

## МОРФОЛОШКЕ ПРОМЕНЕ СЛИВОВА И РЕЧНИХ ТОКОВА КАО ПОСЛЕДИЦА ПОВРШИНСКИХ ЕКСПЛОАТАЦИЈА

ВОЈИСЛАВ ЂЕКОВИЋ  
ГРОЗДАНА ГАЈИЋ

**Извод:** Образовање рељефа земљине површине, углавном се појављује као резултат узајамног дејства тектонских издизања и денудационих процеса разарања земљине коре. Геоморфолошки процеси спадају у најзначајније природне процесе који се одигравају кроз геолошко време развоја земљине коре. У дугом геолошком и геоморфолошком процесу, у почетној фази се образује иницијални рељеф, под дејством ендогених сила, пре свега, тектонског порекла. У каснијој фази геоморфолошког развоја након орогеног издизања, иницијални рељеф је изложен сталним променама услед дејства примарних егзогених сила - Земљине гравитације и егзогених сила које проузрокују ерозију површинског хоризонта земљине коре. Природни циклус разарања и стварања нових рељефних облика траје миленијумима. Развојем цивилизације и повећањем броја становника на Земљи, утицај човека добија већи значај у развоју геоморфолошких облика. Изградњом друмског и железничког саобраћаја, урбаних насеља и водoprивредних објеката и система, све више се увећава потреба експлоатације сировина, као агрегата и природне мешавине песка, шљунка и камена, као основног грђевинског материјала. У овом раду су анализирани природни и антропогени фактори који стварају услове за морфолошко обликовање речних сливова.

**Кључне речи:** камен, нанос, водотоци, антропогени чиниоци морфолошког развоја сливова, ерозиони процеси.

### MORPHOLOGICAL MODIFICATIONS OF CATCHMENTS AND WATERCOURSES AS THE CONSEQUENCE OF SURFACE MINING

**Abstract:** The relief of the earth surface is mainly the result of the interaction of tectonic movements and denudation processes. Geomorphologic processes are among the most significant natural processes occurring through the geological periods. The initial relief is formed in the initial phase of the long geological and geomorphologic process, under the effect of endogenic forces, primarily of tectonic origin. In the later stage of geomorphologic development, the initial relief is subjected to permanent changes due to the effect of primary exogenic forces - the gravitation, and the exogenic forces which cause erosion of the surface horizon of the weathering crust. Natural cycle of destruction and formation of the new relief forms lasts for millennia. By the civilisation development and by the increase of population number, the anthropogenic effect gets the primary significance in the development of geomorphologic forms. The road and railway transport, urban settlements and water-supply structures and systems increasingly demand the exploitation of mineral resources, soil and stone, as the aggregates and the basic construction materials. This paper analyses the natural and anthropogenic factors which create the conditions for the morphological formation of river catchments.

**Key words:** stone, sediment, watercourses, anthropogenic factors of catchment morphology, erosion processes, geomorphologic processes.

---

*Др Војислав Ђековић, редовни професор, др Гроздана Гајић, доцент, Шумарски факултет Универзитета у Београду.*

## 1. УВОД

Истраживана природна речна корита, формирана су и усечена у насла-гама властитог алувијума. Њихове геометријске карактеристике резултат су сложених процеса који се одвијају у условима интензивног турбулентног течења воде и проноса наноса, при чему долази до промене контура речног корита које је састављено од распаднутог стенског материјала. С обзиром на релативно мале димензије корита брдско планинских река, често се догађа да се средње и велике воде изливају из основног корита и плаве приобаље, засипајући неплодним и крупним стерилним материјалом инундације у приобаљу, па на тај начин, причињавају велике материјалне штете привреди и друштву. Природна речна корита, пружају се дуж, линија најмањег отпора. У новије време активности човека имају несагледиве последице у изазивању стварања низа секундарних клизишта, коришћењем нових технологија и експлозива у фази отварања каменолома и рудника, пробијању тунела и изградњи комуникација, па на тај начин, стварају се услови за повећање количине вученог наноса у речним токовима и утиче се на промену морфолошких карактеристика речних корита, и речних сливова.

Доњи токови ових водотока представљају зоне погодне за развој урбанизма, пољопривреде и других активности човека. У овим регионима речно корито је усечено у сопственим алувијалним наслагама. Њихове геометријске карактеристике резултат су сложених процеса који се одвијају у условима интензивног турбулентног течења воде и проноса наноса у променљивој контури речног корита, састављеном од некохерентног материјала. Изградњом друмске и железничке инфраструктуре, стварају се услови за настанак крупног вученог наноса у водотоцима. С обзиром на то да се правац пружања ових комуникација поклапа са правцем пружања речних токова, новостворени стенски материјал, водоток захвата и у зависности од транспортног капацитета, проноси кроз хидрографску мрежу водотока до зоне акумулације. Уколико је прилив стенског материјала већи од транспортног капацитета водотока, водоток није у стању да га покрене и транспортује речним коритом, већ се догађа да се стварају услови за акумулацију и меандрирање водотока и промену трасе природног корита.

Честице вученог наноса крећу се на дисконтинуалан начин. Налазе се наизменично у стању мировања, односно у стању кретања. У стању мировања вучени нанос је саставни део материјала речног корита. При повољним хидродинамичким условима, крупан наносни материјал се покреће са дна и прелази извесно растојање, а затим се зауставља и извесно време остаје у стању мировања. Вучени нанос се креће салтацијом, котрљањем или клизањем. Пошто кретање честица зависи од комбинације тренутних вредности хидродинамичких утицаја, не може се са поузданошћу предвидети дужина кретања, а ни мировања честица вученог наноса на дну. Стохастичка анализа омогућује да се одреди функција расподела кретања вученог наноса. Најтачније методе истраживања настанка и покретања наноса у хидрографској мрежи сливова су методе директних теренских мерења и регистровања појава.

Стратегија коришћења, уређења и заштите вода у Србији условљена је чињеницом да је Србија најсиромашнија водом од свих бивших југословенских република. На територији Србије формира се протицај од 16,7 милијарди  $m^3$  годишње, са специфичним протицајем од око ( $6 l/sec$  по  $km^2$ ), а то износи  $1550 m^3$  по становнику годишње. (Ђорђевић, М. 2005). Водом су најсиромашнија најнасељенија низијска подручја, са најплоднијим земљишним ресурсима (Поморавље, Колубарски басен, Шумадија, Војводина, Косово, Јужна Србија). У овим регионима специфично отицање се креће у границама ( $2-4 l/sec$  по  $km^2$ ), па чак и мање од тога. (у северној Бачкој испод  $1,0 l/sec$  по  $km^2$ ), са мање од  $500 m^3$  по становнику, што указује да се та подручја морају у будућности ослањати на водоснабдевање из транзитних водотока. Србија је за преко 3,4 пута сиромашнија водом од просека суседних земаља. Из овог прилога се види да воде нема управо тамо где је најпотребнија. (Ђековић, В. 2005).

Сливови брдско планинских водотока представљају изворишта квалитетнијих вода које, као такве, треба сачувати за будућност. Међутим сведоци смо да се све више загађује земљиште, ваздух и вода, на тај начин уништава се стратешка сировина која ће у будућности представљати оконицу живота и развоја становништва.

Брзи темпо развоја, индустријализација, урбанизација и стварање све већих материјалних добара у земљама у развоју и регионима, намећу потребу експлоатације минералних сировина; угља, нафте, камена и глине.

Концесије на експлоатацији минералних сировина, шљунка, песка, камена, глине и рудних налазишта представљају у модерно доба услове за стварање и формирање разних морфолошких облика на сликовима брдско планинских река. У таквим условима морфолошки развој сликова више се не може посматрати као природни стохастички процес, јер је условљен антропогеним дејством у речним басенима.

Постојећа експлоатација камена у каменоломима, експлоатација шљунка и песка из речних профила, експлоатација минералних сировина у површинским коповима Србије, има значајан утицај на деградацију биотопа у брдскопланинском подручју, као и последице такве врсте експлоатације на измештање речних токова промену морфологије терена и речних токова. (Ђековић, В. 2005).

У циљу конзервације земљишта и вода брдско-планинског региона и коришћења ових подручја за водоснабдевање и производњу електричне енергије, примењује се концепт подизања акумулација. Изградња акумулација често захтева отварање каменолома као позајмишта материјала за тело будуће бране, а у случају изградње насутих брана и позајмишта за глинено језгро и ињекциону завесу у темељу бране. Количина материјала који се уграђује у профил бране често износи на стотине хиљада кубних метара. У Србији се налази изграђено или је тренутно у градњи 40 брана и акумулација које имају вишенаменску функцију. Пре свега, основна намена већине акумулација је водоснабдевање насеља, пољопривреде и индустрије. Поред тога, овакве акумулације се редовно могу користити за производњу електричне хидроенергије.

## 2. УТИЦАЈ ПОВРШИНСКИХ ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МОРФОЛОГИЈУ СЛИВОВА

Површинске експлоатације минералних сировина, односе се на експлоатацију угља, камена, глине и остала рудна налазишта.

*Табела 1 - Површинска експлоатација минералних сировина на основу евиденције аутора*

*Table 1 - Open-cast mining of mineral resources*

№	СИРОВИНА КОЈА СЕ ЕКСПЛОАТИШЕ	БРОЈ РУДНИКА
1	Угаљ	9
2	Бакар	4
3	Фероникал	2
4	Олово и цинк	2
5	Азбест	1
6	Остали неметали	6
7	Камен	38
8	Опекарска глина	>80
9	Шљунак и песак	23
Укупно		Σ = 165

У Србији и Црној Гори, површинска експлоатација угља обавља се у девет угљенокопа: Колубарском, Костолачком, Ковинском. Наведени басени са 11 површинских копова и пробном експлоатацијом у Ковину имају годишњи капацитет од око 45 милиона тона угља и око 100 милиона m<sup>3</sup> јаловине, помешане са површинским слојевима земље и алувијалног наноса. Највећу производњу остварује Рударски басен «Колубара» са три површинска копа: «Поље Б», «Поље Д», «Тамнава Западно поље». Годишња производња на површинском копу «Колубара» планира се око 35 милиона тона угља. (литература, 13)

Производња угља у Костолачком басену је око 8-9 милиона тона годишње, а одвија се на површинским коповима «Ћириковац», «Дрмно», и «Кленовик». Производња угља у Косовском басену смањена је због ратних дејстава и последњих година је износила 6-9 милиона тона. Одвија се на површинским коповима «Белаћевац» и «Добро Село». Предвиђа се у наредном периоду отварање површинског копа «Шибовац» капацитета 17 милиона тона и «Шибовац исток» капацитета 12 милиона тона као и «Крушевац» капацитета 14 милиона тона годишње. (Гајић, Г. 2005).

На територији Војводине започето је отварање пробне експлоатације угља на копу «Ковин». Примењује се подводни начин одкопавања, који се примењује код нас први пут у свету. Уколико се потврди техноекономска оправданост таквог начина експлоатације, дефинисаће се оптимални капацитет и динамика експлоатације. Сви наведени басени послују у оквиру Електропривреде Србије, при чему басени имају статус јавних предузећа.

Главне резерве угља у Црној Гори налазе се у Пљевљима и Беранама. На бази ових резерви у Просторном плану Републике до 2000. године остварени су рударски капацитети за производњу лигнита од 3 милиона

тона. У Пљеваљском басену садашњи капацитети су око 2-3 милиона тона годишње. Остале процењене резерве («Маоче», «Отиловићи», «Матаруге» и др.), обезбеђују век експлоатације око 100 година.

Експлоатацијом других минералних сировина стварају се јаловишта; рудници са површинском експлоатацијом Бор, Мајданпек, и др, као и многи каменоломи, имају значајан утицај на стварање растреситог материјала, којег површински токови уносе у хидрографску мрежу сливова, а ваздушне масе покрећу пепео са депонија и са њиме загађују животну средину. Приликом отварања површинског копа у Колубарском басену, планом експлоатације предвиђено је измештање тока Колубаре на сектору Лукавица, Пештан, старо корито Колубаре. Пошто је започета површинска експлоатација угља током лета 1976. године услед неповољне синоптичке ситуације и изливања падавина великог интензитета, дошло је до формирања поплавног таласа на Колубари и њеним притокама. Поплаве су захватиле целокупан доњи ток Колубаре поплаване су њиве и села и започети површински коп. После опадања поплавног таласа Колубара је променила трасу свог тока и на дужини од око 800 m текла је коритом реке Лукавица а, затим, коритом реке Пештан до старог ушћа Пештана у Колубару. С обзиром, да је дошло до скраћења трасе природног тока Колубаре дошло је до повећања пада дна корита и повећања хидрауличких параметара тока; брзине тока, и тангентијалних напона.



- где су: -  $v_{\tau}$  тангентијални напон по дну речног корита,  
-  $\rho$  густина воде,  
-  $g$  убрзање гравитације,  
-  $h$  максимална дубина воде у протицајном профилу водотока,  
-  $J_0$  пад огледала воде.

Пошто је експлоатација угља настављена, велике количине откривке површинског копа Колубара је транспортовала речним коритом. Тај материјал се кретао углавном периодично у фази наилаaska попланих вода и фазе повећаних вучних сила тока. С обзиром да се пад тока у доњем делу слива смањује, долази до слабљења транспортног капацитета водотока за нанос па се јавља испличавање корита и стварају се услови за појаву меандрирања водотока. Поменути сектор водотока у коме је дошло до премештања корита Колубаре, имао је тенденцију спуштања нивелете и активирања процеса дубинске регресивне ерозије. Све док се дно корита налазило у аутохтоном алувијалном слоју профил корита је био релативно стабилан. Оног момента када се речно дно спустило у зону угља а то је дубина 4-5 m. године 1976. дошло је до активирања процеса регресивне ерозије у речном кориту Колубаре и у њеним притокама. За време поплава на реци Пештан 1976. године, регресивна ерозија је направила дубоко усечено речно корито у дужини 1150 m узводно од ушћа. Изградњом вишестепене каскаде на крају зоне регресивне ерозије заустављено је даље продубљивање корита. Изградњом водозавата на Колубари за Реик-Колубару заустављено је даље спуштање нивелете Колубаре на овом сектору.

Табела 2 - Подаци о количнама ископаних минералних сировина  
и количини ойкривке (Гајић, Г. 2005)

Table 2 - Data on the quantities of minerals and the quantities of overburden

Садашњи капацитети	Рудници угља	Копови	Динамика развоја		Рекултивације	
			Копова	Капацитете		
5 угљених басена са 11 површинских копова и експерименталним копом, могу годишње одкопати 45 милиона тона угља при томе се створи 100 милиона m <sup>3</sup> јаловине и откривке	Колубарски Копови	Поље Б	Проширење капацитета	Планирани капацитети за 2005. годину 35000 000 тона, при томе ће настати 100 милиона m <sup>3</sup> откривке.	прва пошумљавања на «роџи А» и «роџи Б» започела су 1957.год. а до 1969.год. пошумљено је 110 хектара од чега 75 хектара у власништву РЕИК-а.	
		Поље Д				
		Тамнава западно поље				
		Тамнава источно поље				
		Отварање новог копа				
	Костолачки рудник	«Гириковац»	Затвара се 005	Производи 8-9 милиона тона угља годишње	Деградирано 2500 хектара земљишта. Биолошком рекултивацијом обухваћено 546 ха.	
		«Дрмно»	Проширење капацитета			
		«Кленовик»				
	Косовски рудници	«Белаћевац»	Планира се затварање копова до 2005.	17 мил t/g угља	Подаци о рекултивацијама нису били доступни	
		«Добро село»				
		До 2010 планирају се отварања нових копова	«Шибовац»			12 мил t/g угљс
			«Крушевац»			14 мил t/g угља
		Ковински рудници	Нису били доступни подаци			
	Пљевља и Беране		2-3 милиона тона	Рекултивација делимично урађена		

Други примери који указују на утицај људске делатности на појаву мнорфолошких облика у водотоцима је изградња саобраћајница дуж речних токова и акумулационих басена. Изградњом пута за друмски и железнички саобраћај на потезу Прибој- Пријепове, Бијело Поље, дошло је до стварања велике количине крупног наносног материјала у профилу реке Лим. Лим је изразито бујични водоток, покретао је тај материјал у фазама поплавних вода и уносио у профил језера Потпећ. Снимљена је шкољка језера и на основу снимљених профила установљена је количина наноса која се налази у акумулацији. Међутим, тек после испуштања воде из акумулације осамдесетих година установило се да се крупан наносни материјал који се, углавном, креће као вучени нанос налази дуж целе акумулације и то, углавном, дуж десне обале, где су изграђене поменуте комуникације. Закључак је да се крупан нанос акумулирао у језеру под утицајем људских активности у фази изградње поменутих комуникација. На истој локацији језера Потпећ у сливу реке Бистрице налази се каменолом са површинском експлоатацијом, радом каменолома стварају се велике количине растреситог стенског материјала којег Бистрица и матични ток Лима у току бујичних поплава проносе кроз акумулацију Потпећ. Нанос на ушћу Бистрице у акумулацију Потпећ је крупан и слабо заобљен, то указује на релативно кратку транспортну дистанцу стенског материјал. Према минера-

лном саставу овај нанос је кречњачког порекла па тако, са сигурношћу, можемо констатовати да води порекло из овог каменолома.

Трећи пример је производња руде, у Бору, Велики Кривељ, Церово и Мајданпек, са годишњим капацитетом од 24 милиона тона и са исто толиким капацитетима у флотацијама и сепарацијама.

Главна производња бокситне руде у Црној Гори је Никшићки бокситни басен. Резерве руде црвеног боксита распрострањене су готово на 1/3 територије Црне Горе. Капацитет производње руде црвеног боксита износи 750.000 тона руде годишње. Прерађивачки капацитети налазе се у Подгорици у Голубовцима. Прерадом боксита отпадне материје се депонују у Морачу и њом доспевају у Скадарско језеро. На тај начин делатностима човека уништава се животна средина овог језера, и може доћи до еколошке катастрофе на коју треба упозорити, *Водопривредна основа слива Мораче*.

Многобројни грађевински објекти, као што су: мостови, комуникације, водозахвати, црпне станице, пристаништа, далеководи, подводни прелазни нафтовода и гасовода и др, изводе се у коритима водотока или на њиховим обалама, а многе комуникације друмског и железничког саобраћаја лоцирају се дуж речних долина. Да би се осигурала стабилност и функционалност наведених објеката неопходно је, да се у фази њиховог пројектовања изуче све, па и морфолошке карактеристике водотока у чијим се долинама граде овакви објекти или дуж којих се пружају. Овај став произилази из чињенице да су корита водотока промењива у времену и простору и да само антропогеним активностима стварају се услови за појачано дејство разарања постојећих и стварања нових морфолошких облика. Није редак случај да је због недовољне изучености морфолошких карактеристика водотока дошло до остајања водозавата на сувом, до рушења мостовских стубова, хаварија подземних прелаза цевовода, оштећења саобраћајница, далеководи и других објеката. Свакако, да је овакав нежељени случај специфичан и изазван низом фактора, али бројне неповољне појаве могле би се избећи, ако би се при пројектовању сваког оваквог објекта потребна пажња посветила анализама морфолошких карактеристика водотока, са посебним акцентом на анализу утицаја објекта на водоток и обратно. (Ђековић, В. 1997).

У нашој пракси пројектовања површинских копова, позајмишта, за *грађевинске* објекте не поклања се потребна пажња морфолошким анализама речних корита. Подаци теренских истраживања указују да један профил алувијалног водотока током (у природним условима) дужег временског периода пролази кроз различите фазе свог развоја које се одликују одређеним морфолошким, хидрауличким, и псамолошким параметрима. (Петковић, С. 1992). На довољно дугој деоници водотока могу се у одређеном моменту наћи профили који одговарају, практично, свим фазама морфолошког развоја речног корита. За сваки профил на таквој деоници могу се дефинисати хидраулички и псамолошки параметри тока и на основу њих срачунати секундарни пронос вученог наноса (G) који доспева у профил водотока на разне начине под утицајем људске делатности, за

различите протицаје воде (Q), дуж речног водотока (L). На тај начин се дефинишу фамилије кривих линија:



која практично приказује промену транспортне способности корита за пронос вученог наноса на посматраној деоници водотока.

Црна Гора располаже неограниченим количинама врло квалитетног техничког-грађевинског камена, који се налазе на простору скоро читаве Црне Горе. До сада су обављена истраживања на мали број локација и дефинисане резерве које показују да је ово врло значајан потенцијал.

Експлоатација се данас обавља у више каменолома, од којих су два у околини Бара, по један у Улцињу, Тивту, Сутомору и Херцег Новом, по два у Пљевљима, Никшићу и Мојковцу, један у Пријепољу, један у Новој Вароши итд. Утврђене резерве обезбеђују рад погона за дужи временски период. Продукти уситњавања камена у каменоломима доспевају у хидрографску мрежу водотока на разне начине. Најчешће као отпадни материјал крупнијег гранулометријског састава (вучени нанос) или као прашина (суспендиран нанос). Отпадни материјал из каменолома утиче на промену морфолошких облика у сливовима обезбеђујући бочни прилив материјала којег водотог покреће и транспортује кроз хидрографску мрежу слива.

Најавеће резерве шљунка и песка налазе се у сливовима Дунава, Мораве, Дрине, Мораче, Таре, Лима, и др. Разлога за оптимизам нема много, с обзиром да се са променом климатских услова стварају све већа и разноврснија загађења која у многим случајевима није могуће контролисати.

Експлоатациона места у Србији су: магнезита у Магнохрому Краљево; кварцног песка у Роготини; кречњака у Јелен Долу; гранита и гранитног пешчара у Аранђеловцу; дацита у Славковици код Љига; глина - Керамика, Младеновац; цементне сировине у Беочину, Поповацу, Косјерићу, Генерал Јанковићу, Потисје Кањижи, Бечеју, Кикинди, Кубршници, Аранђеловацу, Теле, Кули, Нишу, Зорки-Шабац; техничког камена у Рековацу и Струганику; Азбеста у Дољевацу на Ибру, и др.

#### **4. ЗАКЉУЧЦИ**

На основу изнетих података може се закључити да је утицај човека на промену морфолошких облика на сливовима, загађење животне средине и деградацију у модерно доба евидентна појава и има велики значај у даљем развоју речних басена. Изградњом акумулација долази до драстичних морфолошких промена речних басена. Експлоатацијом минералних сировина из зоне површинских копова долази до засипања акумулација, иригационих система, и пловним путевима, наносним материјалом. Милиони тона јаловине из површинских копова, пепела из термоелектрана, крупног стенског материјала из каменолома засипају плодна поља и насеља. Уколико тај материјал доспе у речну хидрографску мрежу водотока, подложен је хидрауличком транспорту и одлагању у профиле речног корита, и у профиле површинских акумулација. Фазе покретања везане су за транспортни капацитет водотока и хидролошки режим слива.



Експлоатација руда из површинских копова врло брзо претвара плодна поља у дергадирана и неупотребљива подручја за било какве привредне потребе и активности.

Формирање и развој хидрографске мреже сливова одвија се у врло дугом временском раздобљу развоја земљине коре. Међутим, у модерно доба двадесетог и двадесет првог века коришћење моћне механизације и експлоатива човек је у стању да у кратком временском периоду промени изглед планете. Док је за такво морфолошко обликовање у природним условима, требало да прођу милиони година. Деградација је присутна на сваком месту: од загађења водотока свим врстама отпадних материја цивилизације до стварања услова за енорман прилив растреситог материјала у хидрографску мрежу сливова.

## ЛИТЕРАТУРА

- Ђековић В., (1993): Докторска дисертација «*истраживање законитости морфолошког развоја малих водојока*», Шумарски факултет Београд, стр. 1-211.
- Ђековић В., (1997): Уџбеник, «*Пројектовање у бујичарству*»; Шумарски факултет, Београд, стр. 1-259.
- Ђековић В., (2005): Уџбеник, «*Заштита вода*»; Шумарски факултет, Београд, стр. 1-178.
- Гајић Г., (2000): Докторска дисертација «*Утицај опшорности земљишта на степен активизације дубинске ерозије*»(стр. 1-154). Шумарски факултет Београд.
- Гајић Г., (2005): Деградација земљишта настала под утицајем рударских активности Семинар «*Подизање јавне свести из области деградације земљишта и дезертификације*» 15-16 март 2005 Организатори: УНЦЦД, и министарство науке и заштите Животне средине, Управа за заштиту животне средине Србија и Црна Гора.
- Ђековић В.,(1986): *Истраживање узрока морфолошких промена корита реке Пешичан у доњем току*. Часопис Ерозија бр.14/1986. год. страна 159-165. Београд.
- Ђоровић М., (2005). *Водна и еолска ерозија земљишта*. Уџбеник, Београд број страна 1-440.
- Петковић, С., (1992): Уџбеник, «*Одабрана поглавља Хидраулике отворених јокова*»; Шумарски факултет, Београд, стр. 1-306.
- Прво саветовање о депонијама пепела и шљаке термоелектрана. Обреновац 24-25 маја (2005).
- Водопривредна основа слива Мораче. (1990.).

MORPHOLOGICAL MODIFICATIONS OF CATCHMENTS AND WATERCOURSES  
AS THE CONSEQUENCE OF SURFACE MINING

*Vojislav Đeković*  
*Grozdana Gajić*

Summary

Morphological processes in natural and regulated watercourses are the long-lasting phenomena with the trend of conversion of watercourses in the state of dynamic balance. However, hydrologic phenomena should be observed as the processes of random character, as no processes can be studied isolated, but in coincidence with other processes most of which are random processes with a series of variants and forms which can prevail in definite conditions. Human impact is the decisive factor. This impact is emphasised here because of the activities performed in the phases of open-cast mining of mineral resources and the subsequent spoil banks. In this way, man consciously degrades the environment, contaminates the headwaters, contaminates the air, making the land unsuitable for any agricultural production or other economic activity. The conditions are created for the accelerated yield of erosion material, and for the change of catchment morphology. Human impact on natural morphological processes is evident in the initial state of regulation works, and later on a great quantity of erosion material in river valleys is formed by road construction and other utility and economic structures.

Hydrodynamic forces in the form of tangential stress cause the transport of the artificially created sediment and the deposition of sediment along the natural river channels and storages.