

СЛАВОЉУБ ДРАГИЋЕВИЋ¹
ИВАН НОВКОВИЋ¹
МАРКО ПРИЦА²

РИЗИК ОД ПАДИНСКИХ ПРОЦЕСА НА ТЕРИТОРИЈИ ОПШТИНЕ УБ

Извод: Стереотипна истраживања природних услова на територији Србије условљавају ограничену апликативну вредност великог броја досадашњих стратегија развоја и планских докумената различите намене. Најбољи показатељ тога је Стратегија развоја планског подручја општине Уб, где је осим опште анализе природних потенцијала умногоме запостављено детерминисање површина угрожених различитим интензитетом геоморфолошких процеса. Колика је угроженост неке територије падинским процесима представља битан чинилац при избору локације и планирању намене коришћења земљишта, при одређивању степена концентрације физичких структура и инфраструктурних објеката. Оваква врста анализа представља незаобилазни сегмент стратегија просторног развоја неке територије. Дакле, осим анализе природних услова као потенцијала развоја неког простора, једнака пажња се мора посветити и правилној процени степена повредивости простора, односно ограничења за његово коришћење и развој.

Кључне речи: ризик, падински процеси, ерозија, клизишта, општина Уб.

Увод

Основна идеја овог рада је детерминисање и анализа површина потенцијално угрожених падинским процесима на територији општине Уб. Интензитет падинских процеса (делувијално-пролувијалних и колувијалних) условљен је великим бројем физичко-географских фактора, чија је основна карактеристика просторна и временска променљивост, а настају као резултат суперпозиције, односно мултиплицирања њиховог деловања, често условљени и додатним антропогеним притисцима (антропопресија) (Драгићевић, С., Степић, М. 2006; Мустафић, С. 2007). Колика је угроженост неке територије падинским процесима представља битан чинилац при избору локације и планирању намене коришћења земљишта, при одређивању степена концентрације физичких структура и инфраструктурних објеката. Оваква врста анализа представља незаобилазни сегмент стратегија просторног развоја неке територије. Основни задатак овог рада је анализа свих релевантних фактора који доводе до појаве падинских процеса, утврђивање њиховог рецентног стања преко потенцијалне распрострањености на територији општине Уб и сагледавање могућих последица услед њиховог интензивирања.

¹ др Славољуб Драгићевић, доцент, Универзитет у Београду – Географски факултет, Студентски трг 3/3

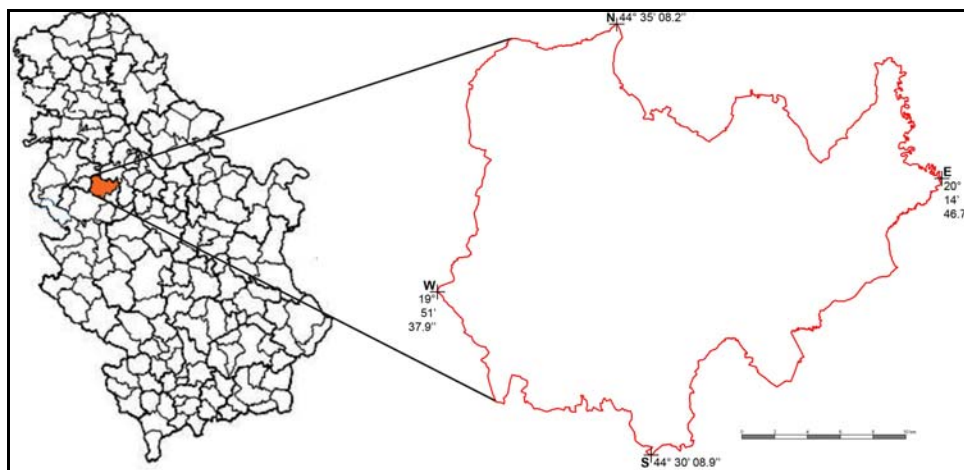
¹ Иван Новковић, истраживач приправник, Универзитет у Београду – Географски факултет, Студентски трг 3/3, Београд

² Марко Прица, дипл. инг. геологије, Институт ИМС, Београд.

Рад представља резултате истраживања пројекта 146005 које финансира Министарство науке и технолошког развоја Републике Србије.

Основне карактеристике простора истраживања

Општина Уб се налази у Централној Србији, у Колубарском округу. Захвата површину од $456,14 \text{ km}^2$, а према попису из 2002. године на њеној територији је било 32.104 становника. Укупна дужина границе Општине је $165,34 \text{ km}$, при чему је гранична линија најдужа са општином Обреновац и износи $62,96 \text{ km}$. Општина се налази на јужном ободу Панонске низије у претежно низијском терену, где простор који се налази испод 200 m надморске висине чини $92,49\%$ територије ове административне јединице. Већи део територије се налази у сливу Колубаре и то највише у сливу њене леве притоке Тамнаве, а мањи северозападни део се налази у сливу Вукodража (слив Саве).



Сл. 1. Геопросторни положај општине Уб.

Квантитативном анализом рељефа утврђено је да се $19,31\%$ територије општине Уб налази на надморској висини нижој од 100 m , између 100 и 200 m налази се $73,17\%$, тако да се до 200 m надморске висине налази се $92,49\%$ територије општине ($421,9 \text{ km}^2$), односно највећи део припада низији. Висија обухвата $7,51\%$ територије општине, односно њен западни и јужни део. На основу израчунавања дошло се до податка да је средња надморска висина територије општине $135,4 \text{ m}$. На основу расположивих података за период 1961-90, утврђено је да средња температура ваздуха на територији општине Уб износи $10,9^\circ \text{ C}$, а средња количина падавина $741,4 \text{ mm}$ (Novković, I. 2009).

Методологија истраживања

Издвајање површина угрожених падинским процесима у простору општине Уб извршено је по фазама: упознавање са литературом за истраживану област, анализа геолошких карата, интерпретација топографских карата (квантитативна геоморфолошка анализа), теренска истраживања, кабинетска синтеза прикупљеног материјала.

Након детаљних анализа геолошких и топографских (карте вертикалне рашчлањености рељефа, карте угла нагиба терена) карата издвојени су потенцијално угрожени терени општине Уб. Методом елиминације, искључене су све оне површине које својим литолошким саставом не испуњавају услове за појаву падинских процеса (Lazarević, R., 2000; Jelinek, R., Wagner, P., 2007; Драгићевић, С. 2007; Милошевић, М и др. 2006). Упоредном анализом квантитативних геоморфолошких карата и издвојених литолошких чланова могуће је веома прецизно дефинисати потенцијалне еро-

зине површине. Уколико су рашчлањења рељефа изразитија, са израженијим углови-ма нагиба терена, литолошки састав и начин коришћења земљишта такав да су реални услови за појаву падинских процеса, онда су и испуњени сви неопходни фактори за њихову могућу манифестацију на топографској површини (Clerici, A. и др., 2002; Dragičević, S. и др. 2007; Kanungo, D. P. и др. 2008; Dragičević, S. и др. 2009).

Сходно чињеници да се податак који представља показатељ стања потенцијала ерозије агрегира из великог броја различитих фактора, изабран је програмски пакет Intergraph Geomedia због чињенице да подржава успостављање динамичких и хијерархијских веза између лејера, што значи да промена на било ком лејеру нижег хијерархијског нивоа изазива промену на свим лејерима вишег нивоа са којима су у вези, али и могућност да преклапа лејере са садржајем који се налази у различитим географским координатним системима.

Теренским радом извршена је провера издвојених површина угрожених падинским процесима, као и картирање и обилажење рецентних клизишта и ерозионих подручја.

Анализа рецентних природних услова на територији општине Уб представљала је неопходну основу за анализу доминантних фактора и модификатора падинских процеса у истраживаном простору. Да би се извршила анализа природних услова за појаву падинских процеса на неком простору, неопходно је комплексно разматрање директних и индиректних узрока који условљавају њихову генезу. Наиме, падински процеси настају једностраним или мултиплицираним деловањем више фактора, како природних, тако и антропогених. С тога, преклапањем више аналитичких карата стекли су се услови за издвајање површина угрожених процесом клижења тла и различитим категоријама ерозије земљишта.

На основу наведених опсежних припрема и теренских истраживања картиране су све површине у општини Уб на којима постоје сви услови за појаву падинских процеса (површине угрожене падинским процесима). Тако припремљен материјал представљао је основу за издвајање површина угрожених клижењем терена и различитим интензитетима ерозије у општини Уб.

Анализа одредишних фактора падинских процеса

Анализа основних карактеристика терена у циљу утврђивања његових предиспозиција за појаву падинских процеса, подразумева приказ литолошких карактеристика терена, квантитативну геоморфолошку анализу терена: хипсометрију, енергију и нагиб рељефа датог простора.

Литолошки састав представља примарни чинилац падинских процеса, јер је њихов интензитет доминантан само у растреситим, слабовезаним и пластичним стенама, а у чврстим, компактним, најчешће их нема. Као оптимални услови при којима је утицај геолошког састава на клизишни процес најизразитији, неопходно је постојање растреситог површинског слоја, глиновитог слоја у његовој подини и већи нагиб глиновитог (вододржљивог) слоја. Код ерозије земљишта, посебно је битна брзина распадања стеновите основе и формирања коре распадања.

На територији Србије, падински процеси су највише распрострањени у неогеним седиментима, а као добар пример може се узети слив Колубаре. Наиме, на читавом простору под неогеном, литолошки састав је такав да се смењују чланови са израженим функцијама хидрогеолошких колектора и изолатора, као и водопрпусни седименти. На контакту тих средина остварене су потенцијалне могућности за стварање клизних површина, али је и због плодности и обраде ових површина присутна рецентна ерозија земљишта. Неогени седименти у сливу Колубаре захватају површину од 1.303 km² (36 % укупне површине слива), при чему 76,2 % укупних површина угрожених клизиштима у сливу Колубаре припада овој формацији (Dragičević, S.

2007)). На територији општине Уб, неогени седименти захватају 55,3 % укупне површине (Novković, I. 2009).

Познато је да одређене карактеристике рељефа представљају један од основних услова за појаву падинских процеса. При томе, најважније је извршити хипсометријску, као и анализу "енергије" и нагиба топографске површине, што уједно представља и суштину квантитативне геоморфолошке анализе. Хипсометријска карта представља полазиште у анализи терена потенцијално угроженог падинским процесима, посебно због чињенице да је горња граница неогених седимената у Србији 420-450 m. Ако се зна да је највећи број клизишта, али и највећи интензитет ерозије на територији Србије заступљен у неогену, онда је потпуно јасна оправданост израде хипсометријске карте. Према њој, највиша надморска висина рељефа на територији општине Уб не прелази 400 m, чиме су одређени падински процеси као доминантни геоморфолошки процеси на овој територији. У садејству са нагибом терена они су узрочници - појаве клизишта и већег интензитета ерозије земљишта, односно падинских процеса који су за овај простор веома бројни и карактеристични. Карта "енергије" рељефа уз карту углова нагиба даје добру основу за лоцирање клизишта и ерозионих подручја.

Енергија и нагиб терена (пад рељефа) доминантно одређују просторни распоред клизишта и потенцијал ерозије на територији општине Уб. Анализом карти "енергије" и нагиба рељефа лако је уочљиво да су падинским процесима најугроженији северозападни, западни и јужни делови општине.

Једновремено са предходним факторима и утицај вегетације није занемарљив приликом образовања земљишта и одређивања његових карактеристика. Основна карактеристика вегетације општине Уб је доминација културних биљака над аутохтоном шумском вегетацијом, која се простире на површини од свега 5.770 ha или 12,6% од укупне територије. Највише је има у јужним и западним деловима општине, на простору виших надморских висна, као и уз речне токове. Ако знамо да су флувио-денудациони процеси на истраживаном простору веома развијени, а знатне површине угрожене клижењем тла, намеће се закључак да овакво стање биогеографских услова није на задовољавајућем нивоу и да треба предузети неопходне мере за њихово побољшање.

Вегетација даје неједнак степен заштите од падинских процеса на овој територији. С обзиром на насељеност општине Уб, вегетација је сувише потиснута с нагиба. Ова констатација се првенствено односи на шуму, које је ионако мало на подручју града Београда.

Добро је познато да се периоди активирања и појачавања интензитета падинских процеса поклапају са периодима максималне количине и интензитета падавина, али и са карактеристикама плувиометријског режима одређеног простора. Појачана динамика падинских процеса на територији општине Уб, најчешће се јавља у пролећном и раном летњем периоду, када се јавља и максимум падавина. Досадашњим анализама (Dragičević, S. 2001) може се закључити да је највећа количина падавина карактеристична за пролећни период, када су испуњени и други услови за активирање падинских процеса.

Површине угрожене падинским процесима на територији општине Уб

Анализа доминантних фактора на територији општине Уб представљала је неопходну основу за издвајање и анализу површина угрожених падинским процесима у истраживаном простору. С обзиром на добро познату чињеницу да падински процеси настају једностраним или мултиплицираним деловањем више фактора, како природних, тако и антропогених, преклапањем више аналитичких карата стекли су се услови

за издвајање површина угрожених процесом клижења тла и различитим категоријама ерозије земљишта.

На основу наведених опсежних припрема и теренских истраживања картиране су све површине у општини Уб на којима постоје сви услови за појаву падинских процеса, односно површине потенцијално угрожене падинским процесима). Тако припремљен материјал представљао је основу за издвајање површина угрожених различитим интензитетима ерозије и клижењем терена у општини Уб.

За издвајање површина угрожених падинским процесима потребно је издвојити површине угрожене различитим интензитетима ерозије (ерозиона подручја). Због термилошке блискости, често се не прави јасна разлика између ерозионог подручја и зоне, тако да су ова два термина најчешће изједначавана. Међутим, потребно је нагласити да се под ерозионим зонама подразумевају површине захваћене разним класама и категоријама ерозије, разврстане према одговарајућим методама картирања ерозионних процеса, док су ерозиона подручја површине на којима не мора бити екстремно развијен процес ерозије, али које могу постати жаришта уколико се промени неки од чинилаца значајних за развој ерозије. Дакле, уместо термина ерозионо подручје, адекватније би било користити термин „површине угрожене процесом ерозије“ или „потенцијалне ерозивне површине“.

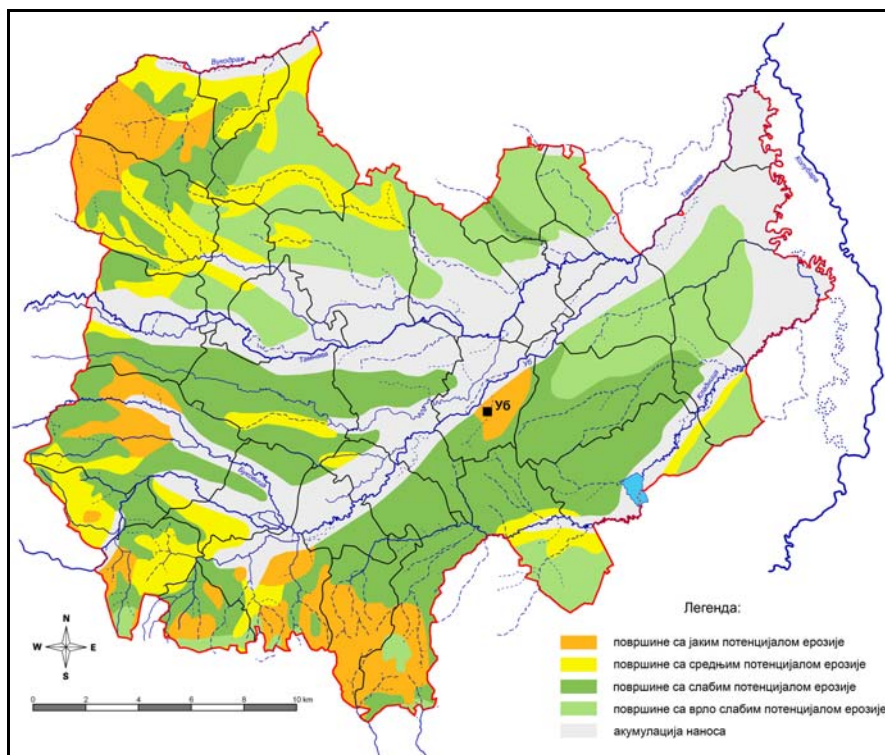
Међутим, без улажења у неке веће термилошке расправе, за планирање коришћења површина неопходно је издвојити све оне које су потенцијално угрожене ерозивним процесима. Ово је условљено чињеницом да се променом само једног фактора у природним условима (промена водног биланса, сеча вегетације, активирање инзензивне пољопривредне производње и сл.) може иницирати појава убрзане ерозије на некој територији.

Из тог разлога, логично је најпре издвајање ерозионних подручја, а тек онда ерозионних зона. На тај начин би се могао анализирати њихов међусобни однос и утврдити колико је од укупне површине ерозијом угрожених подручја до сада нападнутих и деградираних површина. С тога, а као приоритетни задатак установљено је издвајање површина угрожених различитим интензитетима ерозије (ерозионних подручја).

Према дефиницији „*Ерозионо подручје је површина земљишта које је захваћена видљивим процесима ерозије, као и површина на којој нема видљивих процеса ерозије, али на којој се могу јавити видљиви процеси ерозије услед промене начина искоришћавања земљишта*“ (Kostadinov, S., Stefanović, M. 2005). За прецизно утврђивање предиспонираности терена за појаву ерозивних и акумулативних процеса, односно утврђивање потенцијала ерозије неког простора, неопходно је урадити квантитативне геоморфолошке карте.

Анализом карте "енергије" рељефа и нагиба терена, уочено је да су падинским процесима најугроженији северозападни, западни и јужни делови општине Уб, као и међуслив Тамнаве и Уба, али и десне долинске стране река Уб и Кладница. У тим деловима можемо очекивати интензиван развој падинских процеса. Насупрот овој констатацији у централном, долинском делу општине северно од града Уба, али и на истоку општине према старом кориту Колубаре, могу се очекивати процеси акумулације еродованог материјала. То су терени са малом предиспонираношћу за развој падинских процеса. Изражена "енергија" рељефа омогућава неопходне услове за појаву већих клизишта и интензивније ерозије земљишта.

С тога, издвојене су све површине које могу, услед промене начина искоришћавања земљишта, променити категорију ерозије из слабије у јачу. Издвојена су ерозиона подручја на територији општине Уб, која су означена на прегледној карти ерозионних подручја. Ерозиона подручја су површине на којима не мора бити развијен процес ерозије, али које могу постати жаришта ерозије уколико се промени неки од чинилаца значајних за развој ерозије.



Сл. 2. Карта ерозионих подручја на територији општине Уб.

Табела 1. Површине са различитим потенцијалом ерозије на територији општине Уб.

Потенцијал ерозије	Површина [km ²]	Удео у укупној површини [%]
јак	44,10	9,67
средњи	54,13	11,87
слаб	133,75	29,32
врло слаб	90,89	19,93
акумулација наноса	133,27	29,21
Укупно	456,14	100,00

Ако се мултиплицирано анализирају геолошки и геоморфолошки услови, онда се на територији општине Уб могу издвојити површине са врло slabом, slabом, средњом и веома израженом угроженошћу од ерозивних процеса. Најугроженије зоне одговарају неогеним формацијама у западном делу општине Уб (западно до Кожуара и Тулара, делу територије између Памбуковице и Новака, као и јужно од линије Докмир-Врховине). Средњи потенцијал ерозије заступљен је на крајњем северу општине, у простору око Калиноваца, Радушe и Слатине, у зони западно од Мургаша). Слаб потенцијал ерозије карактерише највећи део територије општине Уб (нејвећи део површина између река Тамнаве и Уба и између река Кладнице и Уба). Врло слаб потенцијал ерозије заступљен је на крајњем северу и истоку територије општине. Анализом података из табеле 1, уочава се да је slabим и веома slabим интензитетом ерозије потенцијално угрожено 49,25 % територије општине Уб, средњим 11,87%, а

јаким 9,67 %. Другим речима, различитим потенцијалом ерозије угрожено је 70,79 % територије општине Уб.

Анализом линијских ерозивних облика приказаних на топографским картама крупнијег размера, али и обиласком терена, на територији општине Уб издвојено је више од 264 km дужине линијских облика (бразде, вододерине, јаруге). Важно је нагласити да су овде издвајани фосилни и рецентни облици, односно сви они који имају значаја за потенцијал ерозивних процеса. Ако се то даље квантификује, од укупно 423 издвојена линијска денудациона облика, око 65% (172 km) укупне дужине линијских облика издвојено је у неогеним формацијама, што у потпуности одговара претходно спроведеним анализама (Dragičević, S. i dr. 2009).



Сл. 3. Рецентни линијски ерозивни облици на десној долинској страни Реке, после моста на путу Кожуар-Тулари.

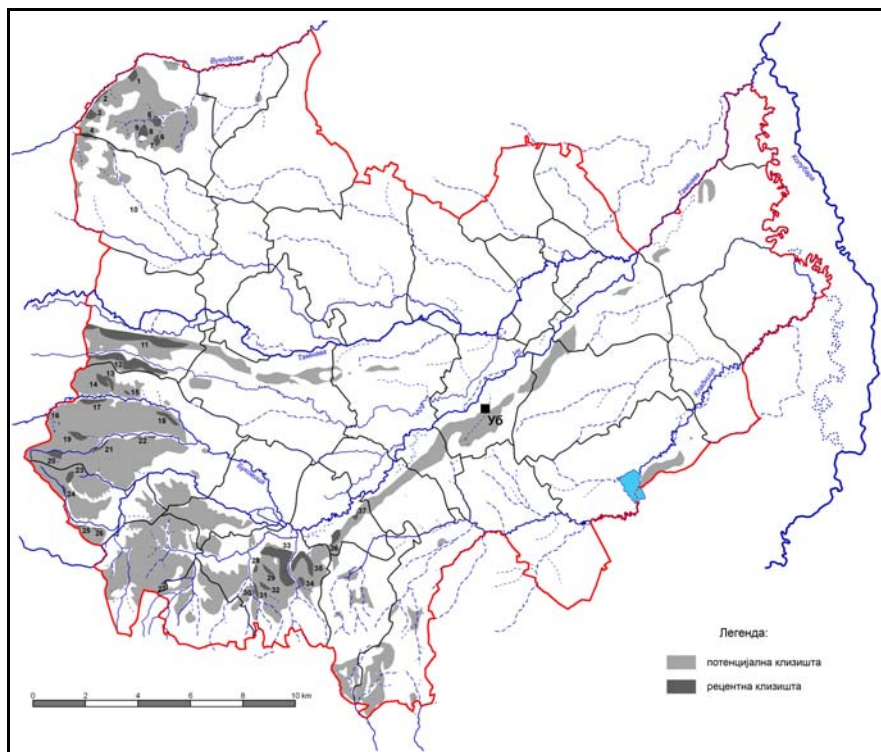
Као показатељ некадашњег стања на терену може послужити Карта ерозије, публикована 1983. године (Lazarević, R. i dr., 1983). Иако она данас има ограничену употребну вредност, може се користити за анализу некадашњег стања, односно сагледавање удруженог деловања различитих фактора на потенцијал ерозије. У периоду израде Карте, више од 20% територије општине било је захваћено јачим категоријама ерозије. Међутим, важно је нагласити да се она не може користити за издвајање ерозионих подручја без претходне анализе рецентних природних услова. Ово стога, што је она представљала одраз некадашњег стања на терену, а данас је то стање умногоне другачије. Промене интензитета ерозије у сливу Колубаре већ су примећене и квантификоване (Dragičević, S. 2007), те се ово претходно стање мора кориговати.

На основу изнешеног утврђено је постојање ерозионих подручја на територији општине Уб. На основу правилно изведене прве фазе, тј. издвајања потенцијално ерозивних површина, отвара се могућност наставка истраживања, односно квантификација интензитета ерозивних процеса. С обзиром на то да је картирање интензитета ерозије обиман и дуготрајан посао, он може бити спроведен у следећој фази истраживања, одређивању степена деградације површина на територији општине Уб.

За разлику од претходних истраживања која су дала доста генерализоване карте угрожености територије општине Уб падинским процесима (Filipović, I. 1996), са којих је веома тешко правилно утврдити и одвојити потенцијалне зоне клизишта од рецентног процеса, карта добијена овим истраживањем (сл. 3) има квантитативни карактер са димензионираним вредностима.

Након извршених квантитативних геоморфолошких анализа топографских карата, примене метода елиминације уз генерализацију геолошких карата и изучавања

постојеће документације о клизиштима на територији општине Уб, приступило се теренским истраживањима. Она су имала за циљ проверу, исправку и допуну већ издвојених потенцијалних клизних површина.



Сл. 3. Површине потенцијално угрожене процесом клижења у општини Уб.

Табела 2. Површине рецентних клизишта на територији општине Уб.

Број клизишта	Површина (ha)	Број клизишта	Површина (ha)
1	10.56	20	11.41
2	5.22	21	7.49
3	10.89	22	4.6
4	6.7	23	9.35
5	10.4	24	3.16
6	3.81	25	2.49
7	4.07	26	1.93
8	5.16	27	3.36
9	8.79	28	4.07
10	0.1	29	6.51
11	104.52	30	0.14
12	74.44	31	6.49
13	8.26	32	6.19
14	13.12	33	76.59
15	2.41	34	6.43
16	0.98	35	33.2
17	14.59	36	15.05
18	13.88	37	4.44
19	12.7	Укупно	513,50

На основу анализе издвојених нестабилних површина утврђено је да је 65,52 km² или 14,36 % територије општине Уб потенцијално угрожено процесом клижења тла. Од ове површине, рецентним процесима клижења тла деградирано је око 5,13 km², односно 1,13 % територије општине Уб. Рецентни процес клижења тла изражен је највише у атарима Кожуара, Новака, Памбуковице и Докмира. Један од новијих примера иницирања клизишног процеса је дуж десне долиנסке стране Реке, леве притоке Кленовице, код моста на путу Кожуар-Тулари.



Сл. 4. Подсецање падине и иницирање клизишног процеса (сл. лево), рецентни клизишни процес (сл. десно) на десној страни пута Кожуар-Тулари (44°31'17";19°54'58").

До активирања клизишта дошло је деловањем антропогеног фактора, односно подсецањем падине у циљу изградње стамбеног објекта. Осим клизишног, на овој локацији је веома присутан и процес ерозије тла, јасно изражен активним линијским облицима, вододеринама и јаругама. Осим ове локације, постоји још неколико локација са јасно израженим клизишним процесом, Памбуковица, Новаци. Неколико активних клизишта данас је умирено, како због спровођења одговарајућих мера, тако и због престанка људских активности које су довеле до њиховог активирања, какав је случај са онима насталим у околини Уба, на местима експлоатације грађевинског материјала.

Закључак

Значај познавања угрожености територије општине Уб падинским процесима, као и узрока њиховог настанка има немерљиву важност у изради стратегија просторног развоја, правилној намени површина, спречавању деградације животне средине (заштити простора), итд. Осим тога, овакав приступ представља реалну основу за развијање савременог начина управљања природним непогодама. Оваква истраживања могу бити од користи свим привредним активностима, приликом избора локација за изградњу стамбених, индустријских, инфраструктурних, водопривредних објеката, као и при изради стратегија, елабората, процени утицаја на животну средину и др. (Dragičević, S., Filipović, D. 2009; Lateltin O. i dr, 2008).

Да би се могла извршити правилна процена степена повредивости простора, односно ограничења за његово коришћење и развој, наопходно је приступити изради катастра потенцијалне угрожености простора природним непогодама у функцији просторног и урбанистичког планирања. На основу таквих сазнања и истраживања, направиле би се карте могућих ризика, вероватноће појављивања, обима последица и

на основу тога дефинисање планова заштите и приоритета заштите у планирању неког простора.

С обзиром на чињеницу да је већина падинских процеса иницирана антропогеним утицајем, приказаном методологијом издвајања потенцијално угрожених површина омогућава се превентивни начин спречавања последица. Детерминисање ерозионих подручја и потенцијалних површина угрожених клижењем земљишта представља прву, најјефтинију и најважнију фазу у борби против падинских процеса.

Литература

- Vojnogeografski institut / VGI *Topografska karta, 1:50.000, листови: Ваљево 2, Шабац 4, Београд 3, Лазаревац 1*, Београд.
- Група аутора (1983). *Основна геолошка карта и тумач за лист Обреновац*. Београд: Савезни геолошки завод.
- Dragicevic, S. (2001). Pluviometric regime and its influence on erosive process in the Kolubara river basin. *The Bulletin of Serbian Geographic Society*, 78 (2), 27-36.
- Dragičević, S. i Stepić, M. (2006): Changes of the erosion intensity in the Ljig river basin – the influence of anthropogenic factor. *The Bulletin of Serbian Geographic Society*, 86 (2), 37-44.
- Dragičević, S. (2007). *Dominant Processes of Erosion in the Kolubara Basin*. Belgrade: Faculty of Geography, Belgrade: Jantar grupa.
- Dragičević, S., Kostadinov, S. i Sandić, D. (2007). Gis application in modeling erosion processes. International Conference: *Erosion and torrent control as a factor in sustainable river basin management*. Belgrade: Faculty of Forestry.
- Dragicevic, S. i Filipović, D. (2009). *Natural conditions and disasters in spatial planning and protection*. Belgrade: Faculty of Geography.
- Драгићевић С., Матић И., Сандић Д., Сорајић С. и Новковић И. (2009): *Израда базе нумеричких и просторних података деградираних површина земљишта и вода на територији општине Обреновац*. Агенција за заштиту животне средине, Београд.
- Jelinek R. i Wagner, P., (2007). Landslide hazard zonation by deterministic analysis (Veľká Čausa landslide area, Slovakia). *Landslides*, Springer-Verlag, 4, 339-350.
- Kanungo, D. P., Arora, M. K., Gupta, R. P. i Sarkar, S. (2008). Landslide risk assessment using concepts of danger pixels and fuzzy set theory in Darjeeling Himalayas. *Landslides*, Springer-Verlag, 5, 407-416.
- Костадинов, С. и Стефановић, М. (2005). *План за проглашење ерозионих подручја за уже подручје града Београда*. Београд: Шумарски факултет и Институт за водопривреду "Ј. Черни".
- Лазаревић, Р. и др. (1983). *Карта ерозије СР Србије 1:500.000*. Београд: Институт за шумарство и дрвну индустрију.
- Лазаревић, Р. (2000). *Клизишта*. Београд: Друштво бујичара Југославије.
- Lateltin, O., Haemmig, Ch., Raetz, H. i Bonnard, Ch. (2008). Landslide risk management in Switzerland. *Landslides*, Springer-Verlag, 2, 313-320.
- Милошевић, М. В., Миливојевић, М. и Ћалић, Ј. (2006). Активна клизишта на простору општине Љиг. *Гласник Српског географског друштва*, 86 (1), 25-34.
- Мустафић, С. (2007). Неки аспекти утицаја антропогеног фактора на интензитет ерозивних процеса у сливу Темштице. *Гласник Српског географског друштва*, 87 (1), 23-30.
- Новковић, И. (2009). *Примена ГИС-а у истраживању природних потенцијала и деградираних површина на примеру општине Уб*. Београд: Географски факултет, мастер рад.
- Филиповић, И. (1996): *Геолошке карактеристике и потенцијалност геолошких ресурса регије Колубаре, Мачве и Подриња*. Београд: Геолошки завод "Гемини".
- Clerici, A., Perego, S., Tellini, C. i Vescovi, P. (2002). A procedure for landslide susceptibility zonation by the conditional analysis method. *Geomorphology*, Elsevier Science, 48, 349–364.

SLAVOLJUB DRAGIĆEVIĆ¹
IVAN NOVKOVIĆ¹
MARKO PRICA²

THE RISK OF SLOPE PROCESSES ON THE TERRITORY OF UB MUNICIPALITY

Abstract: Stereotype researches of natural conditions on the territory of Serbia have caused limited application value of the large number of recent development strategies and planning documents of different purpose. The best indicator of this is the Strategy of development of planning area of the municipality Ub where, apart from general analysis of natural potential, determining the areas endangered by different intensity of geomorphologic processes was neglected in many ways. At what extent the territory is at risk of slope processes represents an important factor in choosing the location and planning the purpose of the land use, and in defining the degree of concentration of physical structure and objects of infrastructure. This kind of analysis is unavoidable segment of strategy for spatial development of some territory. Therefore, apart from the analysis of natural conditions as the potential of development of some territory, the same attention should be paid to rightful assessment of degree of impairment of the territory, i.e. limitations for its development and growth.

Key words: risk ,slope processes, erosion, landslides, Ub municipality

Introduction

The basic idea of this work is to determine and analyze areas potentially endangered by slope processes on the territory of the municipality Ub. The intensity of slope processes (deluvial-proluvial and coluvial) is conditioned by large number of physical-geographical factors, whose basic characteristics are spatial and temporal variables, and they are created as the result of superposition, that is, as the result of multiplication of their activities, often conditioned by additional anthropogenic pressures (anthropopression) (Dragicevic, S., Stepic, M. 2006; Mustafic, S. 2007). At what extent a territory is endangered by slope processes represents the major factor in the selection of location and planning the purpose of the land use, in establishing the degree of concentration of physical structure and the objects of infrastructure. This kind of analysis presents unavoidable segment of the strategy of spatial development of some territory. The basic task of this work is to analyze relevant factors which cause the appearance of slope processes, to establish their recent condition by potential spread over the territory of Ub municipality and to discuss about possible consequences if they become more intensive.

The basic characteristics of the area of research

The municipality of Ub is situated in Central Serbia, in Kolubara district. It spreads on 456,14 square kilometres, and according to the Census of 2002 there were 32.104 inhabitants on its territory. The total length of the municipality border is 165,34 km, where the longest border line is with Obrenovac municipality and it is 62,96 km. The municipality is situated on the south border of Pannonia basin in mainly lowland terrain, where the space

¹ **Slavoljub Dragićević**, Faculty of Geography, Belgrade.

¹ **Ivan Novković**, Faculty of Geography, M.Sc. in Geography for the environment and GIS

² **Marko Prica**, dipl. ing. of Geology, The Institute IMS, Belgrade.

The paper contains the research results of the project 146005 financed by the Ministry of science and technological development of the Republic of Serbia.

below 200 m altitude covers 92,49% of the territory of this administrative unit. The larger part of the territory is situated in the Kolubara River Basin and mostly in the basin of its left tributary the Tamnava River, and smaller north-western part is situated in the Vukodraž River Basin (the Sava River Basin).

Picture 1. Geospatial location of Ub municipality

Applying the quantitative analysis of relief it is established that 19,31% of the territory of Ub municipality is situated on the altitude lower than 100 m, 73,17 % of the territory is between 100 and 200 m altitude, so that 92,49% of the territory of municipality (421,9 square kilometers) is situated up to 200m altitude. Plateau encompasses 7,51% of the territory of the municipality, i.e. its western and southern part. On the basis of measurement it is established that the average altitude on the territory of municipality is 135,4 m. According to the available data for the period from 1961 to 1990, it is established that the average air temperature on the territory of Ub municipality is 10,9°C, and the average quantity of rainfall is 741,4 mm (Novković, I. 2009).

The research methodology

The selection of areas at the risk of slope processes on the territory of Ub municipality is carried out in phases: getting familiar with the literature for the researched area, the analysis of geologic maps, interpretation of topographic maps (quantitative geomorphologic analysis), field research, cabinet synthesis of collected data.

After the detailed analysis of geologic and topographic maps (the maps of vertical relief dissection, maps of angles of terrain inclination) some potentially endangered terrains of Ub municipality were singled out. By the method of elimination, all those areas which with their lithologic structure do not satisfy the requirements needed for the appearance of the slope processes were excluded (Lazarević, R., 2000; Jelinek, R., Wagner, P., 2007; Dragicevic, S. 2007; Milosevic, M et al., 2006). By contrastive analysis of quantitative geomorphological maps and selected lithologic components it is possible to very precisely define potentially erosive areas. If the relief is more dissected, with more expressed angles of terrain inclination, lithologic structure and the way of land use are such that they make real conditions for appearance of slope processes, then all necessary factors are realized for their possible manifestation on topographic surface (Clerici, A. et al., 2002; Dragičević, S. et al. 2007; Kanungo, D. P. et al. 2008; Dragičević, S. et al. 2009).

Considering the fact that the datum which presents an indicator of condition of potential erosion aggregates from large number of different factors, the Intergraph Geomedia program packet was chosen because of the fact that it supports establishment of dynamic and hierarchic connections between layers, which means that the change on any layer of lower hierarchic level can cause the change on all layers of upper level with which they are connected , but also the possibility to overlap the layers with contents located in different geographical coordinative systems.

The testing of selected areas endangered by slope processes was carried out in the field work, as well as mapping (entering into maps) and visiting recent landslides and erosive areas.

The analysis of recent natural conditions on the territory of Ub municipality represents necessary base for the analysis of dominant factors and modifiers of slope processes in the researched area. In order to complete the analysis of natural conditions for the appearance of slope processes on some territory, it is necessary to completely consider direct and indirect agents which cause their genesis. Namely, the slope processes are created by one-sided or multiple actions of several factors, both natural and anthropogenic.

Therefore, compiling several analytic maps conditions were created for selection of the areas endangered by the process of landslide and different categories of soil erosion.

Based on the detailed aforementioned preparations and field researches, all areas in Ub municipality on which there were all conditions for the appearance of slope processes (the areas at risk of slope processes) were entered into maps. Such prepared material presented the base for selection of the areas at risk of landslides and different intensity of erosion in Ub municipality.

The analysis of destination factors of slope processes

The analysis of the basic terrain features with the aim to establish its predispositions for the appearance of slope processes means a survey of lithologic terrain features, quantitative geomorphologic terrain analysis: hypsometry, the energy and the inclination of relief of the given terrain.

The lithologic structure is a major factor of slope processes because their intensity is dominant only in loose, weakly connected and plastic rocks, and in solid, compact rocks they often do not appear. As the optimal conditions in which the effect of geologic structure on the landslide process is mostly expressed, the existence of loose surface layer, clayey layer in its foothill and larger inclination of clayey (waterproof) layer is necessary. In soil erosion the speed of decomposing of rocky base and forming of the decomposition crust is especially important.

On the territory of Serbia the slope processes are mostly spread in neogenic sediments, and the Kolubara River Basin can be used as a good example. Namely, on the total territory under neogene, the lithologic structure is such that the components with expressed functions of hydrogeologic collectors and isolators, as well as water porous sediments take turn. Potential possibilities for creation of slide areas are realized at the contact of these environments, but also because of the fertility and cultivation of these areas recent soil erosion is presented as well. Neogenic sediments in the Kolubara River Basin include the area of 1.303 square kilometers (36% of the total basin area), where 76,2% of total area at risk of landslides in the Kolubara Basin belongs to this formation (Dragičević, S. 2007). On the territory of Ub municipality neogene sediments spread over 55,3% of the total area (Novković, I. 2009).

It is well known that certain relief characteristics present one of the major conditions for the appearance of slope processes. Also, it is essential to carry out hypsometric analysis, as well as the analysis of “energy” and inclination of topographic surface, which at the same time present the core of quantitative geomorphologic analysis. Hypsometric map presents the starting point in the analysis of terrain potentially at risk of slope processes, especially since the fact that the upper limit of neogenic sediments in Serbia is 420-450 m. If it is known that the highest number of landslides, and the largest intensity of erosion on the territory of Serbia is placed in neogene, then the making of hypsometric map is totally justified. According to the map, the highest altitude of relief on the territory of Ub municipality does not exceed 400 m, by which slope processes as dominant geomorphologic processes on this territory are established. Together with the terrain inclination they are the agencies for the appearance of landslides and soil erosion of high intensity, i.e. slope processes which are for this territory very numerous and characteristic. The relief “energy” map together with the map of terrain inclination make good base for location of landslides and erosive areas.

Energy and terrain inclination (relief fall) dominantly define spatial organization of landslides and potential erosion on the territory of Ub municipality. Analyzing the maps of “energy” and inclination of relief it is easily noticeable that north-western, western and southern parts of the municipality are at the highest risk of slope processes.

At the same time, together with the previous factors the vegetation influence is not negligible during the formation of soil and defining its features. The basic characteristic of vegetation in Ub municipality is dominance of cultured plants over autochthonous forest vegetation, which spreads on the area of 5.770 hectares or 12,6% of total territory. It is prevalent in south and western parts of the municipality, on the areas of higher altitude, as well as near by the river flows. If we know that fluvial-denudation processes on the researched area are extremely developed, and significant number of areas are at the risk of landslides, it can be concluded that this state of biogeographic conditions is not on the satisfying level and that necessary measures should be taken for their improvement.

Vegetation gives unequal degree of protection from slope processes on this territory. Considering the population of Ub municipality, the vegetation is too much removed from the slope. This statement primarily refers to forests, which are not anyway present a lot on the territory of the city of Belgrade.

It is well known that the periods of activation and reinforcement of intensity of slope processes coincide with the periods of maximal quantity and intensity of rainfall, but with the characteristics of pluviometric regime of certain territory as well. Intensified dynamic of slope processes on the territory of Ub municipality mostly appear in the period of spring and early summer when the rainfall is at its maximum. Using the latest analysis (Dragičević, S. 2001) it can be concluded that the largest quantity of rainfall is characteristic for spring period, when other conditions for activation of slope processes are fulfilled as well.

The areas at risk of slope processes on the territory of Ub municipality

The analysis of dominant factors on the territory of Ub municipality represents necessary base for selection and analysis of the surfaces at risk of slope processes on the researched territory. Considering the well known fact that slope processes are created by one-sided or multiple activity of more factors, both natural and anthropogenic, compiling of several analytic maps the conditions are created for selection of areas endangered by the process of landslide and different categories of soil erosion.

Based on the aforementioned detailed preparations and field researches all areas in Ub municipality were entered into maps on which there were all conditions for appearance of slope processes, i.e. areas potentially at risk of slope processes. Such prepared material presented the base for selection of the areas endangered by different intensity of erosion and landslide in Ub municipality.

For the selection of the areas at risk of slope processes it is necessary to single out the areas at risk of different intensity of erosion (erosive territory). Because of the terminological similarity there is not often clear difference between erosive area and erosive zone, so these two terms are mostly equaled. However, it is necessary to emphasize that the term erosive zone supposes areas seized by various classes and categories of erosion, classified according to the methods of entering into maps of erosive processes, while erosive areas are areas on which the process of erosion does not have to be extremely developed, but which can become center of erosion if some of the factors important for development of erosion change. So, instead of the term erosive area, it would be more adequate to use term "areas at risk of erosion process" or "potential erosive areas".

However, without starting some larger terminological discussion, for planning of surface use it is necessary to single out those areas which are potentially at risk of erosive processes. This is conditioned by the fact that the change of only one factor in natural conditions (the change of water balance, cutting down of vegetation, activation of intensive agricultural production and similar) can initiate the appearance of accelerated erosion on some territory.

For this reason it is logical to first single out erosive areas and then erosive zones. In that way their mutual relationship could be analyzed and establish how much surfaces of the total area endangered by erosion has been impaired and degraded till now. Therefore, singling out of the areas endangered by different intensity of erosion (erosive areas) was established as a priority task.

According to the definition: *"Erosive area is a area of land which is seized by visible processes of erosion, as well as the area that does not have visible processes of erosion, but on which visible processes of erosion can appear with the change in land utilization"* (Kostadinov, S., Stefanović, M. 2005). For the precise establishment of predisposition of terrain for the appearance of erosive and accumulative processes, that is establishing the potential of erosion of some place, it is necessary to make quantitative geomorphologic maps.

Analyzing the map of "energy" of relief and terrain inclination, it was noticed that north-western, western and southern parts of Ub municipality are mostly at risk of slope processes, as well as drainage basin in between Tamnava River and Ub River, but even the right valley side of the rivers Ub and Kladnica. In these parts we can expect intensive development of slope processes. Contrary to this statement in central, valley part of the municipality, north of the city of Ub, but on the east of the municipality towards old channel of the river Kolubara, the processes of accumulation of eroded materials can be expected. These are surfaces with small predisposition for development of slope processes. The expressed "energy" of relief enables necessary conditions for appearance of larger landslides and intensive erosion of soil.

Hence, all areas were singled out that with the change of the way of land utilization can change the category of erosion from weaker to stronger. The erosive areas on the territory of Ub municipality are singled out and they are marked on the clear map of erosive areas. Erosive areas are surfaces on which the process of erosion does not have to be developed but which can become the centers of erosion if some factor important for the development of erosion changes.

Picture 2. The map of erosive areas on the territory of Ub municipality.

Table 1. The areas with different potential of erosion on the territory of Ub municipality.

The potential of erosion	Area [km ²]	The share in total area [%]
High	44,10	9,67
Medium	54,13	11,87
Low	133,75	29,32
Very low	90,89	19,93
Accumulation of deposits	133,27	29,21
Total	456,14	100,00

If we use multiple analysis of geologic and geomorphologic conditions, then we can say that on the territory of Ub municipality can be singled out areas with very low, low, medium and very expressed risk of erosive processes. The most endangered zones are those in neogenic formations in western part of Ub municipality (on the west of Kožuar and Tulare, the part of the territory between Pambukovica and Novaci, as well as on the south of the line Dokmir-Vrhovine). Medium potential of erosion prevails in the north of municipality, in the area around Kalinovci, Raduše and Slatina, in the zone west of Murgaš). Low potential of erosion characterizes the largest part of the territory of Ub municipality

(the most part of the areas between the river Tamnava and the river Ub and between the river Kladnica and the river Ub). Very low potential of erosion is present on the upper north and east of the municipality territory. Analyzing the data from the table 1 we can notice that with low and very low intensity of erosion 49,25% of the territory of Ub municipality is potentially endangered, with medium potential of erosion 11,87% of the territory, and high 9,67%. In other words, with different potential of erosion 70,79% of the territory of Ub municipality is endangered.

With the analysis of linear erosive forms shown on the topographic maps on a larger scale and visiting the field, more than 264 km of length of linear forms (furrows, gullies, ditches) were singled out. It is important to emphasize that fossil and recent forms were singled out here or in other words all those forms important for potential of erosive processes. If we further quantify this, out of 423 selected linear denudation forms, about 65% (172 km) of the total length of linear forms were singled out in neogenic formations, which completely corresponds to previously carried out analysis. (Dragičević, S. et al. 2009).

Picture 3. Recent linear erosive forms on the right valley side of the Reka River, after the bridge on the road Kožuar-Tulari.

The Erosion Map which was published in 1983 can be useful as the indicator of the previous terrain state. (Lazarević, R. et al., 1983). Although today it has limited usage value, it can be used for the analysis of the previous state that is for the observation of combine activity of different factors on the potential of erosion. In the period of the Map making more than 20% of the territory of the municipality was encompassed with stronger categories of erosion. However, it is important to emphasize that it cannot be used for singling out the erosive areas without previous analysis of recent natural conditions. This is because the map presented the reflection of the previous state on the field, and today this state is different in many ways. The changes of erosion intensity in the Kolubara Basin have already been noticed and quantified (Dragičević, S. 2007), so this previous state should be modified.

On the base of the aforementioned the existence of erosive areas on the territory of Ub municipality has been established. The possibility for continuation of research is opened, that is quantification of the intensity of erosive processes based on the rightly carried out first phase or singling out of potentially erosive areas. Considering the fact that entering the erosion intensity into maps is large and long-lasting job, it can be carried out in the next phase of the research which is the establishing of degradation degree of the areas on the territory of Ub municipality.

Contrary to the previous researches which gave pretty generalized maps of the risk of slope processes on the territory of Ub municipality (Filipović, I. 1996), from which it is very difficult to rightly establish and single out potential zones of landslide from recent process, the map received in this research (picture 3) has quantitative character with dimensional values.

After quantified geomorphologic analysis of topographic maps, the application of elimination method together with generalization of geologic maps and studying the existing documentation on landslides on the territory of Ub municipality, the field researches came on. Their objective was testing, correction and supplementation of already selected potential landslide areas.

Picture 3. The areas potentially at risk of the process of landslide in Ub municipality

Table 2. The areas of recent landslides on the territory of Ub municipality

The number of landslides	Areas (ha)	The number of landslides	Areas (ha)
1	10.56	20	11.41
2	5.22	21	7.49
3	10.89	22	4.6
4	6.7	23	9.35
5	10.4	24	3.16
6	3.81	25	2.49
7	4.07	26	1.93
8	5.16	27	3.36
9	8.79	28	4.07
10	0.1	29	6.51
11	104.52	30	0.14
12	74.44	31	6.49
13	8.26	32	6.19
14	13.12	33	76.59
15	2.41	34	6.43
16	0.98	35	33.2
17	14.59	36	15.05
18	13.88	37	4.44
19	12.7	Total	513.50

On the basis of the analysis of the singled out unstable surfaces it has been established that 65,52 km² or 14,36% of the territory of Ub municipality is potentially at risk of the landslide process. Out of this area, with the recent process of the landslide about 5,13 square kilometers were degraded, i.e. 1,13% of the territory of the municipality. The recent process of landslide is mostly expressed in the districts Kožuar, Novaci, Pambukovica and Dokmir. One of the new examples of the beginning of the landslide process is along the right valley side of the Reka River, the left tributary of the Klenovica River, at the bridge on the road Kožuar-Tulari.

Picture. 4. Cutting of the slope and the beginning of landslide process (left picture); recent landslide process (right picture) on the right side of the road Kožuar-Tulari (44°31'17";19°54'58").

The anthropogenic factor caused the activation of landslide that is cutting of slope in order to build the residential objects. Beside landslide process, the process of surface erosion is also very present on this location which is clearly expressed in active linear forms, gullies and ditches. Apart from this location, there are several more locations with clearly expressed landslide process, Pambukovica, Novaci. Several active landslides are today soothed by taking some corresponding measures and cessation of human activities which brought about their activation, which was the case of those created in the surroundings of Ub- on the locations of building material exploitation.

Conclusion

The importance of knowing the risk of slope processes on the territory of Ub municipality, as well as the causes of their origin has invaluable importance in the making strategies for spatial development, rightful surface purpose, prevention of degradation of environment (space protection) etc. Apart from this, this kind of approach presents real base for the development of modern management over natural disasters. These kind of researches can be helpful to all economic activities, in the selection of location for the construction of residential objects, industrial objects, objects of infrastructure, waterworks, as well as for

making strategies, plans , the assessment of influences on environment and other. (Dragičević, S., Filipović, D. 2009; Lateltin O. i dr, 2008).

In order to make rightful assessment of the degree of the space impairment that is the limitation for its use and development, it is necessary to make cadastre of potential risk of natural disasters in the function of spatial and urban planning. On the basis of these knowledge and researches the maps of possible risk could be made, the probability of appearance, the scope of consequences and according to them defining of plans for protection and priority of protection in planning some space.

Considering the fact that most of slope processes are initialized with anthropogenic influence, the shown methodology of selection of potentially endangered areas enables preventive way in avoidance of consequences. Determining erosive areas and potential areas at risk of the landslide presents the first, the most economic and the most important phase in the battle against the slope processes.

References

See References on page 156