

СЛАВОЉУБ ДРАГИЋЕВИЋ<sup>1</sup>  
ИВАН НОВКОВИЋ<sup>1</sup>  
МИЛЕНА МИЛУТИНОВИЋ<sup>2</sup>

### ПРОМЕНЕ ИНТЕНЗИТЕТА ЕРОЗИЈЕ НА ТЕРИТОРИЈИ ОПШТИНЕ ЗАЈЕЧАР

**Извод:** За разлику од других геоморфолошких процеса (гласијалне ерозије, нивације, абразије) чији је интензитет доминантно детерминисан природним факторима, ерозија земљишта је значајно одређена и антропогеним утицајима. И поред чињенице да су физичко-географске карактеристике простора важне детерминанте интензитета ерозије земљишта, овај геоморфолошки процес има демографски, социо-економски, еколошки, али и мултидисциплинарни аспект. Антиерозивни радови, демографске карактеристике неке територије и намена коришћења земљишта представљају директне и индиректне антропогене утицаје, односно модификаторе интензитета овог процеса. Основна идеја овог рада је сагледавање основних друштвено-географских промена на некој територији и утврђивање њиховог утицаја на промену интензитета ерозије земљишта.

**Кључне речи:** ерозија, антиерозивне мере, демографске карактеристике, коришћење земљишта, општина Зајечар.

#### Увод

Земљиште представља важан ресурс чије правилно коришћење захтева добро познавање свих фактора који условљавају различите видове његове деградације. Антропогени утицаји на деградацију земљишних ресурса најчешће су анализирани кроз аспект његовог загађивања, али и намена коришћења земљишта представља важан фактор интензитета ерозије земљишта. Својим активностима, човек може директно и индиректно утицати на овај геоморфолошки процес, због чега је он доминантна антропогена категорија, све чешће дефинисан као антропогена (убрзана) ерозија.

Од периода израде Карте ерозије републике Србије (1966-1971), демографске и социо-економске промене током наредних 40 година условили су јасне измене и у интензитету водне ерозије на овој територији. Стање ерозије током израде Карте ерозије представљало је њен максимални интензитет који данас служи за јасно дефинисање потенцијала ерозије, односно издвајање ерозионих подручја. Од тог периода, као резултат активне борбе против ерозије, али и демографских и социо-економских промена (намене коришћења земљишта) настаје константно смањивање интензитета овог геоморфолошког процеса. Промена коришћења земљишта условила је и промену интензитета ерозивних процеса, те је на тај начин, човек сасвим несвесно и посредно,

---

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

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

<sup>2</sup> Милена Милутиновић, дипл. мастер географ.

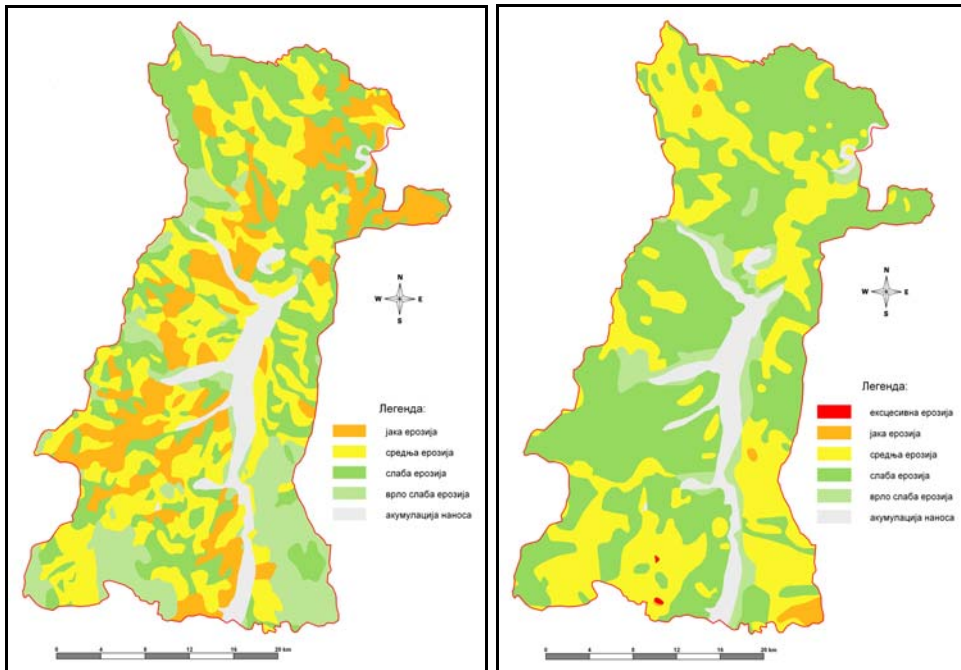
Рад представља резултате истраживања пројекта 146005 које финансира Министарство науке и технолошког развоја Републике Србије.

условио смањење губитка земљишта. Изразите друштвено-географске и социо-економске трансформације у протеклих 30-40 година (смањење природног прираштаја сеоског становништва, миграције село-град, депопулација и старење села, друштвено-економска маргинализација пољопривреде, промене у структури делатности, деаграризација...) довеле су до промена у начину искоришћавања земљишта, тј. до напуштања пољопривредних површина (у првом реду обрадивих) и њиховог зарастања у трајан травни покривач и шикару.

Досадашња истраживања показала су да је овакав тренд изражен у многим деловима света, али и Србије (Ananda, J., Herath, G. 2003; Bakker, M. i dr. 2005; Драгићевић, С. и Степић, М. 2006; Тошић, Р. 2006, 2007, 2008; Костадинов, С. и др. 2006; Лазаревић, Р. 2009; Мустафић, С. 2007, 2009; Драгићевић, С. i dr. 2009). Из тог разлога, основна идеја овог рада је утврђивање промена интензитета ерозије на територији општине Зајечар, као и анализа демографских и социо-економских карактеристика у функцији насталих промена.

### Стање ерозије на територији општине Зајечар

Несистематизованим теренским опсервацијама интензитета ерозије у различитим деловима Србије од периода израде Карте ерозије (1971. године) до данас примећено је његово изразито смањење. Према прелиминарним истраживањима (Лазаревић, Р. 2009), водна ерозија је смањена од 25-50%, при чему је смањење од 25 % карактеристично за главне земљорадничке рејоне до висине од 400-500 m, док се смањење од 50 % односи на брдско-планинске и пограничне просторе. Према истом извору, на територији Источне Србије којој припада и општина Зајечар, интензитет ерозије је смањен за 50 % у односу на период од пре 40 година.



Сл. 1. Интензитет ерозије на територији општине Зајечар према стању из 1971. (Лазаревић Р., 1983) и 2001. године (ВОС, 2001).

У циљу квантификације насталих промена интензитета ерозије на територији општине Зајечар, коришћењем ГИС-а извршено је преклапање територије општине са Картом ерозије из 1971. (Лазаревић Р., 1983), а затим са реамбулираном картом ерозије из 2001. године (Водопривредна основа Србије, 2001). Дигитализацијом површина захваћених различитим категоријама ерозије на ове две карте, остварена је могућност утврђивања насталих промена. Оваква врста анализа није могућа без савремених софтверских пакета (Новковић, И. 2009), јер су у тумачу Карте ерозије сви подаци приказани за сликове као основне морфолошке јединице простора, а не према административној подели.

**Таб. 1. Површине са различитим категоријама ерозије на територији општине Зајечар према стању из 1971. године.**

Категорија ерозије	Коефицијент ерозије (Z)	Површина [km <sup>2</sup> ]	Удео у укупној површини [%]
јака ерозија	0.85	197.59	18.52
средња ерозија	0.55	320.66	30.06
слаба ерозија	0.30	311.85	29.23
врло слаба ерозија	0.10	160.25	15.02
акумулација наноса	0.00	76.44	7.17
<b>Укупно</b>		<b>1066.80</b>	<b>100.00</b>

**Таб. 2. Површине са различитим категоријама ерозије на територији општине Зајечар према стању из 2001. године.**

Категорија ерозије	Коефицијент ерозије (Z)	Површина [km <sup>2</sup> ]	Удео у укупној површини [%]
ексцесивна ерозија	1.25	0.55	0.05
јака ерозија	0.85	9.48	0.89
средња ерозија	0.55	343.93	32.24
слаба ерозија	0.30	578.79	54.25
врло слаба ерозија	0.10	57.60	5.40
акумулација наноса	0.00	76.44	7.17
<b>Укупно</b>		<b>1066.80</b>	<b>100.00</b>

На основу претходне анализе површина захваћених различитим категоријама ерозије на територији општине Зајечар, јасно је уочљиво изразито смањење интензитета овог процеса. То је најбоље изражено преко смањења коефицијента ерозије ( $Z_{sr}$ ) са 0,43 у 1971. години, на 0,35 у 2001. Прва и друга категорија ерозије (ексцесивна и јака) скоро у потпуности су нестале (смањене за приближно 18%), односно преведене су у трећу категорију (средња). Четврта категорија ерозије је уочљиво увећана, тако да се може рећи да је овде изражено највеће повећање површина захваћених различитим интензитетом овог процеса.

На примеру слива Грлишке реке може се видети потврда смањења интензитета ерозије у југозападном делу територије општине Зајечар. Слив Грлишке реке захвата површину од 204 km<sup>2</sup>, од чега се на територији општине Зајечар налази 154 km<sup>2</sup>. Праћење интензитета ерозивних процеса у овом сливу иницирано је постојањем акумулације "Грлиште". Према стању из 1971. године (Лазаревић, Р. 1983) 7,88 % површине слива било је захваћено категоријом јаке ерозије, а рецентно стање из 2006. године (Костадинов, С. и др. 2006) показује да је ова категорија ерозије смањена на 2,1 %. Изразито смањење изражено је у категорији средње (са 48,8 % у 1971. на 17,6 у 2006.), а повећање у категорији слабе ерозије (са 20,17 %, на 76,7 %). Ако се анализира коефицијент ерозије ( $Z_{sr}$ ), његова вредност је са 0,5 из 1987., смањена на 0,36 у 2006 години.

Дакле, јасно је уочљиво да је на територији општине Зајечар изражено смањивање интензитета ерозије земљишта, а разлоге треба тражити у променама одредиш-

них фактора интензитета овог геоморфолошког процеса. Ерозија земљишта се јавља као последица нарушавања природне равнотеже услед деловања природних (клима, рељеф, вегетација) и антропогених фактора (неадекватно управљање земљиштем) и представља рецентни процес, који води смањењу и квалитету земљишта као практично необновљивог или веома споро обновљивог ресурса.

### **Анализа утицаја антропогеног фактора на промене интензитета ерозије**

На интензитет ерозије, човек може утицати директно и индиректно. Директно деловање повезано је са коришћењем земљишта, експлоатацијом шумских ресурса и спровођењем антиерозивних мера. Бројне антиерозивне мере изведене током претходне четири деценије условиле су изразите промене у интензитету ерозије на ерозионим подручјима која се налазе на територији општине Зајечар: слив Грлишке реке, слив Белог Тимока (Суви поток, Селачка река, Бели поток, Магашевац, Шашка), итд. Главним пројектом заштите од наноса акумулације "Грлиште" (Група аутора, 1987) планирани су антиерозивни радови у коритима бујичних токова, чиме је предвиђена изградња 16 попречних објеката и то: у кориту Леновачке реке (2 преграде), реке Негалице (6), Бачевичке реке (5), потока Врбовчић (1), потока Лупоглав (1) и Ласовачке реке (1). Од тога, до сада је изведено 7 објеката и то на реци Негалици (2 преграде), Бачевичкој реци (3), потоку Врбовчић (1) и потоку Лупоглав (1). Пројектом антиерозионих радова у сливу предвиђена су пошумљавања, мелиорације шикара и ливада и затрављивања на укупно 900 ha. Од ових предвиђених радова до сада је извршено пошумљавање на укупно 50.5 ha (црни бор 41.0 ha и багрем 9.5 ha) и затрављивање на укупно 93.5 ha (Костадинов С. и др, 2006).

Опасности изазване ерозијом земљишта традиционално су везане за пољопривреду, односно начин коришћења земљишта. Многа истраживања (Zlatić M., Vukelić G. 2002; Ananda, J., Herath, G., 2003; Bakker M. i dr., 2005; Драгићевић С., Степић М., 2006; Мустафић С., 2007; Dragičević, S. i Milevski, I. 2009) су показала да је човек својим неадекватним управљањем земљиштем и земљишним простором изазивао интензивне процесе ерозије, па се са правом појављује термин антропогена ерозија. Ово је посебно уочљиво упоређењем ораничних и шумских простора, јер је интензитет ерозије далеко већи на незаштићеном пољопривредном земљишту.

Специфичност начина искоришћавања земљишта као добар показатељ антропогеног трансформисања географског пејзажа и као предуслов аграрно-географске микрорејонизације, могуће је утврдити посредством праваца искоришћавања земљишта. На територији општине Зајечар је заступљено 6 праваца у 41 атару што говори о извесној хомогености. Најзаступљенији је пољопривредни правац и то ПП<sub>4</sub> + Ш<sub>2</sub> (15 атара), затим правац ПП<sub>5</sub> + Ш<sub>1</sub> (13 атара), док је свега две општине са П<sub>6</sub> правцем. Искоришћавање пољопривредних површина још убедљивије доказује правилности које су констатоване анализом искоришћавања укупног земљишног фонда. На територији општине Зајечар апсолутно је доминантан оранични правац, а затим доминантан оранични правац са учешћем пашњака, те доминантан оранични правац са учешћем ливада, итд. Најдоминантнији правац је О<sub>6</sub> (20 атара) што истиче чињеницу о хомогености правца искоришћености како за укупан фонд тако и за пољопривредни (13 атара има правац ПП<sub>5</sub> + П<sub>1</sub>) (Милановић Н., 1987).

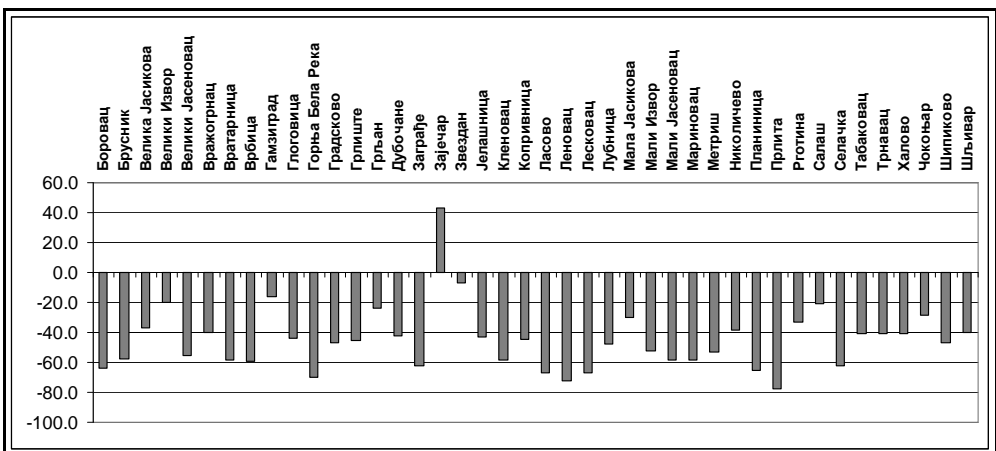
Према подацима Републичког завода за статистику (општине у СР Србији), пољопривредне површине на територији општине Зајечар у 1971. години простирале су се на 70.342 ha, а у 2005. су смањене на 68.061 ha. Површине под житом су смањене са 32.485 ha (1971. год.), на 22.189 ha (2005. год.). Површине под виноградима су са 2.818 ha, смањене на 2.103 ha, итд. Дакле, може се закључити да је дошло до смањивања површина под житом, воћњацима и виноградима у корист ливада (8.270 ha у 1971., 10.632 ha

у 2005. години) и пашњака. Упоредо са смањењем пољопривредних површина у овом простору текло је смањење сточног фонда, што је довело до немогућности потрошње толике количине откоса. Стога се појавио веома изражен процес трајног затрављивања великих површина (индиректан антропогени утицај локалног карактера).

Индиректни антропогени утицаји на интензитет ерозије уследили су, пак, са брзим и често хаотичним променама друштвено-географских, социо-економских и организационо-техничких фактора, тј. најпре са интензивирањем урбанизације и индустријализације, који су у сеоским насељима и пољопривреди изазвали демографско старење, депопулацију и деаграризацију. Процес деаграризације, нарочито изражен после 1960-их година, проузроковао је миграције село-град, смањење броја пољопривредног становништва, демографско пражњење села и пољопривреде, те појаву старачких и празних сеоских домаћинстава. Промена коришћења земљишта условила је и промену интензитета ерозивних процеса, те је на тај начин, човек сасвим несвесно и посредно условио смањење интензитета ерозивних процеса (Драгићевић С., Степић М, 2006).

Антропогени утицај на интензитет процеса ерозије је променљив и зависи од бројних фактора. Главни су број, густина и територијални размештај становништва, ниво техничко-технолошког развоја, активност становништва, врста и карактер те активности, али и културно-образовни ниво и постојање свести о деградационим процесима код људи (Драгићевић, С., Степић, М. и Карић, И. 2008).

Према попису из 2002. године у општини Зајечар живело је 65.969 становника, а густина насељености износила је 62 становника на  $\text{km}^2$ . На територији општине налазе се 42 насеља од којих највише становника има Зајечар, општински центар, са 39.491 становника према последњем попису. Основно обележје природног кретања становништва општине је депопулација. У односу на пописну 1971. годину, број становника општине је смањен за 7.178, а само насеље Зајечар је забележило пораст броја становника, јер је као велики гравитациони центар источне Србије привукло сеоско становништво, не само са територије своје општине, него и из околних. Остала насеља имају готово за 50 % мање становника, а нека свега 1/3 (Прлута, Леновац) у односу на број становника по попису из 1971. године. Најбољи показатељ таквог стања је индекс промене броја становника по насељима за период између поменутих пописа.



Извор: Становништво: попис становништва, домаћинстава и станова у 2002. години; Упоредни преглед броја становника 1971, 2002 (подаци по насељима). Републички завод за статистику, Београд.

Сл. 2. Индекс промене броја становника по насељима у општини Зајечар (1971.-2002.).

На сл. 2 приказана је промена броја становника у општини Зајечар по насељима (однос 1971.-2002) исказана индексом промене броја становника. Позитиван индекс промене броја становника присутан је само у насељу Зајечар (43,1), док је у осталих 41-ом насељу он негативан. Средња вредност индекса промене броја становника по насељима на овој територији износи – 45,1.

Дакле, демографска ситуација на анализираној територији је неповољна. Смањење укупног броја становника, ниска стопа наталитета, негативан природни прираштај, висок индекс старења су карактеристике популације која се налази у стадијуму дубоке демографске старости. Према попису из 2002. године чак 20,4 % становништва било је старије од 65 година, а становништво старости до 10 година чинило је свега 8,1% укупног становништва општине Зајечар (Милутиновић, М. 2009). Старење становништва је нарочито изражено у сеоским насељима, а у великој мери утиче на карактер пољопривредне производње и коришћење простора, што за последицу има и промену интензитета ерозије.

Највећа густина насељености је у граду Зајечару, док се у околним сеоским насељима (чак и оним најближим граду) јавља опадање густине насељености. Драстичан пад густине бележе Леновац, Ласово и Горња Бела Река који имају мање од 10 ст/км<sup>2</sup>.

Смањење броја становника и густине насељености у општини представља одличан показатељ промене интензитета ерозије услед смањене антропопресије, како и смањења укупне деградације простора. Међутим, они доводе и до слабљења привредне моћи, што неминовно доводи до смањеног улагања у спречавање деградације, као и смањење могућности санације и ревитализације деградираних простора и спровођења антиерозивних мера.

### Закључак

Прво и до сада најпотпуније картирање ерозионих процеса на територији Србије извршено је крајем 60-их година прошлог века, у организацији Института за шумарство и дрвну индустрију из Београда. На основу обимних и дуготрајних теренских истраживања израђена је Карта ерозије Србије, која је и данас у употреби (Лазаревић Р. и др. 1983). Ова карта је местимично допуњавана и новелирана, на основу каснијих истраживања (ВОС, 2001). Међутим, с обзиром на чињеницу да је од израде Карте ерозије прошло скоро пола века, сигурно је да би сада било неопходно да се приступи изради једне потпуно нове карте, која би репрезентовала садашње стање ерозионих процеса на територији Србије.

Бројна појединачна истраживања интензитета ерозије на територији Србије показала су његово значајно смањење у односу на период израде Карте ерозије (сливови Топлице, Колубаре, Груже, Височице..). Од периода израде Карте ерозије СР Србије до данас, дошло до изразитих смањења губитка наноса, односно изражен је тренд смањења интензитета механичке водне ерозије. Слична ситуација карактерише и знатно шире просторе од територије Србије (Dragičević, S. i dr. 2009), односно већ је уочена и на територији Републике Српске (Тошић, Р. 2006., 2007, 2008) и Македоније (Milevski I., i dr. 2007, 2009).

Да би се утврдило садашње стање интензитета ерозије на територији Србије, неопходно је ново картирање терена, односно утврђивање промена интензитета ерозивних процеса након 40 година условљених физичко-географским и друштвено географским променама. Реамбулацијом постојеће Карте ерозије отвара се могућност упоређења садашњег стања ерозије на терену са картираним вредностима из периода њене израде, али и извођење прецизних закључака о факторима насталих промена.

Аспект ерозије и наноса добро је познат, јер су проблеми ерозионе продукције и транспорта наноса присутни у скоро свим областима водопривреде. Познато је да

транспорт наноса у водотоцима, уколико превазилази транспортну способност тока, проузрокује формирање наносних наслага и засипање водопривредних објеката (акумулација). Осим водопривреде, проблематика ерозије, бујица и наноса задира и у друге гране привреде и планирање коришћења простора. Бујице и нанос угрожавају насеља, саобраћајну инфраструктуру (путеве, пруге, мостове, пропусте и др.) и пољопривредна земљишта. Из тог разлога, значај познавања интензитета ерозивних процеса има мултидисциплинарни значај.

Рецентно стање интензитета ерозије на територији Србије је непознаница која се мора хитно отклонити, јер се без савремене Карте ерозије не може замислити правилно управљање земљишним ресурсима и простором. Дакле, неопходо је најхитније приступити изради нове Карте ерозије за територију Републике Србије. Јефтиније је урадити нову Карту ерозије, него бројне студије, елаборате и пројекте приликом сваког истраживања погодности природних услова за различите намене. Реамбулација постојеће Карте била би извршена на начин који би преко успостављања базе података и коришћења сателитских снимака омогућио непрестано иновирање сходно промени различитих модификатора, а то је и неопходан услов за њену сталну реамбулацију. Дакле, она би била конципирана као дигитална интерактивна карта, са широким и разноврсним могућностима коришћења. То значи да би се сви картографски подаци могли користити и у нумеричком облику, као и са више додатних функција.

## Литература

- Ananda, J., Herath, G. (2003). Soil erosion in developing countries: a socio-economic appraisal. *Journal of Environmental Management* 68, 343–353.
- Bakker M. M., Govers G., Kosmas C., Vanacker V., Van Oost K., Rounsevell M. (2005): Soil erosion as a driver of land-use change. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 105, 467–481.
- Водопривредна основа Србије, 2001.
- Главни пројекат заштите од наноса акумулације "Трлиште" - Зајечар – радови у коритима бујичних токова, Институт за шумарство и дрвну индустрију - Београд.
- Драгићевић, С. и Степић, М. (2006). Промене интензитета ерозије у сливу Љига – утицај антропогеног фактора. *Гласник Српског географског друштва*, 86 (2), 37-44.
- Драгићевић, С. (2007). *Доминантни ерозивни процеси у сливу Колубаре*. Београд: Географски факултет, Београд: Јантар група.
- Драгићевић, С., Степић, М. и Карић, И. (2008). *Природни потенцијали и деградирани површине на територији општине Обреновац*. Београд: Јантар група.
- Dragičević, S. i Milevski, I. (2009): Human impact on the landscape – examples from Serbia and Macedonia. *International Conference "LAND COSERVATION – LANDCON", global change – challenges for soil management*. Tara Mountain: Faculty of forestry.
- Dragičević, S., Milevski, I. i Тошић, R. (2009). Recent changes of the erosion intensity caused by anthropogenic influence on the territory of Serbia, Republic of Srpska and Macedonia. *International Scientific Symposium "Geography and Sustainable Development"*. Ohrid: Macedonian Geographical Society.
- Лазаревић, Р. и др. (1983). *Карта ерозије СР Србије 1:500.000*. Београд: Институт за шумарство и дрвну индустрију.
- Лазаревић, Р. (2009). *Ерозија у Србији*. Београд: Желнид.
- Костадинов, С. и др. (2006). "Контрола водне ерозије и уређење бујица у Србији у функцији заштите водопривредних објеката и квалитета вода", Шумарски факултет, Институт за водопривреду Јарослав Черни и Институт за шумарство, Београд.
- Zlatić, M. i Vukelić, G. (2002). Economic and Social Revival of a Degraded Region i Serbia. *Mountain Research and Development*, Vol 22, No 1
- Милановић, Н. (1987). *Начин коришћења земљишта на територији општине Зајечар*. Београд: Географски факултет, дипломски рад.
- Milevski, I. (2005). Characteristics of soil erosion in Kumanovo Basin. *Bulletin of physical geography* No. 2. 25-45.
- Milevski, I., Dragicevic, S. i Kostadinov, S. (2007). Digital elevation model and satellite images in assessment of soil erosion potential in the Peinja catchment. *Гласник српског географског друштва*, 87(2), Београд, 11-20.
- Milevski, I. (2009). Excess erosion and deposition in the catchments of Kamenichka and Radanjska River-Republic of Macedonia, *International Conference of the „Land Conservation“ – LANDCON 0905 Global Change – Challenges for Soil Management*, Tara, 26-30.05.2009, Serbia
- Милутиновић, М. (2009). *Управљање деградираним површинама на територији општине Зајечар*. Београд: Географски факултет, мастер рад.

- Мустафић, С. (2007). Неки аспекти утицаја антропогеног фактора на интензитет ерозивних процеса у сливу Темштице. *Гласник Српског географског друштва*, 87 (1), 23-30.
- Mustafić, S., Kostadinov, S., Manojlović, P. (2009). *Influence of demographic and socio-economic factors on the intensity of erosive processes in Temstica river basin*. International conference "Land conservation – LAN-DCON", Tara mountain, Serbia.
- Новковић, И. (2009). *Примена ГИС-а у истраживању природних потенцијала и деградираних површина на примеру општине Уб*. Београд: Географски факултет, мастер рад.
- Општине у СР Србији 1971, 1981, 1991, 2002, Републички Завод за Статистику, Београд, 1972, 1982, 1992, 2003.
- Република Србија (2002). Становништво: попис становништва, домаћинстава и станова у 2002. години; Упоредни преглед броја становника 1971, 1981, 1991, 2002 (подаци по насељима). Републички завод за статистику, Београд.
- Tošić, R. (2006). *Erozija u slivu rijeke Ukrine*. Banja Luka: Geografsko društvo Republike Srpske, Posebna izdanja - knjiga 13.
- Tošić, R. (2007). Problem erozije i upravljanje nanosom u Republici Srpskoj. *Međunarodni naučni skup "Srbija i Republika Srpska u regionalnim i globalnim procesima"*, Trebinje.
- Tošić, R. (2008). Erozija u Republici Srpskoj i Bosni i Hercegovini, *Glasnik geografskog društva Republike Srpske*, Sveska 12, Banja Luka.



SLAVOLJUB DRAGIĆEVIĆ<sup>1</sup>  
IVAN NOVKOVIĆ<sup>1</sup>  
MILENA MILUTINOVIĆ<sup>2</sup>

## THE EROSION INTENSITY CHANGES IN ZAJACAR MUNICIPALITY

**Abstract:** Apart from other geomorphologic processes (glacial erosion, nivation, abrasion) which are predominantly determined by the intensity of natural factors, soil erosion is significantly determined by anthropogenic influences. Despite the fact that the physical-geographic factors are important determinants of the erosion intensity this geomorphologic process has also demographic, socio-economic, environmental, and multidisciplinary aspects as well. Control works, some demographic characteristics of the territory and the type of land use are the direct and indirect anthropogenic influences and modifiers of the intensity of this process. The basic idea of this paper is to assess the basic socio-geographic change over certain area and to determine its effects on the erosion intensity.

**Keywords:** erosion, control works, demographic characteristics, land use, Zajecar.

### Introduction

Land is an important resource whose proper use requires a good knowledge of all the factors that cause various forms of its degradation. Anthropogenic influences on the degradation of land resources are usually analyzed through the aspect of pollution. The purpose of land use is an important factor in the intensity of erosion. With their activities people can directly and indirectly affect the geomorphologic process, because of which there has been established the dominant anthropogenic categories, often defined as anthropogenic (accelerated) erosion.

Since period of creating Map of the erosion of Republic of Serbia (1966-1971), demographic and socio-economic changes over the next 40 years, have caused a clear change in the intensity of water erosion in this territory. State of the erosion during the period of map creation represents its maximum intensity, which today serves to clearly define the potential erosion or elimination erosion areas. Since that time, as a result of active struggle against erosion, and demographic and socio-economic changes (type of land use) occurs constantly reducing the intensity of this geomorphologic process. Change of land use has caused the change in the erosion intensity, and thus, a man quite unconsciously and indirectly has caused reduction of soil loss. Significant socio-geographic and socio-economic transformation in the past 30-40 years (reduction of natural increase of rural population, rural-urban migration, depopulation and aging population, socio-economic marginalization of agriculture, changes in the structure of activities, land reclamation ...) led to changes in type of land utilization, i.e. to the abandonment of agricultural areas (arable land) and their healing in a permanent herbal cover and shrubs.

Previous research has shown that this trend is pronounced in many parts of the world, and Serbia as well (Ananda, Herath, 2003; Bakker, et al. 2005; Dragicevic and Stepic, 2006; Tosic, 2006, 2007, 2008; Kostadinov, et al. 2006; Lazarevic, 2009; Mustafic, 2007, 2009,

---

<sup>1</sup> **Dr Slavoljub Dragicevic**, docent, University of Belgrade – Faculty of Geography, Studentski trg 3/3, Belgrade

<sup>1</sup> **Ivan Novkovic**, researcher trainee, University of Belgrade – Faculty of Geography, Studentski trg 3/3, Belgrade

<sup>2</sup> **Milena Milutinovic**, BSc

This paper presents results of the investigation within the project 146005 founded by Ministry of Science and Technological Development.

Dragicevic, et al. 2009). According to this, the basic idea of this paper was to determine changes in the erosion intensity in the Zajecar municipality as well as the analysis of demographic and socio-economic characteristics made in the function of those changes.

### The state of erosion in the Zajecar municipality

Inconsistent field observations of the erosion intensity in different parts of Serbia from the period of Map creation of the erosion (1971) up to present days, noted its extremely decrease. According to preliminary investigations (Lazarevic, 2009), water erosion is reduced by 25-50%, with a reduction of 25% for the main characteristic to a height of 400-500 m, while the reduction of 50% refers to the mountain and border areas. According to the same source, in the territory of Eastern Serbia to which belongs Zajecar municipality, the intensity of erosion is reduced by 50% compared to the period of 40 years ago.

**Fig. 1 The intensity of erosion in the municipality of Zajecar according to the state in 1971 (Lazarevic, 1983) and 2001 (VOS, 2001)**

With the purpose of quantifying the erosion intensity changes in the municipality of Zajecar using GIS overlapping of territory has been done with maps from the 1971(Lazarevic, 1983) and by 2001(Basis of Water Management Serbia, 2001). With digitalization of the area affected by different categories of erosion on these two maps, it is made possibility to determine those changes. This kind of analysis is not possible without modern software packages (Novkovic, 2009), because in map reader the data are presented within the drainage basins as the basic morphological units, not to the administrative division.

**Table 1 The areas with different categories of the erosion in Zajecar municipality in 1971**

Category	Coefficient of erosion (Z)	Area [km <sup>2</sup> ]	Percentage in the total area [%]
Strong erosion	0.85	197.59	18.52
Medium erosion	0.55	320.66	30.06
Weak erosion	0.30	311.85	29.23
Very weak erosion	0.10	160.25	15.02
Deposition	0.00	76.44	7.17
<b>Total</b>		<b>1066.80</b>	<b>100.00</b>

**Table 2 Areas with different categories of erosion in Zajecar municipality in 2001**

Category	Coefficient of erosion (Z)	Area [km <sup>2</sup> ]	Percentage in the total area [%]
Excessive erosion	1.25	0.55	0.05
Strong erosion	0.85	9.48	0.89
Medium erosion	0.55	343.93	32.24
Weak erosion	0.30	578.79	54.25
Very weak erosion	0.10	57.60	5.40
Deposition	0.00	76.44	7.17
<b>Total</b>		<b>1066.80</b>	<b>100.00</b>

Based on previous analysis of the area affected by different categories of erosion in Zajecar municipality, it is clear that there is decrease in the intensity. This is best shown through the reduction of coefficient of erosion ( $Z_{sr}$ ) from 0.43 in 1971, to 0.35 in 2001. The first and second category of erosion (excessive and strong) almost completely disappeared (reduced by approximately 18%), and translated in the third category (medium). The fourth category is noticeably increased, so that we could say that it is expressed the greatest increase in the area affected by different intensity of this process.

Grliska River is a good example of the erosion intensity decrease in the southwestern part of the Zajecar territory. Its drainage basin area is 204 km<sup>2</sup> of which the Zajecar territory occupies 154 km<sup>2</sup>. Monitoring of the erosion intensity has been initiated with the existence of the artificial lake "Grliste". According to the state in 1971 (Lazarevic, 1983) 7.88% of the basin was affected by severe erosion category, and recent state from 2006 (Kostadinov et al., 2006) shows that this category of erosion is reduced to 2.1%. Significant reduction is expressed in the medium category (with 48.8% in 1971 to 17.6 in 2006), and increase in the weak erosion (from 20.17% to 76.7%). If we analyze the coefficient of erosion ( $Z_{sr}$ ), its value of 0.5 in 1987 decreased to 0.36 in 2006.

It is clearly evident that the Zajecar territory pronounced reduction of soil erosion intensity. The reasons should be sought to change in factors affecting the intensity of erosion. Soil erosion occurs as a result of natural imbalance due to the natural (climate, relief, vegetation) and anthropogenic factors (inadequate land management) and it presents recent process, which leads to the reduction and quality of land as non renewable or very slowly renewable resource.

### **The analysis of the influence of anthropogenic factors on the erosion intensity changes**

The intensity of erosion may be affected by humans directly and indirectly. Direct affect is connected with land use, exploitation of forest resources and the implementation of control works. Numerous control works, derived during the previous four decades, have caused striking changes in the intensity of erosion in the erosive areas, which are located in the municipality of Zajecar: drainage basin of Grliska River, the confluence of the Beli Timok River (Suvi Potok River, Selacka River, Beli Potok River, Magasevac River, Saska River), etc. The main project of protection of "Grliste" (Group of authors, 1987) have planned control works in riverbed of torrent flows in terms of building of 16 objects cross the: Lenovacka River (2 partitions), Negalice River (6), Bacevicke River (5), stream Vrbovcic (1), stream Lupoglav (1) and Lasovacke River (1). Up to now 7 buildings were conducted on the River Negalica (2 partitions), Bacevicka River (3), Vrbovcic (1) and Lupoglav (1). With control works project in the area of drainage basin are planned afforestation, reclamation of underbrush and meadows and grass of 900 ha. Of these anticipated works so far 50.5 ha carried out reforestation on a total of (41.0 ha of black pine and acacia 9.5 ha) and grass in the total of 93.5 ha (Kostadinov et al, 2006).

Hazards caused by soil erosion have been traditionally related to agriculture and type of land use. Many studies (Zlatic, Vukelic, 2002; Ananda, Herath, 2003, Bakker et al., 2005; Dragicevic, Stepić, 2006; Mustafic, 2007; Dragicevic, Milevski, 2009) have shown that the man by its inadequate land management can cause intensive erosion processes, and that is why appears the term anthropogenic erosion. This is particularly evident comparing the arable and forest area, because the intensity of erosion is far greater on unprotected agricultural land.

Type of land use is a good indicator of anthropogenic transformation of geographical landscape and as a precondition of agricultural micro-regionalization it is possible to determine the routes through the land utilization. In Zajecar municipality 6 directions are represented in 41 pales, which refer to certain homogeneity. Agriculture is the most

common route to  $PP_4 + S_2$  (15 pales), then the direction of  $PP_5 + S_1$  (13 pales), while only two municipalities are with the  $P_6$  direction. Exploitation of agricultural areas even more is convincing proof of regularities that are established by analysis of exploiting the total land fund. In the municipality Zajecar is absolutely dominant arable type of land use, then arable with the participation of pastures, and the arable with the participation meadows, etc. The most dominant direction of the  $O_6$  (20 pales), which emphasizes the fact of homogeneity as direction of utilization for the total and agricultural fund (13 pales has a direction  $PP_5 + P_1$ ) (Milanovic, 1987).

According to the Institute for Statistics (municipalities in Serbia), agricultural areas in the municipality of Zajecar in 1971 were spread on 70.342 ha, and in 2005 have been reduced to 68.061 ha. The areas of corn were reduced from 32.485 ha (1971) to 22.189 ha (2005). The areas of vineyards from 2818 ha went to 2103 ha. Therefore, it can be concluded that there was a decrease of land under grain, orchards and vineyards in favor of meadows (8.270 ha in 1971, 10.632 ha in the 2005) and pastures. Along with the reduction of agricultural land in this area goes a reduction in livestock, which led to the impossibility of spending so much amount of swath. Therefore, it appeared very strong process of permanent overgrows of grass in large area (indirect anthropogenic influence of local character).

Indirect anthropogenic influences on the intensity of erosion came with rapid and often chaotic changes in the socio-geographic, socio-economic, organizational and technical factors, i.e. with the intensification of urbanization and industrialization, which in rural areas and agriculture caused process of ageing population, depopulation and deagrarization. The process of land deagrarization, especially prominent after the 1960s, caused the rural-urban migration, reducing the number of agricultural population, demographic emptying villages and agriculture, and the appearance of elderly and empty rural households. Change of land use caused the change in intensity of erosion and a man quite unconsciously and indirectly caused the reduction of intensity in rate of erosion (Dragicevic, Stepić, 2006).

Anthropogenic impact on the erosion intensity varies and depends on many factors. Among main there are population density and population distribution, the level of technological development, the activity of the population, type and character of these activities, and cultural-educational level and awareness of the existence degradation processes (Dragicevic, Stepić, Karic, 2008).

According to the census in 2002 in Zajecar municipality there was lived 65.969 inhabitants, and population density was 62 people per  $km^2$ . The municipality includes 42 settlements of which most people have Zajecar, with 39.491 inhabitants according to the latest census. The main characteristic of the natural movement of the population in the municipality is depopulation. In relation to the census in 1971, the municipality population was reduced by 7178, and only resort Zajecar recorded population growth, because as a gravitational center of eastern Serbia attracted the rural population, not only from the territory of their municipality, but also from the surrounding. Other settlements have almost 50% less population, and some of them only 1/3 (Prlita, Lenovac) in relation to the number of people from census in 1971. The best indicator is the index of changes in population per settlements for the period between the above mentioned censuses.

**Fig. 2 Index of population change in settlements in Zajecar (1971-2002)**

Fig. 2 shows the change in population in Zajecar in settlements (1971-2002) expressed by index of population changes. Positive index of population changes is presented only in the settlement Zajecar (43.1) while in the 41 settlement is negative. Mean index in this territory is -45.1.

Therefore, the demographic situation in the analyzed territory is unfavorable. Reduction of the total population, low birth rate, and population decrease led to ageing population. According to census in 2002 even the 20.4% of the population was older than 65 years, and the population age of 10 years consisted was 8.1% of the total population of Zajecar (Milutinovic, 2009). The ageing population is particularly pronounced in rural areas, and greatly affects the character of agricultural production and type of land use, which results in a change of erosion intensity.

The highest population density is in the town of Zajecar, while the in nearby villages (even those closest to the city) density declines. Rapid decrease in the density is recorded in Lenovac, Lasovo and Gornja Bela Reka, which have less than 10 people per km<sup>2</sup>.

Reducing in the number of people and population density in the municipality is excellent indicator of erosion intensity changes due to reduced anthrop-pressure, as well as reduce in land degradation in the total area. However, it leads to the weakening of economic power, which inevitably leads to reduced investment in the prevention of degradation, and reduced the ability of rehabilitation and revitalization of degraded area and the implementation of control works.

### **Conclusion**

First and the most complete mapping of the erosion processes on the Serbian territory have been done at the end of 60s of the last century. It was organized by the Institute of Forestry and Wood Industry of Belgrade. Based on the extensive and long-term field research a map of erosion in Serbia has been created, and it is still in use (Lazarevic, et al., 1983). This map is periodically updated and supplemented on the basis of subsequent research (Vos, 2001). Considering the fact that the map of erosion was made almost half a century ago, it is now necessary to create a new map, which will represent the current state of erosion in Serbia.

Numerous individual investigations of erosion intensity on the territory of Serbia have shown the significant reduction comparing to the period of map creation (Toplica drainage basin, Kolubara, Gruza, Visocica ..). Since the period of map creation there has been a reduction of the outstanding loss of sediment as well as the trend of reduction mechanical water erosion. A similar situation characterize a much wider area than the territory of Serbia (Dragicevic, et al. 2009), it is also observed on the territory of the Republika Srpska (Tosic, 2006, 2007, 2008) and Macedonia (Milevski, et al. 2007, 2009).

To determine the current state of erosion intensity in the territory of Serbia, it is necessary to do new field mapping, and determining changes in intensity after 40 years caused by physical, geographical and social geographic change. By reambulation of the existing erosion map opens the possibility of comparing current state of erosion on the ground with mapped values from the period of its development, and implementation of accurate conclusions about the factors that cause changes.

The aspect of erosion and deposition is well known, because problems of production and transportation of sediment are presented in almost all areas of water resources. It is known that if transportation of sediments in the water currents exceeds the transportation capacity, may cause deposition and sedimentation. Problem of erosion, floods, torrents and sediments also affects the other branches of economy and planning. Torrents and deposition threaten settlements, infrastructure (roads, railways, bridges, omissions, etc.) as well as agricultural land. That is why knowing the intensity of erosion has multidisciplinary significance.

Recent state of the intensity of erosion on the territory of Serbia is unknown which should be promptly eliminated, because without modern map of erosion proper management of land resources and space cannot be obtained. It is necessary to create a new map of the

erosion. It's cheaper to do a new map of erosion, then numerous studies, and projects within each research of natural conditions for different purposes. Reambulation of the existing map would be done in a way that through the establishment of database and using satellite images would provide innovation and constantly change according to different modifiers, which is a necessary condition for its permanent reambulation. It would be designed as an interactive digital map, with broad and diverse possibilities of use. This means that all the cartographic data may be used in numerical form, as well as additional features.

## **References**

See References on page 9