

Др МИЛОШ ЗЕРЕМСКИ

## УЛОГА АНТРОПОГЕНОГ ФАКТОРА У ЗАШТИТИ КЛИЗНОГ ЗЕМЉИШТА У ДОЛИНИ ВИСОЧИЦЕ

Клижењем или урвањем земљишта мења се физиогномија микрорелефа, која са собом повлачи велике штете за пољопривредне површине, насеља, саобраћајне путеве и друге привредне објекте. Због тога се човек одувек борио против ових нежељених природних појава, настојећи да бар привремено реши или ублажи њихове последице. Међутим, у извесним ретким случајевима клижење земљишта може бити и корисно нарочито ако се посматра крајњи ефекат за привреду. У том погледу најбољи пример представља недавно клижење земљишта у долини Височице, код села Завоја у пиротском крају, где је огромна маса материјала преградила долину створивши природну брану и језеро испред ње дуго 7 км (ск. 1.)

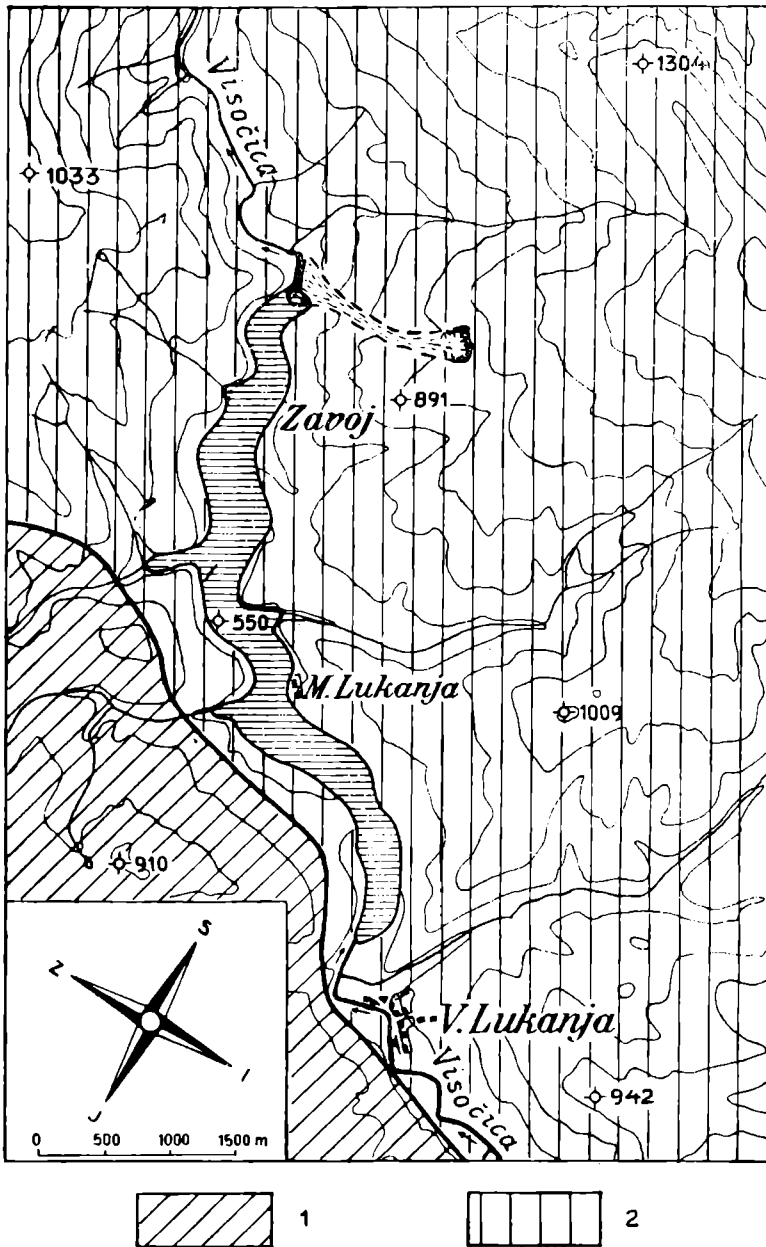
Ове промене у микрорелефу долине и слива Височице заслужују пажњу да се проуче не само са геоморфолошког (6), већ и аспекта човека, чија је првенствена улога била да се бори за заштиту бране и језера, како не би дошло до катастрофалног разарања и уништења низводних насеља и комуникација, али истовремено да се ова природна појава евентуално искористи и у привредне сврхе.

У вези с тим, значајно је приказати хронолошки развој те борбе уз примену одговарајућих метода и идеја од стране хидротехничких стручњака, њихове пропусте и успехе на овако једном грандиозном природном објекту, где је сваки минут био драгоцен у савлађивању дејства великог броја непознатих чинилаца претеће катастрофе.

### ВРЕМЕ НАСТАНКА УРВИНЕ

У другој половини фебруара 1963. године било је неколико узастопних топлијих дана који су условили отапање знатне количине снега на присојној страни Старе планине раније него других година. То копњење је нарочито обухватило ниже планинске падине, непомредно изнад деспе стране долине Височице. Оно као да је наговестило долазак раног пролећа у овај забачени, беспутан и архаичан планински регион.

Тих сунчаних дана фебруара, Височица је имала нешто мутнију воду од снежнице. Нико није слутио да ће та брза и плаховита планица-



Ск. 1. — Карта Завојског језера са горњим и доњим делом урвине (брана) и геолошким саставом непосредне околине. 1. тријаски шкриљци, пешчари и кречњаци. 2. лијаски пешчари, конгломерати, лапорци и кречњаци.

ска река ускоро престати да отиче кроз село Завој и да ће неке воде најпре угрозити, а потом за увек потопити ово насеље, остављајући становништву да тражи прибежиште у суседним насељима, или по појатама, разбацаним на обронцима долинских страна.

25. фебруара у рано јутро, почело је клижење земљишта с десне стране долине Височице, на месту званом „Извор“, 3 км низводно од Завоја (2). То место представљало је поширу, плитку, али веома питому долиницу у којој се налазило око 20 појата. Клижење је у целини захватило долиницу и било таквих размера да је већ у 8 часова, истог дана, месна канцеларија Завој известила општину Пирот о насталом процесу и несрећи. Покренута маса зимљишта (између кота 790 и 960 м), дужине око 800 и ширине 250 м, полако је силазила низ долинску страну Височице, ка њеном кориту (на 540 м), рушећи и уништавајући све испред себе. Прве количине њеног материјала (из корита) су покушале да отклоне сељаци како не би дошло до загађивања реке. Њима су сутрадан, 26. фебруара, притекли у помоћ припадници Армије, који су минама разбијали непрестано падолажење земљане масе и формирање бране. Та борба је трајала све до 16 часова поподне када је урвински процес успео да савлада немоћан напор човека. Височица је престала да отиче. Њена вода се убрзо почела да излива из корита и ујезерава. Најниже куће села Завоја, непосредно поред реке, су већ биле потопљене. Дневна штампа и радио су обавештавали јавност о катастрофи која је задесила становнике села Завој.

#### ПРВЕ АКЦИЈЕ ОПШТИНСКОГ И СРЕСКОГ ШТАБА И РЕПУБЛИЧКЕ КОМИСИЈЕ ЗА ОДБРАНУ ОД ЕЛЕМЕНТАРНИХ НЕПОГОДА

Од онога часа када је урвинска маса преградила долину Височице настао је проблем који је по својим размерама превазишао могућности решења од стране Општинског штаба у Пироту. Он се састојао у томе што је акумулирана вода у језеру носила потенцијалне опасности да, поред Завоја, чија је судбина већ била запечаћена, угрози, оштети или уништи читав низ насеља низводно од бране, у долинама Темске и Нишаве. У случају да дође до рушења бране страдала би и међународна железничка пруга Београд-Софија-Истамбул.

Због тога се Општински штаб у Пироту обраћа за помоћ најпре Среском штабу, а потом и Републичкој комисији за одбрану од елементарних непогода која шаље своје стручњаке на место несреће 3. III 1963. године (3). Истог дана је одлучено да се копа канал величине 6x3 м, у растреситом материјалу, „уз леви бок где је кота круне бране најнижа“, којим би се омогућило истицање воде из језера (4). Али пре ове одлуке постојала су подељена мишљења између неких представника Републичке комисије и Среског штаба, који су изашли на терен већ 27. II 1963. године тј. јелан дан након преграђивања тока Височице. Једни су сматрали да, с обзиром „да је клизиште тешко и велико, да нема места предузимању било каквих санационих мера“ (3). Истовремено су

предлагали да се почне са копањем канала “на левој здравој обали реке“, у нивоу ондашње површине језера.<sup>1)</sup> Други су, међутим, били мишљења да пошто “клизиште стално клизи и **јачо дуго ће клизити** (подвукао М. З.), прокопавање канала на левој обали (у здравици) не долази у обзир, јер ће се клижењем тај канал затрпати“. Даље претпостављају да „**може доћи до наглог рушења бране**“ и за то наводе као разлог просечан протицај Височице, који износи 9, а некад и 20 м<sup>3</sup>/с за период од 25 година (3).

Иако је предлог о прокопавању канала у здравици био сасвим умесан, он није одмах усвојен већ тек након 10 дана, тј. 9. III. 1963 године, када је настала измена првобитног плана. Наиме, тога дана је, после заједничког састанка Републичке комисије и Општинског штаба, одлучено да се напусти копање канала у растреситом материјалу, на **коме се радило пуних 5 дана** (од 4. до 9. марта), и приступи копању канала у здравици. Радови на њему су почели одмах и ископани материјал је бацан у претходни канал, који се налазио у непосредној близини и који је тим материјалом затрпан (ск. 2, с)

Значајно је анализирати зашто је дошло до промене плана у прокопавању канала.

Према извештају стручне комисије ова измена је настала због тога што „постоји низ повољних околности, као што су метеоролошке и хидролошке прилике, успореност процеса клижења, већи акумулациони простор језера од оног који је утврђен према карти 1:50.000; присуство извођачке организације и одговарајуће механизације на терену; све то скупа дозвољава да се мисли на очување бране и потпуну заштиту низводних насеља“ (4).

Из горњег извештаја се констатује да је првобитни план прокопавања канала у растреситом материјалу имао за циљ да се омогући истицање воде из језера на најнижој коти (око 20 м изнад дна језера), а затим да се поступним и контролисаним (?) ерозивним процесом отоке ликвидира брана. Други план, који се односи на прокопавање канала у здравици, имао је, међутим, сасвим супротну намену. Њиме се ишло на очување бране с тим, што би функцију отоке језера вршио канал у чврстој стеновитој маси, тако да би брана била потпуно заштићена од ерозивног процеса. Да ли је овај план имао све повољне околности?

С обзиром да је усвојен 10 дана након изласка првих представника Републичке комисије, то је изгубљен један веома драгоцен фактор — време, када је вршено непрестано дотицање воде и нарастање језера, а с тим у вези повећање и критичне опасности.

Фактор време се, дакле, негативно одразио на хидролошке прилике језера не само непосредно (због повећања количине воде), већ и посредно преко климатских, односно метеоролошких прилика, које су у месецу марту веома променљиве. Сваки топао сунчани или кишни дан

<sup>1)</sup> Занимљиво је да тада, 27. II 1963. уопште није било речи о прокопавању канала у растреситом материјалу.

изазивао је знатан пораст дотока Височице било услед копњења снега или површинског сливања воде од кише.

С друге стране, пак, време као фактор имало је позитивну улогу само у толико што је омогућило да се допреми неопходна механизација по иначе веома лошем, скоро безпутном терену, удаљеном 20 км од Пирота.

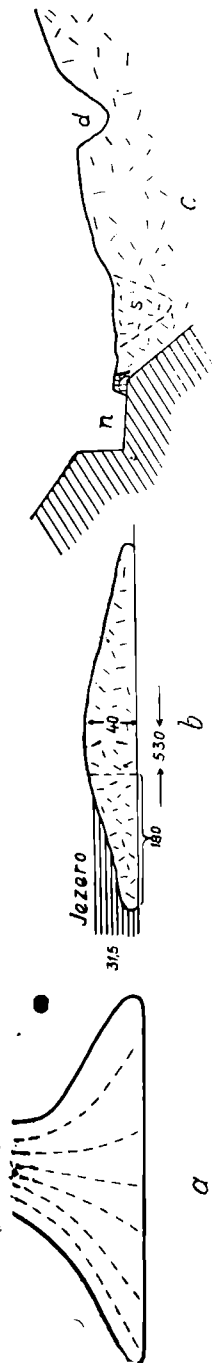
У таквом неравномерном уделу природних околности и људских могућности, прихваћена је борба за исти фактор време — да се ископа канал у компактној стеновитој маси, пре него што дође до преливања бране. Колико се у томе успело видеће се из даљег излагања.

#### МОРФОМЕТРИЈСКИ И ХИДРОМЕТРИЈСКИ ПОДАЦИ О ДОЊЕМ ДЕЛУ УРВИНЕ (БРАНИ) И ЈЕЗЕРУ

Да би се добила прегледнија слика о даљем току процеса, изнеће се карактеристични морфометријски и хидрометријски подаци о брани и језеру на дан отварања канала у чврстој стеновитој маси.

У хоризонталној пројекцији брана има облик огромне плавине која садржи 1.950.000 м<sup>3</sup> урвинског материјала (ск. 2, а). Њена максимална ширина у основи износи 530 м, а минимална релативна висина изнад уздужног профила Височице 40 м. Посматрајући је узводни крак („ножица“) потопљен под језеро на дужини од 180 м (ск. 2, в), а низводни се у облику „језика“ завршава одсеком, високим око 6 м, на коме се 9. марта запажало делимично померање урвинског материјала (фот. 1).

На уздужном профилу бране (ск. 2, с), постојала је једна депресија (d), чије је дно само 1,8 м изнад површине језера. Уз леву долинску страну ископан је први канал у растреситом материјалу (s), који је затрпан, а потом други у компактној стеновитој маси (п) од шкриљаца и пешчара (5). Дужина овог канала је износила нешто преко 100 м, ширина 5, а дубина свега 1 м. Његову десну страну представљао је зид састављен од челичних корпи (напуњених стеновитим комађем) зване „габиони“, чија је улога била да заштити брану од бочне ерозије отоке.



Ск. 2. — а, Доњи део урвине — брана у хоризонталној пројекцији; в, на попречном профилу изнад Височице; с, на уздужном профилу, између долинских страна; d, депресија; s, први канал; п, други канал.

Са вишег дела урвине на круну бране су силазила два поточића и мањи цурци. Први су отицали низводно у корито Височице, а други узводно у језеро, тако да је између њих постојало развође скоро по средини урвине. Већи поточић је имао јачину 20—30 л/с и јако мутну воду, док се мањи сливао у мање улегнуће и формирао језерце 25—30 м



Сл. 1. — Низводни крак доњег дела урвине — бране

у пречнику, из кога је вода отицала у корито Височице.

Максимална дубина језера код бране на дан отварања канала била је 31,5 м, а количина воде око 11 милиона м<sup>3</sup> (фот. 2).

#### ОТВАРАЊЕ КАНАЛА И ПОЧЕТАК ИНТЕНЗИВНЕ РЕГРЕСИВНЕ ЕРОЗИЈЕ ОТОКЕ

Када је 9. III 1963. год. одлучено да се копа канал у здравици тада се пошло с намером, како је речено, да се заштити брана а за то су послужили као основ “повољне метеоролошке прилике” које су утицале на приближно равномеран протицај Височице, код Велике Лукање (од 7—10 м<sup>3</sup>/с), и нарастање нивоа језера. Према таквом стању израчунато је да ће бити довољно 10 дана да се ископа канал дугачак 200 м, пре него што дође до преливања језера. Међутим, већ сутрадан, 10 марта, нагло је опао барометарски притисак, који је, праћен великом облачношћу, условио обилно изливање кише у нижим, и падање снега у вишим пределима Старе планине.<sup>2)</sup> То је имало за последицу да

<sup>2)</sup> Киша и снег су падали целу наредну ноћ.

је протицај Височице нагло порастао на 20—25 м<sup>3</sup>/с и задржао ту величину 3—4 дана, јер је после кише наступило и нагло отапање ново-нападаног снега током сунчаног и топлог дана какав је био 12. март.

Пораст Височице за више од 100%, изазвао је пораст водостаја у језеру, а с тим у вези и скраћење рока предвиђеног за довршење канала. Уместо за десет, канал је копан свега шест дана<sup>3)</sup> тако да се није постигла дужина од 200, већ само нешто преко 100 м. Та дужина је била недовољна и позитивно се одразила на ерозиван процес због тога што је преосталим делом од 100 м низводно од канала отока текла контактом између здравнице и меког урвинског материјала бране. Исто тако мала ширина и дубина канала (5x1 м) повољно су утицали на ерозивни процес. Ово из разлога, што је Височица испред ушћа у језеро, код Велике Лукање, пружала утисак јаке планинске реке, чијим коритом је (ширине 20 а дубине 1 м) протицала вода бујичног режима, а њу је требао да прими канал 4 пута мањег капацитета, не рачунајући и вишак воде осталих притока које су утицале у језеро.



Сл. 2. — Завојско језеро 9. марта 1963. године (5 дана пре отварања канала)

Најзад, велики пад отоке, иза излаза канала (од 12,5%), на новом несаглашеном профилу — све су то били изванредни чиниоци који су ишли на руку ерозивном процесу, а против човека. Њих су вероватно били свесни неки представници стручне Комисије, али натраг се није могло. Па ипак, оног дана када је извршено отварање канала приређена је мала свечаност којом као да се хтело да обележи да је главни проблем решен и битка над природном стихијом добијена, а у суштини она је тек почела.

<sup>3)</sup> Урачунавајући ту и 9. март, када се већ почело радити на њему.

Отварање канала је обављено 14. марта 1963. године у 13 часова. Непосредно после тога, већина радника је по налогу предузећа „Хидротехнике“ напустила радилиште и отишла за Пирот. Мобилисани сељаци из околних села су се враћали својим кућама. На брани од стручњака остао је само један инжењер са неколицином радника.

Занимљиво је било посматрати ефекат регресивне ерозије отоке на низводном крају бране — ножици, непосредно после отварања канала.

У 14 часова (један сат после отварања) каналом је отицало тек 300 л/с воде, али та количина је била толико разорна да је за 10 минута одношен по 1 м<sup>3</sup> урвинског материјала из бране, док је на несаглашеном делу профила вода преносила са растреситим земљиштем и мање стеновите блокове, уз велики шум карактеристичан за планинске бујице, и сав тај материјал таложила у корито Височице у облику плавине.

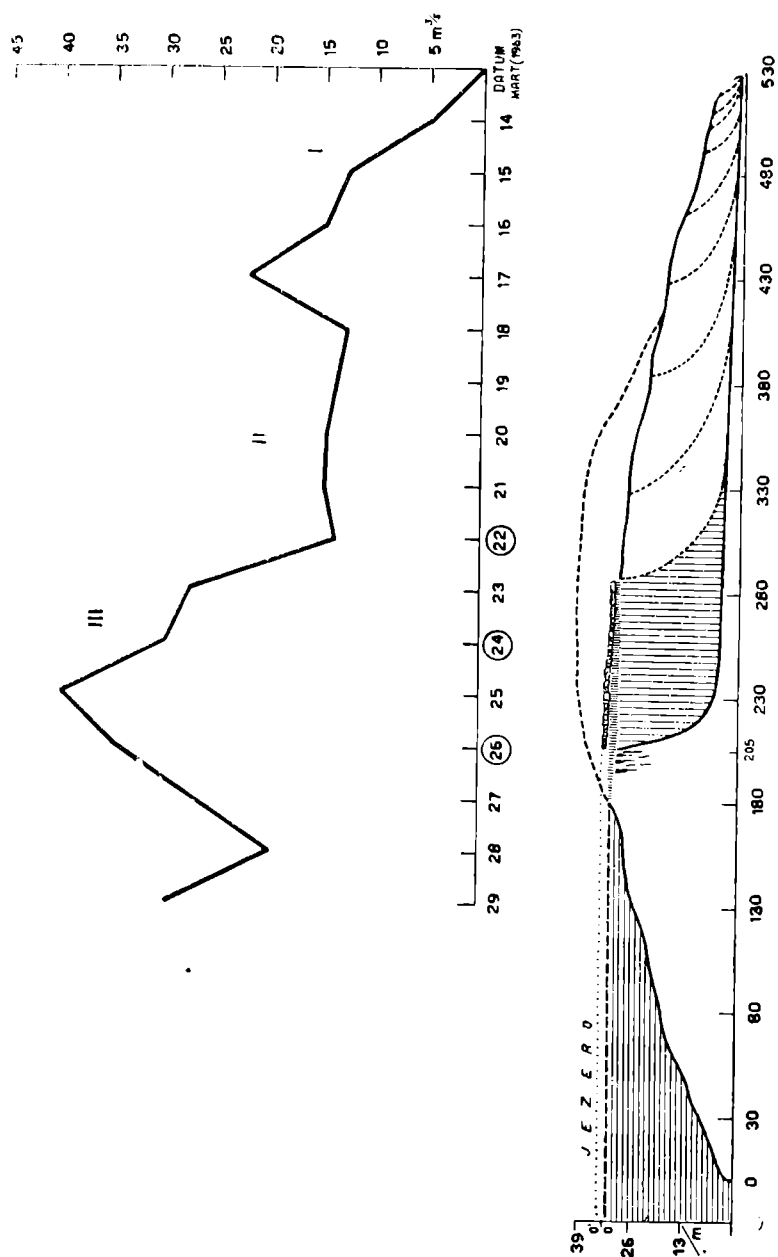
У 15 часова протицај воде у каналу је износио 1—1,5 м<sup>3</sup>/с, у 21,20 часова 5 м<sup>3</sup>/с, а у 1 час после поноћи 10 м<sup>3</sup>/с. Са постепеним порастом протицаја паралелно је растао и интензитет ерозивног процеса с тенденцијом да се сагласи профил отоке између канала и корита Височице. То саглашавање и регресивна ерозија су напредовали толиком брзином да је већ при задњем протицају од 10 м<sup>3</sup>/с, поткопан доњи крај канала, где је створен водопад од 1,5 м, а из десне стране канала, од габиона, однета једна корпа.

У 6 часова (15. III. 1963), протицај у каналу је био 12—15 м<sup>3</sup>/с и тада је однета још једна корпа габиона; у 9,50 час. јављено је да се хитно упуте 200 људи, пошто је вода почела да прелива десну страну канала, угрожавајући брану.

Даљи ток ерозивног процеса приказан је на скици 3. На њој је дат ефекат тог процеса у зависности од јачине протицаја (дијаграм горе), распоређен по датумима. Тако се уочава да је протицај у каналу имао стални пораст од 14. до 17. марта. После тога је опао за око 1/3 да би до 22. марта имао углавном поступан и благи пораст. 22. марта протицај нагло расте и за један дан достиже скоро дупло повећање (од 15 на 28 м<sup>3</sup>/с. Иза тога пораст протицаја се и даље наставља да би 25. марта достигао свој максимум од 40 м<sup>3</sup>/с.

На дијаграму се јасно издвајају три фазе протицаја до његовог максимума: прва и трећа (I, III) које показују пораст и друга (између њих II), која показује углавном његову стагнацију. Свака фаза протицаја даје одговарајуће стање ерозивног процеса на попречном профилу бране. У току прве фазе, за само 3 дана, однето је више од 100 м низводног дела бране, при чему је створена јаруга дубока 10, а широка преко 20 м. Поред тога, знатна количина воде, која је протицала кроз узан и препун канал вршила је велики притисак на његове стране, а нарочито десну од габиона, што је довело до њиховог рушења, а с тим у вези и опасности да се главни млаз отоке зарије у тело бране. Због овако настале ситуације — веома интензивне регресивне ерозије која се приближа-





Ск. 3. — Упоредно посматрање величине протицаја (дијаграм горе) са ефектом ерозивног процеса на попречном профилу бране (доле) од 14. до 26. марта

вала излазу канала и непосредне ерозије на тело бране — одлучено је да се улаз у канал привремено затвори. То је учињено због тога да би се канал продужио, проширио и продубио и са тако повећаним димензијама био у могућности да прими сву количину воде која притиче у језеро, не угрожавајући при томе брану.

Одлука о затварању улаза канала пренета је у виду поруке телефоном из Београда (од председника Републичке комисије) 17. марта (2), а њеној реализацији се пришло тек 22. марта. У међувремену је протицај нешто опао или незнатно осцилирао (II фаза), док је регресивна ерозија отоке настављена са истим интензитетом тако да је већ 19. марта, недалеко од излаза канала створен водопад висок око 25 м. 22. марта водопад је, померајући се узводно, доспео непосредно испод излаза канала подривајући габионе и остављајући за собом дубоку и широку јаругу V — облика дугу око 225 м (ск. 3). За толики износ је просечен и делом сужен низводни крак бране тако да је дошао ред на њен средишњи део — тело бране, широко свега нешто преко 100 м.

Затварање улаза канала је обављено 22. марта у 17 часова и њиме није отицала вода до 23. марта у 6,30, тј. 13,30 часова. За то време извршено је спајање постојећег са продужним каналом, а ниво воде у језеру се повећао за 1,65 м, тако да је дубина језера износила 33,15 м. То повећање количине воде у језеру још је више потпомогло интензивну ерозију отоке. Чим је отворен канал јурнуо је млаз воде чија је јачина после неколико сати износила 28 м<sup>3</sup>/с. Он је најпре оборио габионе на 2--3 места (на десној страни), а затим директно напао тело бране еродирајући из ње урвински материјал са таквом брзином да је већ сутрадан 24. марта, однето 75 м ширине бране (ск. 3, шрафирани део профила) и преостало само још 25 м (III фаза). Али ефекат ерозивног процеса, за тако кратко време, може се сагледати и по томе што је постојећи водопад отоке од 25 м, померајући се регресивно, успео да одржи своју висину саглашавајући новодобијени део уздужног профила јаруге у облику параболе.

25. марта протицај у каналу је достигао свој максимум од 40 м<sup>3</sup>/с, а ширина стабилног дела бране је сведена на 15 м, док је преосталих око 8 м отпадало на дубоке пукотине, дуж којих се сваког часа очекивало обурвавање и одношење комплекса урвинске масе. Па ипак, ова уска превлака, између језера и јаруге—долинице у брани, успела је да одоли хидростатичком притиску и да не дође до катастрофе. Да ли је то била само она или још неки други чиниоци показаше даља излагања.

#### НАТЧОВЕЧАНСКИ НАПОРИ И БОЈБА ЗА ОЧУВАЊЕ БРАНЕ

У претходном одељку се видело да је регресивна ерозија отоке од 14. до 24. марта (за свега 10 дана), ликвидирала више од половине од укупне ширине бране (530 м) с тим, што је од тела бране остало само 25 м, који је заједно са узводним краком, под језером, износио 205 м

(ск. 3). То је био биланс ерозивног процеса у намери да поступно уништи и тај преостали део бране, а затим да ишчезне и само језеро. Међутим, од интереса је осврнути се шта је човек са своје стране учинио у том протеклом периоду. Да ли је, у свом племенитом подухвату, успео доцккле да обузда ерозивни процес или пак да у извесним моментима појача његову активност?

Већ прве вести са бране, 12 часова после отварања канала (14. III 63), биле су забрињавајуће. Вода је почела да руши габионе на крају канала. Радници предузећа „Хидротехника“, који су пуних 5 дана и ноћи радили на прокопавању канала враћени су на брану. То исто је важило и за групе сељака који су поново мобилисани из околних села. Почела је по трећи пут борба да се сачува брана, али сада са знатно смањеним изгледима за успех. Основна акција те борбе састојала се у томе да се прошири и продуби канал како би могао да прими сав вишак воде који у језеро притиче. Али њој се суспростављао читав низ неповољних и тешких околности које је требало савладати. Пре свега, каналом је отицала јака бујица и сваки покушај радника да спрече одношење габиона са његове десне стране био је изложен животној опасности. С друге, леве стране, минери да би проширили канал у здравици позивани су челичним ужадима и тако по неколико сати радили висећи непосредно над разбеснелом отоком. Ако се овоме дода да су недовољна техничка средства била често у квару (радила су свега 3 булдожера и 1 тегљач који је превозио материјал из В. Лукање), а затим да у непосредној околини није било довољно неопходног стеновитог материјала за прављење габиона и најзад, да је сав рад обављан даноноћно, у зимском периоду, при ниским температурама, без основног склоништа, топле исхране, воде за пиће итд., онда се може да добије представа о изванредном напору и пожртвовању радника, сељака, припадника Армије и стручњака у овој борби са природном стихијом.

Иако први покушаји на проширењу и продубљењу канала нису дали позитивне резултате, шта више, минирањем леве стране канала потрешена је десна што је убрзало рушење габиона, ипак, рад у том правцу је настављен несмањеним темпом. Међутим, убрзо се увидело да није решење само у томе да се канал прошири и продуби, већ и продужи с обзиром да је опасност долазила од интезивне регресивне ерозије отоке. Зато се паралелно почело и са радом на продужењу канала с намером да се најрационалније искористи прилика што је протикајући био приближно уравнотежен са дотоком воде у језеро (II фаза). Због тога, вероватно, није извршено затварање канала 17. марта, према препоруци из Београда, већ 5 дана касније, тј. 22. марта. Али овде се одмах намеће питање: да ли је тај подухват, о затварању канала, био целисходан у конкретној ситуацији? Ако се посматра ад хок, он јесте јер је њиме омогућено спајање постојећег и продуженог канала. Међутим, с другог аспекта, требало је имати у виду следеће: на првом месту неопходно је било израчунати колики притисак воденог млаза може да издржи десна страна канала (од габиона), не само при постојећем протикају, већ при увећаном после отварања канала, као и посебно увећаном који би, евенту-

ално, настао услед промена метеоролошких прилика (падање кише, копљење снега).

Изгледа да у овом случају примењена математика није могла да дође до изражаја, већ се углавном пошло од знака вероватноће. У таквој ситуацији затварање канала, ради његовог продужења, било је штетно. Њиме је изазван веома буран ерозиван процес који је довео до крајње неповољног стања на брани.

#### КРИТИЧНА ФАЗА ЧОВЕКОВЕ БОРБЕ И ЕРОЗИВНОГ ПРОЦЕСА

У периоду од првог до другог отварања канала (14—23 марта), акција човека је била перманентно присутна на брани у циљу њене заштите и контролисаног отицања воде. Међутим, после другог отварања канала та акција је сведена на минимум. Ово из разлога што је каналом отицала дупло већа количина воде, с једне стране због њеног застоја у језеру, а с друге, услед јаке кише која је падала скоро цео дан 23. марта. Њоме су рушени вишетонски габиони као и зид на спојници старог и продужног канала тако да је вода истицала на истом месту као и пре с тим, што је њена ерозивна моћ била неупоредиво јача. Сваки покушај да се било шта предузме био је узалудан. Кидање и одношење урвинског материјала из бране настављено је несмањеном брзином. Десетодневни мукотрпни напор и рад неколико хиљада људи збрисан је за неколико сати. Сваког часа се очекивао пролом бране и катастрофа за низводна насеља. Због тога је 24. марта издато наређење да се евакуише сав материјал и људство са бране, а у 13,30 часова престала је свака даља одбрана.

Прошло је неколико сати од престанка одбране бране а до пролома и катастрофе није дошло. Иако се њен преостали део наставио да скрађује (са нешто успоренијим темпом), он је упорно одолевао хидростатичком притиску водене масе у језеру у коме је било преко 17 милиона  $m^3$  воде са максималним водостајем од 33,28  $m^4$ . То је био један од индикатора да је не само човекова борба већ и ерозивни процес доспео у критичну фазу. То је искористио човек и већ истог дана увече (24. марта) одлучено је да се поведе по четврти пут борба за очување бране. У томе је добијена пуна подршка од неколико истакнутих политичких руководиоца (који су сутрадан 25. марта изашли на терен) и који су изјавили да ће Савезно извршно веће пружити како моралну тако и материјалну помоћ у циљу трајнијег решења овог проблема насталог у долини Височице (7).

#### ШТА ЈЕ СПРЕЧИЛО ДАЉЕ ЕРОДОВАЊЕ БРАНЕ И ЊЕНО УНИШТЕЊЕ

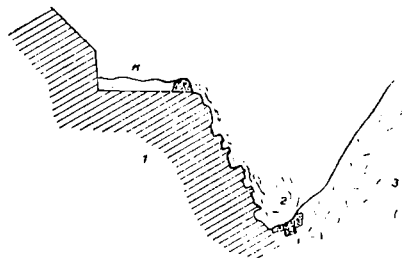
Ово је једно од посебно интересантних питања због тога што је 25. марта, у току критичне фазе ерозивног процеса, каналом отицала максимална количина воде од 40  $m^3/s$ , која се стрпоштавала низ водо-

4) Ово је уједно био и највиши водостај од како је постало језеро.

пад висок 25 м. Тај максимални протицај воде дао је мањи ефекат ерозивног процеса од нижег протицаја претходна два дана када је износио 15—30 м<sup>3</sup>/с (ск. 3). Ова чињеница нам показује да је ерозивни процес у свом најбујнијем развоју негирао сам себе и у том погледу представља изванредан пример дијалектичког скока, када настаје једно ново квалитативно стање. Који су факторе довели до тог стања?

**Кратак канал.** — Колико је у почеку било неопходно да је канал у здравице ископан дужи од 100 м, како би извео воду, не дотичући се бране толико је било добро што је на крају ерозивног процеса његова дужина износила свега 22 м. Ово због тога што је у првом случају недовољна дужина канала условила (као што је речено) да отока низводно од њега врши веома интензивну ерозију на контакту здравице и меког урвинског материјала. Исти канал је, дакле, ишао на руку ерозивном процесу јер се у њему вршила концентрација и правилно усмеравање воде, а затим услед низводног повећања пада (рачунајући од улаза) пропорционално повећавала брзина, а с тим у вези и кинетичка енергија.

У другом случају, међутим, у кратком каналу се образује водени млаз, али због кратког пута који он пређе и малог пада, развија се мала брзина, а сходно томе мала кинетичка енергија, без обзира на велику масу воде. Водени млаз, непосредно после формирања, се дезорганизује и разлаже своју енергију на већу површину која зато има мањи ефекат. Као доказ за то може нам послужити чињеница што су за време максималног интензитета ерозивног процеса, када су фронтално рушени габиони, с десне стране канала, „габиони на улазу у канал, наико потковани, и даље обављали своју заштитну функцију“ (2).



Ск. 4. — Попречни профил јаруге и канала отоке (к) са водопадом на коме се види пад слојева тријаских пешчара и шкриљцаца (1). 2, габиони при дну водопада. 3, урвински материјал.

**Правоугаоно скретање отоке.** — Други веома важан фактор који је утицао на јачину ерозивног процеса је правоугаоно скретање отоке. Уместо да је наставио свој првобитни правац водени млаз отоке тек што је оформио своју снагу, у кратком каналу, разлаже је на месту скретања и слаби, што се негативно одражава на ефекат ерозије.

**Карактер и структура одсека водопада.** — На излазу из канала водени млаз се стопоштава низ водопад; при томе је битно осврнути се какав је карактер и структура његовог одсека.

Из скице 4 се види да је одсек водопада стеновит и састављен од глава слојева тријаских пешчара и шкриљцаца који на њега избијају под углом од 90°. Међутим, када се посматрају у структури стеновите масе оне имају пад ка ЈЈЗ за 26—28°. Због таквог положаја главе

слојева штрче на одску те водени млаз, када пада низ њега наилази на ступњевите препреке, удара у њих и разбија се на мање делове (фот. 3), при чему долази до слабљења његове кинетичке енергије. Тако ослабљена ова енергија знатно смањује еворсију при дну водопада без обзира на његову висину од 25 м.



Сл. 3. — Водопад отоке на излазу из канала. С леве стране постављено 5 „анкерисаних“ зидова од габиона (стање на дан 10. VII 1963. год.)<sup>1</sup>

Према томе, парализовање ерозивног процеса за време максималног протицаја воде у каналу и даље еродовање бране условила су углавном приказана три фактора: кратак канал, правоугаоно скретање отоке и карактер и структура одсека водопада. Такво стање је искористио човек, који је са великом обазривошћу, 48 часова после престанка радова (26. марта) поново наставио борбу са природном стихијом. Та борба је имала нешто измењени карактер утолико што су направљена два габиона и бачена у подножје испред водопада, уз десну страну јаруге (ск. 4). Њихова улога се састојала у томе да се неутралише процес еворсије, а с тим у вези подлокавање и одношење урвинског материјала из тела бране.

27. марта су спуштена још два габиона на исто место. Неколико сати после тога процес одношења урвинског материјала се прилично зауставио, што значи да су габиони одиграли позитивну улогу. Одмах затим, су настављени радови на засипању јаруге (булдожерима), у циљу проширења круне бране и паралелно на проширењу пропустне моћи канала, којим је отицало 35 м<sup>3</sup>/с воде. Сутрадан протицај је опао на 20 м<sup>3</sup> а прекосутра 29. марта, после дуготрајне кише, поново се повећао

на 30 м<sup>3</sup>/с (ск. 3). Међутим, то повећање није утицало на промену стабилизованог ерозивног процеса.

Даљи радови на очувању бране су се углавном одвијали на проширењу и продубљењу канала, утврђивању његове десне стране габионима (непосредно поред водопада), који су „анкерисани“<sup>5</sup> (фот 3), а затим на прокопавању тунела дужине 587 м, кроз рт, с леве стране долине Височице којим ће се испразнити језеро, пре него што се предузму даље мере у циљу привредног коришћења ове природне појасе.

### ЗАШТО НИЈЕ ДОШЛО ДО НАГЛОГ РУШЕЊА БРАНЕ И КАТАСТРОФАЛНОГ ТАЛАСА?

Од 26. фебруара, када је преграђен ток Височице, до 26. марта дакле, пуних месец дана, код већине стручњака, који су били ангажовани на брани, владало је више или мање уверење да може доћи до наглог рушења бране и катастрофалног таласа. Ово уверење је било нарочито актуелно у почетку док се процес клижења није стабилизовао. Међутим, оно је било присутно и на крају максималног стања ерозивног процеса отоке када је преостало свега 15 м ширине тела бране. Због тога, током целог периода борбе на брани (од месец дана), становништво низводних насеља (Темске, Станичења и др.) живело је у веома напетој психози и било у перманентној приправности да се суочи са најтежим последицама. Колико је то с једне стране било неопходно, ради сваке евентуалности, толико оно побуђује интерес и изазива размишљање, није ли можда постојао неки индикатор који би наговештавао да до такве катастрофе и не мора доћи? Ово питање је утолико важније што су цео проблем изазвала само два антагонистичка фактора: језеро, које воденом масом врши притисак на брану и брана која се одупире том притиску. Полазећи од та два мерљива фактора, чини нам се да је путем квантитативне анализе и математике могло доћи до жељених резултата. Требало је дозволити да ерозивни процес, у своме развоју, достигне кулминацију и критичну фазу, па тек онда да се стекне уверење да до катастрофе неће доћи у замишљеном облику.

Изгледа да је страх од катастрофалног таласа долазио углавном отуда што су се имале у виду несреће, које су се дешавале код вештачких брана, где водена маса језера врши огроман притисак на њихов зид под скоро правим углом.

Међутим, код природних брана, као што је овде случај, до таквог наглог рушења не може доћи из разлога што се она морфолошки, а за тим и литолошки потпуно разликује од вештачких брана, било од земљаних или бетонских. Та брана, како је већ изнето, има облик релативно пространог свода чија ширина основице износи више од 0,5 км, а минимална висина изнад уздужног профила Височице 40 м, тако да је

<sup>5</sup>) Везивани металним шипкама и жицама.

између њих однос 13:1. Овакав однос ширине према висини нема ни једна вештачка брана и он показује да низводни и узводни крак бране („ножице“) представљају изванредно добру платформу која одржава стабилитет у њеном централном делу. Ту платформу не би могао да угрози никакав бочни притисак. Ово утолико пре што је брана већ била потпуно оформљена и стабилизована пре него што је извршено прво отварање канала (14. марта 63.), када је дубина језера износила 31,5 м<sup>3</sup>.

Стабилност бране је у основи последица литолошког састава земљишта, који је хетерогеног карактера (разноврсне глише, стеновито комаће и блокови од пешчара, шкриљаца, кречњака итд.) од којих у праву и зависи морфолошки изглед бране.

Имајући у виду ове две особине бране — морфолошке и литолошке, анализирајмо какву су функцију оне вршиле током ерозивног процеса.

Када је први пут отворен канал, настало је интензивно одношење урвинског материјала из низводног крака бране. Због тог одношења требало би очекивати поремећај стабилности у њеном центру. Међутим, до њега није дошло из разлога што се отока усесала ивицом бране, на релативно уском појасу (на контакту са здравцом), тако, да је већи део низводног крака бране остао поштеђен те је и даље вршио своју потпорну улогу.

До истог поремећаја стабилности није дошло ни за време критичне фазе, када је преостала свега 15 м широка превлака, између јаруге и језера, због тога што је на ту превлаку вршио бочни притисак само онај слој воде који се налазио у непосредној близини и на њу налегао (означен на скици 5 са АА'ХХ'). Пошто је тај слој мале моћности то је његов притисак незнатан. Удаљавајући се од превлаке дубина језера се поступно повећава, а с тим у вези расте и бочни притисак. Међутим, како се тај притисак распоређује на велику површину, **која је инверсна и износи 180 м** (између А и Н), то је његов ефекат неупоредиво слабији него да делује на мању вертикалну површину НН'. Сем тога, у првом случају притисак се врши под мањим углом, док у другом тај угао износи 90°.

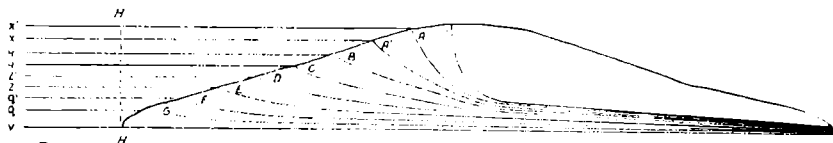
Али интересантно је такође анализирати да ли би дошло до паглог рушења бране и катастрофалног таласа да је ерозивни процес наставио да се развија у свом првобитном облику? Ово питање је у тесној вези с претходним.

Померајући се регресивно водопад би преко сворсије у једном моменту уништио превлаку, а потом зашао у језерски басен (ск. 5). При томе би на њему настала појачана ерозија због бочног притиска воденог слоја АА'ХХ' на површину АА', а затим и због повећане количине воде коју добија отока из тог слоја. То повећање количине воде пореметило би равнотежу између храњења и отицања језера (на рачун

6) Према геодетским подацима клижење земљишта бране је престало 2. III 1963, а тада је дубина језера износила свега 15 м (?).



отицања). Али како повећана отока изазива већу ерозију, то би се регресивно померање водопада вршило како хоризонтално тако и вертикално (од А до А') услед чега би се његова висина смањивала, а одсек био положитији. То померање водопада створило би нове услове за дејство бочног притиска, али сада другог воденог слоја А'ВУ'Х (пошто је први ишчезао) на површину А'В, који би дао одговарајућу ерозију, а с тим у вези поново померање и снижење водопада, као и језерског нивоа на ниво ВУ', и тако даље све до тачке Н.



Ск. 5. — Шематски приказ поступног уништења потопањеног крака бране регресивном ерозијом отоке (од А до Н) уз sukcesивно спуштање језерског нивоа (X—V)

Ова последња анализа показује да би се регресивна ерозија отоке на узводном краку бране одвијала поступно, а не нагло. Она би била јача и бурнија од претходне, али се не би прогресивно повећавала због тога што би то повећање долазило само од новог воденог слоја који належе на инверсну површину, непосредно испред водопада, и врши на њу притисак пре него што и сам ишчезне.

Најзад, при овом sukcesivном развоју ерозивног процеса и ишчезавању језера, настало би паралелно смањивање висине водопада и његовог прелома, а с тим у вези и смањење брзине протикања отоке, на водопаду што би се повољно одразило на равномернији распоред водене масе низводно у долинама Темске и Нишаве.

#### ЈЕДНО ДРАГОЦЕНО ИСКУСТВО ЗА САНИРАЊЕ ПРИРОДНИХ БРАНА

Доњи део заврјске урвине — бране по својим размерама и облику, представља за сада јединствену природну појаву у нашој земљи. Можда је то био један од разлога да се решењу њеног проблема, који је са собом носио потенцијалне опасности, приђе на прилично неорганизован начин од стране хидротехничких стручњака. Ову хипотезу изводимо из чињенице што одмах у почетку, када је сваки минут био драгоцен, није уследила брза интервенција по једном утврђеном плану, већ је постојала дилема да ли брану сачувати или не. Та дилема је трајала пуних десет дана (од 27. фебруара до 9. марта) и резултирала је као последица схватања да брана неће издржати хидростатички притисак језера, што се види из следећег: „у најгорем случају може доћи до тренутног пролома бране ако цела обрушена маса крене моментално“ (4). Занимљиво је да је такво схватање било актуелно и на сам дан (9. марта) када је на састанку стручњака окончана дилема и донета одлука о копању канала у здравици. Међутим, присуствујући том са-

станку изнели смо да главна опасност брани прети **од регресивне ерозије отоке**, с обзиром на велики пад од 12,5%, на низводном краку бране дугом свега 200 м. Та наша примедба оцењена је као сувишна изјава од стране једног представника стручне Комисије. Али на жалост догађаји, који су после тога уследили, показали су да се она у потпуности обистинила. Ње је вероватно био свестан и исти представник Комисије када је непосредно после отварања канала (14. марта) посматрао ефекат ерозивног процеса отоке при протицају воде од само 300 л/с а какав је тек утисак стекао неколико сати после отварања канала, када је њиме отицао водени ток од око 10 м<sup>3</sup>/с и почео да руши габионе?

Хронолошки се мора констатовати да се хипотеза о наглom рушењу бране и катастрофалном таласу није остварила. Брана је издржала хидростатички притисак водене масе, иако је била сведена на свега 15 м ширине од њеног тела. Њу је могао ликвидирати само интензиван процес регресивне ерозије отоке и то поступно, а не катастрофално, како је већ изнето.

Због свега тога природна брана у долини Височице представља једно драгоцено искуство и путоказ за брзу и координирану интервенцију у решавању хидротехничких проблема, уколико до сличних појава дође у будућности.

#### МОГУЋНОСТИ КОРИШЋЕЊА БРАНЕ И ЈЕЗЕРА У ПРИВРЕДНЕ СВРХЕ

Зауостављени процес даљег еродовања бране и њена очуваност пружили су могућност да се ова природна појава заједно са језером искористи у привредне сврхе. Установљено је да би се при садашњој висини бране могла пројектовати локална хидроелектрана; међутим, ако би се та висина повећала на 80 м, тада би хидроелектрана била већег капацитета и давала би годишње 120 мил. KW електричне енергије (8).

Интересантно је истаћи да је према главном пројекту регулације слива Мораве већ раније предвиђено да се у долини Височице, нешто низводније од постојеће бране, подигне хидроелектрана, чијој реализацији би се приступило за неку годину. Међутим, у овом случају тај рок изградње је знатно скраћен: природни процес је у крајњој линији, пружило срећну околност, предухитрио замисао човека и на тај начин изашао му у сусрет. Својом изненадном појавом урвина је поставила себе у први план, а тиме и читав низ друштвено-економских проблема значајних за привреду и становништво овог прилично пасивног краја.

Остављајући по страни брану, чије даље решење је ствар техничке природе, укратко ћемо изнети неке позитивне и негативне чиниоце који утичу на језеро — будући извор храњења хидроелектране водом.

**Позитивни чиниоци.** — Међу главне чиниоце који позитивно утичу на хидролошке особине језера спадају: положај долине и слива Височице, његова асиметричност, површина, висина, геолошки састав и структура стена.

Као што је познато, долина Височице се пружа од ЈИ ка СЗ паралелно са венцем Старе планине на дужини од 53 км (1, 20). С обзиром да је усечена на југозападној страни те планине, која у геотектонском погледу представља антиклиналу (9, 175) то су долина и нарочито слив изразито асиметрични. Лева страна долине и слива је стрма и малог пространства, док је десна блажа и неупоредиво пространија; на њу отпада преко 95% од укупне површине слива који износи 582 км<sup>2</sup> (1, 2), а који има просечну висину од 1300 м. Према геолошком саставу, десна страна слива је изграђена претежно од палеозојских и тријаских шкриљаца и пешчара (северозападни део у целини), док у југоисточном делу, поред ових стена јављају се још јурски и кретацејски седименти (кречњаци, лапорци, пешчари), који узводно од В. Лукаће прелазе на ову страну и поступно се шире у облику клина. Међутим, лева страна долине и слива је скоро сва састављена од поменутих јурских и кретацејских стена, који нарочито изграђују стрм одсек планине Видлича, сем у крајњем северозападном делу где је од тријаских пешчара и шкриљаца. Структура геолошких формација се одликује перманентним падом слојева према југозападу (5).

Позитивне карактеристике поменутих чинилаца на хидролошке особине језера огледају се у томе што високи положај слива и његова релативно велика површина добијају знатну количину падавина, скоро током целе године<sup>7</sup>, које, због претежно водонепропустних стена, отичу површински ка Височици. Међутим, како у југоисточном делу слива постоје и водопрпустне стене, то се у њима врши ретенција падавина која омогућује храњење водом Височице и током летњег периода када се површинско дотицање смањи услед испаравања. Због тога Височица има комбиновани режим карактеристичан за нормалне и крашке терене, посебно значајан за реке на којима се подижу хидроелектране.

Асиметричност слива, као последица структуре стена, има важност утолико што је лева — осојна страна стрма и уска те тако веома добро заклања и заштићује главни речни ток од испаравања, нарочито на делу Видлича.

**Негативни чиниоци.** — За разлику од претходних ови чиниоци негативно делују на хидролошко стање језера; њих чине: дисекција рељефа, нагиб долињских страна, литолошки карактер слојева, танак слој продуктивног тла, обешумљеност и аграрна пренасељеност. Пошто су међусобно тесно повезани и условљавају једни друге то ћемо их посматрати заједно.

Захваљујући геолошком саставу, који претежно чине водонепропустне стене, слив Височице се одликује јаком дисекцијом рељефа. Ње-

<sup>7</sup>) Према изохијетној карти просечна годишња количина падавина износи 900 мм (10).

гоба десна страна је сва исечена дубодолинама између којих су релативно уски ртови. Стране долина имају нагиб који често прелази  $30^\circ$ . Због тога, као и због хетерогеног литолошког карактера стена, где се наизменично смеђују пакети компактних и мекших слојева, са периклиналним падом према југозападу, долази до веома спорог образовања продуктивног тла чији је слој танак. Његово формирање посебно угрожава знатна обешумљеност терена, а затим аграрна пренасељеност где на површини од  $582 \text{ km}^2$  живи 15.435 становника. Од тога се пољопривредом бави 95,5% (1, 63—65) а на једног становника долази свега 0,6 ха обрадиве површине. Овакво стање аграрне пренасељености показује да је природна равнотежа поремећена на штету човека а у корист савременог процеса ерозије тла, преко кога се управо одражавају негативно поменути чиниоци на хидролошке прилике језера (у смислу његовог засипања и поступног одумирања), Износ тога процеса је знатан како у сливу, тако и на долинским странама Височице, нарочито на делу језера.

Илустрације ради навешћемо пример ерозивних бразда на ораници с леве стране долине Височице, које су формиране од снежнице само за неколико топлијих дана у другој половини фебруара 1963. године.

Па ипак, како поменути чиниоци негативно делују на хидролошке особине језера, срећна је околност што су они **варијабилни** за разлику од првих **константних** чинилаца. Та варијабилност је с једне стране последица њиховог тихог и дуготрајног природног развоја, а с друге непосредне акције човека, који нерационалном сечом шуме и орањем земљишта доводи до веома брзих промена и поремећаја њихове међусобне равнотеже. Али захваљујући баш тој променљивости, досадашња штетна акција човека може се ублажити или отклонити. Она би имала две стапе. У првој је неопходно зауставити даље ремећење поменуте равнотеже путем престанка сече шуме и обделавања земљишта. У другој, међутим, ићи поступно на успостављење првобитне равнотеже путем пошумљавања а и исељавања сеоског становништва или њиховог преоријентисања на корисније привредне гране, нарочито из непосредно угроженог реона изнад језера. Тиме ће се постићи двојака корист: с једне стране успорити даља ерозија тла и засипање језера (које ће се моћи дуже експлоатисати у хидроенергетске сврхе), а с друге створити основе за развој веома коњукурне привредне гране — туризма, којој се у последње време поклања посебна пажња.

### З А К Л Ј У Ч А К

Кроз претходне тезе приказан је развој човекове борбе и одговарајућих природних фактора који су позитивно или негативно утицали на њу приликом заштите клизног земљишта у долини Височице. Тако се видело да је човекова акција на брани била позитивна на првом месту због тога што је ископан канал у чврстој стеновитој маси којим је омогућено истицање воде из језера изван најважнијег средишњег дела

броне састављеног од меког урвинског материјала. Друго, што је присутвом механизације (нарочито булдожера) нивелисан исти део бране и у њему повећана стабилност у односу на хидростатички притисак језера. Треће, што су непосредно после критичке фазе ерозивног процеса и човекове борбе убачени габиони у подножје водопада чиме је спречена сворсија и даље еродовање бране.

Од природних фактора приликом заштите бране човеку су могли: 1. Отпорност стеновите масе према ерозији отоке у којој је ископан канал. 2. Слаба ерозивна моћ отоке на улазу у канал непосредно после њеног формирања. 3. Карактер и структура слојева на водопаду. 4. Прилично уска долина Височице на месту бране коју је условио истурени рт с њене леве стране у коме је пробијен тунел за испуштање воде из језера. 5. Знатна ширина бране (530 м) чији је узводни крак на дужини од 180 м потопљен под језеро и инверсно положен према нагибу долине Височице; затим хетерогени састав бране, као и релативно уска просеченост њеног низводног крака (јаруга) — све су то били подједнако главни фактори који су издржали хидростатистички притисак водене масе у језеру и спречили катастрофу.

На крају неопходно је указати на следеће. Иако је клижење земљишта у долини Височице чисто геоморфолошка појава, решење њеног проблема (непосредно после насталог процеса) је поверено само хидротехничким стручњацима и геолозима, док је учешће географа било самоиницијативно. Оно је имало за циљ да, поред научног проматрања, укаже и извесну помоћ у целисходнијем отклањању последица које прате ову појаву имајући при томе у виду првенствену опасност која долази од ерозивног процеса отоке с обзиром на њен велики пад изнад додужног профила Височице. У том смислу су и дате сугестије на састанку представника Републичке комисије (9. марта 1963. године у Пироту) не толико с намером да географи претендују на приоритетно усвајање, већ са жељом да као равноправни чланови суделују у решавању насталог проблема. Ово тим пре што је то и домен проучавања географа, а затим што су последњих година уочени знатни пропусти и грешке при решавању неких других геоморфолошких и физичко-географских проблема, што је последица не постојања међусобне сарадње научника и стручњака који раде на сродним научним дисциплинама.<sup>8</sup>

Мада су наше сугестије прихваћене са резервом од неких представника Републичке комисије, ипак смо већ сутрадан доживели сатисфакцију од председника комисије који је изјавио да географи могу корисно да им помогну, јер врше квалитативне анализе на чијој бази се могу успешно обављати квантитативне анализе и решења проблема. Колико је ова изјава била оправдана најбоље показује потоња ситуација на брани која је, као што смо видели, могла довести до уништења бране само регресивном ерозијом отоке.

<sup>8</sup>) Види о томе радове (11, 12, 13, 14, 15).

Због свега изнетог пример Завоја треба да буде један од последњих упозорења како некоординација заједничких напора и неангажовање одговарајућег научног и стручног кадра може донети нежељене резултате.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

- 1 **Г. Видановић:** — Висок — привредногеографска испитивања (Посебна издања САН, Географски институт, књ. 7, Београд 1955)
- 2 Дневник одсека цивилне заштите о елементарним непогодама, при НОО Пирот
- 3 Записници са седница Штаба за одбрану од елементарних непогода НОО Пирот
- 4 Записници стручне републичке Комисије (приложени уз бр. 3)
- 5 **М. Протић:** — Геолошка карта Краљевине Југославије лист Пирот 1:100.000, Београд 1932
- 6 **М. Зеремски:** — Циновска урвина у долини Височице из 1963 године (у рукопису)
- 7 „Политика“ од 26. III 1963. године
- 8 „Политика“ од 12. VIII 1963. године
- 9 **В. К. Петковић:** — О тектонском склопу Источне Србије (Глас Српске краљевске академије, св. XXV, Београд 1927)
- 10 Изохијетна карта ФНРЈ просечних годишњих висина падавина за период 1925. — 1940. (Хидрометеоролошки завод ФНРЈ, Београд 1953)
- 11 **М. Зеремски:** — Релеф Београдске и Земунске Посавине (Зборник радова Географског завода ПМФ у Београду, св. VII, Београд 1960)
- 12 **М. Зеремски:** — Неопходна сарадња научника и стручњака сродних дисциплина при изградњи привредних објеката („Политика“ од 2. VI. 1963. године)
- 13 **М. Зеремски:** — Хидрографске особине Сјеничке котлине (Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“ св. 20, Београд 1965.)
- 14 **Р. Лазаревић:** — Перспективе географије (Гласник Српског географског друштва, св. XLIII, бр. I, Београд 1963)
- 15 **М. Зеремски:** — Врело Рашке — хидролошко-морфолошке опаске (Географски преглед, св. VII, Сарајево 1963)

#### R é s u m é

Dr M. ZEREMSKI

#### ROLE DU FACTEUR ANTHROPOGÈNE DANS LA PROTECTION DU TERRAIN GLISSANT DANS LA VALLÉE DE LA VISOČICA

Dans la vallée de la Visočica, non loin de la ville de Pirot dans la Serbie de l'Est, eut lieu, le 26 février 1963 un processus d'éboulement de proportions importantes. Environ 2.000.000 m<sup>3</sup> de matériaux rocheux se sont écroulés en bas du côté droit de la vallée de la Visočica, en barrant son cours et en créant un lac, long de 7 km (Phot. 1, 2). C'est alors que fut submergé le village de Zavoj, dont la population dut être expatriée. Le processus naturel avec le lac nouvellement formé, qui contenait plus

de 11 millions de m<sup>3</sup> d'eau, apportait des dangers potentiels considérablement plus grands. Si la partie inférieure de l'éboulis formant la digue avait crevé, nombre de localités, situées en aval de cet endroit, ainsi que la ligne ferroviaire internationale Beograd—Sofia—Istanbul auraient été détruits ou du moins gravement endommagés. Pour ces raisons, ce phénomène naturel, depuis le premier jour de son existence, attirait sérieusement l'attention de notre public. A la solution du problème qu'il présentait ont travaillé, pendant un mois entier, les experts hydrotechniques, aidés par les ouvriers, paysans et soldats de l'Armée yougoslave. Au début, lorsque la hauteur de l'eau n'était pas grande, on tentait à évacuer le lac par l'écoulement graduel et contrôlé de ses eaux par un canal creusé dans la digue (Cr. 2, s) et à écarter la digue. Cependant, plus tard, lorsqu'on s'était rendu compte que le processus de l'éboulement fut stabilisé, on vint à l'idée de protéger la digue et de l'utiliser, ensemble avec le lac, pour la production de l'énergie hydroélectrique. On a entrepris à cette fin le creusement d'un nouveau canal dans la masse compacte de roches (du côté gauche de la vallée, (Cr. 2, s, n) dont la fonction serait d'évacuer l'excédent d'eau du lac et de protéger par là la digue de l'érosion régressive directe de l'écoulement. Ce plan s'est heurté à de nombreuses difficultés, car les dimensions du canal creusé étaient insuffisantes à cause de la brièveté du temps, ce qui eu pour résultat une intensification de l'érosion régressive de l'écoulement au bout du canal dans les matériaux friables d'éboulis qui formaient la digue lors de chaque rehaussement du niveau d'eau dans le lac. Cette érosion a détruit, dans un bref intervalle de 10 jours, plus de 300 m de la digue, dans sa partie située en aval, de sorte qu'il n'en resta plus de 25 m jusqu'au lac (Cr. 3, en bas). Et pourtant, la partie centrale de la digue ayant survécu cette destruction, avec cette autre partie, située en amont, longue de 180 m et submergée par le lac, a résisté à la pression hydrostatique de la masse d'eau dans le lac.

Ces circonstances, ainsi que certaines autres circonstances naturelles, aidées par la lutte et l'intervention incessantes de l'homme ont eu pour résultat que le processus de l'érosion régressive de l'écoulement sut atteint la phase critique de son développement. On a profité de cet état de choses et, au dernier moment, on a introduit, au pied de la chute d'eau, des gabions qui empêchèrent le progrès de l'érosion régressive de l'écoulement, la destruction de la digue et du lac, et, par conséquent, écartèrent aussi le danger des localités situées en aval. L'activité de l'homme sera à l'avenir concentrée sur le perfectionnement technique de la digue et son utilisation, ensemble avec le lac, à des fins de la production de l'énergie hydroélectrique et et à d'autres fins économiques, ce qui exercera une influence importante sur le développement économique général de cette région.

L'exemple du terrain glissant dans la vallée de la Visočica, présente, par ses formes et ses proportions, un phénomène jusqu'ici unique dans notre pays et montre, que dans certains cas rares, ce processus naturel indésirable (qui provoque de grands dommages) peut aussi être utile, particulièrement si l'on envisage son effet final sur l'économie, sous la condition, bien entendu, d'une intervention correcte de l'homme, faite à propos.