3"	021°09'01,8"	неоген	морфогено	≤ 5 m	активно	1999	утрина
147	насеље	7512587,28	4860579,84	43°53'22,8"	021°09'04,8"	неоген	морфогено	≤ 5 m	активно	2006	стамбени објект
149	насеље	7512683,56	4860582,84	43°53'22,9"	021°09'09,1"	неоген	морфогено	≤ 1 m	активно	2006	асвалтни пут
150	насеље	7513152,51	4860549,77	43°53'21,9"	021°09'30,1"	неоген	морфогено	≤ 5 m	активно	2006	пољ. површине

КБ	локалитет	Гаус- кригера пројекција WGS 84			геологија	тип клизишта	дубина	динамика		клизиштем је угрожено
		х	у	φ				λ	тип	
КО ЛЮЗОВИК										
126	Баре	7512764,35	4867136,66	43°56'55,2"	021°09'13,0"	неоген	стратигено	≤ 20 m	активно /	пољо. површине
127	Баре	7512784,36	4867167,56	43°56'56,2"	021°09'13,9"	неоген	?	≤ 1 m	активно 2006	пољо. површине
128	Баре	7512824,48	4867170,72	43°56'56,3"	021°09'15,7"	неоген	стратигено	≤ 5 m	активно /	пољо. површине
131	Баре	7512169,01	4867191,08	43°56'57,0"	021°08'46,3"	неоген	стратигено	≤ 20 m	/	пољо. површине
132	Баре	7512342,45	4867432,10	43°57'04,8"	021°08'54,10"	неоген	стратигено	≤ 1 m	активно /	воћњак
133	Баре	7511912,15	4867459,08	43°57'05,7"	021°08'34,8"	неоген	морфогено	≤ 1 m	активно 2006	виноград
134	Баре	7511878,75	4867440,51	43°57'05,1"	021°08'33,3"	неоген	морфогено	≤ 1 m	активно 2006	виноград
135	Баре	7511894,13	4867563,97	43°57'09,1"	021°08'34,0"	неоген	стратигено	≤ 1 m	активно /	воћњак
136	насеље	7511833,83	4867625,57	43°57'11,1"	021°08'31,3"	неоген	стратигено	≤ 20 m	активно /	пољо. површине
137	насеље	7511953,86	4867817,11	43°57'17,3"	021°08'36,7"	неоген	морфогено	≤ 5 m	активно /	пољо. површине
КО ВРАНОВАЦ										
107	Вучковски пот.	7515011,20	4875152,13	44°01'14,7"	021°10'54,6"	неоген	стратигено	≤ 20 m	активно /	пољо. површине
108	Вучковски пот.	7514787,96	4875407,75	44°01'23,1"	021°10'44,6"	неоген	стратигено	≤ 20 m	активно /	пољо. површине
109	Врвина	7514606,90	4877737,16	44°02'38,5"	021°10'36,7"	неоген	стратигено	≤ 5 m	активно /	утрина
110	Врвина	7514642,13	4877913,13	44°02'44,2"	021°10'38,3"	шкриљци	морфогено	≤ 5 m	активно /	шума

КБ	локалитет	Гаус- кригерова пројекција WGS 84			геологија	тип клизишта	дубина	динамика		клизиштем је угрожено	
		х	у	λ				тип	год. акт.		
КО ГОРЊЕ ШТИПЉЕ											
185	насеље	7510515,56	4874942,82	44°01'08,2"	021°07'32,7"	шкриљци	морфогено	≤ 1 m	активно	2006	асвалтни пут
186	насеље	7510687,77	4874675,06	44°00'59,4"	021°07'40,5"	шкриљци	морфогено	≤ 5 m	активно	2006	шталу
187	насеље	7511016,45	4874173,19	44°00'43,1"	021°07'55,3"	шкриљци	морфогено	≤ 20 m	активно	1999	утрина
КО ЦРНЧЕ											
181	Црначко брдо	7515144,16	4872483,10	43°59'48,2"	021°11'00,4"	неоген	страпигено	≤ 5 m	активно	/	пољо. површине
182	Црначко брдо	7515061,21	4872525,61	43°59'49,6"	021°10'56,5"	неоген	страпигено	≤ 5 m	активно	/	утрина
183	Црначко брдо	7514840,05	4872608,82	43°59'52,5"	021°10'46,5"	неоген	страпигено	≤ 1 m	активно	/	пољо. површине
184	Црначко брдо	7515059,23	4872640,85	43°59'53,5"	021°10'56,5"	неоген	страпигено	≤ 5 m	активно	/	утрина
188	Каленованки поток	7513636,65	4872556,46	43°59'51,0"	021°09'52,6"	шкриљци	морфогено	≤ 5 m	активно	2006	локални пут
КО ЈОШАНИЧКИ ПРЊАВОР											
200		7509655,81	4870786,43	43°58'52,8"	21°07'13,3"	шкриљци	морфогено	≤ 5 m	активно	/	шума
201		7509559,64	4871959,10	43°59'30,8"	21°07'11,9"	шкриљци	морфогено	≤ 5 m	активно	/	шума
202		7509559,64	4881599,95	44°04'43,3"	21°07'09,7"	неоген	страпигено	≤ 20 m	активно	/	пољо. површине

S U M M A R Y

The activity of large number of landslides was registered on the area of the municipality of Jagodina at the beginning of March 2006. It damaged over 45 households and large number of traffic arteries in villages Dobra Voda, Duboka, Šantarovac, Šuljkovac and Donji Račnik. Five households in Rajkince and eight in Šuljkovac were moved out then for technical- safety reasons. (Tanjug, 2006). It opened the question for making systematic researches of this colluvial occurrence on the territory of the municipality.

The first task set in this paper was making inventory of space covered with sliding (cadastre making), as well as creation of informational system which would be supported by additional pieces of information collected in the field, important for basic monitoring of this process.

Systematization of physical-geographical characteristics of 174 mapped landslides as well as their genetic analysis was the second stage. This established genetic or modification feature of some physical-geographical and anthropogenic factors important for the development of this colluvial process on the territory of the municipality of Jagodina. The influence of landslide as a factor of qualitative transformation of space is analyzed by the means of created objective and subjective consequences.

Three zones were differentiated according to the distribution of this colluvial process:

- A zone without landslide occurrence ;
- A zone with single occurrence of landslide
- A zone with systematic occurrence of landslide

The zone with no conditions for the development of landslide is primary the valley bottom of the Velika Morava River. Also, there are river terraces on the left valley side of Belice, alluvial plain of Belice, Lugomir, Osanica, lake terraces on the area of the settlement Međureč and Kovačevac and the areas in hypsometric zone above 500 m of altitude.

The zone with single landslide occurrence is characteristic for mountainous edges of Crni Vrh and Juhor.

Systematic occurrence of landslide is characteristic for Neogene ravine areas of the territory of municipality. Systematic occurrence of landslide is registered in the basins of the rivers Lugomir, Belice, Osanice and valleys of smaller river courses on the eastern edge of Jagodinska-Paracinska ravine. Areal with spatially continuous development of landslides are situated in this zone and they are marked as *sliding zones*. They are Belički and Belički-Ribnički sliding zones.

The factors that influence the dynamics and intensity of landslide development are in this paper classified as *conditions and processes*.

Geology (lithology, unfavourably oriented discontinuities, weathering crust), *morphometry* (slope angle, exposition of topographic surface), *morphogenesis* (morphologic and genetic types of relief) are considered as conditions.

Primary systematization of processes would be on endogenic and exogenic ones. Endogenic processes are *seismic and neo-tectonic*. On the other hand, exogenic processes are *geomorphologic processes* (denudation and chemical erosion, suffosion) *precipitation* and *anthropogenic processes* (inadequate maintenance of drainage systems, overburdening of topographic surface, bad water supply and sewerage system).

The results of this paper have primary methodological significance which can be seen in:

1. defining of optimal *dimensions of unit field* (50 x 50 m) necessary for studying spatial distribution of landslide as a factor which influences this process
2. and limitation of application of *the methods of elimination* in studying this colluvial process

Defining of limit values of lithologic-morphometric conditions is also one of the results of this paper with the aim to study genetic factors of this process. Relevant genetic factors as well as modifiers have been established according to quantitative and qualitative analysis of 172 mapped landslides. This analysis also established lithologic-morphometric differentiation of landslides, which means that landslides are developed in primary sediments at the slope angles in interval from 2°-13°, while this interval is 10°-17° in secondary sediments

According to the established conditions and their limit values which are of genetic significance for the development of landslides, a map of the area with conditions for development of this colluvial process was made. Out of the total surface of the municipality of Jagodina, 146,91 km² or 31,5 % of the territory fulfills these conditions.

Systematic occurrence of landslides on the territory of the municipality is the consequence of physical-geographical location. As it has been previously emphasized, the municipality of Jagodina belongs to Peripannonian Serbia. The relief in that zone, built in Neogene sediments, has expressed vertical dissection with often disturbed lithological structures and their relatively small depth in relation to Paleo-topographic surface. Therefore, the conditions for systematic development of landslides are made.

Methodological improvement has also been realized and established in this paper in terms of studying the reversible relationship between landslide and geographical space. Apart from the influence of physical- geographical and social-geographical processes on the genesis of landslides, the opposite process has also been analyzed in this paper. It has been established that landslides are factor of qualitative and quantitative landscape transformation of space which is manifested through physiognomic, socio-demographic, economic and ecologic consequences.

ЛИТЕРАТУРА

Алексић, В. (ур) (1977). *Геологија Србије. Метаморфизам. III-2*. Београд: Завод за регионалну геологију и палеонтологију рударско-геолошког факултета. Универзитет у Београду.

Анђелковић, М., Еремија, М., Павловић, М., Анђелковић, Ј. & Митровић-Петровић, Ј. (1991). *Палеогеографија Србије. Терцијар*. Београд: Институт за регионалну геологију и палеонтологију Рударско-геолошког факултета

Bognar, A. (1996). Tipovi klizišta u Republici Hrvatskoj i Republici Bosni i Hercegovini. Geomorfološki i geokološki aspekti. *Acta Geographica Croatica*, vol. 31, p. 27-39

Burrough, P. & McDonnell, R. (2006). *Principles of Geographical Information Systems. Spatial Information Systems and Geostatistics*. Београд: Грађевински факултет (превод на српски- Вајат, В. и Благојевић, Д.)

Varnes, D. J. (1984). Landslide hazard zonation: a review of principles and practice. *Natural Hazards*, 3.

Vlahović, M. (1991). *Osnove geologije*. Београд: Научна knjiga

Војногеографски институт. (1977). *Топографска карта, 1:25 000, Лист Багрдан*. (Карта). Београд: Војногеографски институт

Војногеографски институт. (1977). *Топографска карта, 1:25 000, Лист Драгоцвет*. (Карта). Београд: Војногеографски институт

Војногеографски институт. (1977). *Топографска карта, 1:25 000, Лист Горње Комарице*. (Карта). Београд: Војногеографски институт

Војногеографски институт. (1977). *Топографска карта, 1:25 000, Лист Светозарево*. (Карта). Београд: Војногеографски институт

Војногеографски институт. (1977). *Топографска карта, 1:25 000, Лист Велики Поповић*. (Карта). Београд: Војногеографски институт

Војногеографски институт. (1971). *Топографска карта, 1:25 000, Лист Ратковић*. (Карта). Београд: Војногеографски институт

Војногеографски институт. (1971). *Топографска карта, 1:25 000, Лист Белушић*. (Карта). Београд: Војногеографски институт

Војногеографски институт. (1971). *Топографска карта, 1:25 000, Лист Поточац*. (Карта). Београд: Војногеографски институт

Vujišić, T., Nevala, M., Lončarević, Č., Kalenić, M., Hadživuković, M. & Milićević, D. (1980). *OGK 1:100 000, List Lapovo*. Beograd: Savezni geološki zavod

Вучићевић, Д. (1995). *Уређење бујичних токова. Приручник за бујичаре*. Београд: Друштво бујичара Југославије

Grubić, A., Obradović, J. & Vasić, N. (1996). *Sedimentologija*. Beograd: Univerzitetski udžbenici 53.

Гавриловић, Д., & Гавриловић, Љ. (2000). Перспективе развоја геоморфологије и хидрологије (Perspectives of development of geomorphology and hydrology in Serbia). *Гласник Српског географског друштва*, 80 (2), 3-12

Гавриловић, Љ. (1981). *Поплаве у СР Србији у XX веку – узроци и последице*. Посебно издање, књига 52. Београд: Српско географско друштво,

Гамс, И. (1983). Географија и проучавање природних непогода. У зборнику "XI конгреса географа СФРЈ", Београд: Савез географских друштава СФРЈ, Титоград: Географско друштво СР Црне Горе

Грчић, М. (2000). *Политичка географија*. Београд: Географски факултет.

Dolić, D., Kalenić, M., Lončarević, Č., Hadži-Vuković, M. (1981). *OGK 1:100 000, List Paraćin*. Beograd: Savezni geološki zavod

Dolić, D., Kalenić, M., Lončarević, Marković, B., Dimitrijević, M., Radoičić, R. i Lončarević, Č. (1981). *Tumač za list Paraćin*. Beograd: Savezni geološki zavod

Драгићевић, С. (2007). *Доминантни ерозивни процеси у сливу Колубаре*. Београд: Географски факултет

Драгићевић, С. & Степић, М. (2006). Промене интензитета ерозије у сливу Љига. Утицај антропогеног фактора (Changes of the intensity of Ljig river basin erosion: Influence of anthropogenic facto). *Гласник Српског географског друштва*, 86 (2), 37-44.

Дукић, Д. & Гавриловић, Љ. (2002). *Реке Србије*. Београд: Завод за уџбенике

Дуцић, В. & Радовановић, М. (2005). *Клима Србије*. Београд: Завод за уџбенике

Đarmati, Š. & Aleksić, Đ. (2004). *Razorne sile*. Beograd: Radnička štampa

Ertek, T. A. & Erginal A. E. (2006). Anthropogenetically triggered landslide factors of the Varyant landslide area at Büyükçekmece, NW Turkey. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 50 (2), 177-191.

Живковић, Н. & Анђелковић, Г. (2004). Висински градијенти падавина у Србији (Altitude precipitation gradient in Serbia). *Гласник Српског географског друштва*, 84 (2), 31-36

Зеремски, М. (1984). Левачко-беличка котлина. Морфолошки преглед неотектонских процеса. *Зборник радова географског института "Јован Цвијић" САНУ*, 36, 3-22.

Jibson, R. W. (1996). Using landslide for paleoseismic analysis. In: McCalpin, J. (ed): *Paleoseismology*.- Academic Press, California, p. 397-436

Јовановић, П. С. (1954). Урвине у околини Београда. *Гласник Српског географског друштва*, 34 (2), 139-160

Keefer, D. K. (1994). The importance of earthquake-induced landslides to long-term slope erosion and slope-failure hazards in seismically active regions. *Geomorphology*, 10, 265-284

Комас, В. & Зорн, М. (2007). *Pobočni procesi in človek*. Ljubljana: Geografski inštitut Antona Melika ZRS SAZU. Geografija Slovenije 15

Комас, М. (2005). Intenzivne padavine kot sprožilni dejavnik pri pojavljanju plazov v Sloveniji. *Geologija* 48, 2

Ковачевић, Ј. (2007). *Хидролошке одлике реке Скрапеж и водопривредни проблеми у сливу*. Београд: Географски факултет, магистарски рад

Ковачевић, Ј. & Штрбац, Д. (2008). Просторна интерполација падавина у зависности од надморске висине у сливу Скрапежа (Spatial interpolation of precipitation depending on elevation: Case study of the Skrapež River, Western Serbia). *Гласник Српског географског друштва*, 88 (1)

Коматина, М. (ур.) (1978). *Геологија Србије. Инжењерска геологија. VIII-2*. Београд: Завод за регионалну геологију и палеонтологију рударско-геолошког факултета. Универзитет у Београду.

Костадинов, С., Мацан, Г. & Вучићевић, Д. (1996). *Уређење бујица*. Београд: Завод за уџбенике и наставна средства, за 4 разред шумарске школе.

Лазаревић, Р. (1996). Неки проблеми развоја геоморфологије. *Зборник радова Геогарфског института "Јован Цвијић" САНУ*, бр.46, 71-82

Лазаревић, Р. (2000). *Геоморфологија*. Београд

Лазаревић, Р. (2000). *Клизишта*. Београд: Удружење бујичара Југославије.

Лазих, М. (1991). *Геолошке законитости настанка и развоја процеса клижења на територији Србије (без покрајина)*. Магистарски рад, Београд: Рударско-геолошки факултет

Mustafić, S. (2007). *Erozija u slivu Temštica*. Magistarski rad, Beograd: Geografski fakultet

Манојловић, П. (1989). Утицај вештачких ђубрива на интезитет корозије. *Гласник Српског географског друштва*, 69 (1), 41-46

Манојловић, П. (1992). *Хемијска ерозија као геоморфолошки процес. Теоријски, аналитички и методолошки аспект*. Београд: Географски факултет

Манојловић, П., Гавриловић, Ј. & Живковић, Н. (1994). Методолошке основе проучавања хемијске ерозије. *Зборник радова Географског факултета*, 64

Марковић, Ј.Ђ. (1967). Горњовеликоморавска котлина. Геоморфолошка проматрања. *Зборник радова географског института "Јован Цвијић" САНУ*, 21, 195-234.

Марковић, М., Павловић, Р. & Чупковић, Т. (2003). *Геоморфологија*. Београд: Завод за уџбенике

Менковић, Ј., Кошћал, М. & Мијатовић, М. (2003). *Геоморфолошка карта Србије, 1:500 000*. Београд: Геозавод. Смедеревска Паланка: Magic Map

Милошевић, М.В., Миливојевић, М. & Ћалић, Ј. (2006). Активна клизишта на простору општине Љиг (Active landslides in Ljig Municipality). *Гласник Српског географског друштва*, 86 (1), 25-34

Милошевић, М.В., Миливојевић, М., & Ћалић, Ј. (2007). Туфури Власине и Крајишта (Earth hummocks in the regions of Vlasina and Krajište, Southern Serbia). *Гласник Српског географског друштва*, 87 (1), 25-34

Милошевић, М.В., & Милановић, А. (2008). Сеизмизам као генетски фактор клизишта у сливу Белице (Seismism as genetic factor of landslides in Belica River basin). *Гласник Српског географског друштва*, 88 (1), 43-52

Milošević, M. V., Čalić, J., & Panić, M. (2009). Landslides in quaternary sediments of the Belica river. *Bulletin of the Serbian geographical society*, 89(4), 17-35.

Milošević, M. V., Manojlović, P. & Mustafić, S. (2010). Some aspects of anthropogenic influences on the landslide genesis on the territory of municipality of Jagodina. *Bulletin of the Serbian geographical society*, 90(2), 139-149

Мустафић, С. (2007). Неки аспекти антропогеног утицаја на интензитет ерозивних процеса у сливу Темштице (Certain aspects of anthropogenic influence on the intensity of the erosive process in Temstica river basin). *Гласник Српског географског друштва*, 87 (1), 23-30

Николић, П. (1989). *Геотектоника*. Београд: Научна књига

Okunishi, K., Sonoda M. & Yokoyama, K. (1999). Geomorphic and Environmental Controls of Earthquake-induced Landslide. *Transactions Japanese Geomorphological Union*, vol. 20, no. 3, 351-367

Ost, L., Eeckhaut, M., Poesen, J., & Vanmaercke-Gottigny, M. (2003). Characteristics and spatial distribution of large landslides in the Flemish Ardennes (Belgium). *Zeitschrift für Geomorphologie*, 47 (3), 329-350

Опра, Јб. (1998). *Девет храстова. Записи о историји српске метеорологије*. Београд: Републички хидрометеоролошки завод Србије, Београд: Музеј науке и технике САНУ, Београд: Завод за уџбенике и наставна средства

Оцокољић, М. (2001). Елементарне непогоде и борба против њих – нове стратегије савремених географских проучавања. У зборнику "*XIV Конгрес географа Југославије*". Београд: Српско географско друштво, Београд: Географски факултет, Нови Сад: ПМФ-институт за географију, Београд: Географски институт "Јован Цвијић" САНУ

Petrović, D. & Manojlović, P. (1997). *Geomorfologija*. Београд: Географски факултет

Popescu, M. E. (1996). *From landslide Causes to landslide Remediation, special lecture*. Proc. 7th Internationale Symposium, Trondheim, p 75-96.

Rašula, G. (1997). Значај изучавања режима подземних вода у нестабилним падинама на примеру истраживања клизишта "Плавинас" код Смедерева. У зборнику радова

Радић, Ј. (1986). *Из ономастике поречја Лугомира*. Београд: Ономастолошки прилози VII. САНУ одељење језика и књижевности, одбор за ономастику.

Радић, П. (1986). *Из ономастике села доњег тока реке Белице у Северној Србији*. Београд: Ономастолошки прилози VII. САНУ одељење језика и књижевности, одбор за ономастику.

Радовановић, М. (2001). *Утицај рељефа и атмосферске циркулације на диференцијацију климата у Србији*. Београд: Географски факултет, докторска дисертација

Радовановић, М. (2004). *Етнички и демографски процеси на Косову и Метохији*. Београд: Liberpress

Ракићевић, Т. & Станковић, С. (1967). Језеро Алушонту. *Гласник Српског географског друштва*, 47 (2), 169-179

Рокић, Љ. (1996). Генеза клизишта на десној обали Дунава код Новог Сада. XI Југословенски симпозијум о хидрогеологији и инжењерској геологији, књ. 2 инжењерска геологија. Ур. Сунарић Д., Божовић, Б. Београд, стр 215-229.

Ршумовић, Р. (1986). Ерозивно-денудациони процеси Шумадије. Рововска корита – индикатори савремених тектонских покрета. *Зборник радова географског института "Јован Цвијић" САНУ*, 38, 7- 30

Sorriso-Valvo, M. (1991). Mass movement and tectonics. In: Almeida-Teixeira, M.E., Mantechi, R., Oliveira, R. & Coelho, A. G. (ed): *Environment and quality of life. Prevention and control of landslide and other mass movements*. –Directorate-General, Science, Res. And Developm., p 127-137.

Степановић, Ж. (1962). Горњолевачки басен. *Гласник Српског географског друштва*, 42 (2), 99-110

Степановић, Ж. (1971). Неке урвине у Шумадији у 1970. години. *Географски годишњак, бр.7*, Српско географско друштво- продужница Крагујевац.

Tang, C. & Grunert, J. (1999). Inventory of landslide Triggered by the 1996 Lijiang Earthquake, Yunnan Province, China. *Transactions Japanese Geomorphological Union*, vol. 20, no. 3, 335-349

Tošković, D. (1996). *Uvod u Prostorno i urbanističko planiranje*. Beograd: GrosKnjiga.

Тркуља, Д. (1998): *Земљотреси бањалучког региона*. Београд: Графомарк

Casagli, N. & Ermini, L. (1999). Geomorphic Analysis of Landslide Dams in the Northern Apennine. *Transactions Japanese Geomorphological Union*, vol. 20, no. 3, 351-367

Цветковић,-Мркић, С. & Јањић, И. (1996). Интеракција терен-објекат и геотехничке мелиорације. У зборнику радова "XI Југословенски симпозијум о хидрогеологији и инжењерској геологији", књига II.

Wen, B., Wang S., Wang, E. & Zhang J. (2004). Characteristics of rapid giant landslide in China. *Landslide* 4, 247-261

Zhou, C. H., Lee, C. F., Li, J. & Xu, Z. F. (2002). On the relationship between landslide and causative factors on Lantau Island Hong Kong. *Geomorphology* 43, 197-207

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

551.435.627(497.11)

624.131.537(497.11)

МИЛОШЕВИЋ, Марко В., 1978-
Клизишта на територији града Јагодине :
генетски фактори и последице / Марко В.
Милошевић. - Београд : Географски институт
„Јован Цвијић” САНУ, 2010 (Београд : Службени
гласник). - 137 стр. : илустр. ; 25 см. -
(Посебна издања / Српска академија наука и уметности,
Географски институт „Јован Цвијић”; књ. 79)

На спор. насл. стр.: Landslides in Jagodina
Municipality. - Тираж 300. - Summary. -
Библиографија: стр. 132-137.

ISBN 978-86-80029-44-3

а) Клизишта - Јагодина
COBISS.SR-ID 180132364