

*Бранислав П. Јовановић*

## **ВЕЛИКА ПЕЋИНА КОД ДУБОКЕ**

**— ПРИЛОГ МОРФОЛОГИЈИ И ХИДРОЛОГИЈИ КРАСА  
ИСТОЧНЕ СРБИЈЕ —**

Пећина састављена од чланова Географског института Српске академије наука, Комитета за туризам Народне републике Србије и планинарског друштва „Железничар“ из Београда вршила је испитивања излетничких особина Велике Пећине (Гаура Маре), која се налази у Источној Србији, недалеко од села Дубоке. Том приликом сам прикупио неке податке, који могу да употпуне доста детаљну морфографску и хидрографску слику, коју је о тој пећини дао *Ј. Цвијић*, пре више од шездесет година (1). У томе је раду *Ј. Цвијић* приказао већину елемената рељефа и хидрографије, а узгред се освртао и на начин постанка неких од њих. Остало је да се утврде односи између свих ових елемената и да се на основу тога донесу закључци о еволуцији рељефа и хидрографије Велике Пећине. То је задатак овога рада.

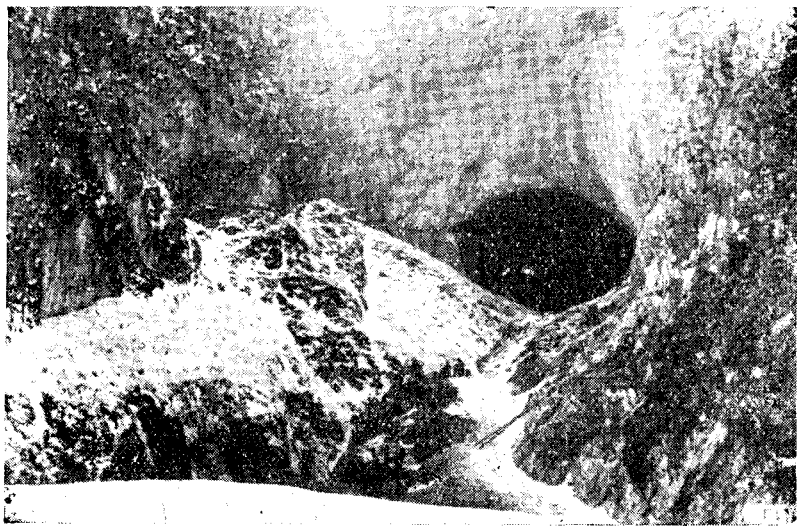
На основу поновљених мерења, извршених уз помоћ *Б. Аратовића*, *С. Бјеговића* и *Б. Бјеговића*, као и неколико сељака из засеока Кријановићи, села Дубоке, исцртани су приложени профили и план главнијих канала. Они омогућују да се не задржавамо на описивању њихових размера.

### **Положај Велике Пећине**

Када из долине Пека пођемо према селу Дубоки, најпре нам привуче пажњу пространа, благо заталасана и питома пшврш, која се пружа са обе стране Велике Реке (Ваља Маре), 60 до 80 м изнад дна њене простране долине. Изнад површи се дижу брданица чије су стране већином пошумљене; само местимично су она оголићена и избраздана сплетовима ровина и вододерина. Међу њима је најочљивије брдо Криг, чији се кречњачки отсеци налазе северно од Дубоке. У њима је урезан циповски отвор Велике Пећине (фот. 1).

Кад изучавамо детаљнију топографску карту Крша и његове ближе околине, или када се упознамо са радом Ј. Цвијића, видимо да је географски положај Велике Пећине веома занимљив. Са севера, од западних огранака Бложа пружа се у правцу Крша долина дугачка око 4,5 км, а дубока просечно око 60 м. По њеном дну вијуга Понорска Река. Под северо-источним отсесима Крша урезан је у дну те долине понор, чији се отвор налази на апсолутној висини од око 375 м. У њему пошире сва вода која из горњих делова долине Понорске Реке доспева до њега.

На југоисточним странама Крша, око хиљаду метара далеко од понора, налази се цигевски отвор Велике Пећине. У



Фот. Танјуг

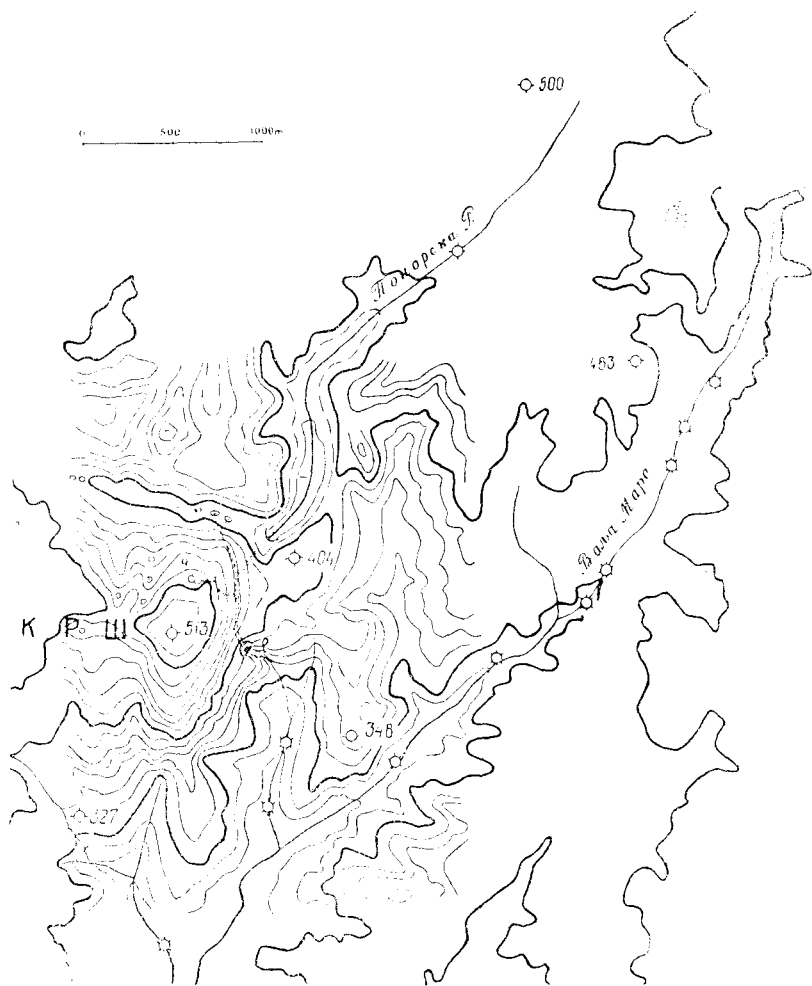
Сл. 1. — *Добри улаз велике Пећине*

Добри улаз је усечен у висини површи Велике Реке од 60—80 м релативне висине. Та површ је пресечена кратком клисурицом све до улаза у Пећину.

Његовој су близини два извора, који поново граде тек Понорске Реке. Велика Пећина се налази дакле између изворишног и доњег дела речне мреже Понорске Реке (сл. 2).

Силет долина у изворишту Понорске Реке је уоквирен са свих страна косама и косањинама, које се од Бложа возују за Крш. Крш се пружа у правцу на долину Понорске Реке те је са југа и затвара. Мрежа долина у изворишту Понорске Реке је, према томе, слена — скраћена. У дну долине веће бочне притоцице, која се налази између Руђине и брда Бигер Корњец, урезан је низ вртача, слично као и у дну долине Понорске Реке, североисточно од Крша.

Између понора, који прима воду Понорске Рече, и циновског отвора на југоисточној страни Крша, на дужини од око 1 км. вијуга главни канал Велике Пећине. Он се углавном пружа од севера према југу и није далеко од источних страна



Ск. 2. — Карта ближе околине Велике Пећине.

Крша. За њега се везују два мања каналића са леве стране и два дужа канала са десне стране, од којих се први већи десни бочни канал и сам даље разгранава. Мрежа коју граде главни и бочни канали назива се Велика Пећина.

Главним каналом Велике Пећине тече повремено Понорска Река и излази поново на видело кроз циновски отвор, којим се пећина завршава. Њено је дно овде на висини од око

330 м; оно је за 60 до 70 м више од дна долине Велике Реке. Због тога се са излаза из пећине пружа веома леп поглед на брда и долине у даљој околини. Излаз Велике Пећине је усечен у облук, који се налази на југоисточној страни Крша. У висини излаза урезан је, у левосј страни овог облук, један краћи канал, испуњен делимично пакитом, а по дну прекривен глином у којој има шалитре. И у десну страну облук, нешто даље и више од излаза Велике Пећине, усечена је једна потканина. Леви ходник дубочани називају Медвеђа Пећина (Гаура Урсу), а десни Овча Пећина (Гаура Оилор). У висини излаза налази се и пространа површ, која се увлачи до под отсеке Крша из долине Велике Реке. Понорска Река је просек-



Ск. 3. — Површ Велике Реке гледана са Доњег улаза.  
У дну пртежа је део клисуре Понорске Реке.

ла ову површ, од излаза Велике Пећине па до Велике Реке (ск. 3). У првом делу, од излаза из пећине па сто метара низ реку, долина Понорске Реке има изглед врло дивљачне клисурице. По дну се јављају циговски лонци, преграде и степеничасти преломи. Мали и кратак поток, који полази од кућа Кршјановића, а утиче у Понорску Реку недалеко од излаза из клисурице, има долину благих страна, исто као и Понорска Река од излаза из клисурице па до Велике Реке.

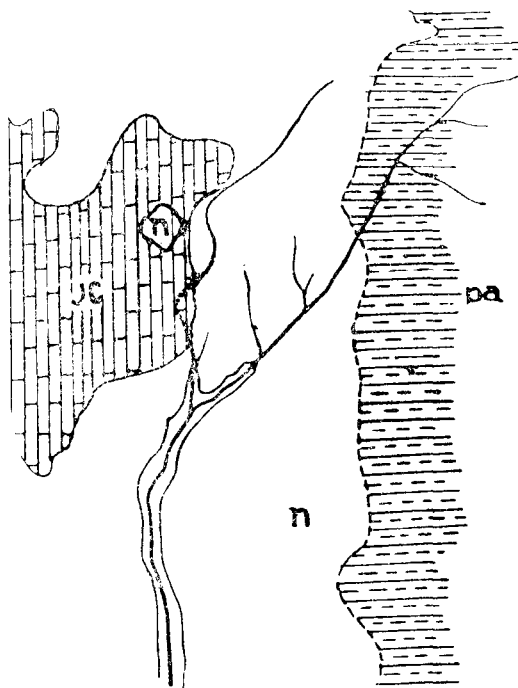
Систем слевих долина у извориншту раздвојен је од мреже долина у доњем делу Понорске Реке косом, која се пружа од Крша према брду Блож. У тој коси је усечена преседлина, се-

верно од Крша; најниже њене тачке су издигнуте десетак метара изнад површи Велике Реке.

Систем токова Понорске Реке изградио је, према томе, у току свга развитка мрежу скрашћених, слепих долина у изворишту, слиет пећинских канала у средњем делу, а у своме доњем делу мрежу долина усечених у површ Велике Реке. Разграната мрежа канала Велике Пећине, која је усечена просечно 60 до 100 м испод површине Крша, потсећа нас својим обликом на мрежу подземних речних долина.

### Геолошки састав Велике Пећине, Крша и околине

По *М. Протићу* и *В. Микинчићу* (2) у рејону Велике Пећине могу да се издвоје три основна стратиграфска члана



Ск. 4. — Геолошка карта ближе околине Велике Пећине (2).

ра — палеозојске непропустљиве стене.

ЈС — јурско кретацејски кречњаци.

п — терцијарни седименти.

(ск. 4). На истоку су откривени палеозојски кристалести шкриљци. На западу се налазе г. јурски и д. кретацејски кречњаци који се пружају од Крша и Руђине све до Дунава. Из-

међу палеозојска и мезозојска се увлачи уз долину Велике и Попорске Реке партија терцијарних седимената.

Попорска Река ушле изворништем у оградке Бложа и косе које деле воду сливу Дунава, на северу и сливу Пека, на југу. Све ове косе припадају палеозојском терену. Идући према југозападу Попорста Река је усечена у терцијарним седиментима, који прекривају испрва кристаласте шкриљце, а затим мезозојске седименте. Улазећи у кречњачки терен Попорска Река се дуби по издухама и попорима, прегиче канална усеченим у Крицу, где лучно савилаји према истоку, излази из кречњачке масе и поново наилази на терцијарне седименте, који и овде прекривају мезозојске и палеозојске стене.

Попорска Река је према томе, само средњим делом захватила обидне делове простране зоне мезозојских кречњака. Горњи и доњи део њене речне мреже усечен је у појасу палеозојских и терцијарних непронусљивих стена.

Разграната и лако проходна Велика Пећина пружа, према томе, веома погодне услове за испитивање развитака рељефа и подземних вода крашског терена, који је уметнут у средњи део речног система, који има изворниште и доњи део у непронусљивим теренима.

#### ГЛАВНИИ МОРФОЛОГИИИ ЕЛЕМЕНТИ ВЕЛИКЕ ПЕЋИНЕ

Многе појединости о облицима Велике Пећине познати су већ из рада *Ј. Цвијића* (1). Он је, тако, дао размере канала и доста детаљно описао многе мање морфолошке елементе, који се у њој јављају. Као што је познато, у Великој Пећини постоје само три већа канала. Највећи по размерама и по дужини је ходник Попорске Реке. Он заслужује назив *Главног канала*. Оба већа бочна канала везују се за њега са десне стране. Недалеко од улаза — попора је, тако, *Први бочни канал*. *Други бочни канал* се везује за средњи део Главног канала (ск. 5).

*Главни канал*. — Улаз у Главни канал је, по *Ј. Цвијићу*, „дузак попор, претрпан великим степанама, и у њега се слива вода, кад је у кориту Попорске Реке пма” (1, стр. 23). Сељаци из Кријановићског засеока су најрадије њим улазили у Пећину, када су тражили нестало грло стоке или када би трагали за благом, које је, по њиховом веровању, сакривено у Пећини. Попор се наставља у ходник, узан 1 до 2 м и низак местимце до 1 м, који се затим све више проширује. На месту где се састају Главни и Први бочни канал, ширина и висина Главног канала су око 2 м. На том је месту усечено у дне канала плитко удубљење. Оно потечећа на вртаче по дну скрапљених долина. Изграбењо је претежно хемпјском ерозијом Попорске Реке, која је и данас умерена према издухама на дну тог удубљења.



У суженом улазном делу Главног канала јавља се на левој страни ниска терасица састављена од глине и песка.

Између саставака са бочним каналима Главни канал је нешто пространији. У њему су две дворанице. По дну су нагомилани комади кречњака, одваљени са зидова и таванице, и облаци од кристалстих покриљаца, који су донети Понорском Реком из њеног изворишта. Од дворанице на саставку са Другим бочним каналом, Главни канал нагло мења правац и змијасто вијуга скоро до излаза. Његова висина и ширина се мењају на сваком кораку. По *Ј. Цвијићу* канал је у оба ова дела широк просечно 6 до 8 м. „Сужавајући се само где-где 3 до 4 м, или проширујући се 10 до 12 м, главни канал задржава ексеро до краја (раније поменуто) просечну ширину” (1, стр. 22). Главни канал је ту већином виши по ширини; његови се зидови, идући према таваници, све више један другоме приближавају и настављају у циновске дијаклазе и међуслојне пукотине; због тога канал има на више места изглед циновске пукотине, коју је Понорска Река нешто више проширила само у доњим деловима.

Час са лево, а час са десне стране јавља се у њему тераса, пресеци висока око 2 м. Она је већином уска и сачувана у облику наспрамних ртова. У дворанама је пространија и прекривена наслагама пећинске глине и песка. Тераса је урезана у стрмо нагнутим кречњацима; то је, несумњиво, ерозивна тераса Понорске Реке. Раније када је у њеној висини било дно Главни канал је био много пространији; данас је, међутим, у некадашњем дну урезан низ циновских лонаца. Међу њима, како је то *Ј. Цвијић* већ констатовао. „преовлађују циновски лонци елиптичног облика, код којих је уздужна осовина положепа у правцу већинског канала. Ни један није дубљи од 2 м. Има их и малих, сасвим округле контуре. Сви су испуњени шљушком, поглавито од кварца, песком и водом. Обично су глатких дуварева, али их има и избразданих страна и те бразде имају облик завојака” (1, стр. 215). Циновски лонци се највећма толико проширују да уништавају терасу.

Дно корита између циновских лонаца већином је оголићено. Тамо где су слојеви управни на правац корита, јављају се пречуге или пак стенице. У левој страни змијастог дела Главног канала усечен је и један паралелни каналић десетак метара дугачак. Његово је дно око 2 м више од дна Главног канала; оно се налази у висини тераса, за које се и везује.

Пећински накит се ретко јавља; само су на једном месту нешто веће количине калцитних салива (сл. 6). Зидови су ипаче голи, углачани или пак избраздани сплетовима бразда, бели или, местимично, превучени блатом.

Змијаста део Главног канала се на крају сужава у теснац 0,5 до 1 м широк и око 1,5 м висок. Од тог теснаца па до излаза је Главни канал најпространији. Просечна ширина



и висина тог изласног проширења је око 16 м. Тавница је за-  
свођена; зидови готово окомити. На почетку тог проширења  
урезан је у дно гађећи циновски ланац Пећине. Он је елиптичног  
облика, „већа осовина његова дугачка је око 6 м., а краћа  
4 м. Стране његове су глатке и беле се“ (1, стр. 21). Дужа  
осовина циновског ланца је управна на правац Попорске Ре-  
ке. Дубок је око 2 м; по дну су нагомилани јајасто уобљени  
блокови стена, који достижу и до 30 см у пречнику. Од њега  
вијуга плитко усечено корито Попорске Реке све до излаза из  
Пећине. Остали делови дна су покривени комадима кречњака  
и кристалистих шкриљаца, обрађених Попорском Реком. На ле-  
вој страни изласног проширења јавља се око 0,5 м висока



Фот. Тацјуг.

Сл. 6. — Саливи у средњем делу Главног канала

акумулативна глиновита несковита терасица (сл. 7). Осим ње  
има и кратких ртића, чија је висина око 2 м. И то су вероват-  
но реликти ерозивне терасе Попорске Реке. У њиховој је ви-  
сини дно малог бочног канала, које је урезано у левој страни  
на почетку изласног проширења.

У Пећину кроз излаз пресиру блокови чепа синара, који  
је настао распадањем даске стране облук одмах до излаза из  
Пећине. Тај синар прети да затри излаз из Пећине.

*Бочни канал са пећинским вртачом.* — На почетку Првог  
бочног канала је неколико прстасто распоређених, ниских и  
уских ходника. На месту где се они састају налази се мала  
двораница. То је изворишна челенка Првог бочног канала. Сва-

ки од три каналића изворишне челенке је доста извијуган; стране и дно су им већином овлажени, испрани или пак заблаћени. *Ј. Цвијић* је утврдио да се они „заврћују пукотинама или проширењима, која су испросецана пукотинама, а одговарају вртачама на површини (Крша). У два случаја сам напшао да се таван пећински састеји из камења и грађа, којим су сељаци стромор вртаче зачепили” (1, стр. 26). На основу плана распореда и пружања канала Велике Пећине, могло би се претпоставити да реке од ових вртача, или пак неке од ових пукотина доспевају до дна долине, која је усечена између Рубице и брда Бигер Корњец. Двораница на саставцима ових каналића, ниске таванице 0.5 до 1 м. пречника



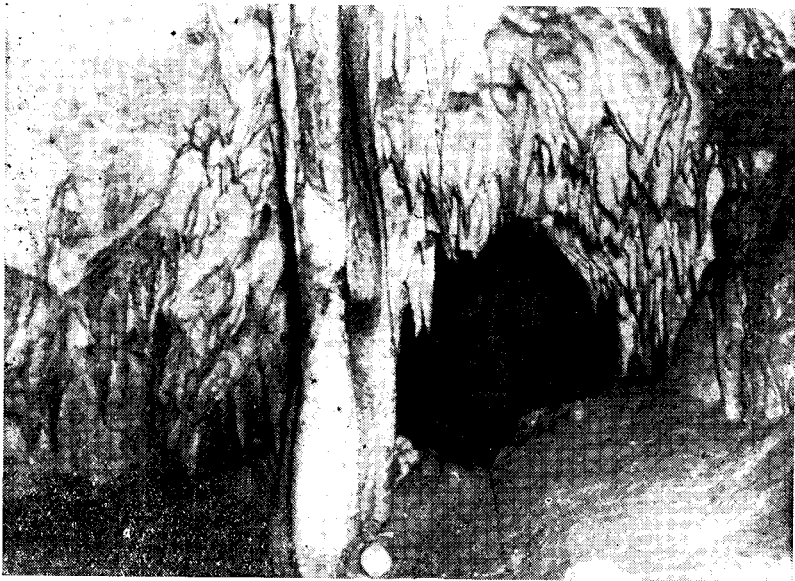
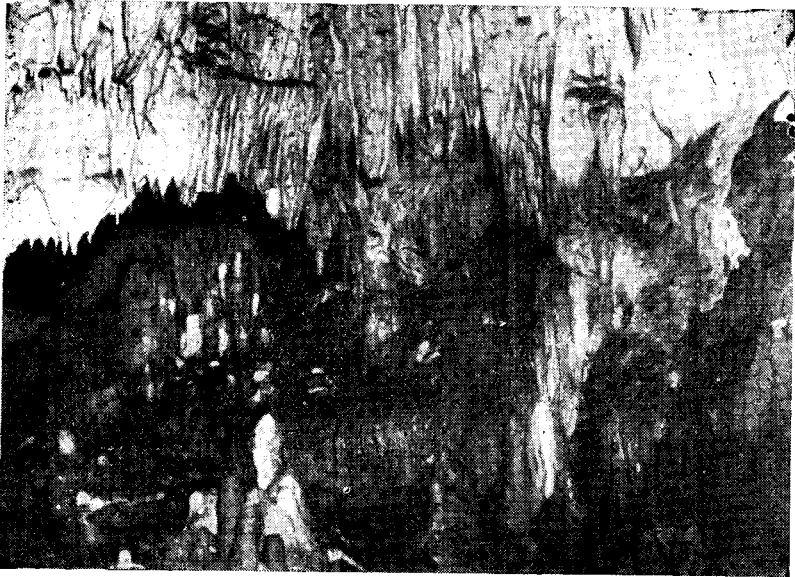
Фот. Танјуг.

Сл. 7. — Излазно проширење Главног канала.

4 до 5 м, исуђена је млечно белим и кристално провидним саливима, сталактитима и сталагмитима, који често срастају у стубове или граде завесице. Кроз два процена између оваквих стубова може се проћи из те салице у остале делове канала.

Ходник је у наставку тако узан и низак да се њим једва може кретати и у погуреном ставу. У његовом дну је урезано плитко и уско корито. У странама су пукотине, од којих је једна, управно упућена у десну страну, нешто шира, по дну исуђена песком и проходна десетак метара. Местимично се ходник проширује, свед му се пружа навише у облику левка и везује се за издухе и вртаче на површини Крша. Ходник се наставља у двогубу дворану бубрежастог облика.

Дно ове дворане се доста стрмо спушта према југу, где се галази неколико издуха. У њима се губи вода, која дошире из



Сл. 8. — Пећински украси у деловима Другог бочног канала (горе) и на почетку Првог бочног канала (доле)

горњих делова канала. Три до четири метра истовјерно од ових издуха, дно дворане је покривено глином, чија је површина нагнута према средишту. Вероватно се овде налази понор за-

чешљен глином. У осталим деловима дворуше дворанице је дно покривено кречњачним облацима. Дно је за 2 до 3 м. ниже од дна узводних и низводних делова Првог бочног канала. Дно бубрежасте дворанице због тога личи на вртаче, које срећемо по дну скаршњених долина. Овакве је облике у Петничкој Пећини *Ј. Цвијић* назвао пећинским вртачама (3).

Између бубрежасте дворанице и Главног канала усечен је ходник, који је округластог попречног пресека, широк и висок од 2 до 3 м. На његовим зидовима је кречњак већином огошљен, углачан и влажан, а по дну се налазе песак и обилажена и клизава глина. На излазу је дно овог бочног канала око 0,5 м. изнад дна Главног канала. Овај бочни канал је, према тсме, viseћи према Главном каналу.

*Бочни канал са попором.* — Други већи бочни канал има на почетку округласту дворану, пречника око 6 м.; њена је таваница бубасто засвођена, зидови оголићени, завлажени и местимично скаршњени, а под прекривен клизавом обилажомом глином. Дно дворанице је влажно, влажених са таванице и зидова или је местимично и од кречњака. У дну дворанице је урезан попор, по *Ј. Цвијићу*, дубок 30 м. Његов горњи створ је проширена пукотина, 0,4 м широка и 2 м дугачка. Камен бачен кроз ту пукотину, пре но што доспе до воде, која се налази на дну, удари о некакав праг.

Из те дворанице се улази у ходник, доста простран да се може слободно њиме пролазити. Са леве стране се од њега одвајају бочни, ситни, већином кратки и уски ходници, проширене пукотине, које су даље у вези са пукотинама на површини Брша. Други бочни канал је недалеко од дворанице са попором, украшеним скаршњеним од око 30 м пећинским накитом (са *В. П. П.* су скаршњени мленно белих калцитних саљива, који поново поново излажу стране ходника и местимично му знатно сужавају ширину). Има доста сталактита и сталагмита, који овде овде сисају у стубиће. Између саљива, стубова и завеса јављају се и неке мале дворанице обложене калцитом.

У наставку се ходник овог бочног канала рачва у два крака који се затим поново састају. Оба крака су приближно исте ширине и висине, око 3 м, дно им је прекривено уравњеним песком или глином, а стране су оголићене, стеновите. Све до излаза у главни канал овај је ходник једноличан, прстран и по дну испуњен песком. На излазу му је дно за два метра више од дна Главног канала. Пећинска глина и песак, који из бочног канала продиру у Главни, граде мању, али изразиту пламину. И овај бочни канал је viseћи према Главном каналу на Великој Пећини.

### ГИДРОЛОШКЕ ПОЈАВЕ ВЕЛИКЕ ПЕЋИНЕ

Хидролошке појаве у Кршу, како у Пећини, тако и у оближој њеној околини, веома су разноврсне и занимљиве. Бода се јавља у облику привремених, сталних, површинских или подземних токова. Она се процеђује кроз многобројне пукотине, капље са таванице или се слива низ зидове. Она образује у циновским лонцима језерца различитих облика и дубина. Она истиче из Крша у облику сталних и повремених извора.

*Подземни токови.* — Највећу масу воде уноси у кречњак Крша Понорска Река. *Ј. Цвијић* је већ рекао да она „извире и у горњем току тече кроз терен кристалистичких шкриљца, који се јужно од Дobre и Брњице простире. Наилазећи на кречњачку зону, Понорска Река губи најпре воду по мањим издухама, а затим је у понору сасвим нестаје, и одатле тече подземним током кроз Велику Пећину” (1, стр. 24). Он је већ раније утврдио да је „Пећина сува, али је по начесу јасно да река веома протиче” (1, стр. 23). По причању једног Крцијановића, Главним каналом река тече од понора па до излаза из Велике Пећине само у доба отапања снега, или за време пљавих или дугих кишна. Онда када смо ми били у каналу, већи његов део је био без тока. Само је у горњем делу Главног канала, од улазног понора па до издуха, које се налазе на саставцима Првог бочног канала и Главног канала, вода Понорске Реке заузимала готово цело дно ходника. Ту је поменутих издухама одлазила у веће дубине Крша. Међутим, на плану, који је *Ј. Цвијић* приложио својој раду, нешто је краћи ток Понорске Реке; наиме, вода Понорске Реке нестаје одмах пошто уђе у канал. Можда се одмах на улазу у Главни канал налазе у дну издухе, те се због њих ток и у самој Пећини час скраћује, у доба слабијег протицаја, а затим оцет продужује, у доба већег протицаја.

Други подземни ток смо утврдили у извршином и средњем делу Првог бочног канала. Вода, која је миграла у облику цурца, била је измешана са развлаженим, сасвим житким блатом. Такав слаби ток је лако могао да понире у уским, једва приметним издухама, усеченим у дно пећинске вртаче, која се налазила на дну дворане бубрежастог облика. Количина воде, која притиче тој вртачи, није дреск целе године толико мала. Зидови бубрежасте дворане су изразито заблаћени 1 м. изнад дна. То говори да се вода ујезерује по дну ове пећинске вртаче у време већег притицаја из уводних делова Првог бочног канала.

У другом бочном каналу није било никаквог тока! Међутим, и у њему се повремено јавља ток, који је навео у пећину масу глине и песка и од њих изградио на излазу малу мравину.

*Извори.* — Вода, коју у кречњачку масу Крша уноси Понорска Река, и кишница и сочница, коју пукотине, издухе

и понори упијају са површине Крша, сва та вода одлази у партије кречњака, које се налазе испод дна Главног и бочних канала Велике Пећине. Све воде Крша одводњавају само два извора. У близини излаза из пећине, налази се извор на дну клисуре, који преко целе године издаје само бистру воду. Други извор избија из цукотине у отсеку Крша у висини површи. Он се јавља повремено — за време већих и дужих киша, или топљења снега — при чему је некад бистар, а некад мутан. Када смо га проматрали, издавао је приличну количину воде и хранио поточић, који се кретао преко површи ка клисури, у облику водопада падао на њено дно и, заједно са водом сталног извора, образовао површински ток Понорске Реке.

Оба ова извора издају приличну количину воде, те су у стању да хране реку, која покреће неколико поточара. За време лета, они, међутим, не дају Понорској Реци толико воде, да може да се одржи све до ушћа у Велику Реку. Идући изводно она тала пресушује, јер јој воду упија прегрејани песак и шљунак на дну долине.

*Језера.* — У средњем и излазном делу Главног канала има десетак пећинских језераца различите величине, дубине и облика. Већином су образсвана по циновским лонцима. Већа заузимају читаво дно Пећине и отежавају да се њом може не сметано кретати. Има их дубоки и до 1,5 м, а и веома плитки. Њихова дубина зависи првенствено од тога до које су мере циновски лонци испуњени речним наносима.

На многа места вода испуњава мање шупљине и тањирасте утолеглице, урезане у степовитом дну пећине, и образује мање локвице, које једна другој притичу и најзад отичу у језерца.

Језерца Велике Пећине нису била обложена блатом и муљем. Понорска Река, приликом повременог прстицаја, испира шљунак и односи муљ из њихових басена. Због тога је вода у језерцима прилично бистра.

Температура језерске воде није стална у току године, нарочито у излазном делу Пећине. Тако је *Ј. Цвијић* измерио да је температура воде, нагомилане у типичном циновском лонцу на почетку излазног проширења, била 11 С. Када смо ми били у Пећини, температура је била знатно нижа, а вода готово у целини замрзнута. Утицај спољашње ниске зимске температуре сасећао се на исти начин и код осталих језераца и локвица излазног проширења Главног канала. Идући у унутрашњост Пећине замрзавање је било све незнатније, тако да вода уопште није била замрзнута у средњим и горњим деловима Пећине, како у језерцима, тако и у Понорској Реци, цурцу Првог бочног канала и на дну понора.

*Вода горњих партија Крша.* — У свим каналима Пећине је кашњала вода са таванице. На неколико места се она јављала и у шупљинама на странама канала. На доста места смо

нашли да су зидови превучени слојем блата испод пукотина, којима га вода са површине Крша исврмено уноси у Пећину. Врхови сталактита су били увек овлажени. У излазном проширењу су ниске спољне температуре утицале и на воду која прскањује са таванице. Напуштајући пукотине, она се замрзавала или на таваници или на дну канала и градила ледене сталактите и сталагмите, који су у већој мери украшавали овај део Пећине. Према томе и у горњим партијама Крша, између таванице канала Велике Пећине и површине брда Крша, долази до пресеђивања час веће, а час мање количине сочних и кишнице.

*Вода на дну понора* је, по *Ј. Цвијићу*, „по свој прилици издан, која храни изворе овога краја” (1, стр. 25). По *Ј. Цвијићу* се она налази 30 м. испод дна дворанице на почетку Другог бочног канала. Дно те дворанице је на висини од 370 м., то јест оно је за око 40 м. више од дна излаза Велике Пећине. Према томе је, као што је приказано и на приложеном уздужном профилу Другог бочног канала, површина воде на дну понора за 10 м. виша од површине дна излазног дела Велике Пећине.

#### РАЗВИТАК ОБЛИКА ВЕЛИКЕ ПЕЋИНЕ

Разнслики облици, који се налазе у Великој Пећини и блиској њеној околини, пружају нам могућност да утврдимо главније етапе њеног развитака и да установимо, какви су односи између облика створених у тим разним еволутивним етапама.

*Етапа прекрашке ерозије горњих делова речне мреже Попорске Реке.* — Канали Велике Пећине су изграђивали од свог постапка па до данас хемијском ерзијом понируће кишнице и снежнице и хемијском и механичком ерозијом подземних токова: Попорском Рексом и цурцем Првог бочног канала.

Попорска Река је алогена река, чији је горњи ток, од изворшта, па скоро до понора усечен у непрспустљивим стенама. Како је она из непрспустљивих терена, где је одувек морала тећи као исвршинска река, продрла у унутрашњост Крша, не би могли да се донесу неки поузданији закључци. Изнад Пећине, на површини Крша, нема трагова прекрашке долине Попорске Реке са нивовима вртача по дну. Изгледа највероватније да је Попорска Река текла, као површинска река, северно од кречњачких терена. Најпре би се могло претпоставити да је преседина, која се налази северно од Крша, остатак прекрашке долине Попорске Реке. Скрашћавање Попорске Реке почело је, према томе, тек пошто је она просекла терцијарне седименте и почела да се усеца у мезозојским кречњацима који се налазе у њиховој подлси.

Притоцица Понорске Реке, усечена у мезозојским кречњацима северно од Руђине и Крша, прошла је, такође, кроз ову прекрашну етапу развика. У тој етапи сна је имала изглед уске и дубоке долине, усечене око 100 м у мезозојским кречњацима. Затим су се дну и њеном дну створиле вртаче, око издухаца понора, у којима је почела да губи воду.

Скрашћавање горњег и средњег дела речног система Понорске Реке је млађе од терцијарних седимената у којима је она усечена. Оно је млађе и од преседлине и пречага између вртача у њеној долини и долини њене притоцице. Оно је, са друге стране, старије од површи Велике Реке зато што се преседлина, део прекрашних дна долине Понорске Реке, налази на десетак метара изнад ње и зато што је дно канала Велике Пећине, који су механичком ерозијом подземних токова дуго времена изграђивани, такође, у висини површи Велике Реке.

*Етапа израђе најстаријих крашких облика Крша.* — Најниже тачке преседлине и преграде између вртача, остаци старог, нескрашћеног дна долине изворишног дела речног система Понорске Реке, налазе се 100 и више метара испод површине Крша и Руђине. То значи да је усецањем прекрашних долина кречњак Крша и Руђине био за више од 100 м, оголићен. Постала је, према томе, могућност да се у овој кречњачкој маси развија крашки процес несметано и упоредно са нормалним процесом флувијалне ерозије у сливу Понорске Реке. Кречњак Крша је данас испресецан многим дијаклазама и међуолојним пукотинама, кроз које је, већ од њиховог постанка, морала процирати снежница и кишница са површине брда. Највећи део ходника Велике Пећине предиспозван је овим пукотинама. Они су, врло вероватно, испрва били изграђивани само хемијском ерозијом кишнице и снежнице. И данас неке бочне канале изграђује само та вода Крша. Проширене пукотине, које се налазе на таваници и на зидовима Главног канала, обрађује и данас само упијена вода са површине кречњака. Врло је вероватно да је Понорска Река процела у један овакав систем пукотина, изграђен крашким процесом пре скрашћавања Понорске Реке и да га је, затим, прилагођавала својим потребама.

*Улога Понорске Реке у изграђивању пећинских канала.* — *Етапа саобраћавања.* — Скрашћавањем средњег дела речног система Понорске Реке, појемени су саобраћени падови уздушног профила њених токова. Остаци несаображености уздушног профила Понорске Реке изражавају се и данас у најјачим падовима дна код понора на улазу у Главни канал. Још изражатије су преломљени падови некадашње притоцице Понорске Реке, чији су почетни понори издухе готово вертикални. Међутим, запажа се да се у Понорској Реци и њене притоцице имале снажне веома велики утицај на развика канала Велике Пећине. Као хемијска, тако и механичка ерозија



подземних токова биле су веома дуго усмерене у правцу саображавања падова дна канала Велике Пећине. И данас се јасно може видети да су падови дна канала пре усецања цинковских лонаца, пећинских вртача и понора били готово континуално нагнути од почетка па до излаза из Пећине (ск. 9). Дно сваког бочног канала се тада везивало за дно Главног канала, које се налазило у висини терасе. И данас се јасно види како се дно Главног канала везује у продужењу за доврц Велике Реке, која је остатак пространог дна долине Велике Реке, из оног периода када је доња ерозивна база слива Велике Реке била дуго времена стабилизована од 60 и више метара изнад данашњег дна долине. У току дугог времена, од скрашћивања па на даље, средњи део речног система Понорске Реке се саображавао у кречњачкој маси према Великој Реци, која се налазила у висини површи од 60 до 80 м. релативне висине. Резултат свог саображавања је разгранат систем канала чија су дна била узајамно повезана и готово континуално нивоално нагнута. Ово је саображавање извршено захваљујући томе што се крашка ерозија није дуго времена могла одвијати испод нивоа површи Велике Реке, докле је кречњак Крша био загађен терцијарним и палеозојским стенама. Затим што се механичка ерозија није дуго времена могла одвијати испод ње ерозионе базе речне мреже Велике Реке, која се дуго времена налазила у висинама површи Велике Реке. Саображавање подземних токова се вршило по принципима који су већ раније установљени, при анализи еволуције рељефа Петничке Пећине (4), при чему је систем саображених падова дна у Великој пећини много лепше, готово школски изражен захваљујући разгранатости њених канала и алогеном карактеру Понорске Реке.

*Етапа развика младих канала Велике Пећине.* — Оживљавање ерозије у сливу Велике Реке је прекинуло даљу изградњу површи и саображавање уздужних профила токова Понорске Реке. Велика Река и већина њених притока усекле су се 60 до 80 м у тој површи. Доњи део Понорске Реке, пратећи ово усецање, просеца терцијарне наслагае и палеозојске и мезозојске стене у њиховој подини. У палеозојским стенама он изграђује нормалну долину, а у кречњацима, раније описану, кратку и дивљачну клисурицу. Тако Понорска Река својим доњим током открива кречњаке Крша до већих дубина и пукотине, које су биле раније загађене, што омогућује оживљавање крашког процеса у Кршу. Подземни токови речног система Подземне Реке, и поред свог алогеног карактера, нису били у стању да просеку кречњачку масу која се испод њих налазила и да се, пратећи оживљавање ерозије у Великој Реци, спусте без скрашћивања. Воду средњег дела речне мреже Понорске Реке, упијају пукотине по дну и испод дна канала Велике Пећине и спроводе је до пукотина на дну клисуре,

недалеко од излаза из пећине, до пукотине сталног извора. У дну старих канала се образују понори и пећинске вртаче. Тако је оживљавање ерзије у Великој Реци и доњем делу Понорске Реке условило даљу карстификацију средњег дела речног система Понорске Реке.

Тако је карстификован целом дужином Главни канал, јер се вода Понорске Реке губи у издухама по дну изворишног дела долине, узводно од улазног понора. У непроницајивим теренима, у изворишту Понорске Реке, младо оживљавање није још отпсчело. Младо оживљавање ерозије није изгледа захватило ни средње ни горње делове Првог бочног канала где стари цурац још увек тече. Карстификација је овде доспела до понора и издуха урезаних у дно пећинских вртача бубрежасте дворане. Други бочни канал је, међутим карстификован до изворишта, где је у дну почетне дворанице створен понор од 30 м.

*Етана терасе, висећих канала и канала повременог извора.* — Између етале у којој су два старих канала била саглашена и етале младих канала, издваја се један прелазан период, када је ерзијом Понорске Реке и њених притоцица изграђена тераса у Главном каналу и када су бочни канали остали висећи. Усецање младог, уског и релативно дубоког корита, као и усецање цинсовских лопача највероватније је почело у почетним моментима оживљавање ерозије у Великој и Понорској Реци. Тада су пукотине у дну старих канала и младих канала били толике уски, да нису били у стању да апсорбују сву воду Понорске Реке; један део воде је стално текао старим каналима и, пратећи оживљавање ерозије у Понорској Реци, урезао поменуте облике: млада корита и цинсовске лопаче. Од старог дна је остала у облику наспрамних ртова овде овде сачувана пећинска тераса.

Понорска Река је, захваљујући алогеном карактеру, располагала са већом количином воде него њене подземне притоцице. Она је јаче и дуготрајније била у стању да еродира дно свога канала, него њене повремене, слабе, чисто кратке притоцице. Због тога су канали ових притоцица остали висећи у односу на канал Понорске Реке.

Продубљивање корита и цинсовских лопача у Главном каналу траје још и данас. Ерзивна енергија Понорске Реке је у старом каналу, и поред њеног повременог карактера, још увек доста велика. За време једне провале облака нагрнула је у Пећину бујица, која је однела скоро пола метра дебео слој глине, песка и шљунка акумулираног по целом дну излазног проширења Главног канала и оголила кречњаке у њиховој основи. Заостали делови акумулираног материјала образују ниску акумулативну терасицу, описану у ранијим поглављима.



Ерозивна енергија цурца у Првом бочном каналу је повремено велика, те може да сдваљује парчад кречњака и да, како механичком, тако и хемијском ерозијом, удубљује корито у његовом горњем и средњем делу.

Какав је однос између канала сталног извора, старих канала и канала повременог извора нисмо могли да утврдимо. На основу неких његових хидролошких одлика и положаја, о којима ће се доцније говорити, изгледа да је и он у вези и са старим и са младим каналима. Изграђен је највероватније у прелазном периоду, између развитка старих канала, од којих је нижи, и развијање младих канала, од којих је виши.

*Еволутивне фазе облика Велике Пећине.* — У развитку облика Велике Пећине издваја се, према томе, пет изразитијих етапа:

1. Етапа површинске, прекрашке ерозије речног система Понорске Реке;

2. Етапа крашке ерозије вода Крша;

3. Етапа скрашћивања средњег дела речне мреже Понорске Реке и саображавања њених профила према површи Велике Реке, старој њеној доњој ерозивној бази;

4. Етапа оживљавања ерозије у сливу Велике и Понорске Реке и изградња терасе, висећих канала и канала повременог извора, и

5. Етапа скрашћивања старих канала Велике Пећине и изградње младих канала у нижим зонама мезозојских кречњака Крша, која и данас траје.

Пет изнетих етапа у изградњи рељефа Велике Пећине су се стварно догодили у оквиру две фазе усецања у сливу Велике Реке.

У првој фази усецања речног система Велике Реке, према старсј доњој ерозивној бази у висини површи од 60 м., јављају се три етапе: 1. етапа прекрашке ерозије 2. етапа крашке ерозије вода Крша и 3. етапа прве карстификације и саображавања подземних токова.

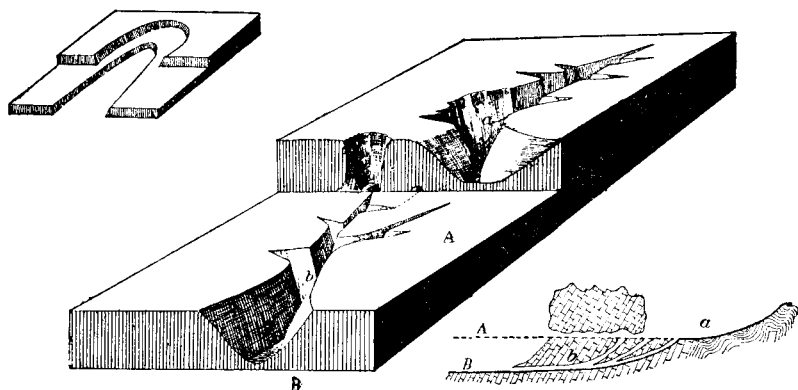
Површ Велике Реке, стари канали Велике Пећине, изнад терасе, преседлина и сплет скрашћених долина у изворишту Понорске Реке, припадају према томе овој старијој фази. Њој припада и сплет нукотина у кречњацима Крша изнад старих канала Велике Пећине. Поремећаји, који су се у току те еволутивне фазе догађали у изграђивању рељефа у Кршу и околини, резултат су локалних промена у ерсивном процесу, скрашћивања средњег дела система Понорске Реке.

Друга еволутивна фаза почиње од момента оживљавања ерозије у сливу Велике Реке и усецања у површи Велике Реке, а траје све до данас. У овоме периоду јављају се две еволутивне етапе у развитку Велике Пећине: 4. еволутивна етапа

изградње терасе, viseћих канала, пећинских вртача, понора и 5. еволутивна етапа изградње система млађих канала и долиница у доњем делу речног система Понорске Реке.

Оживљавање ерозије и карстификације у сливу Понорске Реке у другој фази је проузроковано регионалним оживљавањем ерозије. Две етапе, које су се у току ове фазе, одразиле у рељефу Велике Пећине проузроковане су другим скрашћавањем подземног система токова у старим каналима.

За однос између облика изграђених у старијој еволутивној фази и млађој еволутивној фази је карактеристично да се ново оживљавање ерозије није одразило још увек у свим деловима облика старе фазе. Тако је у изворишту Понорске Реке стара долина скоро у потпуности сачувана. У њеном дну није усечена млађа долина. Средњи и горњи део првог бочног канала, такђе нису по други пут скрашћени: њима још увек



Ск. 10 — Шематски приказ еволутивних односа старијих и млађих фаза облика долине Понорске Реке (блокдијаграм у средини и уздужни профил доле) и нормалне двофазне несагласне долине (блокдијаграм горе).

протиче стари цурац. Однос између облика старије и млађе фазе (ск. 10) то јест еволутивни ступањ долине Понорске Реке, као основне долине, има према томе доста сличности са еволутивним обликом двофазне нормалне несагласне долине 5). Код долине Понорске Реке је само уместо лучне терасе, очувано у изворишту читаво дно старе долине, а у средњем делу скрашћени Главни канал Велике Пећине, Кречњак Ђрша, уметнут у речну мрежу Понорске Реке између непропустљивих стена, није дакле изменио односе облика еволутивних фаза, који су раније утврђени код нормалних долина. Он је само много боље и дуготрајније сачувао сведоке старих, готово изумрлих стања рељефа и процеса флувијалне ерозије.

### ХИДРОЛОШКИ РАЗВИТАК У КРШУ

У Кршу се вода јавља на веома различите начине. Због тога се овде врло лако могу да издвоје три хидролошке крашке зоне, које је *Ј. Цвијић* утврдио у другим крашким теренима наше земље (6).

*Три хидролошке зоне Крша.* — Горњим деловима кречњачке масе Крша, изнад старих канала Велике Пећине, процеђује се повремено само кишица и снежаница. Ту је, према томе, развијена сува хидролошка зона.

У нижим партијама Крша, испод дна старих канала, нагомилана је вода, која храни стални извор преко целе године. Вода на дну понора другог бочног канала припада, као што је то *Ј. Цвијић* приметио, овсј издани. Вода сталног извора је преко целе године бистра и поред тога што настаје од понируће воде Понорске Реке и малог цурица Првог бочног канала, који су била повремено, било стално, час мање а час више замућени. Вода сталног извора је бистра преко целе године највероватније зато што се у младим воденим акумулативним басенима Крша пречишћава замућена и заблаћена вода Понорске Реке и њених притоцица — слично као што се у језерима, уметнутим у површинске сливове, пречишћавају замућени токови, који у њих утичу, у отоке бистре воде. Вода која протиче пукотинама нижих партија Крша, која се налази на дну понора или испуњава веће шупљине, а која преко целе године храни стални извор, гради сталну хидролошку зону Крша.

Између сталне и суве хидролошке зоне постоји партија кречњака у којој се вода повремено јавља. Тако, главним каналом Велике Пећине, од улаза до излаза само повремено протиче Понорска Река. У горњем извору се у току године вода такође јавља повремено при чему је час мутна, час бистра.

Изгледа да Понорска Река не протиче повремено старим каналом само зато што се површина сталне хидрографске зоне налази у близини дна старих канала. Много је вероватније да Понорска Река повремено протиче целом дужином старог канала првенствено зато што су издухе у његовом дну још увек веома уске, те нису у стању да упију сву воду Понорске Реке, која у Пећину падире из њеног изворишта. Вишак воде, нарочито у време бујица, протиче осталим деловима Главног канала све до излаза.

Још увек немамо поузданих података, на основу којих би могли да утврдимо са већом сигурношћу однос између воде повременог извора са једне стране, и воде Понорске Реке и сталне хидролошке зоне Крша са друге стране. Међутим, има неких података на основу којих би могло да се претпостави, да је вода повременог извора у вези са водом Понорске Реке и сталном хидролошком зоном.

Отвор повремениг извора се налази у висини површи Велике Реке; незнатно је нижи од дна излазног дела Главниг канала; незнатно је удаљен од излазног отвора Велике Пећине и источни стека Крша. Не изгледа вероватно да се извор храни неким посебним системом резервоара и канала, који би био усечен у партијама кречњака изнад извора. Ово је мало вероватно прво зато што је Главни канал доста примакнут источној ивици кречњачке масе Крша, па се у овој незнатној партији не би могли организовати неки већи акумулациони подземни краник водени басени, какви, несумњиво, могу само да дају онолику количину воде, колико смо срели у извору, када смо га обилили. Уколико би и могли такви басени да се образују у свим партијама Крша, изгледа невероватно, да они могу да буду потпуно изоловани од Главног канала Велике Пећине, или од источних падина Крша, који су, као што је већ раније речено, прорешетани разноврсним пукотинама. Када би се повремени извор хранио из кречњачке масе, која се налази изнад старих канала Велике Пећине, онда би морало да се јаве већи извори на зидовима и таваници Главног канала Велике Пећине или још пре на странама и таваници бочног канала, који је заједно са две салице, урезан у кречњаке Крша од излазног дела Главног канала ка источним падинама Крша. Повремени извор се, према томе, може да храни водом која протиче пукотинама распоређеним испод дна старих канала Велике Пећине. Највероватније је да су ове пукотине у вези са издухама у горњим деловима Главног канала, где се упија вода Понорске Реке. Пресушивање тог извора за време летњих жегла говори да се од његових канала пружају пукотине и у ниже партије кречњака, које су у стању да упију сву воду лети, када се количина воде у Понорској Реци смањи а притицај воде са површине Крша готово потпуно престане. Повремено замућивање воде овог извора говори да се у његовом току не образују акумулативни водени басени, који би могли да пречишћавају воду, која из горњих партија Крша њему притиче посеби са собом муљ и друге честице прикупљене са површине Крша.

Узајамни односи између воде повремениг извора, сталне хидролошке зоне и Понорске Реке, могле би да се утврде много сигурније дуготајнијим и детаљнијим испитивањима. Међутим, и на основу досадашњих испитивања може да се претпостави, да вода повремениг извора и повремениг тока Понорске Реке припада прелазној хидролошкој зони Крша. Нижи канали, стално испуњени водом и канали повремено овлажени водом су, несумњиво, у узајамној вези. Постоји дакле могућност да при већем нагомилавању воде у сталној хидролошкој зони вода избије и у канале повремениг извора. Повремени извор је, дакле, први регулатор вишка притицаја у односу на капацитет отицаја сталног извора. Уколико би се нагмилавање

воде у нижим партијама Крша наставило и даље, па отвор повременог извора не би могао да пропусти сву воду, она би се појавила и у издухама на дну старих канала Велике Пећине. Стари канали су толико широки, да су у стању да одводе сву притеклу воду; они су према томе највиши регулатори стицаја и одређују горњу границу прелазне хидролошке зоне Крша.

Вода језераца Велике Пећине нема никакве непосредне везе са водом нижих зона кречњака. Наиме, површина језерске воде сваког узводнијег језера била је, готсво по правилу, на већој висини од водене површине сваког низводнијег језера. Висину водене површине језера одређивала је висина дна Главног канала на низводној ивици сваког џиновског лонца. Површина воде сваког узводнијег језера је била на већој висини зато што је у овом правцу и дно Главног канала било на већој висини. Површина воде на дну понора Другог бочног канала налазила се на апсолутној висини од 340 м. Међутим, у најтипичнијем џиновском лонцу, који се налази на почетку излазног проширења Главног канала, чије је дно на апсолутној висини 330 м., није биле готово уопште воде. Плитка ерозивна удубљења, која се налазе узводно и низводно од њега, чија су дна 1 до 2 м виша од дна џиновског лонца, била су сд врха испуњена водом. Висина воде пећинских језера и локви зависи дакле од локалних услова. Удубљења у дну Главног канала испуњена су према делом делом водом која је заостала после повлачења Понорске Реке, а делом водом, која капље са таванице или се слива са зидова. Због тога се ниво језерске воде колеба у току године. Џиновски лонац, на почетку излазног проширења, био је испуњен водом до дубине 1,6 м када га је Ј. Цвијић проматрас (1, стр. 21). Онда, када смо ми обишли било је воде само на незнатним деловима његовог дна.

*Постанак и развитак хидролошких зона Крша.* — Речни систем Понорске Реке је, као што је и раније изнето, прошао кроз разне фазе у току свог развитка. У прво време је постојао прекрашки хидролошки систем, који се усецао у непропустљивим стенама, источно од Крша. У то време се, највероватније, хидролошки развој Крша развијао онако како је то већ Ј. Цвијић утврдио (6). Прво су пукотине на површини биле стално испуњене водом; затим су пукотине проширене до веће дубине, стална хидролошка зона се спустила, а изнад ње је постојала прелазна зона; најзад се стална и повремена зона спуштају ка већој дубини а изнад њих остаје сува зона.

У овакве, у извесној мери проширене пукотине продрла је вода речног система Понорске Реке, која је својом хемијском и механичком ерозијом снажно проширивала канале. Све дотле, док канали нису били толико широки, да су могли да пропусте и спроведу сву количину притекле воде, долази-



ло је до повременог нагомилавања воде у пуктинама и проширењима Крша. Ови акумулативни водени басени били су уметнути у средњи скрашћени део речног система Понорске Реке. Они су заједно са њим образовали сталну и прелазну зону изнад које се налазила сува зона Крша.

Скупним радом хемијска и механичка ерозија подземне воде је до те мере проширила своје канале, да је њима могла да отиче сва притекла вода. Ниво воде се није морао да пење и спушта. У Кршу су постојале само стална и сува зона; прелазна зона је нестала.

Прелазна хидролошка зона се, међутим, данас јавља у Кршу. Она је настала при поновном спуштању воде у веће дубине Крша, због тога што млади канали нису у стању да одведу сву притеклу воду, нарочито када се стапају снегови или када падају плахе кише.

Онда када су издухе у дну старог канала биле још увек толико уске да нису могле да упијају притеклу воду Понорске Реке преко целе године, што се и сада јавља повремено при већем прстицају, постојали су један испод другог токови који су стално текли доњим и горњим каналима и испуњавали све пукотине, које су се за њих везивале. Тако је, идући од нивоа старих канала, па до нивоа младих канала и пукотина Крш бис испуњен водом у току целе године. У то време је стална зона била много пространија него данас.

Међутим све док отвор сталног извора буде вршио одводњавање Крша систем младих подземних токова ће тежити да према њему изгради нове, младе сагласне падове (6), да прошири младе канале и створ сталног извора до те мере да могу да пропусте и највећу количину притекле воде. Уколико буде времена да то постигну промениће се поновс карактер хидрографије Крша: подземни млади водени резервоари ће нестати било услед истицања, било услед акумулације, повремено извор и стални канали ће у потпуности пресушити, те ће и прелазна зона да нестане; у унутрашњости Крша ће се поново образовати мрежа подземних токова, слична оној, готово саображеној мрежи, која је постојала у старим каналима Велике Пећине за време старије еволутивне фазе.

Из тога излази да је вода у Кршу прошла кроз више еволутивних стања; такс се јавља:

1. — Стална зона и прекрашки токови;
2. — Стална, прелазна зона и прекрашки токови;
3. — Стална, прелазна и сува зона;
4. — Стална зона (подземни токови) и сува зона;
5. — Стална, прелазна и сува зона (данас) и
6. — Стална и сува зона (у будућности).

Прелазна зона је, према томе, била повременог карактера. Она се јављала у перисидима оживљавања крашке ерозије (стање 2 и 5), а нестала када су се канали у Кршу толико ра-

ширили да су могли да проуштају сву притеклу воду (стање 4). Етапе нестајања и настајања крашких хидролошких зона се поклањају се етапама еволуције рељефа Велике Пећине: у етапама скрашћавања јављују се све три зоне, а у етапама саображавања прелазна крашка хидролошка зона нестаје, а стална зона прераста у подземне речне токове.

#### ПРИЛОГ ТЕОРИЈИ ЕВОЛУЦИЈЕ КРАШКИХ ВОДА

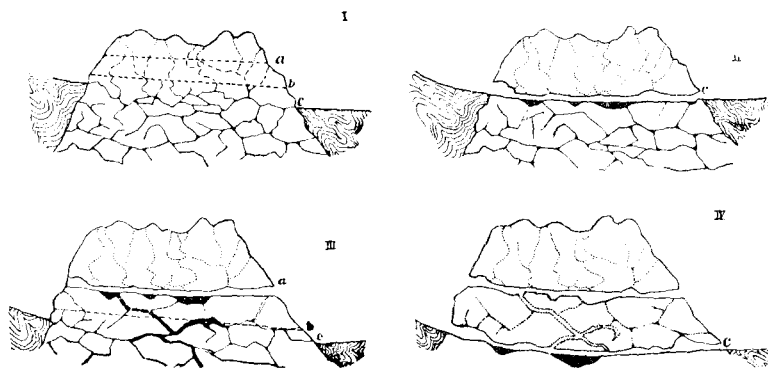
Развитак вода у Кршу и његовој околини је веома занимљив првенствено зато што се овде преплићу две врсте вода: аутохтоне воде Крша и алогени токови Понорске Реке. Развитак вода Крша, при томе, карактеристично појављивање и исчезавање прелазне хидролошке зоне.

По *Ј. Цвијићу* међутим од свог образовања, „премештање хидрографских зона у дубину краса се наставља до површине непронетљивих слојева” (6). „Међутим, у току премештања ових трију зона, крашка површина бива стално снижавана денудацијом. Заједничким радом ових процеса маса бива најзад сведена на кречњачке бликове, који се издижу само мало изнад издани која лежи на непронетљивим слојевима. У овој последњој фази еволуције остаје у денудованом красу само сува зона”. (6).

Заиста, премештање хидролошких зона до непронетљивих стена је могуће у красу чије су стране откривене све до непронетљиве подлоге и који је све до ње прорешетан пукотинама. У таквом красу се у првој етапи образују све три хидролошке зоне и оне се затим спуштају све до непронетљиве подлоге, како је то већ *Ј. Цвијић* утврдио. У другој етапи, међутим, зона се одводњава изворима на контакту кречњака и непронетљивих стена у њиховој подини; према овим изворима се усмерује хемијска и механичка ерозија подземних токова и изграђују се сагласни падови дна канала; канали се временом прсипирују до те мере да могу да одводњавају сву притеклу воду, те прелазна хидролошка зона нестаје, затим нестаје и стална хидролошка зона и уместо ње остају само системи подземних токова и сува хидролошка зона изнад њих. Крас се снижава и односи, те нестаје и сува зона а подземни токови се преобраћају у површинске токове. У крашком терену, који је оголићен и прорешетан пукотинама до непронетљиве подлоге, јављају се две етапе еволуције подземних вода: 1. етапа изградње и 2. етапа исчезавања крашких хидролошких зона.

У красу Крша су се, као што је већ речено, јавиле, међутим, три етапе развитка крашких вода: 1. етапа настајања три хидролошке зоне, 2. етапа исчезавања прелазне зоне и прерастања сталне зоне у подземне токове и 3. етапа, у којој се поново образују све три хидролошке зоне.

Прва етапа развитка три хидролошке зоне настала је, као што је речено, услед оголићавања кречњака Крша до висине површи Велике Реке. Друга етапа, нестајање крашких хидролошких зона, била је условљена проширивањем канала Велике Пећине према нивоу површи Велике Реке, тј. заустављањем горње површинне сталне хидрографске зоне у висини те површи. Каретификација Крша испод висина површи Велике Реке није могла да се врши у то доба зато што је Крш до ових висина био загађен палеозојским и терцијарним непропустљивим стенама и зато што се у овој висини налазила доња ерозиона база речне мреже Понорске и Велике Реке. Трећа етапа, образовања три хидрографске зоне, почела је од момента



Ск. 11. — Шематски приказ еволуције вода у загађеном крају типа Крша. I — У вези оголићавања краја до *c* образују се три хидролошке зоне: стална (испод *b*), прелазна (између *b—a*) и сува (изнад *a*). Код *c* је регулациона узина.

II — Пећински канали су проширени према висинама *c*, где је дуго била база крашке ерозије. образују се две хидролошке зоне: стална (испод *c*) и сува (изнад *c*).

III — У другој фази усецања откривен је крај поново до већих дубина и образују се према новој регулационој узини *c* три хидролошке зоне: стална (*b*), прелазна (*b—a*) и сува изнад (*a*).

IV — Проширивањем и саображавањем канала према новој бази ерозије (у висини *c*) поново нестаје прелазна хидролошка зона а остају две хидролошке зоне: сува (изнад *c*) и стална или подземне реке (испод или у висини *c*).

ожиљвавања ерозије у сливу Велике Реке, због одношења непропустљивих стена, које загађују Крш, и због откривања нижих пукотина у кречњацима Крша. Смена фаза нестајања и настајања хидрографских зона стоји, према томе, у вези са периодичним оголићавањем загаћеног краја, које, како је то већ П. С. Јовановић утврдио (7), могућује оживљавање и стагнацију крашког протеча.

Периодично оголићавање нивних партија кречњачких терена најбоље се догађа када се кречњак налази у оквиру неке велике мреже, као што је то случај код Крша. У оваквом случају се у свакој повој фази ерозије образују три хидролошке зоне, у првој етапи, а у другој етапи саглашавања оне исчезавају. (Ср. 11).

Разнолики облици вода крашких терена, од стварања хидролошких зона, па до њиховог прерастања у подземне токове, припадају према томе, једној еволутивној фази крашких вода. У незагађеном крашном терену, где се развитак може да догађа несметано, може да се јави само једна фаза еволуције крашких вода. У загађеном красу, где се крашки процес повремено зауставља, као што је то случај у Кршу, при сваком оживљавању ерозије, долази до обнављања ових облика који карактеристичну једну еволутивну фазу крашких вода.

Разумљиво је да се обнављање крашког процеса не мора да догеш онда када је стара еволутивна фаза крашких вода завршена. У красу Крша се, тако, оживљавање крашког процеса догодило пре но што је кречњачка маса изнад старих канала била уништена, тј пре но што је уништена сува зона. Еволуцији крашких вода пружају различити крашки терени посебне услове: због тога у разним крашким теренима срећемо да се облици старијих и млађих еволутивних фаза крашке воде превлићу на најразноврсније начине. Подземне воде Крша нам пружају лепе примере да су разнолики облици вода у красу само обележја различитих стадијума и етапа еволуције крашке воде. Тако су у Кршу сачувани реликти старе хидролошке мреже у облику повременог тока Попорске Реке, или тога цурпа у првом бочном каналу, а три хидролошке зоне, као сведоци прве етапе садашње еволутивне фазе подземних вода Крша.

*Ј. Цвијић* је схватањем о три хидролошке зоне у красу, поставио основе за познавање развитака вода у красу. Он је при томе пратио њихов развој од образовања хидролошких зона до њиховог сипутања до вододржљиве подлоге. У овом раду је указано на етапе у развитаку крашких вода од њиховог сипутања на непронетљиве стене па до њиховог нестајања. Тиме је познавање једне фазе развитака крашких вода заокружено.

Међутим, у овом је раду обрађена нарочита пажња на развитак вода у загађеном красу уметнутом у речну мрежу, где се јавља више еволутивних фаза крашке подземне воде, то јест где се смењују етапе оживљавања и умртвавања крашког процеса. Изнето је да се у оваквим случајевима могу разнолики еволутивни облици крашке подземне воде, који карактеристичну једну еволутивну фазу, да понављају више пута. Због тога се и у еволуцији Крша час јављала а час нестајала прелазна хидролошка зона.

Подвучено је, такође, да се обилављање карстификације може да догоди пре него је вода старије фазе доспела до крајњег еволутивног стадијума. Због тога се у Крну јављају више или мање очувани облици старих и младих еволутивних фаза крашке подземне воде.

У различитим крашким теренима вода се због посебних услова развитка јављају у различитим еволутивним облицима. Због појављивања више фаза облици старијих и млађих фаза се на најразличитије начине укрштају. Због тога у различитим теренима вода има веома различите облике и на различите начине су они распоређени. У овом раду је приказан начин развитка и распореда вода у Кршу, који је загађен и уметнут у речну мрежу Попорске Реке. На тај начин је приказан један од многобројних специфичних услова еволуције подземних вода у Крсу.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. — Ј. Цвијић, Пећине и подземна хидрографија у Источној Србији — Глас САН XVI, 1895 г.
2. М. Шотић и В. Микичић, Геолошка карта — В. Градините — 1:100 000 1933 г.
3. — Ј. Цвијић, Петничка Пећина, Гласник Српског географског друштва, св. 1, 1912 г.
4. — Б. Јовановић, Петничка Пећина, Гласник С. А. Н., 1949 г.
5. — Б. Јовановић, Прилог теорији еволуције облика речних долипа, Гласник С. А. Н., 1949 г.
6. — Ј. Цвијић, Подземна хидрографија и морфолошка еволуција карста, 1918 г. (на француском).
7. — П. С. Јовановић, Загађени карст. — Зборник радова посвећен Ј. Цвијић, 1924 г.

#### Résumé

### La Grande grotte près du village de Duboka

Contribution à l'étude de la morphologie et de l'hydrologie du karst dans la Serbie orientale.

par Branislav P. Jovanović

La grotte de Duboka se trouve dans le bassin de la Ponorska Reka, qui se jette dans la Grande Rivière, affluent du Pek. Dans le bassin de la Ponorska Reka on distingue trois unités morphologiques: une vallée aveugle, tronquée (à la source), une grotte ramifiée (dans son cours moyen) et une vallée normale (dans son cours inférieur).

La grotte se compose d'une galerie principale et de deux grandes galeries afférentes. La galerie principale a été construite par

l'érosion chimique et mécanique de la Ponorska Reka, le long des diastromes et des diaclases. On y remarque une terrasse de 2 à 5 mètres. Dans ses parties moyenne et inférieure il y a une dizaine de marmites de géants, et dans sa partie supérieure un entonnoir de grotte de faible profondeur. On y trouve peu de travertin. Dans la partie moyenne de la première galerie latérale se trouve creusé un grand ponor de 50 mètres. Dans les parties supérieures des galeries afférentes il y a des concrétions. Ces galeries latérales communiquent avec la galerie principale à la hauteur de la terrasse; elles sont suspendues.

L'évolution de la grotte s'est faite en deux temps: dans la phase la plus ancienne, se sont formées la galerie principale et toutes les galeries afférentes qui étaient alors reliées à la plateforme de la Grande Rivière, de 50 à 60 mètres d'altitude relative. Dans la deuxième phase se sont formés les galeries les plus jeunes, par lesquelles passe aujourd'hui la Ponorska Reka, qui sont inaccessibles et reliées au système fluvial actuel de la Grande Rivière. Comme un ensellement par lequel passait la Ponorska Reka avant sa pénétration dans la masse calcaire est recouvert de sédiments lacustres, on considère que la grotte est d'âge post-limnien, et qu'elle s'est formée à la fin du pliocène et au début du quaternaire.

La Ponorska Reka se perd dans les fissures de la partie supérieure de la galerie principale de sorte que les parties moyenne et inférieure de cette galerie sont alors à sec. Au moment où les eaux de la source, formée dans les roches imperméables, sont plus abondantes, les fissures ne sont pas en état de recevoir toute cette eau, et la rivière coule dans toute la longueur de la galerie. Le ruisseau qui s'est développé dans les parties moyenne et supérieure de la première galerie latérale se perd tout au long de l'année dans les fissures au fond du double entonnoir. Dans les marmites de géants, au fond des parties moyenne et inférieure de la galerie principale les eaux de la Ponorska Reka laissent en se retirant des lacs, alimentés par l'eau qui s'égoutte du pofond de la galerie ou qui s'égoutte de ses parois. Il y a de l'eau aussi au fond du ponor qui s'ouvre dans la seconde galerie latérale. A la sortie de la grotte on voit deux sources: l'une plus haute, temporaire, et l'autre, plus basse, permanente.

Les eaux souterraines de Krš, colline dans laquelle est creusée la grotte, ont subi plusieurs étapes, plusieurs phases dans leur développement:

1 — Alors que les galeries, trop jeunes ou trop étroites, ne pouvaient laisser passer toute la quantité d'eau qui leur arrivait, il s'est formé trois zones hydrographiques: la zone permanente, la zone temporaire et la zone sèche.

2 — Quand les vieilles galeries se sont trouvées si élargies, qu'elles ont pu laisser circuler toute la quantité d'eau qui leur arrivait, il a existé deux zones hydrographiques, l'une permanente et l'autre sèche.

3 — Quand les vieilles galeries se sont écourtées et que s'en sont formées de jeunes, dans les grandes profondeurs de Krš, alors il arrive de nouveau que les fissures dans leurs fonds ne sont pas en état de laisser passer toute la quantité d'eau qui leur arrive, et il se forme encore trois zones hydrographiques, permanente, temporaire et sèche; enfin

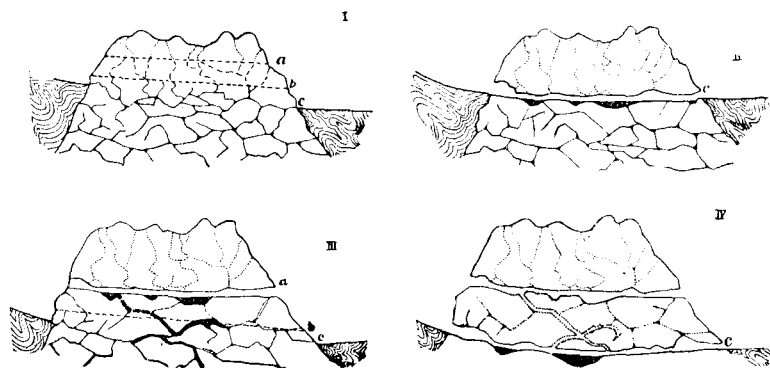
4 — Par suite de l'élargissement des fissures, la zone hydrographique temporaire peut de nouveau disparaître, et il restera seulement deux zones: la permanente et la sèche.

La zone hydrographique temporaire est, par conséquent, un phénomène passager et on la trouve seulement dans le karst dont les galeries ne sont pas suffisamment élargies. Dans le karst qui passe par plusieurs phases de rajeunissement de la karstification la zone hydrographique temporaire peut apparaître et ensuite disparaître plusieurs fois de suite. Cela arrive surtout dans le karst barré, dont le barrage s'abaisse périodiquement à des profondeurs de plus en plus grandes, de sorte que le processus karstique se renouvelle périodiquement et successivement.

La zone hydrographique permanente, par suite de la conformation des profils longitudinaux du fond de la galerie, se transforme en fin de compte en rivière souterraine.

Les eaux souterraines du karst, on le voit, se montrent sous des aspects divers parce que les différents terrains karstiques offrent des conditions particulières à leur évolution.

Прва етапа развитка три хидролошке зоне настала је тако што је речено, услед оголићавања кречњака Крша до висине површи Велике Реке. Друга етапа, нестајање крашних хидролошких зона, била је условљена проширивањем канала Пећине према нивоу површи Велике Реке, тј. заустављањем горње површине сталне хидрографске зоне у висини те површи. Карстификација Крша испод висина површи Велике Реке није могла да се врши у то доба зато што је Крш до ових висина био загађен палеозојским и терцијарним непропустљивим стенама и зато што се у овој висини налазила дења ерозиона база речне мреже Понорске и Велике Реке. Трећа етапа, образовања три хидрографске зоне, почела је од момента



Ск. 11. — Шематски приказ еволуције вода у загађеном красу типа Крша. I — У вези оголићавања краса до *c* образују се три хидролошке зоне: стална (испод *b*), прелазна (између *b—a*) и сува (изнад *a*). Код *c* је регулациона узина.

II — Пећински канали су проширени према висинама *c*, где је дуго била база крашке ерозије. образују се две хидролошке зоне: стална (испод *c*) и сува (изнад *c*).

III — У другој фази усецања откривен је крас поново до већих дубина и образују се према новој регулационој узини *c* три хидролошке зоне: стална *b*), прелазна (*b—a*) и сува изнад *a*).

IV — Проширивањем и саобраћавањем канала према новој бази ерозије (у висини *c*) поново нестаје прелазна хидролошка зона а остају две хидролошке зоне: сува (изнад *c*) и стална или подземне реке (испод или у висини *c*).

оживљавања ерозије у сливу Велике Реке, због одношења непропустљивих стена, које загађују Крш, и због откривања нижих пукотина у кречњацима Крша. Смена фаза нестајања и настајања хидрографских зона стоји, према томе, у вези са периодичним оголићавањем загаћата краса, које, како је то већ П. С. Јовановић утврдио (7), могућује оживљавање и стагнацију крашког пресеца.



Периодично оголићавање илизих партија кречњачких терена најбоље се догађа када се кречњак налази у оквиру неке речне мреже, као што је то случај код Ћрпа. У оваквом случају се у свакој новој фази ерозије образују три хидролошке зоне, у првој етапи, а у другој етапи самлашавања оне нечезавају. (Стр. 11).

Разнолики облици вода крашних терена, од стварања хидролошких зона, па до њиховог прерастања у подземне токове, припадају према томе, једној еволутивној фази крашних вода. У незагађеном крашном терену, где се развитак може да догађа несметано, може да се јави само једна фаза еволуције крашних вода. У загађеном красу, где се крашки процес повремено зауставља, као што је то случај у Ћрпу, при сваком оживљавању ерозије, долази до обнављања оних облика који карактеришу једну еволутивну фазу крашних вода.

Разумљиво је да се обнављање крашког процеса не мора да догоди онда када је стара еволутивна фаза крашних вода завршена. У красу Ћрпа се, тако, оживљавање крашког процеса догодило пре но што је кречњачка маса према старих канала била уништена, тј пре но што је уништена сува зона. Еволуцији крашних вода пружају различити крашки терени посебне услове; због тога у различитим крашким теренима срећемо да се облици старијих и млађих еволутивних фаза крашке воде преслићу на најразноврсније начине. Подземне воде Ћрпа нам пружају лепе примере да су разновлики облици вода у красу само обележја различитих стадијума и етапа еволуције крашке воде. Тако су у Ћрпу сачувани реликти старе хидролошке мреже у облику повременог тока Цепорске Реке, или тока цурца у првом бочном каналу, а три хидролошке зоне, као сведоци прве етапе садашње еволутивне фазе подземних вода Ћрпа.

*Ј. Цвијих* је схватањем о три хидролошке зоне у красу, поставио основе за познавање развитка вода у красу. Он је при томе пратио њихов развој од образовања хидролошких зона до њиховог сипутања до вододржљиве подлоге. У овом раду је указано на етапе у развоју крашних вода од њиховог сипутања на непроницаљиве стене на до њиховог нестајања. Тиме је познавање једне фазе развитка крашних вода заскруљено.

Међутим, у овом је раду обрађена нарочита питања на развитак вода у загађеном красу уметнутом у речну мрежу, где се јавља више еволутивних фаза крашке подземне воде, то јест где се смеђују етапе оживљавања и умртвљавања крашког процеса. Ипакто је да се у оваквим случајевима могу различити еволутивни облици крашке подземне воде, који карактеришу једну еволутивну фазу, да понављају више пута. Због тога се и у еволуцији Ћрпа час јављала а час нестајала прелазна хидролошка зона.

Подвучено је, такође, да се обнављање карстификације може да догоди пре по што је вода старије фазе доспела до крајњег еволутивног стадијума. Због тога се у Кршу јављају више или мање очувани облици старих и младих еволутивних фаза крашке подземне воде.

У различитим крашким теренима вода се због посебних услова развика јављају у различитим еволутивним облицима. Због подвезивања више фаза облици старих и младих фаза се на најразличитије начине укрштају. Због тога у различитим теренима вода има веома различите облике и на различите начине су они распоређени. У овом раду је приказан начин развика и распореда вода у Кршу, који је загађен и умешан у речну мрежу Понорске Реке. На тај начин је приказан један од многобројних специфичних услова еволуције подземних вода у Кршу.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. — Ј. Цијић, Пешине и подземна хидрографија у Источној Србији — Глас САН XVI, 1895 г.
2. М. Пеотић и В. Микшевић, Геолошка карта — В. Градинаце — 1:100 000, 1933 г.
3. — Ј. Цијић, Пешиничка Пешина, Гласник Српског географског друштва, св. 1, 1912 г.
4. — Б. Јовановић, Пешиничка Пешина, Гласник С. А. П., 1919 г.
5. — Б. Јовановић, Прилог теорији еволуције облика речних долиња, Гласник С. А. П., 1919 г.
6. — Ј. Цијић, Подземна хидрографија и морфолошка еволуција карста, 1918 г. (на француском).
7. — П. С. Јовановић, Загађени карст. — Зборник радова професор Ј. Цијић, 1921 г.

#### Résumé

### La Grande grotte près du village de Duboka

Contribution à l'étude de la morphologie et de l'hydrologie du karst dans la Serbie orientale.

par Branislav P. Jovanović

La grotte de Duboka se trouve dans le bassin de la Ponorska Reka, qui se jette dans la Grande Rivière, affluent du Pek. Dans le bassin de la Ponorska Reka on distingue trois unités morphologiques: une vallée aveugle, tronquée (à la source), une grotte ramifiée (dans son cours moyen) et une vallée normale (dans son cours inférieur).

La grotte se compose d'une galerie principale et de deux grandes galeries afférentes. La galerie principale a été construite par

l'érosion chimique et mécanique de la Ponorska Reka, le long des diastromes et des diaclases. On y remarque une terrasse de 2 à 5 mètres. Dans ses parties moyenne et inférieure il y a une dizaine de marmites de géants, et dans sa partie supérieure un entonnoir de grotte de faible profondeur. On y trouve peu de travertin. Dans la partie moyenne de la première galerie latérale se trouve creusé un grand ponor de 30 mètres. Dans les parties supérieures des galeries afférentes il y a des concrétions. Ces galeries latérales communiquent avec la galerie principale à la hauteur de la terrasse; elles sont suspendues.

L'évolution de la grotte s'est faite en deux temps: dans la phase la plus ancienne, se sont formées la galerie principale et toutes les galeries afférentes qui étaient alors reliées à la plateforme de la Grande Rivière, de 50 à 60 mètres d'altitude relative. Dans la deuxième phase se sont formés les galeries les plus jeunes, par lesquelles passe aujourd'hui la Ponorska Reka, qui sont inaccessibles et reliées au système fluvial actuel de la Grande Rivière. Comme un ensellement par lequel passait la Ponorska Reka avant sa pénétration dans la masse calcaire est recouvert de sédiments lacustres, on considère que la grotte est d'âge post-limnien, et qu'elle s'est formée à la fin du pliocène et au début du quaternaire.

La Ponorska Reka se perd dans les fissures de la partie supérieure de la galerie principale de sorte que les parties moyenne et inférieure de cette galerie sont alors à sec. Au moment où les eaux de la source, formée dans les roches imperméables, sont plus abondantes, les fissures ne sont pas en état de recevoir toute cette eau, et la rivière coule dans toute la longueur de la galerie. Le ruisseau qui s'est développé dans les parties moyenne et supérieure de la première galerie latérale se perd tout au long de l'année dans les fissures au fond du double entonnoir. Dans les marmites de géants, au fond des parties moyenne et inférieure de la galerie principale les eaux de la Ponorska Reka laissent en se retirant des lacs, alimentés par l'eau qui s'égoutte du pofond de la galerie ou qui s'égoutte de ses parois. Il y a de l'eau aussi au fond du ponor qui s'ouvre dans la seconde galerie latérale. A la sortie de la grotte on voit deux sources: l'une plus haute, temporaire, et l'autre, plus basse, permanente.

Les eaux souterraines de Krš, colline dans laquelle est creusée la grotte, ont subi plusieurs étapes, plusieurs phases dans leur développement:

1 — Alors que les galeries, trop jeunes ou trop étroites, ne pouvaient laisser passer toute la quantité d'eau qui leur arrivait, il s'est formé trois zones hydrographiques: la zone permanente, la zone temporaire et la zone sèche.

2 — Quand les vieilles galeries se sont trouvées si élargies, qu'elles ont pu laisser circuler toute la quantité d'eau qui leur arrivait, il a existé deux zones hydrographiques, l'une permanente et l'autre sèche.

3 — Quand les vieilles galeries se sont écourtées et que s'en sont formées de jeunes, dans les grandes profondeurs de Krš, alors il arrive de nouveau que les fissures dans leurs fonds ne sont pas en état de laisser passer toute la quantité d'eau qui leur arrive, et il se forme encore trois zones hydrographiques, permanente, temporaire et sèche; enfin

4 — Par suite de l'élargissement des fissures, la zone hydrographique temporaire peut de nouveau disparaître, et il restera seulement deux zones: la permanente et la sèche.

La zone hydrographique temporaire est, par conséquent, un phénomène passager et on la trouve seulement dans le karst dont les galeries ne sont pas suffisamment élargies. Dans le karst qui passe par plusieurs phases de rajeunissement de la karstification la zone hydrographique temporaire peut apparaître et ensuite disparaître plusieurs fois de suite. Cela arrive surtout dans le karst barré, dont le barrage s'abaisse périodiquement à des profondeurs de plus en plus grandes, de sorte que le processus karstique se renouvelle périodiquement et successivement.

La zone hydrographique permanente, par suite de la conformation des profils longitudinaux du fond de la galerie, se transforme en fin de compte en rivière souterraine.

Les eaux souterraines du karst, on le voit, se montrent sous des aspects divers parce que les différents terrains karstiques offrent des conditions particulières à leur évolution.