

П. С. ЈОВАНОВИЋ

РАВНОТЕЖНИ ПРОФИЛ И САОБРАЗНИ ПРОФИЛ

Изграђивање облика уздужних речних профила спада несумњиво међу најважније проблеме ерозивне морфологије. Због тога су о том проблему расправљали многи геоморфолози, износећи разна схватања и теорије. О њему се доста расправља и у последње време. При томе се нарочито истиче теорија о изграђивању уздужних речних профила, заснована на појму равнотежног профила, коју је формулисао А. Болиг — најпре у свом историско-критичком осврту: *La notion de profil d'équilibre* (1), а затим и у својим допунама и објашњењима (2).

Ја сам у свом раду Уздужни речни профили — њихови облици и њихово стварање (4, 5) такође расправљао о том проблему изневши поред нових метода за генетско проучавање уздужних речних профила и појмове о сагласној ерозији и саобразном профилу; а на основи тих појмова изнео сам и ново, друкчије схватање о изграђивању уздужних речних профила. Међутим у том раду пропустио сам да дам потпунији критички осврт на остале теорије, а нарочито да укажем на битне разлике између Болигове теорије о равнотежном профилу и мог схватања. То је довело до извесних неспоразума у геоморфолошкој литератури (в. ниже), који треба да се отклоне. Због тога сам сматрао за потребно да то учиним овом приликом, утолико пре што су у вези с тим искрсли и неки нови проблеми и јавила се нова питања, на која ваља указати и о којима треба продискутовати.

ОСНОВНИ ПОГЛЕД НА ПРОЦЕС РЕЧНЕ ЕРОЗИЈЕ

При решавању проблема, који се односи на изграђивање облика уздужних речних профила, као и при постављању теорија у вези с њима, често се превиђа битна основа и саме појаве и самог проблема. Место тога се узимају споредне појаве и факта и на основу њих се конструишу теорије, које, разуме се, не могу решити проблем (в. ниже). Због тога сматрам за потребно да већ у почетку истакнем ту основу, и поред устручавања што ћу тиме можда указивати и на опште познате ствари.

Облици уздужних речних профила су, као што је познато, непосредни израз и резултат речне ерозије, а само појављивање тог ерозивног процеса и његов даљи развој настају из супротног дејства двеју сила. На једној страни је водени ток, као битни агенс ерозије, који се испољава у кретању водене масе. Та маса приликом кретања располаже извесном енергијом, која се искоришћује за вршење геоморфолошког рада, а тај рад је сама речна ерозија.

На другој страни је постојећи рељеф¹⁾ са својом геолошком и литолошком структуром, који се одупире том дејству воденог тока.

Из опречног дејства те две силе резултира геоморфолошки процес речне ерозије, који је управљен на то да уништава постојећи рељеф и да на његов рачун изграђује уздужне речне профиле, као свој непосредни облик, а затим и остале облике (речно корито, речна долина, басен речног слива, са свим њиховим варијацијама) који су везани за изграђивање уздужних речних профила.

Из тога би изгледало да је водени ток у том процесу активна нападна сила, док је постојећи рељеф са својим геолошко-литолошким саставом пасивна, отпорна сила. Међутим однос између дејства те две опречне силе није тако једноставан, јер рељеф у првом реду изазива кретање водене масе и одређује њену енергију, а тиме и ерозију, која има да га уништава. С друге стране све даљим уништавањем и снижавањем првобитног рељефа смањује се енергија воденог тока и тиме се постепено негира и сама ерозија. Према томе те две силе су уствари везане узајамним утицајима и условљавањима. А из тог и таквог њиховог односа резултира управо процес речне ерозије и изграђивање облика уздужних речних профила. И сам ерозивни процес и само изграђивање облика уздужних речних профила имају свој ток и своју развојну линију. Сматрамо да једино од те и такве основе треба да се полази при проучавању процеса речне ерозије и облика уздужних речних профила.

Поред поменуте две основне силе, које својим опречним дејством изазивају и одређују основни ток процеса речне ерозије и изграђивање основног облика уздужних речних профила, постоји и много других чинилаца који на тај процес утичу и изазивају његове варијације. Они имају двојако обележје. Једни не проистичу из самог процеса и због тога претстављају не з а в и с н о в а р и ј а б и л н е в р е д н о с т и. У те спадају: колебање водостања речног тока, велична почетног речног слива, структура првобитног хидрографског система (густина и распоред притока), биљни покривач у басену речног слива, промена климе у

¹⁾ Под тим се подразумева не само дисекција него и општа висина и нагиб рељефа.

току ерозивног процеса, појава тектонских покрета у басену речног слива у току ерозивног процеса и сл.

Друга група фактора проистиче из самог ерозивног процеса, али при томе они врше реверзибилни утицај на тај процес. Због тога они претстављају зависно варијабилне вредности. У ту групу фактора спадају: падови и брзина отицања воде на уздужном речном профилу, вртложасто кретање воде, денудациони процес у басену речног слива, маса и калибар преношеног материјала, промена облика речног корита и овлаженог профила, развитак воденог тока (меандри, пиратерије), проширење басена речног слива, смањење протицаја услед снижавања слива итд.

РАВНОТЕЖНИ ПРОФИЛ У СВЕТЛУ ТЕОРИЈА О РЕЧНОЈ ЕРОЗИЈИ.

Велики број научника, геолога, хидролога и геоморфолога, који су се бавили проучавањем процеса речне ерозије и испитивањем изграђивања облика уздужних речних профила, изнели су мишљење да реке приликом изграђивања својих уздужних профила теже да изграде извештан равнотежни профил, тј. такав облик на коме је успостављено извесно равнотежно стање у ерозивном процесу. При томе су они различито схватили тај равнотежни профил и различито су тумачили његов постанак.

Углавном су изнета два основна схватања о равнотежном профилу. По једном он претставља завршни облик уздужног речног профила, на коме је престала свака ерозија и транспорт материјала, а водени ток има само још толико енергије колико му је неопходно потребно за савлађивање спољашњег и унутрашњег трења да би могао да отиче. По том схватању уздужни речни профил је са изграђивањем равнотежног профила остварио дефинитиван стабилан облик, на коме је остварена статичка равнотежа између снаге воденог тока и отпора. Џ. В. Поуел је 1875 год. такав равнотежни профил назвао ниво ерозивне базе (base level of erosion), али се тај назив не само није одржао, него га је А. Хајм употребио као термин за други појам, за ниво ушћа реке, што је и усвојено.

По другом схватању равнотежни профил не претставља завршни облик уздужног речног профила, већ такав на коме је однос између снаге воденог тока и отпора тако успостављен да омогућава нормалан транспорт материјала низ уздужни профил. Таква равнотежа би имала обележје динамичке равнотеже, а уздужни профил са таквом равнотежом требало би да се и даље снижава.

Тако посматрана разлика у схватањима о равнотежном профилу не би била битна, јер се уствари односи само на употребу истог термина за два различита појма. А то је само уто-

лико неповољно што често доводи до замењивања различитих појмова и тиме изазива неспоразуме.

Много је значајније друго неслагање међу научницима, које се односи на различито схватање о начину постанка равнотежних профила. Та разлика потиче од различитог схватања самог процеса речне ерозије и механизма изграђивања уздужних профила уопште. У вези с тим су изграђене и различите теорије.

А чим постоји више теорија онда се с разлогом може поставити питање: која је од њих исправна, или још више да ли међу њима уопште постоји нека исправна теорија и да ли је равнотежни профил уопште и реална појава.

А. Болиг је поменутом свом раду изнео историски и критички осврт на те разне теорије и схватања о равнотежном профилу, али из аспекта једног свог схватања. Сматрамо да би било корисно да се те теорије и та схватања, међу којима и Болигово, размотре и са једног другог становништва, становништва генетске анализе.¹⁾

Не улазећи у детаље и незнатније модификације, може се рећи да све теорије, које додирују проблем равнотежних профила, полазе од две основне теориске поставке. То су теорија о регресивној ерозији и теорија о зависности ерозије од терета. Размотримо битне одлике тих теорија и њихову оправданост.

Теорија о регресивној ерозији и равнотежни профил

Теорија о регресивној ерозији полази од основне поставке да се ерозија воденог тока управља према доњој ерозивној бази и да се при томе уздужни профил изграђује од ушћа према изворишту са тежњом да се на тај начин изгради и равнотежни профил, мање више као завршни облик уздужног речног профила.

Прве појмове о регресивној ерозији и о завршном паду дао је још 1841 год. француски инжињер А. Сирел на основу проучавања бујица у Високим Алпима. По њему завршни пад (pente limite) одговара таквом равнотежном стању при коме се још преноси чврсти материјал, а да при томе нема ни удубљавања ни издизања корита. Регресивна пак ерозија се испољава на тај начин што се „завршни пад мало пење према сутесци“²⁾ (односи се на сутеску бујице П.С.Ј.).

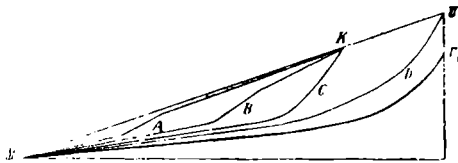
Затим је А. Филипсон нарочито теориски разрађивао питање регресивне ерозије 1886 (7), 1914 (8) и 1924 (9). Његово се схватање у основним линијама састоји у овоме.

¹⁾ При овом разматрању нисмо се нажалост могли послужити оригиналним радовима свих аутора, јер је библиотека Географског завода на Универзитету у Београду потпуно уништена за време Другог светског рата. Због тога смо се о њиховим схватањима морали обавештавати из друге руке, а при томе увек постоји бојазан да оригинална мисао није потпуно приказана. Но, надамо се, да у томе неће бити отступања бар од основних поставки.

²⁾ Наведено према Болиговом раду (1,44).

„...дубинска ерозија слаби и успорава се самим напредовањем, док на крају у неком крајњем временском интервалу не да бескрајно мали износ. Тиме је практички узето достигнут *завршни пад на том делу реке*, дубинска ерозија је доспела до краја“. Тај пад „није хоризонтала, јер се она не може никад достићи, пошто дубинска ерозија престаје раније, кад водена снага није довољна да савлада отпорност стене, већ се употребљава за отицање и за транспорт материјала, који се одозго доноси. Кад слив доспе до завршног стадијума денудације, престаје и доношење шута. Тада завршни пад зависи само од брзине и протицаја.“ „Величина завршног пада зависи дакле од отпорности стена и протицаја“ (9, 127). „Споје ли се завршни падови појединих тачака, одн. делова тока, добија се, под претпоставком повећања протицаја, *крива која пролази кроз ушће као чврсту тачку* и постаје све стрмија према изворишту. Та крива падова се назива *ерозивна терминанта*, јер се при њеном достигнућу завршава дубинска ерозија“ (9, 129).

Затим Филипсон износи на који начин дубинска ерозија тежи ка ерозивној терминанти и како она регулише ерозивни процес. При томе узима у посматрање један почетни нагиб



Ск. 1. — А. Филипсоново схватање регресивне ерозије (8,131)

(ск. 1) са претпоставком да је његов пад повише неке тачке (К) мањи од одговарајућих падова на ерозивној терминанти, а испод те тачке већи; па износи овај ток ерозије на том нагибу. Између ушћа и тачке К јавља се

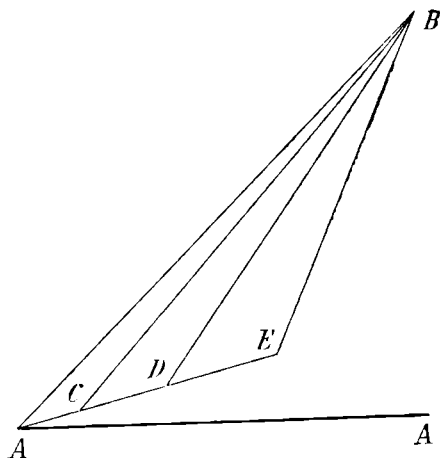
„релативно стрм ток, а пошто је ерозија на њему нарочито јака, то ће се она релативно брзо уназадно померити“ (9, 131).

Кад достигне тачку К неће се зауставити, већ ће напредовати према изворишту; сада ће се удубљавати и горњи део и то посредном дубинском ерозијом одоздо. Ако је достигнуто развође, то ће се оно сада такође одоздо и уз помоћ денудације снижавати до горње почетне тачке терминанте.

„Тада је она свуда достигнута и процес је завршен“ (9,131). Показује се дакле, да сходно зависности положаја сваке тачке од суседне нивооне тачке дубинска ерозија може напредовати само *одоздо навише*, стога се говори о „*уназадној ерозији*“; али то није нека нарочита врста ерозије, него само наглашавање једне особине сваке дубинске ерозије“ (9, 131, 132).

Генерал де ла Ное и Ем. Маржери су покушали да експериментално утврде начин изграђивања уздужног профила и за то су искористили нагиб преко кога су пустили струју опипљака од гвожђа. На основу тога су у свом класичном делу *Les formes du terrain* (1888) изнели основне поставке теорије о регресивној ерозији, које се у суштини слажу са Филипсоновим. Наиме, ерозија воденог тока зависи од нивоа ушћа као доње еро-

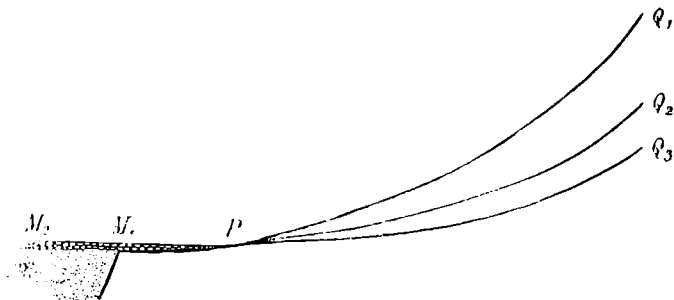
зивне базе, где најпре изграђују завршни пад. Затим она поступно изграђује следеће завршне падове померајући се уназадно према изворишту (ск. 2). На тај начин се изграђује и сам



Ск. 2 - Да ла Носво и де Маржериево схватање регресивне ерозије (22, 554).

завршни уздужни профил, који су поменути аутори означили као равнотежни профил.

А. Пенк такође полази од основе поставке о регресивној ерозији, али је унеколико изменио схватање о равнотежном профилу. Према његовом схватању:



Ск. 3 - А. Пенково схватање регресивне ерозије (9, 328)

Уместо две тачке (тј. ушћа и извора П. С. Ј.) нагиб се тако регулише тако да се при довољно дугом деловању (уколико не настане значајно смањење протицаја), не може одржати ни на једној низводној тачки нагиб нижа иједној узводној. Сем тога постигнути нагиб се не може одржати се он од места до места не мења скоковито него постепено, тако да свака нагла промена мора изазвати такву у воденој маси реке као што је ерозијну или акумулативну моћи. Тако реке постижу

стално угнуту криву између извора и ушћа. која се при извору брзо, затим поступно све спорије и спорије спушта. То је нормални или равномерни пад (normale или ausgeglichene Gefälle)" (11, 320).

„У свакој реци се налази на једној страни извесна ерозија а на другој изнад ушћа се оставља шљунак који је река покретала, уколико на последњем није захваћен морским струјама и однет. Према томе се на свакој реци, која је достигла свој нормални пад може издвојити један потез изнад ушћа, на коме она акумулира, док на осталим деловима свога тока она еродира. Први потез је доњи ток, последњи горњи ток ...између њих се према условима прогицаја оба опречна потеза умеће уствари један потез у коме река повремено акумулира тако да је у крупним потезима и у целини без дејства, то је средњи ток“ (11, 321/22).

„Нормална линија пада код река не може бити нека одређена геометријска крива“ (11, 327).

„...и када се достигне нормални пад, он ниуком случају не претставља прекид деловања реке, него једну ограничену врсту деловања на одређеним потезима истог. Река тада еродира само у горњем току и акумулира у доњем току, док у средњем току је без дејства. При томе она непрестано мења своју криву падова, при чему она непрекидном ерозијом помера стрмије партије профила све више према свом почетку, тако да ту настају претрми падови, док се иначе развио минимални нагиб који допушта само пренос муља“. (11, 327).

Затим Пенк говори о снижавању стрмог нагиба при извору и помицању извора денудацијом као и помицању ушћа таложењем, па на крају каже:

„...тако да се крива са минималним падовима може означити као крајњи циљ речне делатности“ (11, 327/28).

Тако схваћена и формулисана теорија о регресивној ерозији садржи у својој основној поставци две озбиљне методолошке грешке. Прво, по тој теорији ерозија на узводним деловима уздужног профила не зависи од тамошњих услова, него од доње ерозивне базе. Тиме се тој бази придаје нека магична апсолутистичка моћ да управља ерозијом на уздужном профилу и да допушта кад и колико ће се она јавити на узводним деловима.

Према таквом схватању нужно би морао постојати изразити прегиб на оном месту уздужног профила докле је допрла регресивна ерозија. Испод тог прегива би требало да је ерозија мање више завршила свој рад; падови би били мали, а изнад профила би постојала дубока дслина. Изнад прегива или не би било ерозије или би она била незнатна; падови би мање више одражавали иницијални нагиб терена, а изнад профила или не би постојала долина или би она морала бити плитка и широка. Међутим такве појаве се по правилу не налазе у природи. Изразити прегиви на уздужним речним профилима по правилу не постоје; а ако се изузетно и јаве, они су последица сасвим посебних и независних узрока: примерни или накнадно створени тектонски отсеци, посебан геолошки састав подлоге, велика промена протицаја и сл. А што се тиче долина, оне су по правилу у доњем току плиће и шире, а у горњем дубље и уже.

Друго, по теорији о регресивној ерозији се не узимају у обзир утицаји ерозије на узводном делу на ерозију низводног

дела. А тај утицај мора постојати кад водени ток преноси материјал преко низводног дела који је донео са узводног дела, јер за тај пренос водени ток мора ангажовати један део своје снаге који би се иначе искористио за ерозију.

Што се пак тиче схватања обележја и начина постанка равнотежног профила, оно је по теорији о равнотежном профилу, као што смо видели, различито. Према схватању де ла Ное-а и де Маржери-а равнотежни профил је завршени профил. Завршени профил се по самој дефиницији не може даље мењати. Међутим по том схватању преко завршног профила се преноси еродирани и денудовани материјал са узводног дела, на коме се врши ерозија. А кад регресивна ерозија доспе до краја уздужног профила, онда треба да престане и преношење тог материјала. У том случају водена снага се ослобађа транспорта и због тога треба да врши ерозију на самом равнотежном профилу. Он се тиме мења и према томе не може претстављати завршни равнотежни профил.

Према Филипсоновом схватању регресивном ерозијом се најпре изграђује уздужни профил који је близак ерозивној терминанти као завршном равнотежном профилу. А затим се изграђује и сама терминанта такође одоздо регресивном ерозијом. И у том случају је дакле у доњем делу изграђена терминанта, док се у горњем делу још врши ерозија.

Узгред се може напоменути да Филипсон сматра да су падови ерозивне терминанте прилично високи кад претпоставља да на неком нагибу могу постојати и падови који би били мањи од падова ерозивне терминанте. Међутим падови ерозивне терминанте, одн. завршног равнотежног профила уствари треба да су и веома мали (в. ниже). Управо, они треба само да омогућују отицање воде, а за то је довољан и најмањи нагиб.

Пенк износи да се на доњем делу његовог „нормалног“ профила врши акумулација, док се у горњем делу врши ерозија. Са акумулацијом доњи део профила се мора издизати, а са издизањем се морају повећавати и његови падови. Међутим то је сасвим супротно основној тежњи ерозивног процеса: да снижава уздужни речни профил.

Према томе теорија о регресивној ерозији не обухвата све чиниоце који утичу на процес речне ерозије, а схватање о равнотежном профилу и о његовом изграђивању је по тој теорији не само различито, него је у сваком посебном случају недоследно и нереално. Због тога теорија о регресивној ерозији не приказује стваран процес речне ерозије.

Но, и поред свих тих методолошких слабости теорија о регресивној ерозији се дуго одржавала, па је многи геоморфолози чак и данас подржавају.

Теорија о зависности ерозије од терета и равнотежни профил

Теорија о зависности ерозије од терета или шаржистичка теорија, ако би је тако могли назвати, полази од основне поставке да ерозија воденог тока зависи од материјала, терета, који река прноси и да при томе она тежи да изгради такав равнотежни профил на коме треба на сваком паду да постоји уравнотежено стање између снаге воденог тока и материјала који он преноси.

Прве основне појмове о утицају терета на речну ерозију и о самој тој ерозији дао је Г. К. Гилберт 1877 год. При томе је он нарочито дефинисао појмове о терету и граничном терету у вези са брзином и протицајем воденог тока с једне и масом материјала и њиховим калибром с друге стране (1, 45).

Затим је А. Хетнер даље разрадио теорију о зависности ерозије од терета и изнео своје схватање о равнотежном профилу и о непосредној и посредној ерозији у вези с том теоријом 1910 (12), 1921 (13) и 1934 (14). То своје схватање он углавном овако приказује:

„Рад реке и то правац као и интензитет рада, зависи од односа почетне површине, преко које он приликом свога успостављања тече, према равнотежном а потом према завршном профилу реке“. „Ако тектонска површина лежи изнад равнотежног профила, реке се усецају, њихов рад је ерозија. Али врста ерозије је различита с обзиром на облик тектонске површине. Ерозија може тамо усецати, где је довољна водена снага. То је случај кад је угао нагиба површине већи него угао нагиба равнотежног профила на одређеном отсеку. У већем делу веначних планина и на брдима посталим вулканским насипањем тај услов је испуњен, ерозија због тога може свуда или на највише места *непосредно* усецати и стварати долине.

Сасвим друкчије се при томе понашају плато и таблица земљишта. Ту је почетни нагиб тектонске површине само на ивицама целих или појединих делова већи од оног на равнотежном профилу. на платоима и таблама напротив мањи. Због тога ерозија може само на ивицама одмах, ту свакако због стрмине пада, усецати са нарочитом енергијом.. Ту се може говорити о *посредној (индиректној) ерозији*“ (12, 374).

Што се пак тиче равнотежног профила, према коме се управља ерозија, њега Хетнер овако приказује:

„Облик равнотежног профила зависи од водене снаге и доношења шута“. „Равнотежни профил је достигнут кад река при датој воденој снази може управо да савлада донети шут“.

„Величина доношења шута зависи од износа распадања стена и денудације у сливу...“ „...водена снага је полложна одређеном закону. Она је састављена од водене масе и брзине“ (12, 371).

Однос равнотежног профила према ерозивној терминанти Хетнер приказује на овај начин:

„...обадва фактора од којих зависи равнотежни профил, водена снага и доношење шута, мењају се са напредовањем денудације. Протицај се уопште нешто смањује са денудацијом.. Али много је значајније смањивање висине и угла нагиба, условљено смањивање доноса шута. Стога се донос шута током времена може савлаживати са све мањом воденом снагом... могу се падови даље смањивати, сам равнотежни профил постаје све положитији, и прави *завршни профил* (ерозивна терминанта) се до-

стиже тек кад се управо не доноси никакав шут и крива постане тако положита, да је водена снага довољна још само да савлађује трење о дно“ (12, 371).

Али на другим местима Хетнер каже:

„... река ће на крају године или на крају једног периода своје корито удубљивати или издизати или чак тако оставити, као што га је претходно нашла (подвукао П. С. Ј.). У овом последњем случају може се рећи да се рад реке на том месту налази у равнотежи, да њено корито претставља равнотежни профил (12, 370).

Или

„Кад је достигнут равнотежни профил, река још једва ради у дубину, већ само бочно“ (13, 38).

Или

„Између тога (тј. између ерозије у дубину и таложења П. С. Ј.) лежи стање равнотеже при коме река нити се усеца у дубину нити издиже своје корито, али додуше може засецати или таложити са стране (14, 11).

Или:

„Када је она (тј. река П. С. Ј.) свој пад до извесне мере снизила, она у годишњем добу мањег протицаја таложити исто толико колико она у добу већег протицаја односи, дакле усецање и одношење постају једно другом једнаки, докле водени ток се налази у равнотежном стању. Тај нагиб се може означити као равнотежни профил. Зацело ерозија не долази сасвим до стања мировања, и због тога се не може равнотежни профил означити као ерозивна терминанта, као што је то првобитно учинио Филипсон“ (14, 12).

Из претходно наведених ставова се види да ерозија према Хетнеру зависи:

1) Од односа између примарног рељефа и равнотежног профила: ако су нагиби примарног рељефа већи од нагиба равнотежног профила онда се на њима непосредно јавља и делује ерозија;

2) од односа између водене снаге и денудованог материјала који река треба да пренесе: ако је снага већа него што је потребна за тај пренос постоји ерозија, ако је мања јавља се акумулација материјала, а ако је једнака јавља се равнотежа која одређује равнотежни профил.

Поводом таквог схватања ерозивног процеса, односно поводом тако формулисане теорије о зависности ерозије од терета могу се ставити ове методолошке примедбе.

Прво, теорија узима денудовани материјал као одредни фактор ерозивног процеса и посматра га независно од тог процеса. Међутим он није независан, јер се денудација уствари управља према уздужном речном профили као доњој денудационој бази. Из тога би изашло да изграђивање уздужног речног профила зависи од денудационог процеса, а да тај процес зависи од изграђивања уздужног речног профила. Та дијалектичка повезаност заиста постоји и у природи, само не онако како је постављена: да је денудациони процес руководећи фактор, већ обрнуто да је изграђивање уздужног профила тај фактор.

Друго, по шаржистичкој теорији ерозија на неком паду уздужног профила треба да зависи од локалних услова (водене

снаге) и од извршене ерозије на узводном делу (материјал), а не и од извршене ерозије на низводном делу профила. Међутим тај утицај постоји и претставља значајан фактор при изграђивању уздужног профила (в.ниже).

Што се пак тиче Хетнеровог схватања равнотежног профила, оно, као што се види из претходних навода, није довољно прецизно одређено. По том схватању равнотежни профил није завршни речни профил, ерозивна терминанта, него претставља неки претходни облик у развитку уздужног речног профила из кога тек треба да пређе у облик завршног профила. Али Хетнер исто тако каже да равнотежни профил претставља и такво стање какво је река „претходно затекла“ или да се река на равнотежном профилу „нити усеца у дубину нити пак издиже своје корито, али да може до душе засецати или таложити са стране“. Под таквим условима облик уздужног профила стварно се не мења, а када се не мења он треба да претставља и завршни облик. Очеvidна недоследност.

Болигово схватање о равнотежном профилу. — А. Болиг је у поменутом раду (1,2) нарочито обратио пажњу на појам равнотежног профила и покушао да га прецизира у смислу шаржитичке теорије. Шта више он је тиме приказао не само своје схватање о равнотежном профилу него је у вези с њим разрадио и своју теорију о изграђивању уздужних речних профила уопште. Због тога је потребно да се то његово схватање посебно размисли, да би се видело колико је оно исправно и да ли се тако схваћени равнотежни профил уопште може изградити.

Основна поставка о равнотежном профилу. — А. Болиг је овако формулисао основни став овог схватања о равнотежном профилу, на коме почива и његова теорија о процесу речне ерозије:

„Равнотежни профил изражава изванредно однос између четири (главне) променљиве: протицаја, брзине, маса материјала, њиховог калибра. Од ова четири елемента река само један може да мења директно, то је брзина, која је функција пада. Исто тако водени ток тежи да на свакој тачки успостави такав пад на коме је равнотежа између снаге (протицај — брзина) и терета (маса — калибар). Дакле крива која из тога произилази могла би очигледно показивати правилно опадање пада низ реку само ако : 1) протицај расте поступно; 2) терет по маси расте само поступно, а не пређе границу; 3) терет по калибру опада поступно. Види се да ти услови нису сем ретко остварени у природи..“

Затим А. Болиг износи:

„Стварни профил се може налазити било изнад било испод свог будућег равнотежног профила: у првом случају постоји ерозија, а у другом таложење“. (2. 48, 58).

Остали ставови, о којима ће се доцније говорити, претстављају само даље извођење из те основне поставке и њено објашњавање и допуњавање. Због тога ћемо покушати да анализом те основне поставке видимо колико је Болигово схватање о из-

грађивању равнотежног профила засновано на реалним чињеницама и могућностима. Али пре него што пређемо на ту анализу указаћемо на неке принципијелне одлике тог схватања.

Прво, Болиг, као и други шаржисти, сматра да изграђивање уздужног профила зависи само од снаге на паду и од терета који тај пад прима са узводног дела профила, а не зависи од ерозије на низводним падовима¹⁾. Према томе по његовој теорији не постоји јединство ерозивног процеса и једноставно изграђивање уздужног профила²⁾. А то претставља озбиљну методолошку грешку, о којој ће се даље говорити.

Друго, А. Болиг уопште не помиње и не узима у обзир геолошко-литолошки састав подлоге као фактор речне ерозије. Да ли је то исправни? Сматрамо да није. Геолошко-литолошки састав подлоге неоспорно утиче на речну ерозију и на терет воденог тока. Управо, подлога од отпорнијих стена се јаче одупире ерозији и даје мање материјала за терет него подлога од мекших стена. Због тога се при правилном повећању протицаја низ реку не могу остварити означени услови равнотежног профила: да падови поступно опадају низ реку и да маса материјала поступно расте низ реку, већ ће се на чврстим стенама стварати мање материјала и падови ће бити релативно већи него на мекшој подлози. Према томе геолошко-литолошки састав подлоге се не може елиминисати из процеса речне ерозије; чак и по теорији о равнотежном профилу требало би да он претставља битни фактор речне ерозије.

После тих принципијелних напомена, пређимо на конкретну анализу Болиговог схватања.

Приликом изношења обележја равнотежног профила А. Болиг није остао потпуно доследан. Он износи најпре да облик „криве“ произилази из равнотежног односа снага-терет; затим да је тај облик у корелацији само са протицајем и са масом и калибром материјала, док је брзина изостављена; а у накнадним

1) То потврђује и сам Болиг кад на другом месту изричито каже: „Дакле код регулисаног профила треба разликовати његов *положај у висини* — тачније положај његове крајње тачке, која је одређена нивоом базе, и његов *облик*, који је одређен падом на свакој тачци а који *зависи од протицаја и терета*, који долазе са узводног дела а *никако од онога што се дођа на низводном делу*“ (3, 75).

2) Болиг истина на другим местима каже: „Из тога излази да су сви делови равнотежног профила *солидарни*: свака узводна промена одзвања низводно и *реципрочо*“ (3, 114); или „...Г. Биро с разлогом *напомиње* да су све тачке воденог тока солидарне, да оно *што се дешава на некој тачци воденог тока не зависи од услова на тој тачци него још и од онога што се догађа низводно*“ (2, 73). Међутим то се не слаже не само са Болиговом претходном изјавом него и са његовом основном поставком равнотежног профила. Јер при успостављању претпостављене равнотеже између снаге и терета треба брзина односно пад да се прилагођавају протицају и маси и калибру материјала, а они *долазе са узводног дела профила, а не са низводног*.

допунама и објашњењима износи да је облик равнотежног профила одређен само калибром терета. Наиме, Болиг каже:

„Дакле кад се каже да ток тежи да узме (sic) свој максимални терет у неком покретљивом кориту, треба разумети: *ако је калибар материјала дат (sic) у кориту*. И у дефинитиви тај калибар са подобношћу реке управо и одређује минимални пад на свакој тачци“ (2, 56).

Та недоследност у приказивању обележја равнотежног профила није случајна. Она проистиче из саме основне поставке о равнотежном профилу. Наиме брзина је изостављена свакојако због тога што је обухваћена падом. Изостављање протицаја и масе материјала долази вероватно отуда што њихово паралелно повећање низ реку не намеће потребу да се падови равнотежног профила низводно смањују; јер и на потпуно једнаким падовима већи протицај може преносити већу масу материјала, ако он долази са стране. Остао је калибар. Смањивање калибра материјала заиста омогућује да се он при одређеном протицају преноси са мањом брзином, односно преко мањих падова. Из тога је Болиг закључио да низводно смањење падова на равнотежном профилу треба да буде последице смањивања калибра низ реку. Да ли је то довољно? То се може проверити и утврдити једино детаљнијом анализом конкретних услова.

Посматрајмо тога ради два суседна пада на претпостављеном равнотежном профилу. Горњи пад преноси материјал са узводних падова и денудовани материјал који непосредно прима, и при томе његова снага (протицај, брзина) треба да је у равнотежи са тим теретом. Горњи пад предаје доњем паду поред тога терета и свој протицај да га он даље преноси. За пренос тог терета потербно је да доњи пад буде барем исто толико велики као и горњи. Дакле по том основу он не може бити мањи.

Затим доњи пад прима денудовани материјал који доспева у речно корито непосредним спирањем. За пренос тог материјала он располаже количином воде која долази са спирањем. Али та количина није довољна за пренос тог материјала и на паду, јер га је она при спирању преносила преко јаче нагнутих страна него што је пад на уздужном профилу. А то значи да се јавио извештан вишак материјала на доњем паду. Тај вишак се још више повећава са материјалом који непосредно пада у речно корито са његових обала. По том основу доњи пад не би могао бити мањи, већ би морао бити већи.

Водени ток прима на том сектору и воду из издани. Однос између количине те изданске воде и вишка материјала није у неком узајамном односу. Но, чак и да се претпостави да вода из издани одговара вишку материјала донетог спирањем и оног који је непосредно пао са стране речног корита, то не би био основ да низводни пад равнотежног профила буде мањи.

Остаје да се види да ли доњи пад равнотежног профила треба да се смањује услед смањења калибра материјала, као што износи Болиг. Калибар се, као што је познато може смањити на

два начина. Прво, пребирањем материјала, тј. водени ток на доњем паду „узима“ и односи од примљеног материјала само ситнији, а крупнији оставља, као што претпоставља, како ми изгледа, и Болиг (2, 56). Али то не решава постављени проблем, јер садржи у себи очиту противречност са основном поставком. На име, остављање крупнијег материјала на доњем паду изазвало би његово повећање, а он по тој поставци треба да је мањи.

Други начин смањивања калибра дошао би од уситњавања материјала приликом кретања на самом паду. Оно неоспорно постоји и оно би једино могло да оправда смањеност доњег пада на равнотежном профилу. Али могућност смањивања калибра на самом паду је веома ограничена, па се намеће питање: да ли је она довољна да изазове смањивање доњег пада на равнотежном профилу? На то питање би се могло одговорити кад би се могло утврдити колико се може смањити калибар на кратком отстојању једног пада, колико треба да се смањи снага у вези са тим смањењем калибра и да ли то смањење снаге одговара смањењу пада. То се веома тешко може утврдити: а према слободној оцени изгледа нам да су те вредности толико мале да оне саме не могу оправдати смањење доњег пада.

Много је важније друго питање које се односи на равнотежу између снаге и терета. Наиме, Болиг сматра да „водени ток тежи да на свакој тачци успостави такав пад на коме је равнотежа између снаге (протицај-брзина) и терета (маса-калибар)“, тј. равнотежни профил чије карактеристике даје и за који каже да је ретко у природи остварен.

Равнотежа је стање мировања неког тела изазвано силама које се потиру. Према томе равнотежа између снаге и терета код воденог тока треба да претставља такво стање воденог тока при коме се снага и терет потиру, тј. тако да водени ток може имати само толико снаге, колико је потребно да преноси терет. При таквом стању не би могло бити ни ерозије ни акумулације у речном кориту и равнотежни профил би морао бити у стању мировања, тј. не би се могао мењати.

Да ли се уопште може остварити равнотежа између снаге и терета на свакој тачци воденог тока, како то претпоставља Болиг? Размотримо то питање.

За успостављање равнотеже између снаге и терета потребно је или да се снага прилагођава терету или да се терет прилагођава снази. Болиг узима прву алтернативу и сматра да се снага прилагођава терету на тај начин што се падови на уздужном профилу, а са њима и брзине, или смањују ерозијом или повећавају акумулацијом до те мере да могу само да преносе терет. То излази из саме његове поставке: „Стварни профил се може налазити било изнад било испод свог **будућег** равнотежног профила: у првом случају постоји ерозија, а у другом таложење“.

Терет према коме се прилагођава снага ствара се уопште ерозијом и денудацијом на узводном делу профила. При чему се денудација законито управља према уздужном профилу, који претставља њену доњу базу и од чега зависи и количина њеног материјала.

Узмимо да се падови на узводном делу профила нису прилагодили своје терету и да се на њима врши ерозија. Они тај свој еродирани материјал, заједно са денудованим, предају низводним падовима да их преносе.

Претпоставимо да се при томе на неком низводном паду успоставила равнотежа између снаге и тог терета. На њему ће самим тим престати ерозија. Међутим на узводним падовима она ће се продужити са тежњом да се и на њима успостави равнотежа. У току те ерозије узводни падови се смањују, а тиме се смањује и њихова ерозивна снага и њихов еродирани материјал. Са смањивањем ерозивне снаге успорава се пак спуштање узводног дела профила, а тиме се успорава и спуштање доње денудационе базе. Услед тога слаби и денудација, а са њом се смањује и денудовани материјал. Даље, са зауствљањем ерозије на уравнотеженом паду смањује се денудација и изнад њега, а са њом и денудовани материјал. Због свега тога раније уравнотежени пад добија мањи терет и тиме се ремети његова равнотежа: снага постаје већа од терета. На њему се сада мора јавити ерозија, да би се смањило и прилагодио смањеном терету. Али са том ерозијом се јавља нов моменат. Наиме, својим смањивањем доњи под потсеца горњи и тиме га релативно повећава (в. ниже). То ће с једне стране пореметити започето смањивање горњег пада и тежњу да постигне равнотежу; а с друге стране повећаће ерозивни и денудовани материјал који предаје доњем паду. Са тим повећањем на доњем паду се може поново успоставити равнотежа; али чим се успостави, јавиће се исти случај: на њему ће престати ерозија, а на узводном паду ће се продужити. Продужена ерозија на узводном паду пореметиће пак равнотежу на низводном паду и изазваће ерозију, а она ће ометати успостављање равнотеже на узводном паду итд.

Претпоставимо и други случај, да се под изузетним околностима повећа денудација и денудовани материјал и да се тиме успостави равнотежа између снага и терета на уздужном профилу. На њему ће самим тим престати и ерозија. Али са престанком ерозије ствара се стабилна доња денудациона база, што изазива смањивање денудације и денудованог материјала. Смањени денудовани материјал смањује и ремети успостављену равнотежу. На уздужном профилу се јавља ерозија, а она, као што смо видели, не може довести до равнотежног стања.

Из претходне анализе се види да се ни под којим условима не може нормалним ерозивним процесом успоставити равнотежа између снаге и терета на целом уздужном профилу. А то је и разумљиво, **јер еродирани и денудовани материјал зависи**

од ерозије, међутим равнотежа између тог терета и снаге искључује ерозију. Штавише, пре би се могло рећи да водени ток тежи да укине ту равнотежу ако се створи на неком његовом делу, да би омогућио даљи развој ерозивног процеса. Ако се пак поменута равнотежа не може успоставити нормалним процесом, онда не може постојати ни тежња да се успостави, па према томе не може се створити ни равнотежни профил као резултат те тежње и таквог стања. **Због тога је појам о равнотежном профилу нереалан и због тога равнотежа између снаге и терета не може бити руководећи принцип за упознавање изграђивања облика уздужних речних профила и речне ерозије.**

Али ако се не може успоставити равнотежа између снаге и терета, то никако не значи да терет уопште не утиче на снагу воденог тока и да не игра никакву улогу у изграђивању уздужних речних профила и у речној ерозији. Напротив, та је улога велика, само није одлучујућа, као што се узима по шаржистичкој теорији, а нарочито по теорији о равнотежном профилу. Но, о томе ће се говорити доцније.

Овом приликом само напомињемо да терет који се ствара речном ерозијом и денудацијом — која зависи од речне ерозије — није у процесу речне ерозије независан фактор и да због тога не врши директан утицај на тај процес, већ реверзибилан.

Мобилност равнотежног профила. — Друга, исто тако значајна поставка Болигове теорије о равнотежном профилу се односи на мобилност равнотеже и самог профила. Наиме, А. Болиг износи:

„да се једном успостављен равнотежни профил одржава затим непрекидно у току једног циклуса“ (2, 50).

Напред смо видели да се равнотежни профил, како га је дефинисао Болиг, не може створити. Сада треба да видимо да ли би се он, и када би постојао, могао померати. Тиче се само принципа.

По дефиницији равнотежни профил треба да резултира из остварене равнотеже између снаге и терета на сваком његовом паду. Такав профил треба да се спушта, а за то је потребна ерозија. Међутим при таквом равнотежном стању ерозија се не може вршити. Јер би тиме она стварала нов материјал који би се додавао постојећем равнотежном терету и тиме би га повећавала. С друге стране, ерозија би смањила пад и тиме би се смањивала раније постојећа равнотежна снага. Услед тога терет би постао већи од снаге, што по дефиницији, намеће акумулацију која повећава пад. Значи, ерозија би се претворила у акумулацију, а снижавање пада у издизање. Очевидна противречност, која намеће закључак да се једном успостављена равнотежа не може сама од себе реметити.

Међутим према горе изнетој поставци равнотежни профил треба да се спушта. А. Болиг је покушао да тај проблем реши најпре схватањем да се равнотежни профил изграђује дејством

великих вода и да оне изазивају његово спуштање; али је при томе наишао на исту противречност: ако се за време великих вода врши ерозија и профил се спушта, онда се приликом њиховог опадања врши акумулација и профил се издиже. Због тога је А. Болиг у својим објашњењима и допунама (2, 60-Ас-) изгледа напустио ту мисао и изнео схватање о мобилном речном кориту, мобилној равнотежи и мобилном равнотежном профилу, помоћу којих је покушао да реши тај проблем.

По Болигу, мобилно речно корито је такво које је покривено речним наносом. Он изричито каже:

„...равнотежа је остварена — приближно, јер не може бити ригурозно — ако река или део реке тече преко континуелног дна корита од наноса који она премешта бар за време великих вода“ (2, 60).

Или:

„...равнотежа је стално остварена у фазама насипања, јер река може стално прилагођавати свој пад, било дизањем једног дела наталоженог материјала, било напуштањем сувишног дела свог терета“ (2, 61).

Затим:

„...присуство алувијалне равни где се река помера по својој вољи, нарочито ако описује меандре, је сигуран знак равнотеже“ (2, 62).

Даље писац изричито каже да је

„ефективно мобилно дно речног корита нужан и довољан услов за равнотежу“ (2, с. 60).

Мобилна равнотежа по Болигу долази отуда што су фактори који одређују равнотежу и равнотежни профил променљиви. У том погледу он изричито каже:

„Ова подела (тј. спољашње трење, унутрашње трење и пренос терета — П. С. Ј.) је битно променљива, од места до места и од момента до момента са обликом и саставом корита: и та променљивост је један од услова мобилне равнотеже“ (2, 55).

Затим:

„Ова равнотежа је нужно мобилна, као и различити фактори који је условљавају: протицај, терет, пад, облик и састав корита. При улазу у сваки део воденог тока, протицај и терет су у сваком моменту дати; остале променљиве су међузависне“ (2, 61).

Под утицајем тако променљивих фактора равнотежа се, као што је речено, не може остварити „ригурозно“, већ само „приближно“. У том погледу писац нарочито каже још и ово:

„Таква равнотежа је увек приближна, јер пре него што се успостави за неке вредности варијабилних, ове или само нека од њих се промени, те нека друга равнотежа постаје нужна. Међутим, те сталне варијације се врше с једне и с друге стране неке средње вредности“ (2, 61).

Или:

„Равнотежа се стално мења: она тиме исто толико савршено одговара локалним и моменталним условима“ (2, 61).

Мобилност равнотежног профила по Болигу произилази из саме мобилне равнотеже. Управо она долази отуда што се равнотежа остварује „приближно, јер не може бити ригурозно“ и што се јављају „сталне варијације с једне и с друге стране неке средње вредности.“

Полагано спуштање тако мобилног равнотежног профила по писцу долази због варијација профила око неке средње вредности, јер ако се те варијабилне „или само нека од њих промени постаје нужна нека друга равнотежа“. При томе Билог изричито каже још и ово:

„Стање равнотеже је дакле компатибилно са полаганим спуштањем профила: довољно је да алувијални покривач сачува своју нормалну дебљину, тј. да се становито дно спушта — одадирањем у додиру са мобилним материјалима — толико колико и површина воде“ (2, 61).

Али писац напомиње

„да присуство стена у кориту није нужно супротан знак, сем ако га оне потпуно преграђују, одређујући, барем при ниским водама, брзак и водопада“ (2, 61).

Надам се да сам из доста евазивних и делом контрадикторних објашњења указао на основну мисао водилу писца у његовом схватању мобилности равнотежног профила, која му је послужала као основа за закључак о могућности спуштања тог профила. Остаје да се види: да ли је такво схватање сагласно са основном поставком о равнотежном профилу и да ли оно решава проблем спуштања равнотежног профила?

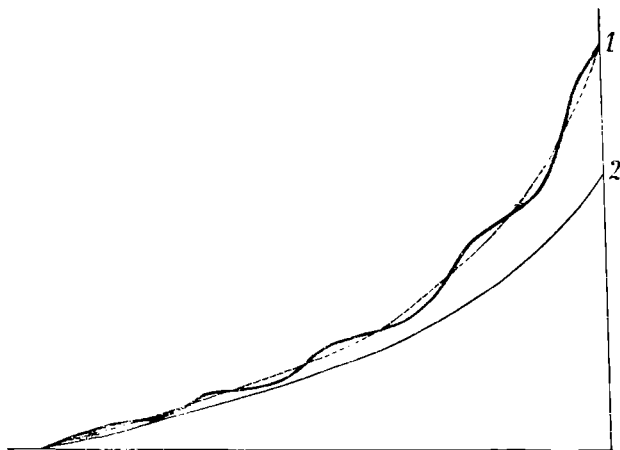
По изнетом схватању о мобилној равнотежи, један од услова за такву равнотежу је наносни покривач у речном кориту. Тај покривач, на коме треба да се формира равнотежни профил, несумњиво није дат, није примаран, већ је нужно постао претходним таложењем. Таложење је знак да је терет на профилу постао већи од снаге и да се профил издизао. Према томе за спуштање равнотежног профила неопходно је потребно таложење материјала тј. његово дизање. Очигледна противречност.

Други услов за мобилност равнотеже је променљивост чинилаца. Она може бити двојака: или да међу њима нема узајамне везе, у ком случају је променљивост независна; или да међу њима постоји узајамни утицај, у ком случају је променљивост акцидентална. У првом случају независне променљивости, равнотежни профил не би био резултанта тежње еризивног процеса да се успостави равнотежа између снаге и терета на сваком паду профила него резултанта моменталних и случајних комбинација независних променљивих. У таквом случају равнотежни профил не би био уопште законита, већ случајна појава.

У другом случају, ако су поједини фактори узајамно везани, њихова акцидентална променљивост не би могла да измени ту узајамност, већ само да показује локалне и моменталне ексцесе „око неке средње вредности“, који треба да се под узајамним утицајем самих фактора елиминишу у правцу те средње вредности, тј. у смислу његове узајамне тежње ка неком одређеном равнотежном стању. То је сасвим и разумљиво, јер ако је равнотежни профил законита појава, онда се сва таква акцидентална отступања регулишу према њему. Ако пак акциденталне појаве одређују равнотежни профил — и то не један него два и три

истовремено, при чему један још није остварен а већ се ствара други — онда равнотежни профил није законита појава него резултанта пуке случајности. У таквом случају он није реална појава, него једноставно идејна конструкција, којој је наметнут телеолошки карактер.

Међутим много је значајнија чињеница да се равнотежни профил уопште не може снижавати на основу такве мобилне равнотеже. То је немогуће из простог разлога што за снижавање профила нису довољне само акциденталне варијације појединих фактора и њихово локално дејство, маколико те варијације биле бројне и велике, него је нужно да постоји корелативна промена одредних фактора. Конкретно, за снижење равнотежног профила, па чак и када би био мобилан, потребно је да он има мање



Ск. 4. — Акциденталне варијације око мобилног равнотежног профила (1) и спуштање уздужног речног профила (2)

падове, односно мању снагу на целој својој дужини. А по теорији о равнотежном профилу он би морао имати и мањи терет, и то не повремено него стално, и не локално него на целој дужини. Даље, за снижавање профила није довољно да се његови падови само смањују него и да се узводни све више спуштају; а за то је нужна ерозија и то знатно већа у горњем него у доњем делу (ск. 4). У току те ерозије неминовно се ствара нов материјал који се додаје, постојећем већ уравнотеженом материјалу. Значи место да се терет смањује, он се повећава. Опет противречност!

Могло би се приговорити да терет не долази само од еродираниог, него и од денудованог материјала и да се тај може смањивати. Међутим и ту се јављају не једна него две противре-

чности; прво, да дедунација одређује ерозивни процес, а уствари је обрнуто; друго, да се денудациони материјал смањује у току удубљивања уздужног речног профила, а уствари је обрнуто.

Све у свему, схватање о мобилности равнотеже и равнотежног профила такође не може да реши проблем снижавања равнотежног профила, јер се стално врти у кругу противречности, из кога не може да изађе. Према томе, не само да је равнотежни профил фикција, него је и схватање о његовој мобилности и о могућности његовог снижавања, и поред свих довијања, плод чисте идеалистичке спекулације.

Бескoначност равнoтежног профила. — У вези са својом теоријом о мобилном равнотежном профилу А. Болиг има и посебно схватање о крајњем равнотежном или завршном профилу. По њему:

„Неки *реални* равнотежни профил је увек *привремен*; он није никад *дефинитиван* ни *крајњи*. Све што се може рећи је да ће се профил под претпоставком еволуције без сваког поремећаја, приближавати све *спорије* и *спорије*, некој граници, коју по дефиницији не може достићи. Та граница чисто идеална, зависи природно од снаге реке и литолошког састава слива“ (2, 57).

А на другом месту:

„Појам *крајњег равнотежног профила* је не само *нереалан*, него и *контрадикторан*. јер равнотежа постоји само кад је покретљива, а покретљивост претпоставља одношење и таложeње, дакле пренос чврстих материјала“ (2, 73).

Такво Болигово схватање о завршном профилу сасвим доследно произилази из његове основне поставке о равнотежном профилу; јер равнотежни профил је условљен равнотежном између снаге и терета, па ако нема терета онда не може бити ни завршног равнотежног профила. Даље, равнотежни профил се развија, а пошто при том развијању мора стално да има терет, онда не може имати краја.

Али сам појам о бесконачној мобилности равнотежног профила је несхватљив у физичком свету. А. Болиг истина претпоставља неку границу равнотежног профила, али такву која није прецизно дефинисана и која се „не може достићи“. А шта значи таква граница? У апстрактној математичкој анализи може постојати граница којој се нека дата вредност приближује својим милионитим, билионитим или још мањим делом. А какав је то незавршени равнотежни профил у коме би водена снага на падовима била у равнотежи са хиљадитим, па и мањим делом грама „чврстог терета“?. Очеvidно да такав незавршени равнотежни профил са таквим инфинитезималним теретом спада у голу и формалну апстракцију.

Претходна анализа је, мислим, довољно јасно показала да се равнотежни профил, како га је схватио и дефинисао А. Болиг, не може остварити, а да даља извођења показују и у теорији

и у примени несавладљиве противречности. А све то указује на извесне методолошке грешке при решавању проблема речне ерозије.

По нашем мишљењу основна методолошка грешка теорије о равнотежном профилу лежи у самом начину приложења појавама. Наиме, Болиг из самог факта да се протицај и маса терета повећавају низводно, а да се калибар материјала и падови на нормалним уздужним профилима смањују низводно, закључује без даље анализе да међу тим појавама постоји и корелативна условљеност. На основу таквог схватања појава писац је прихватио идеју да приликом изграђивања уздужних речних профила постоји и тежња да се успостави равнотежа између снаге и терета на свим падовима и да је равнотежни профил остварење те тежње. Полазећи од те основе он је затим изнео схватање о мобилној равнотежи, да би помоћу ње оправдао могућност даљег спуштања равнотежног профила, а затим и схватање да равнотежни профил има свој почетак, а нема завршетак.

Сва та схватања претстављају мање више доследну конструкцију у формално-логичком погледу, али тако исконструисана теорија је лишена своје реалне основе. Прво, због тога што сам факат да се протицај и маса материјала повећавају низводно, а калибар и пад да се смањује низводно, не доказује а priori да међу тим појавама мора постојати и нека узајамна повезаност и условљеност, јер њихова привидна сагласност може бити последица и неког другог, општијег и заједничког узрока. Тај узрок заиста постоји. То је процес речне ерозије, који се управља по другим законима (в. ниже).

Друго, на темељу равнотеже између снаге и терета не може се уопште конструисати макаква теорија о изграђивању облика уздужних речних профила, јер је претходном анализом показано да се таква равнотежа не може остварити; сем тога она је немогућа и из принципијелних разлога; јер према општим законима таква равнотежа искључује ерозију, а без ње не може бити ни терета, ни изграђивања, ни развијања уздужних речних профила.

Све у свему Болигова теорија о равнотежном профилу је остала без своје основе, и због тога је плод чисте схоластичке спекулације, а не одраз објективне стварности.

У почетку је наглашено да Болигово схватање о равнотежном профилу спада у групу тзв. шаржистичких теорија, које сматрају да је терет један од главних фактора ерозије и изграђивања уздужних речних профила. Те теорије, а с њима и Болигово схватање о равнотежном профилу уколико се односи на

њихово реално језгро, имају свој значај и своје одређено место у систему теорија које теже да реше проблем постанка и развоја облика уздужних речних профила. А то је што оне узимају да изграђивање и развој облика уздужних речних профила зависи од ерозије и денудације на узводним падовима, које дају гро терета. Међутим све те теорије имају основну методолошку грешку што не узимају у обзир утицај промена низводних падова на ерозију узводних падова (в.ниже).

ТЕОРИЈА О САГЛАСНОЈ ЕРОЗИЈИ И САОБРАЗНОМ ПРОФИЛУ.

Уздужни речни профил и његов развој неоспорно су у својој основи дело речне ерозије, јер доклегод се они развијају на њима мора постојати ерозија и обрнуто доклегод на њима постоји ерозија они се морају развијати. Чак и у изузетним случајевима, кад се на уздужним профилима врши акумулација, и изгледа да се они њоме изграђују, то је само привремено стање, припрема за даљи рад ерозије и за даљи развој профила путем ерозије. Због тога при проучавању уздужних речних профила мора се поћи од упознавања под којим условима и на који начин се врши ерозија на њима.

Као што смо (видели, све горе изнете теорије, из којих на један или други начин проистичу схватања о равнотежном профилу, одн. равнотежним профилима, или не узимају довољно у обзир ерозију, или је свде само на утицај неког фактора: доњу ерозивну базу или терет. Оне тиме праве озбиљне методолошке грешке, јер и ерозију и изграђивање уздужних профила упрошћавају. Међутим тај процес је знатно сложен, сложенији него што на први поглед изгледа. Та сложеност се може правилно схватити једино на основу продубљене диференцијалне анализе самог процеса и на основу генетске анализе самих уздужних профила.

Ја сам покушао да на тај начин приступим том проблему и да за то нађем одговарајуће методе (5, 6). Применивши те методе дошао сам до схватања о сагласној ерозији и о саобразном уздужном профилу.

Не улазећи у приказивање самих метода, јер су оне изнете у мом раду — а и даље ће се о њима говорити —, сматрам за потребно да овде изложим основне принципе на којима се заснива то схватање. То је утолико потребније што се из неких приказа мог рада, међу којима се налази и Болгиов, види да баш ти принципи нису довољно запажени и правилно схваћени.

Појам сагласне ерозије. — За правилно схватање ерозије и ерозивног рада на уздужном речном профилу уопште, потребно је да се најпре види како се ерозија врши на једном паду: од чега зависи и како се јавља. А при томе се мора поћи и од саме енергије воденог тока на паду и од начина њеног искори-

пшавана. Кинетичка енергија воденог тока на једном паду је одређена општим физичким законом $E = \frac{m v^2}{2}$, где је Е кинетичка енергија, m маса воде или протицај и v брзина којом се та маса креће.

Тако одређена кинетичка енергија на неком паду се искоришћује за вршење рада, који се диференцира: 1) на део који се искоришћује за савлађивање трења водене масе о речно корито, за савлађивање трења између самих честица и за савлађивање трења о ваздух — а то значи за омогућавање отицања саме воде; 2) на део који се искоришћује за пренос страног материјала са узводног дела профила уопште, а под тим се подразумева маса и калибар материјала који је према том делу донет денудацијом, или је на том делу створен непосредном ерозијом — одваљивањем од речног корита; 3) на део који се искоришћује за пренос материјала који је донет денудацијом према самом паду; 4) на део који се искоришћује за ерозију — тј. одваљивање материјала на самом паду; 5) на део који се искоришћује за пренос тог материјала и 6) на део који се евентуално искоришћује за убрзање тока.

Изнетим редом иде и само искоришћавање постојеће енергије. Најмања енергија је потребна за отицање и она зависи од величине и физичког стања овлаженог профила. Ако је енергија већа, онда се вишак искоришћује у првом реду за пренос страног и локалног денудованог материјала. Ако је енергија још већа, онда се тај вишак искоришћује за ерозију, односно за одадирање материјала — било непосредно самом воденом масом, било корозијом вученог материјала — и за пренос тог еродираног материјала. Ако при свем том остане још неки вишак енергије, он се искоришћује за убрзање отицања.

Што се тиче односа између ерозије и транспорта материјала, он није тако једноставан. У том погледу се може прво истаћи да у речном кориту уопште не може бити материјала без ерозије, јер, као што је напред речено, један део тог материјала се ствара непосредно ерозијом — одваљивањем од подлоге, а други део се доноси денудацијом, која зависи од удубљивања речне долине. Али с друге стране ни ерозије не може бити ако се еродирани и денудовани материјал не евакуише. Према томе у односу ерозија — транспорт ерозија је руководећи и одлучујући процес, а механизам ерозија је само модификатор тог процеса.

Сам механизам ерозивног процеса је доста сложен, јер ерозија на сваком делу уздужног речног профила зависи од више услова. Пре свега она зависи од локалних услова: од протицаја, који се по правилу повећава низводно, од пада — на већем паду она је јача а на мањем слабија — и од литолошког састава подлоге: на отпорнијим стенама она је слабија и спорија него на мање отпорним. При томе јача ерозија више спушта пад и даје више изворног материјала него слабија.

Затим ерозија на једном паду зависи од извршене ерозије на узводним падовима, која лиферује еродирани и денудовани материјал да се пренесе преко тог пада. Том материјалу се придружује и материјал који денудација непосредно предаје паду. Преношење таквог страног материјала смањује онај део локалне енергије који би се могао искористити за ерозију. При томе се може десити да је за пренос тог страног материјала потребна већа енергија него што постоји на паду. У таквом случају разуме се нема локалне ерозије, већ се један део материјала чак таложи. Затим се може десити да је енергија таман довољна за пренос страног материјала, тако да не остаје за ерозију. И на крају се може десити да је за пренос страног материјала потребна мања енергија него што постоји, у ком случају се вишак искоришћава за ерозију.

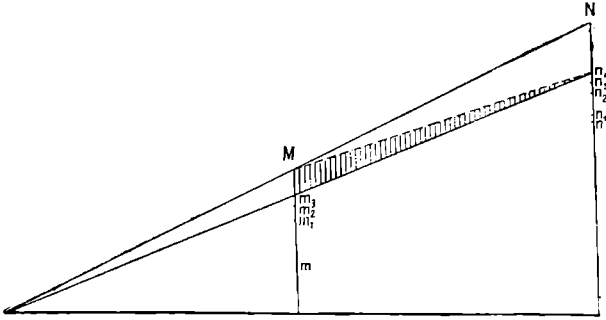
Напомињемо, да први и други случај претстављају само привремено стање, јер у првом случају, таложењем материјала пад се повећава а са њим се повећава и енергија све до момента када повећана енергија може да преноси сав страни материјал. Како се од тог момента тај страни материјал смањује (услед продужене ерозије и денудације), то се јавља вишак енергије који почиње ерозију на таквом издигнутом паду. У другом случају, који означава гранични терет и равнотежу између енергије и терета, такође се из истих узрока смањује стран материјал и јавља се вишак енергије који се искоришћује за ерозију.

Даље, ерозија на једном паду не зависи само од његове сопствене енергије, која се искоришћује за поменуте врсте рада, него и од допунске енергије, која се добија у вези са извршеним ерозивним радом на суседном низводном паду. Та енергија постаје на следећи начин. Ерозија на сваком паду изазива његово смањивање, а кад се један пад на уздужном речном профилу смањује, онда он нужно потсеца суседни узводни пад. Због тога се тај пад налази у вишем нивоу, а због тога он добија допунску енергију, која одговара висини потсецања. Тај део енергије се искоришћава у целини за допунску ерозију и за пренос допунског материјала, створеног том ерозијом. Допунска ерозија има задатак да изравна прелом између низводног и узводног пада и да узводни пад веже за ниво низводног пада, а допунски материјал се предаје низводном паду за транспорт, и он за толико умањује на њему ерозију и потсецање узводног пада.

Покушаћемо да тај механизам прикажемо и на једном примеру. Узећемо идеални случај да се ерозија врши на јединственом нагибу (ск. 5), који је састављен од исте подлоге и преко кога тече исти протицај, а то значи да је на свим његовим деловима једнака снага. Поделимо тај нагиб на два једнака дела, пада: горњи (N) и доњи пад (M). Њихова снага, односно њихова кинетичка енергија је једнака ($Nn=Mm$).

Као што је раније показано на горњем паду се та енергија искоришћује: 1. за отицање (nn_1), 2. за транспорт денудованог и еродираниог материјала са узводног дела профила ($n_1 n_2$), 3. за пренос локалног денудованог материјала ($n_2 n_3$), 4. за транспорт локалног еродираниог материјала ($n_3 n_4$) и 5. за ерозију ($n_4 N$).

На доњем паду се енергија искоришћује: 1. за отицај и за пренос свег оног материјала који је преносио и горњи пад ($mm_1 =$



Ск. 5. — Приказ сагласне ерозије на једнаким суседним падовима и под једнаким условима.

nn_4) и 2. за пренос локалног денудованог материјала према том паду ($m_1 m_2$). Остатак снаге ($m_2 M$) требало би да се искористи за локалну ерозију и за пренос тог материјала. Али се он не може за то искористити у целости, јер са ерозијом и својим снижавањем он потсеца горњи пад ($m_3 M$) и на њему изазива допунску ерозију и допунски материјал, који он мора пренети. Због тога се један део његове снаге искоришћује за пренос тог материјала, а тек остатак за ерозију и пренос локалног еродираниог материјала. Колико је то смањење ($m_2 m_3$)? Оно се може одредити на основу логичне и реалне претпоставке да се почетни јединствени нагиб под тако идеалним условима само смањује, а да при томе и даље остаје јединствен. У том случају искоришћење енергије доњег пада за пренос допунског материјала и свог еродираниог материјала треба да изнесе нешто више него што је искоришћење енергије горњег пада за пренос његовог еродираниог материјала ($m_2 m_3 > n_3 n_4$).

Из претходног приказа се види да је ерозија на доњем паду у односу на горњи пад смањена за износ транспортованог материјала који је створен на горњем паду непосредном и допунском ерозијом, а ерозија на горњем паду је повећана за износ ерозије на доњем паду.

Даље, из таквог приказа се истиче једна нарочито важна чињеница, а то је: да се смањени горњи пад под утицајем ерозије на доњем паду спушта у нижи ниво, односно у ниво смањеног доњег пада.

Отступање од напред изнетих услова повлачи за собом и отступање од једноставног механизма ерозије. Наиме, ако је снага на горњем паду релативно већа него на доњем, онда ће на горњем паду бити јача ерозија и он ће давати више материјала доњем паду за пренос, што ће смањити или онемогућити ерозију на доњем паду, или чак изазвати акумулацију и повећање. У том случају доњи пад мање утиче на горњи и при томе се горњи пад јаче а доњи слабије смањује, са тежњом да се сагласе. Обрнуто, ако је снага на доњем паду релативно већа него на горњем, на горњем паду је слабија ерозија. Он даје мање материјала за пренос доњем паду, и због тога се на овоме врши јача ерозија, а тиме и јаче потсецање и јаче повећање горњег пада. У том случају доњи пад се јаче смањује, а горњи се повећава, с тежњом да се сагласе и да се успостави регуларан однос и оствари правилно функционисање механизма ерозије и даљег развоја самих падова.

Претходна анализа, мислим, довољно је јасно показала како ерозија на неком паду уздужног речног профила не зависи само од локалних услова, нити само од извршене ерозије на узводним падовима, нити пак само од извршене ерозије на низводним падовима, већ и од локалних услова и од извршене ерозије како на узводним тако и на низводним падовима.

Сви напред изнети односи могли би се изразити овим општим обрасцем:

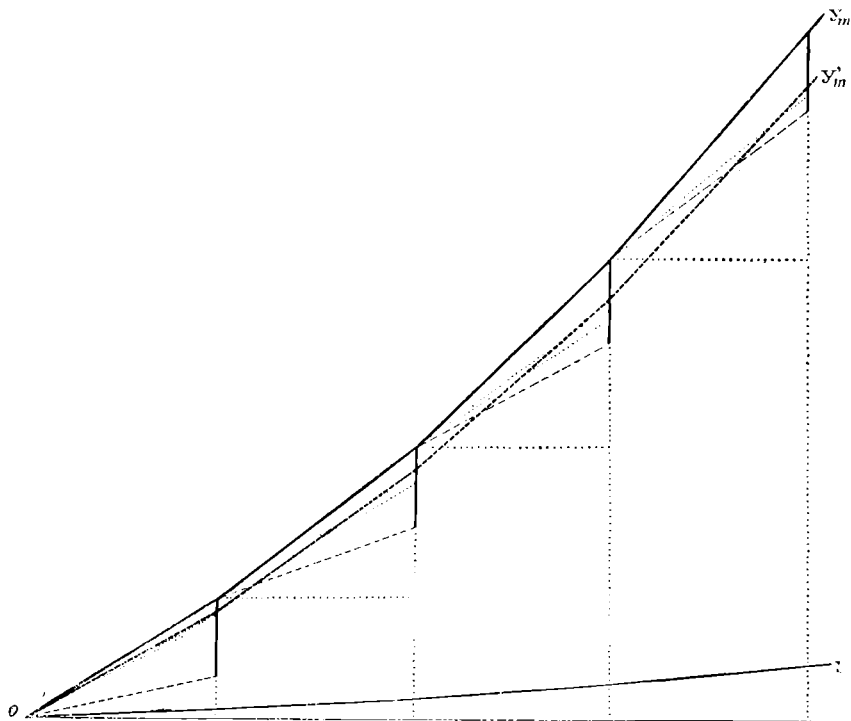
$$E_x = e_x - \sum_x^n t + \sum_0^x e;$$

где је E_x извршена ерозија на неком паду x ; e_x ерозија која би се извршила на том паду према његовој локалној ерозивној енергији без узводних и низводних утицаја; $\sum_x^n t$ енергија потребна за транспорт укупне суме страног материјала: донетог са узводних падова и локалног денудованог и еродираниог материјала; $\sum_0^x e$ сума извршене ерозије на низводним падовима.

Пад на уздужном речном профилу не може се посматрати изоловано, јер сваки пад је уствари низводни за све узводне и узводни за све низводне падове, па према томе и извршена ерозија на њему утиче са своје стране на ерозију тих падова. А то значи да се ерозија на уздужном речном профилу врши са гласно под интегралним утицајем извршене ерозије на свим падовима на ерозију неког пада, као што и извршена ерозија на њему утиче на ерозију свих осталих падова. Само се при томе утицаји узводних падова, који се изражавају у стварању материјала за транспорт, сабирају низводно, а утицаји извршене ерозије на низводним падовима, који се изра-

жавају у потсецању узводних падова и стварању њихове допунске енергије и ерозије, сабирају узводно. (ск. 6).

Саобразни профил. — Такво схватање о сагласној ерозији показује да се ерозија врши истовремено на целом уздужном



Ск. 6. — Приказ сагласне ерозије на уздужном речном профилу. U_m претходно стање, U'_m следеће стање, U_0 завршни профил.

речном профилу и да се на тај начин изграђује његов облик који претставља јединствену целину.

При посматрању изграђивања јединственог облика уздужног речног профила, намеће се потреба да се прецизирају неки појмови. Наиме, само изграђивање је један процес, односно процес речне ерозије. Тај процес има свој унутрашњи механизам, који функционише као сагласна ерозија. Али он има и своје спољашње факторе, који га у целини одређују, а то су протикај на уздужном речном профилу, постојећи рељеф и геолошко-литолошка структура тог рељефа. Они управо одређују како ће се тај процес у целини изразити. Конкретније речено, ако је протикај у неком воденом току већи него у другом, онда ће сагласна ерозија, под истим осталим условима, бити у првом већа него у другом. Ако се протикај низводно повећава, онда ће ерозија на низводним падовима бити релативно већа него код воденог

тока код кога се протицај низводно не повећава или се чак и смањује. У првом случају падови низводно опадају, у другом не опадају, а у трећем се повећавају (случај Нила). Друго ако је нагиб рељефа у целини већи, онда ће на њему, под истим осталим условима, бити јача ерозија него на рељефу са мањим нагибима. Треће, ако је рељеф састављен од отпорнијих стена, онда ће на њему ерозија бити слабија и тај профил ће под истим осталим условима бити виши него профил у мекшим стенама. Отпорност стена се одражава и на унутрашњи механизам ерозивног процеса, на сагласну ерозију. Јер ако су на једном делу профила чвршће стене, онда ће на њима бити слабија ерозија, мање ће бити еродиранио материјала који се лиферује низводним падовима, мање ће бити потсецање узводних падова. На сектору од мање отпорних стена је сбрнуто, због тога ће на том сектору ерозија бити јача — и због мање отпорности стена и због мањег узводног терета — него на узводном сектору од отпорнијих стена. У вези с тим на првом сектору ће бити мањи, а на другом већи падови.

При посматрању сагласне ерозије речног тока на неком уздужном профилу може се на први поглед указати извесна контрадикторна појава. Управо код такве ерозије утицаји узводних падова се сабирају низводно, а то значи да се количина материјала повећава низводно и да она више ограничава ерозију на падовима доњег тока а мање на падовима горњег тока. С друге стране утицаји извршене ерозије се сабирају узводно и због тога они мање појачавају ерозију у доњем а више у горњем току. Из тога би изашло да је ерозија у доњем току слабија, а у горњем јача. Међутим падови су у доњем току по правилу мањи, а у горњем већи. Како се може објаснити та контрадикција? Она се објашњава еволуцијом уздужног речног профила. Наиме, дејством сагласне и интегралне ерозије не ствара се само један одређени облик уздужног речног профила него се изграђује уздужни речни профил уопште, при чему се његов облик стално мења и развија. При томе облик уздужног речног профила пролази кроз извесне стадијуме развитка, који се у најглавнијим потезима могу окарактерисати на следећи начин.

Први или почетни стадијум је везан за иницијални рељеф. Тај рељеф може бити различит, али он мора имати једну особину, а то је да је нагнут у неком одређеном правцу, у правцу отицања воде. У том правцу, разуме се, формира се и водени ток, а са њим и почетни уздужни профил. На том профилу се јављају разноврсни несаглашени падови: једни већи други мањи — први са знатно већом други са знатно мањом кинетичком енергијом. Задатак је ерозивног процеса да те падове регуларизује и међусобно сагласи. А то се постиже на тај начин што се на јако повећаним падовима врши интензивна ерозија и они се живо смањују. Сав еродирани материјал са тих падова се предаје мањим падовима да га пренесе. Међутим њихова енергија није

довољна за пренос тако обилног материјала и због тога се један део акумулира и тиме се они повећавају. Како у том случају падови на којима се врши акумулација не потсецају узводне падове, на којима се врши ерозија, то се први повећавају а други се слободно снижавају. С друге стране даљи низводни падови на којима се врши ерозија јако потсецају падове на којима се врши акумулација и тиме их повећавају и с доње стране. Таквим снижавањем већих и повећањем мањих падова врши се постепено њихово узајамно саглашавање. За све то време облик уздужног речног профила садржи у себи елементе иницијалног рељефа, а ерозивни процес на профилу стоји под утицајем тих елемената. Тај утицај се испољава у овоме: материјал са узводних падова не сабира се низводно, а извршена ерозија на низводним падовима се не сабира узводно, него се јављају прекиди. Због тога се јавља само ерозија саглашавања, али не интегрална ерозија. Међутим баш таквом ерозијом се, под утицајем низводног повећања протицаја, и у вези с њим повећане ерозивне енергије, низводни падови јаче смањују него узводни, а тиме и примарним нагибом почетног рељефа се објашњава поменута привидна противречност. Али том и таквом ерозијом постепено се прилази сагласној ерозији на целом уздужном речном профилу.

Други стадијум почиње од критичне тачке на којој је извршено саглашавање падова. На тој тачци се јавља битна квалитетна промена у ерозивном процесу и у развоју облика уздужног речног профила. Наиме, на тој граници је престао утицај иницијалног рељефа на ерозију, а отпочела је сагласна ерозија која зависи од протицаја, општег нагиба и литолошког састава подлоге. На тој граници су у облику уздужног профила уништени сви елементи иницијалног рељефа, а створен је уздужни профил чији су падови саглашени и према основним факторима ерозије и међу собом. Такав сагласни уздужни профил се одликује тиме што се на свим његовим падовима врши ерозија и што се са њега нормално евакуише еродирани и денудовани материјал, при чему се калибар вученог материјала смањује низ реку. Друга битна одлика тог профила је што се изнад њега већ јавља јединствена речна долина, као знак ерозије на целом профилу.

Сагласни профил се даље спушта под утицајем сагласне ерозије, задржавајући стално своју сагласност. При том спуштању његови падови се све даље смањују, са њима се смањује ерозивна енергија, а са њом се смањује и сама ерозија, као и маса и калибар вученог материјала који се ствара непосредном ерозијом. Што се пак тиче денудованог материјала, он се у првој етапи, док постоји живље удубљивање долине повећава; а затим, кад се вертикална ерозија успори, почиње и он да се све више смањује и по маси и по калибру.

Трећи стадијум настаје од критичне тачке, на којој се јавља нова квалитетна промена у ерозивном процесу. Она се одли-

кује тиме што је ерозивна енергија воденог тока толико смањена да он више не може да ствара и преноси вучени материјал, већ ствара само ситан материјал који може преносити једино у суспендованом стању. У том стадијуму смањивање падова је незнатно, а облик профила се неосетно и споро мења. При крају тог стадијума суспендовани материјал прелази у колоидни раствор, а облик профила је скоро стабилизован.

Четврти и крајњи стадијум настаје од критичне тачке на којој се јавља још једна квалитетна промена у ерозивном процесу. Наиме, падови на уздужном профилу и кинетичка енергија су толико смањени да водени ток није у стању уопште да врши макакву ерозију и није у стању да ствара и преноси чак ни колоидни материјал. Целокупна његова кинетичка енергија се од тада искоришћује само за савлађивање трења, ради отицања воде. Уздужни речни профил од тога момента се више не мења под утицајем воденог тока. Он је постао потпуно стабилан и добио је обележје стабилне равнотеже између падова и отицања воде. Тиме је сагласни уздужни профил добио обележје завршног или стварног равнотежног профила¹⁾.

Тако створени облик завршног профила зависи само од прстицаја, литолошког састава подлоге и од величине, облика и физичког састава овлаженог профила.

Облик завршног профила не може се даље мењати под утицајем нормалног прстицаја, јер би се тиме уништио и сам водени ток, као стална појава. Али он се може мењати дејством других фактора: високим водостајем, таласима изазваним ветром, струјама у воденој маси, хемијским растварањем стена у подлози, вегетацијом у речном кориту и др. Под утицајем тих страних фактора уништава се и стални водени ток и претвара се у баре, мочваре и језера са повременим отицањем за време високог водостања.

Тако створен завршни профил, који је по нашем мишљењу потпуно могућан и остварљив под изнетим природним условима, дао нам је могућност да уведемо два нова појма, који су од великог значаја за боље схватање процеса речне ерозије и еволуције облика уздужног речног профила. Први појам се односи на потенцијалну ерозивну енергију пада и профила а други на саобразни профил. Под потенцијалном ерозивном енергијом пада подразумева се сума ерозије која на неком паду треба да се изврши да би он доспео до завршног пада, на коме престаје ерозивни рад. Она се одређује разликом између висине нагиба стварног пада и висине нагиба завршног пада, или индексом, тј. односом висине нагиба стварног пада према

¹⁾ У ранијем раду (4, 5) ја сам тај профил попут неких ранијих аутора назвао равнотежним профилем. Међутим он се често идентификује са Болиговим „равнотежним профилем“ и тиме се ствара забуна. Да би се то избегло ја ћу га убудуће називати *завршни профил*.

висини нагиба одговарајућег пада на завршном профилу. Потенцијална ерозивна енергија уздужног речног профила претставља суму ерозије која треба да се изврши да би профил у целини доспео до завршног профила. Он се одређује разликом у висинама тих профила, или индексима односних висина.

Потенцијална ерозивна енергија падова и профила једино је мерило према коме се управља ерозија и ерозивни процес на уздужном речном профилу. Јер ако је на неком паду потенцијална ерозивна енергија већа него на другом, онда ће ерозија на првом бити јача а на другом слабија. Што се пак тиче потенцијалне ерозивне енергије уздужног речног профила, треба да се има на уму да свака висина на некој тачци маког уздужног речног профила претставља уствари збир висина нагиба свих његових низводних падова. Према томе и потенцијална ерозивна енергија уздужног профила одговара односу између тих висина и одговарајућих висина на завршном профилу, а у вези с тим претставља с једне стране интензитет укупне сагласне ерозије на уздужном речном профилу, а с друге стране и степен развитка уздужног речног профила.

Завршни профил нам је послужио и за даље прецизирање појма о сагласном профилу. Као што је већ речено, под сагласним профилем се подразумева такав облик уздужног речног профила чији се падови изграђују сагласном ерозијом, која у основи зависи само од протицаја, величине падова и литолошког састава подлоге профила. Уз то саглашени профил се приближава и прелази у завршни профил. Према томе тај облик треба да је саображен облику свог завршног профила. А то значи да његове висине нагиба треба да су уствари пропорционално повећане висина одговарајућих нагиба на завршном профилу, односно његови индекси висина да су једнаки. Због тога сам га назвао конформни или саобразни профил.

Према томе потенцијална ерозивна енергија падова на саобразном профилу треба да је пропорционална висинама нагиба одговарајућих падова на завршном профилу, а потенцијална ерозивна енергија самог саобразног профила треба да је пропорционална одговарајућим висинама завршног профила. Како висине завршног профила узводно расту, то и потенцијална ерозивна енергија саобразног профила треба узводно да расте, а с њом у вези да расте и сам интензитет и сам ефекат ерозије. Под таквим условима се врши ерозија на саобразном профилу и под таквим условима се он даље развија, задржавајући стално своју саобразност.

Тиме је укратко и у општим линијама изнето схватање о процесу речне ерозије и о механизму изграђивања и еволуције облика уздужног речног профила у светлости нове теорије о сагласној ерозији и саобразном профилу. Оно, разуме се, има

обележје теориског уопштавања, које се у природи не може наћи у тако чистом облику. Пре свега у природи се не може наћи равнотежни или завршни профил, јер у условима земљине геолошке историје, која се одликује живом покретљивошћу земљине коре и колебањем климе није постојала могућност да се он оствари. Исто тако нису постојали услови ни за формирање трећег стадијума уздужног речног профила, у коме би водени ток стварао само суспендовани материјал. Међутим су постојали услови за постојање несаображених уздужних профила, првог, и саображених профила, другог стадијума. Такви профили се могу непосредно констатовати, али и они само у основним својим обележјима. То долази студа што на процес речне ерозије утичу и многи други, споредни фактори, који га мање више модификују. У те факторе спадају: вртложасто кретање воде; варијације у облику и величини овлаженог профила, калибар материјала, посебна геолошка структура подлоге — где се изнад мекших налазе стпорнији слојеви или обрнуто, образовање меандара и њихово пресецање, извесно задоцњавање утицаја извршене ерозије на низводним и узводним падовима, утицај притока и др., а нарочито изразити утицај колебања протицаја водених токова.

Све те модификације су мање или више привремене и претстављају само осцилације у позитивном или негативном смислу према теориском саобразном профилу. Међутим оне се брзо (у геоморфолошком смислу) регулишу под дејством сагласне ерозије у правцу саобразног профила. Према томе теорески саобразни профил претставља одређујући или законити облик сагласне речне ерозије, која све те привремене и локалне ексцесе стално исправља у правцу свог кретања.

Ерозија у речном сливу. — Поједине теорије о речној ерозији, а нарочито теорија о равнотежном профилу, додирују и питање односа између ерозије у главној реци и ерозије у њеним притокама. Како се то питање показује у теорији о сагласној ерозији и саобразном профилу? За упознавање тог односа су од битног значаја ове чињенице. Прво, свака притока даје главној реци не само свој материјал него и свој протицај — преко којих утиче на ерозивни процес низводног тока главне реке. С друге стране, извршена ерозија на низводном делу главне реке и спуштање тог дела профила потсеца пад при ушћу притоке и тиме утиче на ерозију на њеном уздужном профилу. Према томе се свака притока у суштини понаша као узводни део профила главне реке.

Посматран на тај начин, цео хидрографски систем једне реке претставља извесно јединство, известан јединствен механизам, на коме се врши процес сагласне ерозије: свака извршена ерозија или денудација на маком делу тог система утиче на ерозију свих осталих делова, као што и извршена ерозија или денудација на тим деловима утиче на његову

ерозију. Само, у таквим узајамним односима ти утицаји могу имати различити интензитет. На пример јача ерозија на профилу главне реке јаче потсеца профил притоке, или с друге стране профил притоке је управно или инверсно положен на правац главне реке, што изазива извесне модификације у саглашавању њихових профила : у првом случају повећање падова при ушћу притоке, а у другом таложење материјала услед судара водених токова. Међутим, све те модификације не прелазе извесну границу, управо не могу да промене општи ток сагласне ерозије и опште саглашавање уздужних профила у целом хидрографском систему.

Под утицајем такве сагласне ерозије у речном систему изграђује се басен речног слива као посебан геоморфолошки облик.

Из претходног излагања даље проистиче да су ерозија и денудација у опсегу једног речног система два процеса који су међу собом чврсто везани узајамним утицајима и условљавањима. Због тога они претстављају делове једног општег, флувијално-денудационог процеса. Како у том процесу сагласна ерозија са изграђивањем саобразних профила у речном систему игра руководећу улогу, то се њиме изграђује поменути посебан облик у рељефу земљишне површине — басен речног слива. Он се развија са развојем саобразних уздужних профила у његовом хидрографском систему. А циљ је тог развоја да са изграђивањем завршних профила и он добије облик завршне флувијалне површи — пинеплена.

Поремећаји у процесу речне ерозије. — Процес сагласне ерозије и механизам изграђивања саобразног профила, је посматран под претпоставком да се не дешавају никакви поремећаји у току процеса који би долазили са стране. Међутим такви услови тешко могу постојати. Напротив, готово по правилу речна ерозија се поремети пре не што доспе до краја своје еволуције. Ти поремећаји могу доћи: од поремећаја доње ерозивне базе, или боље речено од поремећаја ушћа у вертикалном и хоризонталном правцу; од тектонских покрета на речном профилу, или у опсегу хидрографског система; од промена климе; од извршене пиратерије; од промена биљног покривача; од техничких радова итд. Све те промене изазивају у суштини поремећај оствареног саобразног профила и намећу потребу сагласној ерозији да тај поремећај отклони и да створи нов саобразни профил према новоствореним условима. Сваки од тих поремећаја претставља посебну врсту саглашавања, која се може утврдити генетском анализом уздужног речног профила, узимајући облик саобразног профила као основу за упоређење и водећи рачуна о смислу у коме ти фактори ремете облик саобразног профила.

Накнадно саглашавање се, међутим, не врши у смислу непосредне реституције бившег саобразног профила, него као према примарном рељефу. При чему однос између бившег и новог сао-

брачног профила може бити доста различит, што зависи од врсте поремећаја.

ЗАКЉУЧАК.

Изнете теорије показују да је упознавање процеса речне ерозије и изграђивања уздужних профила пролазило кроз разне етапе научног сазнавања, слично као и упознавање других комплексних појава из природе и друштва. Најпре су се те појаве посматрале непосредно; и на основу општег утиска: да уздужни речни профили имају по правилу параболичан облик, да се у њиховом доњем току не запажа ерозија, а у горњем да је жива формирала се теорија о регресивној ерозији. Према тој теорији су формулисани чак и закони процеса речне ерозије с претензијом да обухвате све појаве у вези с тим процесом. Међутим у примени се показало да се неке чињенице не слажу с том теоријом. Због тога се покушало да се та отступања објасне допунама. Али ни те допуне нису биле довољне, јер су запажена отступања и од опште основе. С једне стране је запажено да ерозија није ограничена само на један део уздужног речног профила, него се врши на свим деловима — из перспективе тих чињеница настало је схватање о непосредној ерозији. С друге стране је запажено да денудовани материјал из горњег тока ограничава ерозију на низводним падовима. Из перспективе тих чињеница су формиране шаржистичке теорије, а нарочито теорија о равнотежном профилу, која је такође претендовала да са свог становишта објасни све појаве у вези са ерозивним процесом, а нарочито појаву регуларизованог уздужног речног профила. Али се показало да и та теорија није у стању да објасни све појаве, а нарочито је занемарила посматрање самог процеса изграђивања уздужног речног профила и није узела у обзир утицај промена низводних падова на ерозију узводног дела профила. Због тога су се јавиле накнадне допуне и објашњења (мобилност равнотежног профила и др.). Међутим ни те допуне нису могле да задовоље, јер су полазиле од основних теориских поставака, а оне саме нису исправне.

Као што се види ни теорија о регресивној ерозији, ни теорија о зависности речне ерозије од терета, а нарочито теорија о равнотежном профилу, нису у стању да објасне стварни процес изграђивања облика уздужних речних профила. Свака од њих посматра тај процес једнострано и због тога не може да реши проблем у целини. Управо, свака од тих теорија обухвата само један део појаве, један део истине, али ниједна од њих не обухвата целину комплексног процеса речне ерозије. Тек теорија о сагласној ерозији и саобразном профилу обухвата, по нашем мишљењу, процес у целини, јер одбацујући раније теорије као непотпуне и нетачне, узима у неку руку њихово рационално језгро — запажене чињенице и даје им своје место у решавању комплексног проблема речне ерозије.

Из тога би се могло помислити да је теорија о сагласној ерозији и саобразном профилу изведена једноставном теориском дедукцијом из ранијих теорија. Међутим то није у ствари. Она је изведена непосредно из конкретне генетске анализе облика уздужних профила Вардара, Мораве и Тимока, као и на основу других познатих појава које су везане за процес речне ерозије (параболичност облика уздужних речних профила у областима влажне климе, проширеност речних долина у доњем току у вези са мањом потенцијалном ерозивном енергијом и мањом вертикалном ерозијом на том делу саобразног профила и др.). Но, то никако не значи да би даље проверавање те теорије у пракси било сувишно; напротив, оно је и потребно и нужно, јер је пракса једини и неприкосновени судија за сваку теорију. Само, изгледа нам да је за то проверавање најпоузданија метода генетске анализе уздужних речних профила — што, разуме се, не искључује ни друге методе и начине.

II

КРИТИЧКЕ ПРИМЕДБЕ НА СХВАТАЊЕ О САГЛАСНОЈ
ЕРОЗИЈИ И НА МЕТОДЕ ГЕНЕТСКЕ
АНАЛИЗЕ — ОСВРТ И ПРОБЛЕМИ

После појаве мог рада, у коме су изнете методе за генетску анализу облика уздужних речних профила и схватање о сагласној ерозији и о саобразном профилу, као и о ерозивном процесу у напред изнетом смислу, појавило се више приказа тог рада.

Резумирајући те приказе, уколико сам до њих могао доћи, запазио сам да је њихов став према схватањима и методама, изнетим у раду, доста различит: од указивања на њихову стварну вредност (Е. де Мартон, 4, предговор, Ф. Махачек, 13, К. Марков, 14), преко указивања на ту вредност, али са извесним резервама (М. Парде, 15, 16, Ш. Пеге, 17, 18, В. В. Левис, 19, С. Илешкић, 20) до негирања сваке вредности (А. Болиг, 2, 68-72). У тим приказима изнето је и више примедба, које се односе и на опште схватање и на методе, о којима би било корисно продискутовати, али има и погрешних интерпретација, које треба исправити. Како се те примедбе често понављају, сматрам да је боље да се о њима говори више принципијелно, према проблемима на које се односе а не појединачно према приказима. То ће унеколико допунити и претходно излагање.

ПРИМЕДБЕ НА МЕТОД ГЕНЕТСКЕ АНАЛИЗЕ.

1. Метод за упоређивање профила. — По питању метода за упоређивање облика уздужних речних профила на основу њиховог десетичног свођења, који сам предложио у свом раду, ставили су своје примедбе Ш. Пеге (17) и А. Болиг (2).

Пеги поставља ова два питања: прво.

„колико се оправдано могу упоређивати међу собом профили јако различитих дужина“ и друго.

„који би образац стварно требало употребити да се на два различита талвега нађу хомологе тачке на којима би се сматрало да ерозија делује под идентичним условима“.

Узимајући затим протицај као главни фактор еволуције профила истиче да

„тај протицај који првенствено зависи од узводног слива сваке тачке, а не од положаја тих тачака на талвегу. је апсолутни фактор, а није никакво релативни фактор“ (17, 579).

Болиг сматра да је

„метод за упоређивање профила на основу десетичног свођења геометриски и да одговарајуће тачке на два или више профила по том методу су оне које имају хомологе положаје, на пример на половини или четвртине дужине тока“.

Међутим позивајући се на Пегија, он сматра да

„ У физичком погледу одговарајуће тачке су много пре оне које се налазе на једнаком апсолутном удаљењу од извора, или боље које одговарају истој површини сливова, или још боље, истом протицају“ (2, 69).

Претходне примедбе показују да писци посматрају метод десетичног свођења уздужних речних профила са становништва дедуктивног методолошког поступка при проучавању тих профила. По том поступку се при појединачном посматрању и проучавању уздужних речних профила њихови облици објашњавају на основу већ усвојених принципа и теорија о речној ерозији. Међутим, десетично свођење уздужних речних профила нема везе са тим поступком, већ је оно саставни део индуктивног методолошког поступка.¹⁾

По том поступку појединачни уздужни профили треба тако да се посматрају и приказују да би се на основу тога могли међу собом да упоређују. Упоређивање је потребно ради тога да се утврде сличности и разлике, а с тим у вези и посебне одлике појединих профила. Тек затим, помоћу генетске анализе треба да се испита и утврди како су настале те посебне одлике;

¹⁾ По питању дедуктивног и индуктивног методолошког поступка може се напоменути да се не може рећи да један има преимућство над другим и да се један може потпуно одвојити од другог. Напротив, они се налазе у узајамном допуњавању и претстављају дијалектичко јединство. Једино се можда може указати да дедуктивни методолошки поступак претставља једну етапу сазнавања, а дедуктивни другу. Управо, дедуктивни поступак служи у првом реду за проверавање у пракси и кориговање оних принципа, теорија и закона који су постављени раније, можда индуктивним поступком. Али ако се при том проверавању накупи толико чињеница да оне пређу оквир основне поставке раније утврђених принципа, теорија и закона. онда се намеће индуктивни поступак чији је задатак да детаљнијом анализом добијених чињеница изврши ревизију самих ранијих теорија и да постави нове. Затим настаје поново проверавање тих теорија у пракси помоћу дедуктивног поступка итд. На тај начин индуктивни методолошки поступак претставља у развојном процесу сазнавања дизање тог сазнавања у извесној мери на виши ниво.

који су фактори при том деловали и колико су деловали. А тек на основу тих резултата се утврђују општи закони о изграђивању облика уздужних речних профила, а с тим у вези и закони речне ерозије уопште.

Морфографско-морфометриски метод за упоређивање облика уздужних речних профила, потребан за такво индуктивно проучавање, раније уопште није постојао, јер он за дедуктивно посматрање појединих профила није ни био потребан. Због тога је требало да се нађе.

Као што је речено, морфографско-морфометриско упоређивање уздужних речних профила треба да покаже сличности и разлике између облика и посебне одлике сваког профила, а за то је потребно да се зна који део једног профила одговара неком датом делу другог профила, и не само то него и какав је морфографски однос профила на тим деловима. То није могуће док се уздужни профили посматрају као облици изражени у апсолутним вредностима координата њихових тачака, јер се не може знати да ли разлике међу облицима дослазе услед њиховог унутрашњег склопа и односа појединих делова — који су једино значајни за облик — или услед њихових различитих димензија.

Међутим, ако се посматра само унутрашњи састав појединих облика и ако се у вези с тим саставом координате појединих тачака изразе односом према укупној дужини профила, или према једној десетини те дужине — што је исто, — онда је то могуће. Јер ако је на пример на 5.3 десетини једног профила висина n -ти део једне десетине његове дужине, а на истој десетини дужине другог профила је висина $n+x$ десетине тог профила, онда се зна да разлике у тим висинама не долазе услед различитих димензија тих профила, него услед разлике у унутрашњој композицији њихових облика, тј. услед разлике у односу између појединих њихових делова.

Начини за одређивање хомологих тачака на различитим уздужним речним профилима, које препоручује Пеги, а нарочито Болиг, не одговарају горе постављеном задатку. Прво, што би прецизно одређивање хомологих тачака било могуће само на први начин — на основу једнаког апсолутног удаљења од извора, који се с разлогом најмање препоручује, пошто мало чему служи. Друго, што је одређивање према другим начинима — који би требало да имају преимућство — практички неизводљиво. Како се на пример може на неком уздужном речном профилу одредити тачка којој припада део слива са површином рецимо тачно 75,34 км², коју има нека карактеристична тачка на другом профилу? Ја не видим тај начин. Скоро је исто тако велика тешкоћа да се одреди тачка на уздужном речном профилу која треба да има противтај неке тачке на другом профилу рецимо од 7,35 м³/сек. А за упоређивање облика уздужних речних профила није довољно да се одреди по једна хомолога тачка, него много њих.

Но, претпоставимо да су хомологе тачке чак и одређене према неком од препоручених критеријума, поставља се питање како се на основу њих може одређивати степен сличности и разлике међу облицима различитих профила? Узмимо примера ради два профила А и Б, од којих је А дуг 125 км, а Б 346 км. Претпоставимо — пошто се из напред наведених разлога не могу узети за пример конкретни случајеви — да се неки протицај на профилу А налази 13 км од ушћа, 20 м изнад нивоа ушћа и 112 км од извора, а да се исти протицај на профилу Б налази 103 км од ушћа, 206 м изнад нивоа ушћа и 243 км удаљен од извора; или друго, претпоставимо да се извесна површина слива налази на профилу А на 52 км од ушћа, 106 м изнад ушћа и 73 км удаљена од извора, а иста површина слива се налази на профилу Б на 293 км од ушћа, 722 м изнад ушћа и 54 км удаљена од извора. Какав се рационалан упоредно морфографски, а с тим у вези и морфогенетски закључак може извести о облицима тих профила из тако инкоерентних вредности? Колико ја видим, никакав даљи од једноставне констатације самих тих факата.

2. Идеални равнотежни профил¹⁾. — Највише примедба су рецензенти ставили на моје схватање идеалног равнотежног профила, на начин његове конструкције и на његово искоришћавање у генетској анализи. Како тај профил претставља полазну тачку за генетску анализу уздужних речних профила, то је потребно да се види колико су те примедбе оправдане.

Судећи пак према изнетим примедбама, изгледа ми, да рецензенти нису довољно схватили прави смисао идеалног равнотежног профила и његов значај за генетску анализу. Због тога сматрам за потребно да, пре него што пређем на разматрање самих примедба, то укратко изнесем.

Тражећи начин како би се могао одредити утицај протицаја на изграђивање облика уздужног речног профила, дошао сам на мисао да би се то могло постићи, ако би се конструисао такав идеални профил чији би облик претстављао само функцију стварног протицаја, као једине променљиве, док би сви остали фактори деловали подједнако на целом профилу и према томе би претстављали константе. Упоређењем тако конструисаног профила са реалним профилем могло би се затим на основу њихове сагласности (средњи индекс висина) утврдити колико облик реалног профила зависи од протицаја. Сва отступања од сагласности претстављала би према томе резултат утицаја других фактора.

Тражећи даље начине како да остварим ту основну замисао, дошао сам до уверења да се за то може искористити Chezú Eytelwein-ов образац за брзину, који даје односе између брзине,

¹⁾ У свом ранијем раду ја сам термин „равнотежни профил“ употребио у смислу „завршни профил“, па се у том смислу и сад употребљава.

пада и хидрауличког радијуса — који је опет са своје стране у функционалном односу са прстицајем, брзином и коефицијентом рапавости на једном паду. Према томе за конструкцију поменутог идеалног профила, по том обрасцу, било је потребно да се поред реалног протицаја одреде константне вредности: за брзину, за облик овлаженог профила и за коефицијент трења. Тражећи даље те вредности дошао сам до уверења да је најбоље да оне буду најмање могуће; из простог разлога што би све друге биле арбитрарно узете и никад не би били сигурни да ли одговарају међусобним односима. Тако је најмања вредност за брзину — $0,1$ м/сек — узета на основу познатих експеримената; најмања вредност за овлажени профил — полукружни облик — узета је на основу теориске анализе; а најмања вредност за коефицијент трења узета је из Кутеровог општег обрасца. Како су узете најмање вредности најприближније условима равнотежног профила, то сам даље сматрао да би профил, који се помоћу њих конструише, одговарао извесном идеализованом равнотежном профилу, и због тога сам га тако и назвао.

Према томе идеални равнотежни профил и равнотежни профил претстављају два различита појма и облика. Наиме, равнотежни профил, како су га поставили неки геоморфолози пре мене, што сам и ја прихватио, претставља крајњи завршни профил, који је састављен од падова на којима је сва енергија воденог тока искоришћена само за отицање воде и који би тај ток остварио ако би протицај и остали ерозивни фактори деловали за неограничено време, а при томе их не би реметили тектонски покрети.

Идеални равнотежни профил, како сам га ја поставио, претставља уствари посебан, идеализовани равнотежни профил — у претходном смислу, — који би водени ток изградио под претпоставком да на његово формирање делује само његов протицај за неограничено време, а сви остали фактори да делују под најповољнијим замишљеним условима, тј. да не делују (подразумева се поремећај нивоа доње ерозивне базе), или да делују подједнако и у најмањој мери (подразумева се брзина воде, геолошки састав, облик корита). Облик идеалног равнотежног профила, који би се изградио под таквим условима био би потпуно сагласан са утицајем протицаја (5, 44).

Према томе идеални равнотежни профил треба да послужи само као помоћни упоредни профил за диференцирање утицаја протицаја на облик уздужног профила. Као што је изнето у мом раду, то се постиже преко протицајног профила, који је потпуно сагласан са обликом идеалног равнотежног профила, па према томе претставља и тражени идеални профил, чији облик треба такође да је потпуно сагласан са утицајем протицаја.

Кад се све то има на уму, онда је очевидно да при конструкцији идеалног равнотежног профила није битно да ли узете кон-

станте потпуно одговарају стварном равнотежном профилу, већ је битно да је његов облик заиста функција реалног протицаја који постоји на одговарајућем стварном уздужном речном профилу. Јер сва отступања од усвојених констаната морају се показати у отступању стварног профила од идеалног равнотежног профила.

После те претходне напомене пређимо на разматрање постављених примедба.

У погледу начина конструкције идеалног равнотежног профила прво су стављене примедбе на усвојену доњу граничну брзину од 0,1 м/сек.

У том погледу Ш. Пеги износи: да се

„још теже може усвојити постулат који фиксира 0,1 м/сек као доњу граничну брзину ерозије транспорта. Доста водених токова почињу да талоче седименте на много већим брзинама. Због тога се само релативна посматрања пада и брзине (у функцији пространства слиза) могу прихватити за израчунавање идеалног равнотежног профила, а не минимум апсолутне вредности“ (11, 580).

М. Парде износи: да

„израчунавање координата идеалног равнотежног профила захтева познавање најмање граничне брзине која одговара протицају и падовима потребним за ту брзину“; међутим он примећује да су „најбољи хидрауличари далеко од тога да даду тачне податке у том смислу“ (9, 209).

В. В. Левис такође прави резерве у погледу константне брзине и напомиње: да

„терет за који професор Јовановић претпоставља да река носи у свом стадијуму који претходи непосредно равнотежи мора се узети негде на другом месту, а ту брзина према Хјулстрому мора бити знатно већа од оне која је потребна само за пренос“ (13, 121—122).

— У погледу доње граничне брзине речено је да је она узета према вредностима које су добијене на основу експеримената. У томе се не може сада ништа изменити; али ако нови експерименти укажу да су те вредности другчије, онда оне треба да се усвоје. Не бих се могао сложити са Пегијем да се усвојена доња гранична вредност за брзину не може прихватити, наводно због тога што „доста водених токова почињу (подвукао П.С.Ј.) да талоче седименте на много већим брзинама“, јер то не одговара условима равнотежног профила, пошто на њему не почиње талочење седимената већ је завршено. Исто тако се не бих могао сложити ни са његовим предлогом да се за израчунавање идеалног равнотежног профила упрестебе релативне вредности, јер се оне не могу одредити на основу данашњих падова и брзине, пошто данас не постоји ниједна река са равнотежним или завршним профилем.

Затим су стављене примедбе на усвојени унитарни полукружни овлажени обим при конструкцији идеалног равнотежног профила.

— Полукружни облик овлаженог обима је, као што је речено, усвојен, јер се он на основу теориског разматрања показао као најмањи. И ту се сматрам не може ништа изменити.

Даље примедбе се односе на усвајање општег Кутеровог обрасца за коефицијенат трења при конструкцији идеалног равнотежног профила.

Ш. Пеги сматра да тај образац повлачи у нумеричким применама читау гаму падова, која му изгледа неприхватљива. Затим цитира како сам ја изнео да „повећање индекса пада услед промене брзине може достићи 13.000 пута и више“ па додаје:

„верујемо да су најслабији падови на свету са отицањем од 2 см на км (средњи Нил). Горњи токови наших алпских река имају пад од 60 м на км: однос тих екстрема је још само 1:3000“ (11, 580).

М. Парде сматра да је у погледу коефицијента трења тацнији Гангијет-Кутеров или Гауклер-Штриклеров и Манингов образац (9, 209 и 10, 51).

В. В. Левис је такође резервисан у погледу употребе општег Кутеровог обрасца.

— Пегијева примедба да је Кутеров образац неприхватљив, јер се по њему пад може повећати 13.000 пута, док је однос између познатих екстремних падова само 1:3000, није ипак довољно аргументисана. Јер се цитирани мој податак односи на могуће повећање пада реалног профила изнад идеалног равнотежног пада, а не на однос између падова реалних профила. Тек ако би се утврдило да пад од 2 см на км код средњег Нила задовољава услове идеалног равнотежног пада и да је пад од 60 м на км у Алпима и највећи могући пад, могло би се тврдити да изведени општи образац за идеални равнотежни пад није исправан.

Што се тиче Пардеовог питања зашто сам усвојио тај образац а не Гнагијет-Кутеров или Гауклер-Штриклеров и Манингов образац, који су по његовом мишљењу исправнији, могао бих ово одговорити.

Као што је познато, сви емпириски обрасци за одређивање коефицијената трења дају мање-више приближне вредности. Ја сам узео Кутеров општи образац из два разлога: прво, што се ради о претпостављеним идеално правилним условима, и друго, што сам при анализи других образаца запазио да он даје правилан облик и у неку руку средњу вредност криве. Није ми био познат Гауклер-Штриклеров образац, али кад је Парде на њега већ скрећу пажњу, узео сам да га сада упоредим са Кутеровим и дошао сам до ових резултата.

Из општег Гауклер-Штриклеровог обрасца $V = K R^{2/3} I^{1/2}$ може се извести општи образац за пад и он гласи: $I = \frac{V^2}{K^2 R^{4/3}}$, а са усвојеним константним вредностима за идеални равнотежни профил ($V_0 = 0,1$, $K_0 = 42,5^1$) и $R_0 = 1,262 Q^{1/2}$ добија се општи образац за падове идеалног равнотежног профила: $10^6 I_0 = \frac{4,06}{Q^{2/3}}$

¹⁾ Са том вредношћу за коефицијенат трења добија се крива која је у приближно средњој висини криве према Кутеровом обрасцу.

Вредности за пад идеалног равнотежног профила израчунате по том обрасцу за низ протицаја од $1\text{m}^3/\text{сек}$ до $1.000\text{m}^3/\text{сек}$ налазе се у следећој табlici ($10^6 I_0$). У њу су унете и одговарајуће вредности по Кутеровом обрасцу (К), као и индекс падова према Гауклер-Штриклеровом обрасцу у односу на падове према Кутеровом обрасцу (GS/K)

| Q | | 1 | 5 | 10 | 50 | 100 | 500 | 1000 |
|-------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| G S | $10^6 I_0$ | 4,06 | 1,3685 | 0,8747 | 0,2991 | 0,1885 | 0,06445 | 0,0406 |
| K | $10^6 I_0$ | 5,1835 | 1,4770 | 0,8817 | 0,2818 | 0,1765 | 0,05262 | 0,04086 |
| G S/K | | 0,7833 | 0,9401 | 0,9921 | 1,0615 | 1,0377 | 1,0929 | 0,9936 |

Из овог прегледа се види да су падови за мале протицаје према Гауклер-Штриклеровом обрасцу нешто мањи од падова према Кутеровом обрасцу. Затим се та разлика постепено смањује; потом Гауклер-Штриклерови падови за средње протицаје постају већи; а идући према великим протицајима поново се приближују Кутеровим, с тим што за врло велике протицаје поново постају мањи. Из тога излази да се криве тих образаца секу, при чему је инкурвација криве према Гауклер-Штриклеровом обрасцу нешто мања него према Кутеровом; али су те две криве веома приближне. Због тога се може рећи да се не јавља нека сретна разлика при употреби једног или другог обрасца, сем за веома мале протицаје. Једино је нешто једноставније непосредно рачунање са Гауклер-Штриклеровим обрасцем, али ни то практично преимућство није више тако значајно, пошто је у мом раду већ дата нумеричка вредност за падове по Кутеровом обрасцу.

Парде уз то сматра да

„крајњи коефицијент трења мање зависи од локалних стена, а више од материјала донетих са узводног дела профила, који без сумње застиру цело дно корита. Под једнаким осталим условима равнотежни падови расту са димензијама преношених и наталожених материјала“ (9, 209—210).

Таква Пардеова примедба, да равнотежни падови под једнаким осталим условима расту са димензијама преношених и наталожених материјала не може се односити ни на равнотежни ни на идеални профил, како сам их ја дефинисао, јер се по тој дефиницији на тим профилима не може уопште преносити материјал, а још мање разних димензија.

Остале примедбе се односе на смисао и употребу идеалног равнотежног профила у генетској анализи, које је ставио само А. Болиг. Али он је при томе направио три фактичке грешке у приказивању самог идеалног равнотежног профила, које треба да се претходно исправе, да се тиме не би стварала забуна.

Прво, Болиг једноставно приписује моју дефиницију равнотежног профила идеалном равнотежном профилу. Међутим то су

два различита појма и два јасно деференцирана облика (в. горе), који се не могу арбитрарно замењивати.

Друго, Болиг каже како сам граничне падове за свој идеални равнотежни профил израчунавао на основу осам различитих образаца. Међутим као што је речено то израчунавање је вршено на основу само једног обрасца, који је изведен из општег *Chezú-Eutelwein*-овог обрасца за брзину и општег *Кутеровог* обрасца за коефицијенат рапавости, уз претпостављене услове. Остали образци су искоришћени само ради тога да би се на основу њихове упоредне и критичке анализе изабрао најпсвољнији.

Треће, Болиг често третира равнотежни профил и идеални равнотежни профил, како сам га ја схватио, у смислу свог равнотежног профила. Међутим то су два различита појма, који се не могу замењивати.

Што се пак тиче самих примедаба, Болиг истиче прво како су падови идеалног равнотежног профила веома мали, и како су висинске разлике између тог профила и реалних профила велике и различите, па поставља питање:

„какво може бити физичко значење тих цифара, какав се користан закључак може извући из упоређења тако неједнаких и очигледно хетерогених величина“ (2, 69).

Затим прелазећи на „методолошки аспект проблема“ Болиг износи да „ниједна природна река са покретљивим коритом“ нема полукружно корито, да ниједна природна река не може бити без наноса и да моја „идеална“ река није природна река.

Даље, Болиг каже да је идеални равнотежни профил „чисто фиктивна конструкција, без могуће против партије у физичком домену и да је због тога неупотребљив за упоређење са стварним профилем“.

Пређимо на разматрање тих примедаба.

Болиг је поставио питање: какво може бити физичко значење тако малих и различитих вредности падова идеалног равнотежног профила.

— Падови идеалног равнотежног профила су заиста мали, и сувише мали, али и поред тога постоје велике разлике међу њима. Примера ради наводимо да је за протицај од $1 \text{ m}^3/\text{сек}$ пад $10^{-6} 5,1835$; а за протицај од $500 \text{ m}^3/\text{сек}$ је $10^{-6} 0,06262$; а то значи да је први пад око 83 пута већи од другог. Дакле падови су мали, али су односи међу њима верни; и што је нарочито важно, они тим својим односима верно одражавају утицај протицаја на облик уздужног речног профила.

Друго, тако мали падови указују до које би се, теориски узето, крајње границе могли развијати уздужни речни профили под претпостављеним условима. Даље на основу тих падова можемо да створимо макар и приближан појам о равнотежном профилу, што је доста важно, јер изнад тог профила може да постоји некакав ерозиван рад. Затим, такав појам о равнотежном профилу показује да и на веома малим падовима може да постоји еро-

зија, што указује на неоснованост поставке о регресивној ерозији, по којој нема ерозије на уздужном речном профилу док не дође од доње ерозивне базе. Такав појам указује и на неоснованост Филопсонове претпоставке да на уздужном профилу може да постоји нека тачка на којој је пад профила једнак паду на ерозивној терминанти и да се на том месту налази обртна тачка од које на узводном делу профила нема ерозије. Треће, разлике између висина приближног равнотежног профила и одговарајућих уздужних профила показују потенцијалну ерозивну енергију тих профила. А с тим у вези добијамо појам о утицају рељефа на процес речне ерозије и на степен развитка сагласног профила.

Све у свему из тако малих вредности могу да се извуку доста важни закључци.

На примедбу коју је изнео Болиг да ниједна река нема полукружно корито, да ниједна природна река не може бити без наноса, да моја идеална река није природна река, одговорићу кратко: идеални равнотежни профил заиста не претставља стварни уздужни профил природне реке, јер када би то било ја га не бих назвао идеалним.

Што с пак тиче друге примедбе, да је идеални равнотежни профил „чисто фиктивна конструкција, без могуће против партије у физичком домену и да је због тога неупотребљив за употређивање са стварним профилем“ може се напоменути следеће.

— Идеални равнотежни профил није „чисто фиктивна“ конструкција, него је уствари идеализовани равнотежни профил под извесним претпоставкама; он има и тачно одређене и познате вредности и због тога је конкретан; он има и „против партију у физичком домену“, а то је стваран протицај и облик који је функција тог протицаја. Због тога се он може употребити као уредни профил — а то му је и основни задатак — да би се на основу степена сагласности видело уколико је и облик одговарајућег стварног профила функција протицаја. Ја сам и у пракси показао да је он искористив за упоређење са стварним профилем. Конкретно, на изнети начин конструисао сам идеалне равнотежне профиле, а на основу њих и протицајне профиле за Вардар, Мораву и Тимок и, могу рећи, био сам изненађен великим процентом њихове сагласности. Тако сам утврдио да је уздужни профил Вардара сагласан са својим протицајним профилем, односно са својим протицајем за 85% (5, 115), уздужни профил Мораве за 88% (5, 123), а профил Тимока за 85% (5, 140). Према С. И л е ш и ћ у, који је на исти начин проучавао профил Соче, та сагласност износи код тог профила око 86% (14, 51). Не може се претпоставити да је тако висок и доста уједначен проценат сагласности нека случајност, тим пре што се ради о међусобно независним рекама. Ту мора постојати и објективни разлог. У тај разлог, поред осталог, свакако спада и оправданост претпостав-

вљених вредности које сам узео за конструкцију идеалног равнотежног профила.

3. Најефикаснији протицај за изграђивање уздужних речних профила. — Ја сам у свом раду усвојио средњи прстицај као одлучујући протицај за изграђивање облика уздужних речних профила. Не улазећи дубље у разматрање тог питања сматрао сам да тај протицај треба да регуларизује све ексцесе у ерозивном процесу који долазе од колебања протицаја: с једне стране појачану ерозију и транспорт материјала за време високог водостања, с друге стране таложење материјала за време ниског водостања, или како Парде исправније каже за време опадања поводња.

Међутим, Парде сматра да је погрешно што сам усвојио средњи прстицај, јер по његовом схватању

„најефикаснији протицај за изграђивање уздужног речног профила треба да је уопште изнад средњег протицаја. А како се он може одређивати а priori? Према случају, то је протицај малог, средњег или високог поводња, укратко врло различите учестаности (или вероватноће)“ (15, 211) ¹⁾.

Слично мишљење износи и Левис кад каже:

„Опште је признато да реке мењају свој ток углавном у доба поплаве, али г. Јовановић је узео средњи годишњи водостај као индекс протицаја. Да је употребио протицај велике воде имало би се више поверења у резултате“ (19, 122).

Тиме је отворено једно питање о коме је вредно да се продикутује. На први поглед изгледа да су схватања Пардеа и Левиса исправна, јер заиста високи протицај врши најинтензивнију ерозију и транспорт материјала и по томе би требало да он одређује облик уздужног речног профила. Али с друге стране треба да се има на уму да се тако створени облик не одржава, већ се мења под утицајем других протицаја, јер сваки протицај, па и мали, изграђује облик уздужног речног профила према себи, само ако за то има расположиве енергије. Због тога сви протицаји учествују у изграђивању профила и његов облик је резултанта свих њихових утицаја. Та резултанта не зависи само од величине појединих протицаја него и од трајања њиховог дејства. Због тога се доста оправдано може рећи да најјефикаснији протицаји при изграђивању облика уздужних речних профила нису највећи протицаји него они чији је производ јачине и трајања највећи. То су управо доминантни морфогенетски протицаји.

Какав је однос тих протицаја према нормалном средњем протицају? Нема сумње да тај однос зависи од режима река и да се о њему може добити прави појам тек интерпретацијом података са разних река. Нажалост ја не располажем тим подацима, већ само извесним који се односе на југословенске реке. Због тога сам ради оријентације узео да видим шта они кажу у том погледу. При томе сам поступио на следећи начин. Узео сам у разма-

¹⁾ Парде је сличну примедбу изнео и у другом приказу (16, 52).

трање протицаја између Нормалне мале и Нормалне велике воде и распоредио сам их по јачини у скалу од 10 степени. Затим сам утврдио учестаност и трајање протицаја за сваки степен и израчунао производ између величине протицаја и трајања. При томе сам запазио да су те вредности различите, али се међу њима налази један највећи производ који са производима два суседна степена чини посебну групу. Ту групу сам издвојио и из њене укупне вредности израчунао средњи протицај. Тако израчунате вредности доминантног протицаја за неке станице на Сави, Тиси и Дунаву (21) налазе се у следећој табlici:

| Станица | Н. в. в. | Н. м. в. | Н. ср. пр. | Карактер. | Укупан | Домин. |
|----------------------|----------|----------|------------|-----------|-----------|--------|
| | | | | степени | број дана | прот. |
| Сава — Радовљица | 197 | 17 | 57 | 1, 2, 3, | 265 | 49 |
| Сава — Загреб | 1.345 | 75 | 373 | 1, 2, 3, | 264 | 294 |
| Сава — Ср. Рача | 3.360 | 236 | 1.340 | 4, 5, 6, | 115 | 1.587 |
| Сава — Ср. Митровица | 4.330 | 323 | 1.760 | 4, 5, 6, | 113 | 2.289 |
| Тиса — Сента | 2.400 | 240 | 910 | 2, 3, 4, | 160 | 840 |
| Дунав — Бездан | 4.330 | 1.075 | 2.220 | 2, 3, 4, | 175 | 2.013 |
| Дунав — Панчево | 11.500 | 2.750 | 5.800 | 2, 3, 4, | 184 | 5.337 |
| Дунав — В. Градиште | 11.950 | 2.860 | 6.075 | 2, 3, 4, | 184 | 5.792 |

Горњи подаци показују да се доминантни протицаји могу налазити на разним местима у скали протицаја и да при томе могу лежати испод или изнад нормалног средњег протицаја. Али њихова отступања од нормалног средњег протицаја су релативно мала. Свакако да због тога нисам ни запазио неке незгоде приликом искоришћавања средњег протицаја при генетској анализи Вардара, Мораве и Тимока. Међутим за генетску анализу других профила треба да се узме доминантни протицај, нарочито ако се та анализа односи на уздужне профиле река чији је режим јако колебљив.

4. Поузданост података. — Рецензенти износе да подаци о протицају који се искоришћују за генетску анализу нису поуздани и да је због тога и сама та анализа непоуздана. Тако А. Парде примећује да сам за одређивање средњег протицаја за области у којима се не врше хидрометричка посматрања препоручио то одређивање према његовој малој књизи *Fleuves et rivières* и према радовима Х. Келера и К. Фишера. Међутим он истиче да су

„те студије сада широко превазиђене новим истраживањима, која су уосталом далеко да даду врло добра решења за многе области (као за међутропске области)“ (15. 211).

У другом, познијем приказу (16, 52) Парде поново истиче да се протицај тешко одређује, али је карактеристично, да он у том приказу препоручује да се за области или секторе река, за које не постоје непосредна мерења протицаја, искоришћује како каже „географско процењивање“ које сам управо и ја препоручио у свом раду.

А. Болиг иде даље и напомиње да

„протицај интервенише у исто време као запремина и као брзина. Запремина, као што је приметио Парде, није увек добро позната; а нарочито брзина која је значајна за моделисање корита, то није средња брзина, већ више распоред ефективних брзина у близини дна, а он се тешко мери, и уосталом стално се мења, на свакој тачци тока, са водостањем“ (2, 71) ¹⁾.

—Што се тиче примедбе да су сада пронађени бољи методи за одређивање средњег протицаја, могу напоменути да начин који сам препоручио није нека догма. Наука се развија и долази до савршенијих метода и података. Разумљиво, да се о томе мора водити рачуна и у генетској анализи. Она ће се тиме само усавршавати и прошириваће круг своје примене.

Али обе примедбе су много значајније у методолошком погледу. Сумња у потпуну тачност података није довољан разлог да се а priori одбаци сваки покушај да се они искористе у научном раду; у конкретном случају да се одбаци метод генетске анализе уздужних речних профила и његово искоришћење у решавању проблема речне ерозије само зато што нисмо убеђени да су подаци о протицају потпуно тачни. По мом мишљењу то би био потпуно дефетизам у науци, који води ка агностицизму. Сматрам да је наука баш зато да се бори против непознатог и несавршеног и да у тој борби осваја позицију за позицијом. Ако у садашњем моменту и не располажемо потпуно тачним, већ само приближним подацима, боље је да и њих искористимо да бисмо добили макар и приближне појмове о суштини појава, јер су и они бољи него никакви, или произвољни. Само у таквом случају се не може тражити више него што се у датом моменту ограничених могућности може добити; а с друге стране се морамо старати да могућности побољшамо, да тачност података и наше сазнање све више и више усавршавамо. Сазнање је успон од непознатог ка приближном и од приближног ка све тачнијем и тачнијем, од несавршеног ка све савршенијем, а за то је потребан рад, упорна и истрајна борба, а не скрштене руке и празна медијација.

5. Издвојено посматрање фактора у генетској анализи. — А. Болиг замера што сам у свом методу генетске анализе посматрао деловање појединих фактора на речну ерозију издвојено и напомиње да тај метод личи на хемиску анализу (2, 71).

— Свака анализа неког комплексног процеса имплиците захтева његово рашчлањавање и подвојено посматрање деловања његових фактора. Иначе не би била анализа. Питање је

¹⁾ Болиг даље износи да се тешко мери и маса и калибар материјала, услед сталних промена; а затим наводећи Пардеа нарочито истиче да се не може израчунати који протицај и који пад су потребни за потпуни пренос граничног терета. Пошто генетска анализа не оперише са тачним подацима о терету и са равнотежом снага — терет то се та примедба не односи на њу; али се може односити баш на Балигово схватање о „равнотежном профилу“.

само какво је то посматрање. Болиг каже да оно личи на хемиску анализу. Не бих се сложио, не због тога што потцењујем ту анализу, већ што сама аналогија није исправна. Ако је ипак потребна нека аналогија — иако сматрам да аналогије ретко кад могу дати тачан појам — пре бих рекао да генетска анализа има обележје физичке, или тачније механичке анализе, која има да испита дејство неког система сила на облик, тј. правац и брзину неког кретања. Као што је познато, при тој анализи најпре се утврђује какво би то кретање било кад би деловала само једна од тих сила, затим како се оно модификује под дејством друге силе итд., и како се на крају добија стварно кретање као резултанта дејства свих тих сила.

6. Проблематичност примене метода генетске анализе у областима глацијалног рељефа. — Ш. Пеги, проучавајући уздужне профиле у хидрографском систему Диранс-Кларе није применио метод генетске анализе у целини, већ само метод морфометриско-морфографског упоређења и посебан свој метод за утврђивање утицаја литолошке структуре на облик профила, помоћу тзв. пондираних профила. Разлог за то је, како вели, што у високим планинама

„примена наилази уствари на скоро непремостиве препреке због готово доменантне улоге глацијалне ерозије. Тако би било узалудно да се упуштамо, као што је учинио Јовановић, у сву игру теориских профила који су установљени у функцији воденог отицања у крају где је то отицање наметнуло вероватно само површни отисак основном глацијалном рељефу“ (18, 90).

С. Илешкић је применио метод генетске анализе на уздужни профил реке Соче и добио је, по мом мишљењу, веома интересантне податке, јер је утврдио да је доњи ток Соче до Авче доста сагласио своје падове према завршном профилу, док горњи ток показује велика отступања услед младих тектонских покрета и глацијалне ерозије. Али је и он донекле резервисан у погледу добијених резултата због података који су великим делом добијени интерполацијом, а и због великих тектонских и климатских немира које је та област имала у току најмлађих голошких доба (20, 65, 66).

— У геморфологији постоји, и стално се одржава као отворен, стари проблем односа између облика уздужних профила које изграђују ледници и облика уздужних профила које изграђују водени токови. Штета је што аутори нису обратили пажњу на тај проблем. Изгледа ми, да се баш на основу метода генетске анализе може ништо ближе прићи његовом решавању и добити неки конкретнији подаци или наговештаји. За то би могао да послужи сагласни профил као упоредни профил и као еталон.

Судећи према подацима које је С. Илешкић добио за Сочу, јасно се потврђује позната чињеница да је узводни део профила, који је био под утицајем глацијације, знатно мање регуларизован и сагласен него низводни који није био под тим утицајем. Уз то

се узводни глацијални део налази и на осетно већој висини него доњи. Уколико то не би била последица веома младих тектонских покрета, из тог би се могло претпоставити да је интензитет глацијалне ерозије у целини био знатно слабији од интензитета флувијалне ерозије.

ПРИМЕДБЕ НА СХАТАЊЕ САГЛАСНЕ ЕРОЗИЈИ И САОБРАЗНОГ ПРОФИЛА

1. Терет као фактор речне ерозије. — М. Парде приказује утицај терета на ерозију неког пада, па затим напомиње да се

„нисам потрудио да укажем на ту очигледност“ (15, 206).¹⁾

А. Болиг, полазећи са становишта своје теорије о „равнотежном профилу“, иде још даље и износи да у набрајању фактора (које узгред речено није верно цитирао),

„нема чврстог терена који је по свему као и течни протицај битни фактор пада. Појам терета се истина јавља овде онде“ (77, 172), а на крају дела (с. 173) се чита: „укупна енергија треба да се делимично ангажује најпре за пренос еродираоног материјала на узводним падовима и на самом паду“. Али се не види схватање о равнотежи између снаге и отпора на који она наилази нарочито од стране чврстог терета“ (2, 69).

Или

„Протицај није главни фактор пада (равнотежног), не више од терета, већ однос између једног и другог: лако се констатује да поток у прерији може имати мањи пад него планинска бујица десет пута, сто пута моћнија“ (2, 71).

— У вези с тим примедбама могао бих одговорити да се у схватању о сагласној ерозији и саобразном профилу никако не занемарује терет као фактор ерозије. Напротив, њему се придаје велики значај, јер се управо цео утицај узводних падова на ерозију низводних падова своди баш на терет. То је изричито речено у мом раду (5, 77-79) — и то скоро на исти начин као што је приказао и Парде, само без употребе извесних његових термина.

Али не могу се сложити са схватањем да је терет „исто као и течни протицај битни фактор пада“, као што износи Болиг, а Дснекле и Левис. Битни фактори неког процеса уопште су они који изазивају процес и одређују његов главни ток као независно променљиве, а не и они који проистичу из самог процеса, као што је случај са теретом. А још се мање могу сложити да постоји некакав равнотежни однос између протицаја и терета. Уосталом о томе је већ доста говорено.

Изнети пример потока у прерији и планинске бујице никако не служи као противдоказ да протицаји нису у првом реду утицали на облик профила, нарочито ако би ти профили били саобразни. Напротив, он служи само као доказ, да се ти профили

¹⁾ У свом другом приказу Парде износи (16, 49) да сам указао на утицај терета, али истиче да сам га означио као разумљиву ствар“.

налазе у различитим стадијумима еволуције који зависе од примарног рељефа и трајања ерозивног процеса. Протицај је само главни агенс ерозивног процеса, а сам процес зависи и од других фактора, међу којима су и поменути. У свом раду ја сам на то нарочито обраћао пажњу: и сам појам потенцијалне ерозивне енергије, и схватање да се саобразни профил развија, и конкретни закључак да разлика у потенцијалној ерозивној енергији Вардара, Мораве и Тимока зависи од примарног рељефа и степена еволуције уздужног профила (4, 211) то јасно илуструју.

Према томе наведени пример је олако узет и само доказује, и поред устручавања да кажем, да се Болиг није потрудио да схвати барем основне поставке о сагласној ерозији и о генетској анализи.

2. Утицај геолошко-литолошког састава на облик уздужног речног профила. — У свом раду ја сам придоа доста велики значај утицају геолошко-литолошког састава подлоге на ерозивни процес и на облик завршног и саобразног профила. Парде износи да је имао уверење да тај састав не утиче на равнотежни профил и да би равнотежни профил требало да има тако регуларизоване падове да су они низводно све мањи. Али га је моје супротно мишљење „јачко импресионарило и сматра да је питање отворено“ (15, 208).

Болиг је категоричнији. Он изричито каже да на саобразном профилу, који не основано идентификује са својим равнотежним профилном (в.горе),

„пад на свакој тачци не зависи или не зависи више (подвучао П. С. Ј.) од отпорности стене на месту, већ од обилности, калибра и отпорности према абању растреситог материјала који она даје реци, не говорећи разумљиво, о свим осталим факторима који долазе у обзир, а поименице о терету (маса и калибар) који проистиче од страна и од узводног дела“ (2, 71).

— Такво схватање произилази у основи из Болигове теорије о равнотежном профилу, али, признајем, ја не могу да схватим ни овом приликом такво резонување, јер не могу да претпоставим да Болиг заиста сматра да стене у подлози корита саме од себе лиферују материјал реци. Река мора да га насилно одвали од тих стена, а онда је разумљиво да мора постојати и отпорност стена, и то различита код разних врста стена и да та отпорност мора утицати и на облик уздужног профила.

3. Утицај притока на облик уздужног профила главне реке. — М. Парде истиче да нисам узео у обзир

„исто тако значајан фактор сталног отступања од сагласног профила, а то је донос материјала од притоке, таквог да главна река треба да повећава свој пад све дотле, док не буде у стању да преноси цео терет који јој даје притока“ (15, 208).

— Тај фактор заиста нисам истакао у свом раду, већ сам га само узгредно поменуо (4, 221). Али сматрам да тај фактор и

није толико значајан, јер, као што је већ напред речено, притоке не дају главној реци само свој терет него и свој протицај. Међутим у извесним посебним случајевима тај утицај може да постоји (в.горе), а то треба да се утврди управо генетском анализом.

4. Брзина изграђивања сагласног профила. — М. Парде примећује да се изграђивање саобразног профила не врши увек „доста брзо“ како тобоже ја претпостављам — и наводи као доказ профиле хималајских река, Нила, Конга, разних притока Амазона итд.

— Напомињем да у свом раду нисам нигде истакао као да се саобразни профил изграђује „доста брзо“, већ сам само изнео да:

„У развоју иницијалног профила запажа се најпре тежња да се регуларизују сви падови сагласно одговарајућим падовима равнотежног¹⁾ профила“ (5, 175/6).

Тежња се заиста јавља од почетка, а сматрам да се она и остварује кад брже, кад спорије, у геолошком смислу, јер већина река показује већ на први поглед извесну сагласност са својим протицајем и геолошким саставом, тј. са условима који одређују и облик завршног и облик саобразног профила. Изузетци не чине правило; они треба да се објасне, а за то треба да послужи баш саобразни профил, као упоредни профил.

5. Остале напомене и примедбе. — Поред изнетих примедба општијег карактера, има неких посебних, на које скрећем пажњу.

а) М. Парде примећује да приликом излагања о еволуцији уздужног речног профила нисам узео у обзир промене протицаја у току те еволуције услед снижавања рељефа и смањења воденог талога у вези с тим снижавањем (15, 210; 16, 52).

Затим Парде износи да сам у свом одељку о општим резултатима разматрао утицај проширења слива и повећања протицаја у вези с еволуцијом уздужног речног профила на завршни профил, а нисам узео у обзир и други случај: утицај смањења слива и протицаја на завршни профил суседног воденог тока (15, 210; 16, 52).

— Обе те примедбе су оправдане; али оне имају више мање теориски значај. Међутим, за практичну генетску анализу оне су од мањег значаја, јер као што сам истакао у свом раду,

„само данашњи протицај и равнотежни (тј. завршни) профил имају одлучујући значај у проучавању уздужних речних профила, јер се под њиховим утицајем врши ерозија и моментани развој“ (5, 183).

б) Парде, као и неки други референти, не прави битну разлику између мог и Хетнеровог схватања о речној ерозији и о изграђивању облика уздужног речног профила (15, 206; 16, 49).

— Та разлика постоји, и ја сам је доста истакао и у самом раду, а још више у претходном излагању.

¹⁾ Односи се на завршни профил

в) Парде наглашава како сам својом критиком регресивне ерозије присвојио његову давнашњу идеју (9, 205; 10, 49).

— Напомињем да жалим што ми та идеја није била позната из геоморфолошке литературе, која ми је стајала на расположењу. При данашњем обиљу географске литературе увек постоји ризик да писац који третира неко опште теориско питање, а расположе ограниченом литературом, дође до неког резултата до кога је неки аутор дошао пре њега. У таквим случајевима задатак је историчара појединих наука да утврде шта коме припада по приоритету.

г) Парде сматра да би саобразни профил требало да се назове геолошки профил (15, 204; 16, 48).

— Не бих се могао с тим сложити, јер тај профил не претставља само утицај геолошког састава, него утицај и протицаја и геолошког састава, који у основи одређују и облик завршног профила и због тога сам га тако и назвао.

д) Парде сматра да би било боље да се мој термин непосредна ерозија замени термином ерозија локалног порекла (15, 205).

— Ја сам тај термин позајмио од Хетнера, који га је употребио управо за локалне услове ерозије. И један и други термин одговарају истом појму, и не бих могао рећи који је од њих адекватнији. Употреба термина је ствар конвенције и доброг познавања језика — свакако да у последњем Парде има више права.

ђ) Ш. Пеге, износећи моје схватање о изграђивању сагласног профила каже:

„тај рад „саображавање“ се врши од низводног ка узводном делу профила према класичном закону регресивне ерозије“ (17, 578).

Међутим, В. В. Левис у свом приказу примећује:

„један од важнијих горњих закључака је да се сви падови постепено сагласно смањују без узводног померања, упркос позивања на „l' érosion régressive“. Ако ја правилно схватам професора Јовановића, његову тезу подржава или обара једино тај критеријум; а ја бих се на пример устручавао да заснивам једну теорију на претпоставци да се стрми падови не померају узводно“ (19, 123).

— Тако су се јавиле две у основи противречне интерпретације мог схватања. Међутим ни једна ни друга није исправна. Као што је раније изнето, по теорији о сагласној ерозији и саобразном профилу еволуција сваког пада утиче на еволуцију свих падова на уздужном профилу како узводних, тако и низводних, исто тако као што и еволуција тих падова утиче на његову еволуцију. Из тога излази да снижавање стрмих падова мора утицати на узводне падове повећавајући их редом до извесне мере, као што и то њихово повећање мора ограничавати смањивање низводних падова.

ЗАКЉУЧАК.

Изнете примедбе показују да рецензенти нису правилно схватили многе поставке мога рада било у принципу, било у при-

мени. То је свакако дошло с једне стране отуда што се ради о новим схватањима проблема и новим методама, а с друге стране што је то изложено у обимнијој форми, при чему, можда и мојом кривицом, нису довољно истакнуте битне поставке или што сам завршни профил назвао равнотежним профилем. Сматрао сам да ће се то и без нарочитог инсистирања запазити. Сада видим да то није било исправно. То је био и један од разлога што сам се одлучио да основне поставке мог рада изложим у коцизнијој форми и да уз осврт на остале теорије истакнем њихово посебно обележје. Надам се да сам у томе успео.

Али све те примедбе нису биле бескорисне. Напротив, оне су размотриле постављене проблеме из разних аспеката, и тиме пружиле могућност за дискусију. Уз то су отвориле и нека нова питања, о којима вреди да се размисли и да се на њих дају све новији и потпунији одговори.

ЛИТЕРАТУРА

- 1) H. Baulig, La notion de profil d'équilibre — Hitoire et critique. Congrès intern. de Géogr., La Caire, 1925, T. III, pp. 51—63.
- 2) H. Baulig, Essais de Géomorphologie. Publications de la Faculté des lettres de l'Université de Strasbourg, fasc. 114, 1950.
- 3) H. Baulig, Problèmes des terrasses, Union géogr. intern., Sixième rapport de la Commission pour l'étude des terrasses pliocène et pléistocènes, Paris, 1948.
- 4) П. С. Јовановић, Уздужни речни профили — њихови облици и стварање, Београд, 1938.
- 5) P. S. Jovanović, Les profils fluviatiles en long — leurs formes et leur gènèse, Paris, 1940.
6. Dr. A. Philippson, Ein Beitrag zur Erosionstheorie, Pett. Mitt. 1886.
- 7) A. Philippson, Die Erosien des fließenden Wassers und ihr Einfluss auf die landschaftstypen, Geogr. Bausteine. H. 7, 1914.
- 8) A. Philippson, Grundzüge d. Allgemeinen Geographie, Bd. III, H. 2 1924.
- 9) Dr. A. Penck, Morphologie der Erdoberfläche, Bd. I, 1894.
- 10) A. Hettner, Die Arbeit des fließenden Wassers, Geogr. Zeitschr., 1910.
- 11) A. Hettner, Vergleichende Ländekunde, Bd. II, 1934.
- 12) A. Hettner, Die Oberflächenformen des Festlandes, 1921.
- 13) F. Machatschek, P. S. Jovanovic's Untersuchungen über die Längsprofile von Flüssen, Petermans Geogr. Mitteilungen, 89 Jahrg., 1943, pp. 102 bis 104.
- 14) K. K. Марков, Основные проблемы геоморфологии, Москва, 1948.
- 15) M. Pardé, Une méthode nouvelle pour l'analyse des profils en long fluviaux d'après P. S. Jovanović, Revue géographique du Pyrénées et du Sud-Ouest, T. XIV, 1944, pp. 202—212.
- 16) M. Pardé, Profils en long, profils d'équilibre et dynamique fluviale, Ann. de Géogr. 53—44, 1945, pp. 47—53.
- 17) Ch. — P. Péguy, Les profils en long, Rev. Géogr. Alpine 31, 1943, pp. 577—580.
- 18) Ch. — P. Péguy, Haute Durance et Ubaye, Paris—Grénoble 1947.

19) W. V. L(ewis), Les profils fluviatiles en long, leurs formes et leur g n se. By. P. S. Jovanovi , The Geographical Journal, Vol. CX, 1948, pp, 120—125.

20) Svetozar Iles i , Podol ni profil So e. Geografski vesnik, Ljubljana, XXIII.

21) Savezna uprava hidrometeorolo ke slu be FNRJ. Op ti katastar voda Jugoslavije — Dunav—Tisa—Sava, Beograd. 1952.

22) Emm. de Martonne, Traité de géographie physique. VIII  d. T. II, Paris, 1951.

Résumé

P. S. JOVANOVI 

LE PROFIL D'ÉQUILIBRE ET LE PROFIL DE CONFORMITÉ

L'auteur de cette étude expose tout d'abord les fondements de sa conception de ce qui lui parait être essentiel dans les faits et dans le problème de l'érosion fluviale en général. Il revoit ensuite les différentes vues qui ont été formulées jusqu'à maintenant sur le profil d'équilibre, aussi bien suivant la théorie de l'érosion régressive que suivant la théorie de la puissance et de la charge, — et de montrer que toutes elles présentent de graves et insurmontables lacunes quand il s'agit d'exprimer et d'expliquer le processus réel de la formation des profils fluviatiles en long et de l'érosion fluviale en général.

Enfin l'auteur développe sa propre conception de l'érosion solide et du profil de conformité, et montre quels éclaircissements elle apporte au processus de la formation et de l'évolution des profils en long de l'érosion dans le système hydrographique.

Dans la seconde partie de son travail, l'auteur examine les observations critiques qui ont été faites à son ouvrage. Les profils fluviatiles en long — leurs formes et leur g n se, montre leurs malentendus et lacunes ainsi que les nouveaux problèmes qui se posent à leur propos.

Cette étude sera publiée in extenso en français.