

БРАНИСЛАВ П. ЈОВАНОВИЋ

ВИШЕСТРУКА КРИВА НАТЕГА ТИПА БАЊЕ

Врело Бање, које избија из Петничке пећине у околини Ваљева, привлачило је пажњу због својих посебних хидрографских одлика још од почетка овог века. Неке од тих одлика, наиме, приказује *Ј. Цвијић* (1912.) у свом кратком раду о Петничкој пећини, а неке од тих одлика истиче и аутор овог чланка (*Б. Јовановић*, 1951.), покушавајући и да их објасни.

Разлог што се поново прилази том питању лежи у томе да су на основу новосакупљених података истакнута и нека нова хидрографска обележја која заслужују пажњу, као што се и уместо неких већ изнетих објашњења тих хидрографских појава могу пружити нова, која употпуњавају начине објашњавања појава везаних за то врело, и у исто време, с обзиром да су вероватнија, та стара схватања мењају.

Пре свега је потребно да се истакне да се крашко врело одликује сложеношћу протицаја каква се, према нашем познавању тих врела, не јавља у таквом облику ни у нашој земљи ни у свету. Та специјалност се јавља у неколико видова који се међусобно комбинују.

(1) При малом протицају врело Бање почне да наизменично прекида и издаје воду и тада се понаша као потајница.

(2) Такође, и при великом протицају врело Бање наизменично прекида и издаје воду, те и тада има одлике потајнице.

(3) Међутим, између тих стања протицаја, тј. за време средњег протицаја, вода из Бање избија континуелно и врело губи одлике потајнице.

(4) Такође, при врло великом протицају вода Бање избија континуелно и губи одлике потајнице.

(5) Најзад, у тим периодима када вода Бање тече континуелно у врело се јавља час више, час мање воде, што врелу даје одлике наизменичног учестаног колебљивог протицаја.

У поменутом нашем раду врело Бања је зато названо повременом потајницом. Међутим, с обзиром на сложеност начина како се јављају интермитентне појаве у протицају, сматрамо да би то врело било боље окарактерисати као *повремену потајницу при малом и великом протицају*.

У поменутом раду је тај механизам објашњен помоћу једне криве натеге, која дејствује при малом протицају, као и помоћу чепа у узводним деловима канала, који при великом протицају привремено изазива сма-

њење прилива низводној кривој натези и зато и интермитентно истицање (2, с. 126—128).

Од тог времена до данас повремено смо се навраћали на тај проблем с покушајем да нађемо неко другачије решење које би било прихватљивије. Управо, у овом раду изложићемо могућност решења које ове ванредно ретке хидрографске појаве у красу могу да објасне помоћу специјалних начина комбиновања кривих натеза и регулационих узина.

УСЛОВИ ЗА ПОЈАВУ ПОТАЈНИЦЕ ПРИ МАЛОМ И ВЕЛИКОМ ПРОТИЦАЈУ

Наизменично прекидање и истицање воде из крашких врела при било ком водостају објашњава се познатим принципом деловања криве натезе. Наиме, воду која у том случају притиче крива натеза исцрпљује тако да је обавезно њен капацитет истицаја већи од капацитета прилива. Зато се јавља прекидање истицаја од момента када се ниво притицаја воде спусти испод нивоа улаза криве натезе до момента када се ниво притицајне воде подигне изнад преливне тачке криве натезе. А поново истицање се јавља од момента када се ниво притицаја воде дигне изнад преливне тачке криве натезе, до момента када се тај ниво спусти испод нивоа улаза криве натезе.

Такав је механизам привремен зато што при повећању притицаја изливна моћ криве натезе се изједначаје с капацитетом прилива, или пак капацитет прилива постаје већи од усисне моћи криве натезе, у ком случају крива натеза игра улогу регулационе узине испред које се врши нагомилавање приливне воде. У том случају вода стално истиче у врелу.

Комбиновањем та два услова добија се обична појава повремене потајнице, која делује интермитентно при нижем водостају, а из које вода избија континуелно при вишем водостају какве су појаве чешће у крашким областима. Међутим, такав механизам не може да објасни појаву специфичне потајнице при ниском и високом водостају, а између којих стања је уметнуто стање континуелног истицања.

Наиме, ако постоји само једна крива натеза, онда би после прекидања и издавања воде у нижем периоду притицања, од момента када тај притицај нарасте изнад усисног капацитета те криве натезе и при даљем повећању, вода могла само да стално истиче, при чему би се количина истицаја повећавала сагласно повећавању прилива.

Због тог смо тражили могућност да се појава повремене потајнице при малом и великом притицају с уметнутим континуелним притицајем при средњем притицају, објасни комбиновањем више кривих натеза с тим што би једна од њих деловала само при ниском приливу, друга само при високом приливу, а обе не би деловале као потајнице при средњем приливу. При том смо дошли до сазнања да би такав комбиновани механизам две криве натезе био могућ само у одређеним специјалним условима њиховог комбиновања, а који би се састојали у следећем.

(1) Обе криве натезе би морале да се међусобно везују у систем и да имају заједнички излазни канал, с обзиром да се ради о једном врелу из кога истиче вода која пролази кроз обе криве натезе.

(2) Преливна тачка криве натеза која одређује функционисање потајнице при високом водостају би морала да буде на већој висини од преливне тачке криве натеза која одређује деловање потајнице при ниском водостају с обзиром да само у том случају може да дође до двојног појављивања потајнице. Због тога се може говорити у скраћеном облику о комбиновању више и ниже криве натеза.

Напред наведени услови могу да се јављају, међутим, у два различита специфична начина комбиновања две криве натеза:

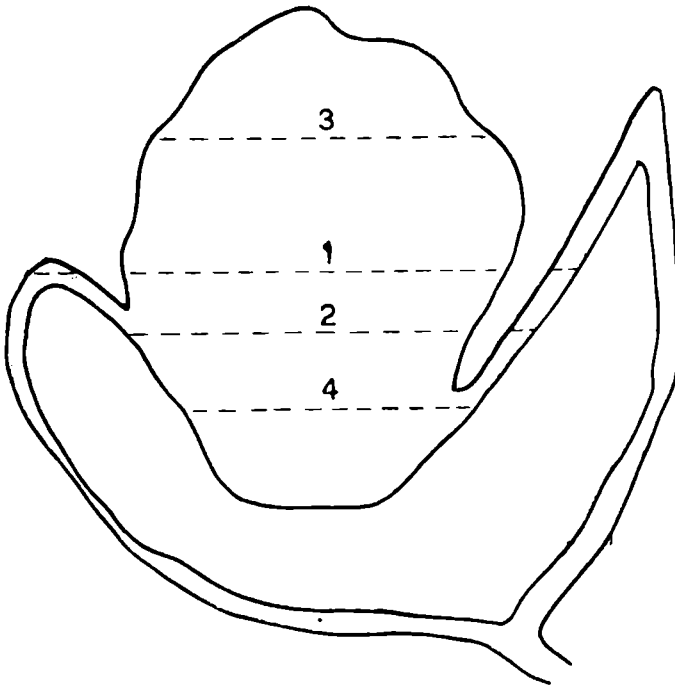
1., устројством двогубе криве натеза у којој један канал и други избијају из исте дворане, а наниже се везују за заједнички излазни канал, и

2., у условима низа од две криве натеза од којих је виша крива натеза узводније од ниже.

Од интереса је да се размотре специфични услови и механизам деловања таквих врста комбинованих кривих натеза.

СПЕЦИФИЧНОСТ ДВОГУБЕ КРИВЕ НАТЕЗА

Двогуба крива натеза која испуњава претходне услове морала би имати и неке своје специфичне особине.



Ск. 1. — Двогуба крива натеза.

(1) Улаз више криве натеза би морао бити нижи од улаза ниже криве натеза, јер само у том случају би могло да дође до искључивања рада ниже криве натеза за време дејства више криве натеза.

(2) Канал ниже криве натеге би морао да буде ужи с обзиром да би само у том случају могла вода да се нагомилава пред том кривом натегом за време великог протицаја и да доспе до преливне тачке више криве натеге.

Само у том случају би нижа крива натеге могла да функционише као потајница за време ниског прилива, да функционише као регулациона узина за време средњег прилива и тиме обезбеди континуелни истицај и да тиме при високом приливу обезбеди допирање воде до преливне тачке више криве натеге и услови њено деловање као потајнице при високом водостају. Односи такве комбиноване двоугубе криве натеге представљени су на скици 1.

МЕХАНИЗАМ ДЕЛОВАЊА ДВОГУБЕ КРИВЕ НАТЕГЕ ПРИ ПРОМЕНАМА ПРОТИЦАЈА

Механизам деловања двоугубе криве натеге може да се најбоље разуме ако се прати при порасту и опадању притицаја, коме би одговарала и промена — пораст и опадање водостаја, и то почињући од стања деловања потајнице при ниском водостају.

(1) При малом протицају водостај допире до преливне тачке ниже криве натеге (стање 1). То изазива дејство ниже криве натеге која исисава воду из дотицајног канала до испод улаза у нижу криву натегу (водостај 2), кад престане истицање воде и настаје поново нагомилавање воде до преливне тачке ниже криве натеге, чиме се обнавља истицај (водостај 1), као и дејство исисног канала.

Нижа крива натеге делује као интермитентни канал и изазива дакле и интермитентне појаве на врелу. За то време не делује виша крива натеге зато што вода у дотицајном каналу не доспева до њене преливне тачке.

(2) При даљем повећавању прилива нижа крива натеге није у стању да усиса сву притицајну воду и она се нагомилава у дотицајном каналу и у том периоду вода стално истиче кроз нижу криву натегу која не делује интермитентно, већ као регулациона узина. Тако се јавља континуелно истицање воде при средњем водостају.

У том стању вода не доспева до преливне тачке више криве натеге, те зато и то не омогућује појаву интермитентног истицања.

(3) При даљем порасту водостаја ниво воде у дотицајном каналу се прелива и преко више преливне тачке више криве натеге (водостај 3). Од тог момента почиње да делује виша крива натеге која исисава више воде но што притиче, те се ниво воде у дотицајном каналу снижава, При том снижавању вода истиче и из ниже криве натеге, али само док се ниво воде у дотицајном каналу не снизи до висине улаза (ниво 2). Од тог момента, при даљем снижавању нивоа престаје да делује нижа крива натеге и вода излази само кроз вишу криву натегу. То утиче да се ниво воде у дотицајном каналу и даље снижава све до момента док не доспе испод нивоа улаза више криве натеге (ниво 4). Од тог момента престаје изливање воде и из више криве натеге, и врело пресушује. Због даљег прилива вода се сада по-

ново пење у дотицајном каналу и прекид истицања траје све док вода не доспе до преливне тачке ниже криве натезе. Од тог момента поново почиње истицање воде у врлу, нагомилавање воде испред ниже криве натезе ка преливној тачки више натезе и најзад изливање воде и из више криве натезе.

На тај начин делује интермитентно врело при високом водостају.

(4) Уколико се прилив и даље повећава и постане већи од апсорпционе моћи обеју кривих натеза, вода се нагомилава у дотицајном каналу и изнад нивоа преливне тачке више криве натезе и зато врело делује као континуално при врло великом протицају.

При смањивању протицаја све те појаве се догађају на исти начин, само обрнутим редом, те их зато није потребно приказивати.

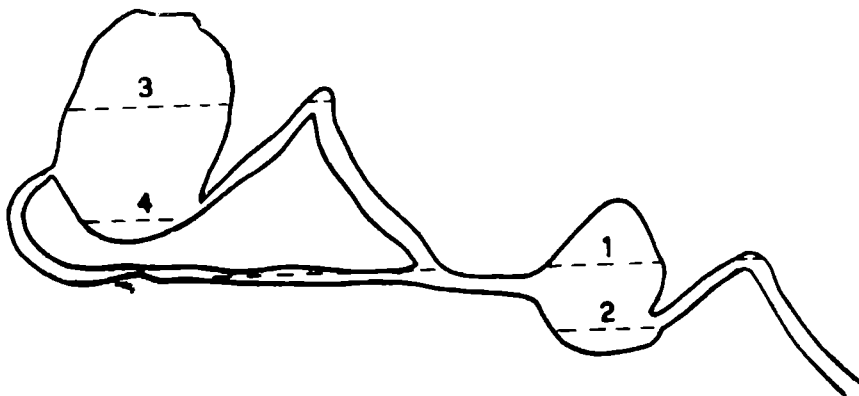
СПЕЦИФИЧНОСТ НИЗА КРИВИХ НАТЕГА ТИПА БАЊЕ

И низ кривих натеза који би омогућавао деловање механизма повремене потајнице при ниском и високом приливу, који одговара типу потајнице Бања, морао би имати извесна специфична обележја.

(1) Пре свега, виша крива натеза, која изазива интерминентна истицања при високом водостају, морала би бити узводније од ниже криве натезе, јер само у тим условима она може условити прекидање рада и ниже криве натезе за време интермитентних деловања више криве натезе.

(2) Дворана пред вишом кривом натезом мора имати и други, двојни канал, повезан с низводнијом кривом натезом, јер само у том случају је могуће континуелно притицање воде ка нижој кривој натези у време кад не ради виша крива натеза.

(3) Тај двојни канал би морао бити довољно узак да при високом приливу може да делује као регулациона узина пред којом се нагомилава вода, јер само у том случају је могуће нагомилавање воде од преливне тачке више криве натезе.



Ск. 2. — Двогуба крива натеза у низу.

(4) Улаз тог регулационог канала мора бити виши од улаза више криве натезе, јер само под тим условима је могуће прекидање протицаја кроз тај канал у време деловања више криве натезе.

Изнети услови одређују да облик низа две криве натеге који обезбеђује хидрограске појаве карактеристичне за врело Бање може имати облик какав је представљен на скици 2.

МЕХАНИЗАМ ДЕЛОВАЊА НИЗА КРИВИХ НАТЕГА ТИПА БАЊЕ ПРИ ПРОМЕНАМА ПРОТИЦАЈА

Од интереса је да се размотри механизам деловања низа кривих натеге типа Бања у условима пораста и опадања протицаја којима сасвим разумљиво одговара и пораст или опадање водостаја у каналима с појавама интермитентног протицаја.

(1) При ниском водостају вода у узводнијем дотицајном каналу доспева до улаза у двојни регулациони канал, протиче кроз тај канал ка дотицајној двораници доње криве натеге и истиче кроз ту криву натегу од момента када приливна вода почне да се прелива преко њене преливне тачке. У условима када је усисна моћ ниже криве натеге већа од прилива, вода се исцрпљује кроз ту натегу све дотле док се ниво не спусти пред њом до испод улаза (ниво 2). Тада престаје изливање воде и врело пресушује. Међутим, пошто је прилив сталан, вода се нагомилава поново до нивоа 1 и кад до њега доспе поново настаје изливање воде. Тај механизам може да траје више пута, све дотле док је прилив мањи од усисне моћи ниже криве натеге.

За све то време виша крива натеге не ради зато што се при ниском приливу вода не може да попне до њене преливне тачке.

(2) Од момента када се прилив повећа изнад усисне моћи двојног канала, он почне да делује као регулациона узина и испред њега вода се нагомилава у дотицајној дворани пред вишом кривом натегом. Због тога вода избија под притиском брже кроз тај канал и од момента када се протицај ка доњој кривој патези повећа изнад њене усисне моћи она почиње да делује као континуелни протицајни канал који храни континуелно врело. Такво стање континуелног истицања траје за време средњег водостаја у узводнијој дотицајној дворани (испод нивоа 3).

За то време не ради интермитентно доња крива натеге, јер је прилив воде ка њој једнак или већи од усисне моћи те натеге.

За то време не ради ни горња крива натеге, јер се приливна вода није попела дотле да може да уђе у њену криву натегу изнад преливне тачке.

(3) При високом приливу вода се у горњој доводној дворани нагомилава преко преливне тачке горње криве натеге (ниво 3). Од тог момента почиње да ради и горња крива натеге. Ако је њена усисна моћ већа од капацитета прилива, ниво воде се у доводној дворани снижава пре свега до улаза у доњи регулациони канал који до тог момента ради, а затим и испод тог нивоа, кад он престаје да ради. То снижење нивоа може да се обавља само док се он спусти испод висине улаза у вишу криву натегу, кад се прекида притицај и кроз ту натегу и њен одводни канал. Од тог момента престаје дотицај ка нижој кривој патези и из двојног канала и из канала више криве натеге и врело пресушује. То пресушивање траје, међутим,

само дотле док се вода поново не нагомила у горњој доводној дворани до улаза двојног канала. Од тог момента поново врело проради, али се због високог прилива вода и даље нагомилава, да би достигла поново преливну тачку више криве натеза, чиме отпочиње опет процес интермитентног истицања како је напред изложен.

Дакле при високом приливу делује као доминантна горња крива натеза и она одређује интермитентне појаве у врелу, док сви остали канали под њеним утицајем повремено пресушују и повремено издају воду.

(4) Најзад, уколико се протицај и даље повећава тако да превазиђе уписну моћ и горње криве натеза, при том великом протицају престају да делују интермитентно обе криве натеза и вода избија стално у врелу.

При смањивању протицаја врши се исти такав процес само обрнутим редом, сагласно високом, средњем и ниском стању водостаја у систему кривих натеза и канала.

УМЕТНУТА КРИВА НАТЕЗА У СИСТЕМУ КАНАЛА --- УЗРОК НАИЗМЕНИЧНОМ КОЛЕБАЊУ ПРОТИЦАЈА

Сложена двоуба или двојна крива натеза у низу, које смо приказали, не могу да објасне механизам наизменичног колебања водостаја за време континуелног протицаја. Таква појава се не може објаснити ни појавом неке узводније или низводније криве натеза која би била уметнута на поменутом главном току који снабдева водом врело Бање и поменуте системе кривих натеза. Јер, у том случају њено би деловање могло само да изазове појаву интермитентног протицаја на том главном току, у његовом приливном делу ка поменутиим системима или у одливном делу у односу на те системе.

Једино реално објашњење за појаву наизменичног колебања воде у време континуелног истицања Бање могло би се извести на следећи начин.

Ток Бање је везан за систем подземних токова, од којих је један најмање узео сталан ток и он снабдева водом стално поменуте системе кривих натеза. Међутим, у неком каналу, који се налази на секундарном подземном току, на току неке подземне притоке сталног тока Бање, јавља се крива натеза, која час даје воду из својих канала главном току, час прекида деловање воде ка главном току. Због тога главном току час притиче више воде, час престаје притичање, и у њему је за време континуелног протицаја час више, час мање воде.

Било би, међутим, потребно да се испита да ли је ово интермитентно притичање подземној Бањи стално, што би одговарало сталној приточној потајници, или је пак привремено, што би одговарало привременој приточној потајници.

ЗАКЉУЧАК

Повремене интермитентне појаве при ниском и високом протицају на извору Бање, могу се објаснити осим на раније изнети начин (2) и појавом двоубе криве натеза или пак појавом две криве натеза с регулационим каналом.

Њихово дејство је засновано на следећим принципима:

I. При малом протицају нижа крива натеза изазива појаву потајнице.

II. При средњем водостају нижа крива натеза издаје стално воду, а виша није укључена у рад.

III. При високом водостају виша крива натеза изазива појаву потајнице с тим што искључује из рада нижу криву натезу.

IV. При врло високом водостају вода континуелно истиче кроз обе криве натеза и канале који их повезују.

Врело Бање спада у изванредно значајне природне реткости наше земље и света, те би било од значаја да се на њему организује мерно и друго праћење хидрографских појава с обзиром да би то дало и основе за квантитативну оцену оних хидрографских и хидролошких појава, које су у овом раду квалитативно оцењене.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Ј. Цвијић: Петњичка Пећина. Гласник Српског географског друштва, св. 1, Београд, 1912.
2. Б. П. Јовановић: Петничка пећина (Прилог геоморфологији краса западне Србије). Зборник радова VIII Географског института Српске академије наука, књ. 1, Београд, 1951.

R é s u m é

BRANISLAV P. JOVANOVIĆ

SIPHON COURBE MULTIPLE DE TYPE DE BANJA

La source karstique de Banja se comporte d'une façon spécifique par rapport aux autres espèces de sources intermittentes connues.

1. Lorsque le débit est petit elle commence à interrompre et à émettre alternativement l'eau et se comporte comme une source intermittente simple.

2. A la différence des autres sources intermittentes, la source de Banja interrompt et émet alternativement l'eau même lorsque le débit est haut.

3. Cependant, entre ces deux états de débit, c.à d. pendant le débit moyen, ainsi que lorsque le débit est très haut, l'eau de la source jaillit continuellement et perd les caractères de source intermittente.

Pour cette raison la source de Banja a été caractérisée comme **source intermittente périodique lors du débit bas et le débit haut.**

Ces phénomènes peuvent être expliqués par la combinaison de l'action de deux siphons courbes ou bien par l'effet combiné de deux siphons courbes à rétrécissements de régulation en série, ainsi qu'il est présenté sur les croquis en annexe. Dans tous les croquis numéros 1—4 désignent les états suivants:

1. Lors du débit bas le siphon courbe à déversement plus bas produit l'écoulement intermittent.

2. Lors de la hauteur moyenne de l'eau le siphon courbe plus bas émet continuellement l'eau.

3. Lors du haut niveau de l'eau le siphon courbe plus élevé produit l'écoulement intermittent.

4. Lors du niveau très haut de l'eau, celle-ci s'écoule continuellement des deux siphons courbes.

On a observé, en outre, l'oscillation alternative de l'eau lors de l'écoulement continu et elle peut être expliquée par l'effet de l'affluence intermittente d'un tributaire dans le système des cours souterrains de Banja.