

## STANJE EROZIJE U SLIVU GRLIŠKE REKE PRE I POSLE FORMIRANJA AKUMULACIJE "GRLIŠTE"\*

Tomislav STEFANOVIĆ, Svetlana BILIBAJKIĆ, Sonja BRAUNOVIĆ  
Institut za Šumarstvo u Beogradu  
Zoran NIKIĆ  
Šumarski fakultet u Beogradu

### REZIME

U radu su analizirane promene stanja erozionih procesa i produkcije nanosa u slivu Grliške reke nastale nakon izgradnje brane i izvođenja antierozionih radova u slivu i koritu. Stanje erozionih procesa i proračunata produkcija nanosa (2006. god.) upoređeni su sa odgovarajućim veličinama iz perioda izrade projekta (1987. god.). Stanje erozije prikazano je prema klasifikaciji Gavrilovića, a proračun produkcije nanosa, iz dela sliva Grliške reke koji gravitira akumulaciji "Grlište", urađen je po metodi S. Gavrilovića.

**Cljučne reči:** Erozioni procesi, produkcija nanosa, antierozioni radovi, Grliška reka

### 1. UVOD

Brana "Grlište" građena je radi formiranja akumulacije, a u sklopu vodoprivrednog sistema "Grlište". Projektovana je i izgrađena kao nasuta brana od kamena sa armirano-betonskim zastorom-ekranom sa uzvodne strane. Brana je locirana na profilu "Ždrelo" 4.5 km uzvodno od ušća Grliške reke u Beli Timok, a izvedena je po osovini koje određuju tačke sa sledećim koordinatama: A (X = 4 852 776.60; Y = 7 599 657.60) i B (X = 4 852 620.40; Y = 7 599 628.21). Kota krune brane je 195.00 m.n.m., a kota fundiranja brane (najniža) je 163.60 m.n.m.

Izgradnjom brane formirana je akumulacija zapremine 12 000 000 m<sup>3</sup> i površine od 110 ha pri koti vode od 193.00 m.n.m. Akumulacija je formirana kao višenamenska: za vodosnabdevanje grada Zaječara, transformaciju poplavnog talasa Grliške reke,

zadržavanje nanosa, sportski ribolov, rekreaciju i dr., a u eksploataciji je od 1990. godine.

U cilju produženja veka akumulacije i povećanja kvaliteta voda, a obzirom da se akumulacija nalazi na reci koja je ispoljavala značajne bujične karakteristike, bilo je neophodno planirati i njenu zaštitu od bujičnih voda i nanosa. Iz tog razloga urađeni su projekti antierozione zaštite u slivu i koritu Grliške reke sa pritokama. Za radove u slivu projekat je 1990. god. uradio ŠIK „Južni Kučaj“, iz Zaječara, a za radove u koritu projekat je uradio Institut za šumarstvo i drvenu industriju iz Beograda 1987. god.

Osnovni cilj ovoga rada je da utvrdi eventualne promene u slivu Grliške reke, prvenstveno u stanju erozionih procesa i produkciji nanosa, nastale nakon izgradnje brane i izvođenja antierozionih radova u slivu i koritu. Stanje erozionih procesa i proračunata produkcija nanosa (2006. god.) upoređeni su sa odgovarajućim veličinama iz perioda izrade projekta (1987. god.).

### 2. PREDMET I METOD RADA

#### 2.1. Predmet istraživanja

Područje, na kome su sprovedena istraživanja prikazana u ovom radu, definisano je u osnovi granicom slivnog područja Grliške reke uzvodno od profila brane akumulacije "Grlište".

Grliška reka je leva pritoka Belog Timoka površine sliva 201.91 km<sup>2</sup>. Izvire ispod obronaka planine Tupižnice, Slemen planine i Crnog vrha i teče približno

\* Ovaj članak rezultat je rada na projektu 410023 - Kontrola vodne erozije i uređenje bujica u funkciji zaštite vodoprivrednih objekata i kvaliteta voda

u pravcu jugozapad – severoistok. Nastaje od dva glavna vodotoka: Lenovačke reke sa pritokama Negalica, Bačevićka reka, Vrbovčić i Lupoglava i Lasovačke reke sa pritokama Bratinski potok, Mitrovska reka i Miškov potok. U Beli Timok, Grliška reka se uliva na oko 4.0 km severno od sela Vrateršnice na oko 140 m.n.m.

U administrativno-teritorijalnom pogledu istraživano područje obuhvata područja opština Zaječar, Boljevac i Knjaževac na kojima se nalaze šest naseljenih mesta Leskovac, Lenovac, Lasovo, Gornja Bela Reka, Bačevica i Vrbovac.

## 2.2. Metod istraživanja

Istraživanja prikazana u ovom radu su obuhvatila sledeće faze:

- prikupljanje i analiza postojeće dokumentacije;
- proučavanje prirodnih karakteristika dela sliva Grliške reke koji gravitira akumulaciji "Grliške";
- prikupljanje i analiza osnovnih statističkih podataka o kretanju broja stanovnika na istraživanom području;
- prikupljanje i analiza podataka o izvedenim radovima u obrađivanom slivu;
- analiza zastupljenosti i stanja erozionih procesa u slivu;
- proračun produkcije nanosa.

Osnovne prirodne karakteristike sliva Grliške reke (parametri sliva, geološka i pedološka podloga) proučavane su na osnovu postojeće tehničke dokumentacije i odgovarajućih karata i na osnovu direktnih terenskih istraživanja (način korišćenja zemljišta i stanje erozije).

Za analizu osnovnih elemenata klime korišteni su podaci RHMZ Srbije, sa najbliže meteorološke stanice Zaječar, a za analizu padavina podaci sa 4 relevantne kišomerne stanice (Lenovac, Planinica, Rujište i Zubetinac).

Podaci o kretanju broja stanovnika proučavani su i analizirani na osnovu podataka Popisa stanovništva, domaćinstava i stanova (RZS).

Analiza izvedenih tehničkih i bioloških radova rađena je na osnovu prikupljene tehničke dokumentacije.

Stanje erozije prikazano je prema klasifikaciji Gavrilovića, a proračun produkcije nanosa, iz dela sliva

Grliške reke koji gravitira akumulaciji "Grliške", urađen je po metodi S. Gavrilovića, odnosno na isti način kako je to urađeno u raspoloživoj tehničkoj dokumentaciji iz 1987. god., a radi efikasnije komparacije rezultata i eliminisanja eventualnih metodoloških razlika.

## 3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

### 3.1. Prirodne karakteristike sliva

Površina gravitacionog područja akumulacije "Grliške" iznosi 181.37 km<sup>2</sup>, dužina glavnog toka je 28.5 km, obim sliva 68.92 km. Nalazi se na prostoru između Boljevca, Zaječara i Knjaževca, odnosno između koordinata X (7 583 – 7 600) i Y (4 800 – 4 855) kilometarske mreže. Sliv zahvata visinski pojas od 193-1160 m.n.m. Osnovni parametri sliva prikazani su u tabeli 1.

Tabela 1. Osnovni parametri sliva Grliške reke uzvodno od akumulacije "Grliške"

Površina sliva	F = 181,37 km <sup>2</sup>
Dužina sliva	L = 28,5 km
Obim vododelnice	O = 68,9 km
Kota vrha sliva	K <sub>v</sub> = 1160,0 m.n.m.
Kota ušća	K <sub>u</sub> = 193,0 m.n.m.
Modul razvijenosti vododelnice po Gravelijusu	E = 1,43
Koeficijent oblika sliva po Gavriloviću	A = 0,47
Srednja nadmorska visina sliva	N <sub>sr</sub> = 440,50 m
Srednja visinska razlika sliva	D = 247,5 m
Srednji pad sliva	I <sub>sr</sub> = 19,50 %
Relativni pad toka	I <sub>t</sub> = 3,39 %
Lokalni erozioni bazis	H = 967,0 m
Gustina hidrografske mreže	G = 1,34 km/km <sup>2</sup>
Koeficijent erozione energije po Silvestrovu	83,39

Dominantan oblik reljefa sliva Grliške reke je brdski, sa mestimičnim prelazima u tipičan planinski, kao što je slučaj sa masivom Tupižnice, čiji vrh sa kotom 1160,0 m.n.m. predstavlja najvišu tačku slivnog područja. Teren je izuzetno kupiran, što je i uslovalo gustu hidrografsku mrežu. Nagib padina je veoma promenljiv, i kreće se u intervalu od oko 15 % do 100 % na zapadnim padinama Tupižnice.

Slivno područje akumulacije "Grliške" u geotektonskom smislu pripada karpato-balkanskom luku istočne Srbije odnosno timočkom andezitskom masivu. Teren slivnog

područja izgrađen je od sedimentnih, metamornih i magmatskih stena koje su različite po sastavu i geološkoj starosti. Dominantnu zastupljenost imaju sedimentne i vulkanogeno-sedimentne formacije mezozoika i tercijara koje često prate pojave rudnih mineralnih sirovina.

Korišćenjem pedološke karte razmere 1 : 50 000 došlo se do podataka o rasprostranjenju pojedinih tipova zemljišta na slivnom području Grliške reke:

- Vertisol 37.5 %
- Eutrični kambisol 2.1 %
- Distrični kambisol 34.9 %
- Kalkokambisol 2.6 %
- Kalkomelanosol 19.0 %
- Fluvisol 0.4 %
- Litosol 3.5 %.

U nizijskim delovima sliva zastupljena su uglavnom bolja zemljišta tipa smonice (vertisol) u raznim fazama razvijenosti. Brdski pojas karakteriše mnogo veći broj zemljišnih tvorevina, što je uslovljeno ne samo bioklimatskim uslovima, već i karakterom matičnog supstrata.

Na osnovu raspoložive dokumentacije, kartografskih podloga i uvida na terenu došlo se do podataka o strukturi kultura, odnosno o načinu korišćenja zemljišta na ovom slivnom području:

- Šume 33.8 %
- Pašnjaci i livade 21.0 %
- Voćnjaci 1.4 %
- Vinogradi 2.5 %
- Oranice 35.2 %
- Kuće i okućnice 1.1 %
- Ostalo neproduktivno zemljište (goleti, putna mreža, ...) 4.4 %
- Jezero 0.6 %.

Postojeće stanje načina korišćenja zemljišnih resursa ukazuje da se područje sliva akumulacije "Grlišće" može smatrati za poljoprivredni region. Poljoprivredne površine zauzimaju oko 60 % ukupne površine sliva, dok na šumsko zemljište otpada oko 34 %.

U okviru poljoprivrednih površina najzastupljenije su oranice i bašte, a zatim livade i pašnjaci. Gajenje višegodišnjih kultura (voćnjaci i vinogradi) zastupljeno je na oko 4 % ukupne površine sliva.

Na predmetnom slivnom području gaje se uobičajene kulture za ovo podneblje, a njihove lokacije uslovljene

ispoštenim ili zapuštenim oranicama, voćnjacima i vinogradima. Značajan broj ovakvih površina je zapušten, prepušten prirodi i neretko pretvoren u zapušteni pašnjak. U ovom smeru kreće se i proces u kome se, usled depopulacije i negativne migracije stanovništva, na napuštenim oranicama razvojem spontane vegetacije formira travni pokrivač, često nekvalitetan i obrastao korovskim biljem. Sve ovo je razlog uočene preorijentacije u načinu korišćenja zemljišta sa ratarske proizvodnje, a u korist travnih površina.

Osnovna karakteristika klime ovog područja je izražena kontinentalnost, sa godišnjom sumom padavina koja retko prelazi 700 mm i duže trajanje sunčevog sjaja, što ga čini nešto toplijim od drugih oblasti ovoga reona.

Uvidom u raspoložive podatke sa najbliže klimatološke stanice Zaječar, a za period od 1949. do 2003. godine, konstatovano je da prosečna godišnja temperatura vazduha iznosi 10.7 °C, s tim što je prosečno najtopliji mesec juli sa srednjom mesečnom temperaturom od 21.6 °C, a prosečno najhladniji mesec januar sa srednjom mesečnom temperaturom od -0.9 °C. Na osnovu vrednosti srednjih godišnjih suma padavina za četiri merodavne kišomerne stanice i izrađene karte dometa kišomernih stanica, utvrđena je srednja godišnja visina padavina za obrađivani sliv i ona iznosi  $H_{sr} = 665,40$  mm.

Tabela 2. Srednje mesečne i godišnje sume padavina za četiri merodavne kišomerne stanice

Stanica	Srednja godišnja količina padavina (mm)
Lenovac	664.7
Planinica	672.9
Rujište	750.5
Zubetinac	653.1

Na osnovu direktnih terenskih istraživanja konstatovano je stanje erozionih procesa i urađena je karta erozije istraživanog područja. Na ovaj način ustanovljeno je da su u slivu Grliške reke zastupljene sve kategorije razornosti, sa različitom procentualnom zastupljenošću. Imajući u vidu da je deo sliva pod šumama i pašnjacima, a veliki je i broj napuštenih oranica, voćnjaka i vinograda koji se neobrađuju, te su i oni pod travnim pokrivačem, u slivu nisu izraženi intenzivni procesi erozije, odnosno dominiraju erozioni procesi koji se mogu svrstati u kategoriju slabe erozije.

Srednja vrednost koeficijenta erozije, za deo sliva Grliške reke uzvodno od akumulacije "Grlišće", prema Gavriloviću, iznosi  $Z_{sr} = 0.36$ .

Uvidom u raspoloživu tehničku dokumentaciju (Glavni projekat zaštite od nanosa akumulacije "Grlišće" Zaječar, 1987) konstatovano je stanje erozionih procesa u istom slivu pre izgradnje brane, odnosno 1987. god.

Tabela 3. Stanje erozije u slivu Grliške reke pre i nakon izgradnje akumulacije

Kategorija erozije	Ekscesivna	Jaka	Srednja	Slaba	Vrlo slaba	Ukupno	$Z_{sr}$
Sr. koef. erozije	$Z=1.25$ %	$Z=0.85$ %	$Z=0.55$ %	$Z=0.30$ %	$Z=0.10$ %	%	
Stanje 1987.god	0.42	3.80	72.36	22.37	1.05	100.00	0.50
Stanje 2006.god	1.51	2.14	17.60	76.71	2.04	100.00	0.36

Izrađena karta erozije, izvršena analiza stanja erozionih procesa u slivu i sračunavanje srednjeg koeficijenta erozije za ceo sliv, pružili su nam mogućnost proračuna produkcije nanosa u odgovarajućem slivu i proračun zapremine nanosa koju bujični tokovi unose u akumulaciju. Ukupna količina nanosa koja se produkuje u slivu Grliške reke sračunata je po metodi S. Gavrilovića za oba pomenuta vremenska perioda, kako za 2006. godinu, tako i za uslove koji su vladali u slivu 1987. godine.

Tabela 4. Produkcija nanosa u slivu Grliške reke pre i nakon izgradnje akumulacije

	T	$H_{god}$ mm	$Z_{sr}$	$W_{god}$ $m^3 \cdot god^{-1}$	$R_u$	$G_{god}$ $m^3 \cdot god^{-1}$
Stanje 1987.god	1.07	713.0	0.50	153689.30	0.43	65938.66
Stanje 2006.god	1.08	665.4	0.31	88400.64	0.43	37927.30

Prema podacima popisa stanovništva od 2002. godine, u naseljima u okviru posmatranog slivnog područja, živelo je ukupno 1497 stanovnika, ili prosečno 250 stanovnika po naselju, odnosno približno 8 st/km<sup>2</sup>. Populaciono najveće naselje je Bačevica (opština Boljevac) sa 421 stanovnikom, a najmanje je Leskovac (opština Zaječar) sa samo 128 stanovnika.

Tabela 5. Promena broja stanovnika u naseljima slivnog područja akumulacije "Grlišće"

God. popisa	Naselje						Ukupno
	Bačevica	Vrbovac	Lasovo	Leskovac	Lenovac	G.B.Reka	
1948	1063	892	1344	602	1380	960	6241
1953	999	878	1332	550	1129	883	5771
1961	925	795	1232	489	924	760	5125
1971	845	598	1087	386	732	621	4269
1981	739	437	800	283	566	457	3282
1991	523	238	531	198	365	345	2200
2002	421	195	358	128	210	185	1497

Izvor: Popis stanovništva, domaćinstava i stanova, RZS, 1948, 1953, 1961, 1971, 1981, 1991 i 2002. god.

Naselja po načinu organizovanja pripadaju tzv. timočkom tipu zbijenih sela, sa dominantnom individualnom stočarskom proizvodnjom.

Podaci izneti u tabelama jasno govore da broj stanovnika i ukupno i po naseljima, kontinuirano, od popisa do popisa, beleži stalni pad. Ukupan broj stanovnika opao je sa 6241 (1948. godina) na 1497 (2002. godina). Ovakav trend najizrazitiji je u selu Lenovac, gde se broj stanovnika, u posmatranom periodu smanjio 6.6 puta.

Uvidom u postojeću tehničku dokumentaciju konstatovano je, da je sa ciljem zaštite od nanosa akumulacije "Grlišće" predviđena izgradnja 16 poprečnih objekata u koritima bujičnih vodotoka. Od toga do sada je izvedeno 7 objekata, a zajednička karakteristika im je da akumulacioni prostor pregrada nije zapunjen nanosom.

Što se tiče bioloških radova, projektom su predviđena pošumljavanja, melioracije šikara i livada i zatavljanja na ukupno 900 ha, a do sada je pošumljeno crnim borom 66 ha, bagremom 13.5 ha i zatavljeno 93.5 ha ("Erozija"-Knjaževac). Takođe u kooperaciji sa lokalnim stanovništvom pošumljene su i zatavljene još neke površine u slivu (distribucijom sadnog materijala i semena), ali bez preciznih informacija o lokalitetima i količini izvedenih radova.

#### 4. ZAKLJUČCI

Rezultati sprovedenih istraživanja pokazali su da je jačina erozionih procesa, na posmatranom području, 2006. godine umanjena u odnosu na stanje iz 1987. godine. Ovo se manifestovalo i kroz ocenjeno stanje erozionih procesa (srednji koeficijent erozije za posmatrano područje), a i kroz proračunatu produkciju nanosa kao posledicu erozionih procesa, odnosno kao završni čin dejstva brojnih faktora erozije.

Stanje erozionih procesa na nekom području posledica je uslova koji vladaju na tom području, odnosno dejstva mnogobrojnih faktora. Većina ovih faktora je nepromenljiva (geomorfološki, geološki, ...), jedan manji broj je podložan manjim oscilacijama (meteorološki, hidrološki, ...), dok su stvarnim promenama podložni samo antropogeni faktori. Čovek nije mogao da utiče na geologiju, ekspoziciju, nadmorsku visinu, ..., pa ni na

klimu u značajnoj meri, a kako su i efekti izvedenih radova na ovom području mali (nezapunjene pregrade, skroman obim izvedenih bioloških radova), promene u stanju erozionih procesa vezane su skoro isključivo za promenu malog broja erozionih faktora, uglavnom obuhvaćenih pojmom "način korišćenja zemljišta".

Stanje i struktura načina korišćenja zemljišta direktna je posledica antropogenih činilaca u slivu, odnosno promena i procesa koji su pratili ljudsku populaciju u slivu i regionu, te se i stanje vegetacije i načina korišćenja zemljišta ne može sagledati izolovano, tj. bez uvida u procese koji su pratili ljudsku populaciju ovoga sliva.

Osnovne demografske procese, na obrađivanom području, odlikuje stalni pad broja stanovnika i ukupnog broja i prosečne veličine domaćinstava. Sva naselja zahvaćena su procesom starenja, što je posledica smanjenog prirodnog priraštaja, te negativnih migracionih bilansa, odnosno emigracije radno sposobnog stanovništva. Ovakva kontinuirana depopulacija i znatno pogoršanje starosne strukture stanovništva narušila je demografsku vitalnost i radni potencijal lokalne populacije.

Ovakvi demografski procesi rezultirali su umanjenim obimom poljoprivredne proizvodnje, mnoge poljoprivredne površine, posebno u brdskom i planinskom području ovoga sliva, se napuštaju, ili samo povremeno obrađuju, a to sve ostavlja jasan trag u strukturi načina korišćenja zemljišta ovoga sliva. Usled depopulacije i negativne migracije stanovništva, na napuštenim oranicama, voćnjacima i vinogradima, koji se ne obrađuju, razvojem spontane vegetacije formira se

..

travni pokrivač, koji iako često nekvalitetan i obrastao korovskim biljem, ipak pruža bolju zaštitu zemljištu od erozije, naročito u odnosu na oranične površine, koje su znatan deo vegetacionog perioda sa slabom pokrovnošću, a jedan deo godine potpuno bez biljnog pokrivača.

Način korišćenja zemljišta pokazao se kao glavni modifikator intenziteta erozionih procesa, odnosno promene u načinu korišćenja zemljišta uzrokovane promenama u ljudskoj populaciji ovoga sliva, rezultirale su i ispoljenim promenama u intenzitetima erozionih procesa.

#### LITERATURA

- [1] Ivanović D.: Glavni projekat zaštite zemljišta od erozije u slivnom području akumulacije "Grliške", ŠIP "Južni Kučaj" Zaječar, 1990.
- [2] Mirjanić Z., Spasić N., Dabić D., Milijić S., Đorđević B., Janjić D.: Program izrade prostornog plana područja sliva izvorišta vodosistema "Grliške", Zavod za prostorno planiranje i urbanizam, Beograd, 1999.
- [3] Redžić M.: Glavni projekat zaštite od nanosa akumulacije "Grliške", Institut za šumarstvo i drvnu industriju Beograd, 1987.
- [4] Popis stanovništva, domaćinstava i stanova STANOVNIŠTVO, uporedni pregled 1948, 1953, 1961, 1971, 1991 i 2002. Republički zavod za statistiku, Beograd, 2004.

## EROSION IN THE RIVER BASIN OF THE GRLIŠKA RIVER BEFORE AND AFTER THE BUILDING OF THE "GRLIŠTE" DAM AND STORAGE RESERVOIR

by

Tomislav STEFANOVIĆ, Svetlana BILIBAJKIĆ, Sonja BRAUNOVIĆ

Institute of forestry, Belgrade

Zoran NIKIĆ

Faculty of forestry, Belgrade

### Summary

The "Grlište" dam was built on the the Grliška River as part of the water power system called "Grlište". The volume of the storage created by the dam is about 12.million cubic meters, covering an area of 110 hectares, with water elevation 193 meters above sea level. The multipurpose storage is used for water supply of the city of Zaječar, for the transformation of flood waves of Grliška River, then for silt preservation, and also to use the water body for sport fishing, recreation, etc. The dam has been in use since 1990.

The objective of this study is find out the possible changes in the Grliška river basin, particularly having in mind changes of the erosion processes, as well as changes of silt production, which occurred after building of the dam and execution of the erosion control works in the river basin and in the riverbed. The state of erosion process and silt production (in 2006) were compared

with the corresponding values dating from the period before the project was completed (1987).

The results of the research conducted in this area have shown that there was a decrease in the intensity of erosion processes in 2006, as compared to those in 1987. This fact has also been demonstrated by the estimated condition of erosion processes (average coefficients of erosion for the investigated area), as well as by the calculated silt produced by the erosion processes. Given that the effects of the structures built in this area are not important (unfilled partitions, small range of performed biological works), the changes of erosion processes could be almost entirely attributed to the change of land uses, which proved to be the main reason that influenced the intensity of erosion processes.

**Key words:** Erosion processes, silt production, antierosion works, The Grliška River

Redigovano 04.12.2007.