

Бранислав П. Јовановић

## ПЕТНИЧКА ПЕЋИНА (ПРИЛОГ ГЕОМОРФОЛОГИЈИ И ХИДРОЛОГИЈИ КРАСА ЗАПАДНЕ СРБИЈЕ)

Петничка Пећина<sup>1)</sup> се налази у атару села Клинаца, 5 км. југозападно од Ваљева. Она се састоји из два дела: Велике Пећине и Мале Пећине, у које се може ући само кроз посебне улазе. Ови делови Петничке Пећине су спсјени једним каналом, који је узан и испуњен водом тако да се њим не може пролазити. Улаз у Велику Пећину је удаљен од основне школе села Петнице око 500 м; 45 м источно од њега налази се улаз у Малу Пећину.

Прве белешке о овој пећини налазимо у *Ј. Панчићевом* (1) извештају са екскурзије по Србији у 1857 години. Резултате испитивања, обављених 1893 и 1911 године, објавио је *Ј. Цвијић* (2) у првој свесци Гласника Српског географског друштва.

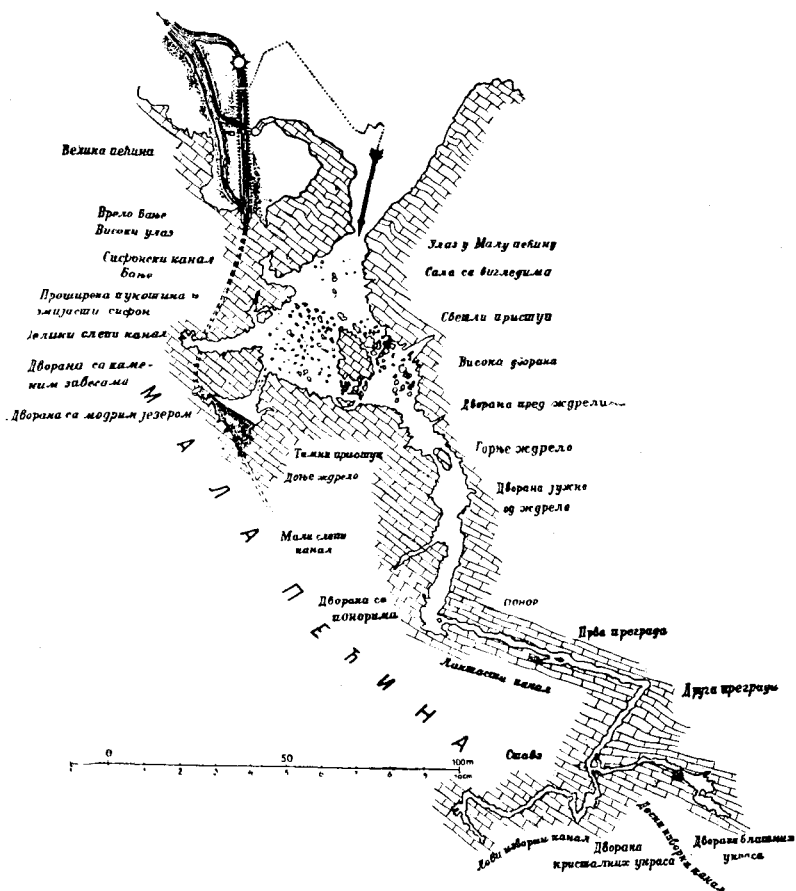
Из више разлога је било потребно да се обнови испитивање Петничке Пећине. *Ј. Панчић* осим осврта на начин њеног постанка није дао никакве друге геоморфолошке и хидролошке податке. *Ј. Цвијић* нам пружа прве податке о размерама појединих њених делова и у вези са тим шематски план Мале Пећине. Он износи мишљење о генези појединих њених делова и прилаже вертикални пресек кроз северне делове Петничке Пећине. Он расправља и неке хидролошке проблеме. Било је дакле потребно да се допуне досадашњи подаци и досадашња схватања, да се изради детаљнији план и вертикални пресек свих проходних канала, као и да се на основу тога установи развитак Пећине као целине.

За поновно испитивање Пећине био је заинтересован и Комитет за туризам Народне републике Србије, пошто је Петничка Пећина једна од најближих и најприступачнијих пећина излетницима Београда. На основу обновљених испитивања требало је да се утврди њена излетничка вредност.

1) *Ј. Цвијић* (2) назива је Петничка Пећина. Пошто народ зове село поред ње Петница, а пећину Петничка, то ћу је и ја овако називати.

Интересовање за испитивање показало је и београдско планинарско друштво „Железничар“, чији је познат број чланова желео да се упозна са методама снимања пећина, како би Друштво могло да веже своје акције и за овај користан посао.

У оквиру Географског института Српске академије наука образована је из ових разлога екипа, коју су поред писца сачињавали *Р. Лазаревић*, студент географије, *М. Маринковић*, студент електротехнике, *М. Поповић*, студент медицине, *С. Вел-*



Ск. 1. — План Петничке Пећине.

ковић, студент геологије, *Б. Младеновић*, студенткиња географије и *Б. Арановић*, чиновник Ксмитета за туризам Народне републике Србије. Драгоцену помоћ у саветима пружио нам је професор Др. *С. Милојевић*, који је први радни дан провео заједно са нама.

Обиман део радова на премеравању Пећине и савлађивању препрека резултат је заједничких напора ове екипе. Захваљујући колективном раду, који се при оваквим испитивањима и раније показао као особито користан, завршили смо рад за три дана. Неповољно време онемогућило нам је да испитамо односе између Пећине и површинског крашког рељефа у њеном залеђу.

### МОРФОЛОШКИ ЕЛЕМЕНТИ ПЕТНИЧКЕ ПЕЋИНЕ

Петничка Пећина се састоји из три основна дела: *Велике Пећине*, *Мале Пећине* и *канала Бање*, који се налази између њих (ск. 1). Велика Пећина је дворана дугачка 22 м. Мала Пећина се састоји из разгранатог система канала и каналића са уметнутим дворанама, чија укупна дужина износи око 530 м<sup>1</sup>). Ове две пећине повезане су уским и непроходним каналом чија дужина, према плану, износи око 50 м. Укупна дужина канала и каналића које смо обишли износила би према томе око 600 м.

### Велика Пећина

Велика Пећина је дворана неправилног облика, дугачка од севера према југу 22 м, широка 33,5 м, а највећа висина њене таванице износи 9 м. Усечена је у осоју Великог Брда.

Улаз у Велику Пећину (ск. 2) окренут је према северу. Он има троугласт облик; најшири је у основи (12 м), а идући навише (8 м) оштро се сужава. Дно му се налази на надморској висини од 180 м. Улаз је развијен на дијаклази, која се, како је то већ *Ј. Цвијић* утврдио, пружа у меридијанском правцу дуж западног зида дворане<sup>2</sup>). Због тога је западни зид Велике Пећине готово вертикалан. Од њега се таваница Пећине стрмо спушта према истоку, где се под оштрим углом сучељава са дном. Тријаски кречњаци, у којима је Велика Пећина усечена, такође падају према истоку под углом од 45 степени. Троугласти облик улаза и попречног пресека Пећине, одређен је, према томе, падом кречњака и дијаклазом која их просеца.

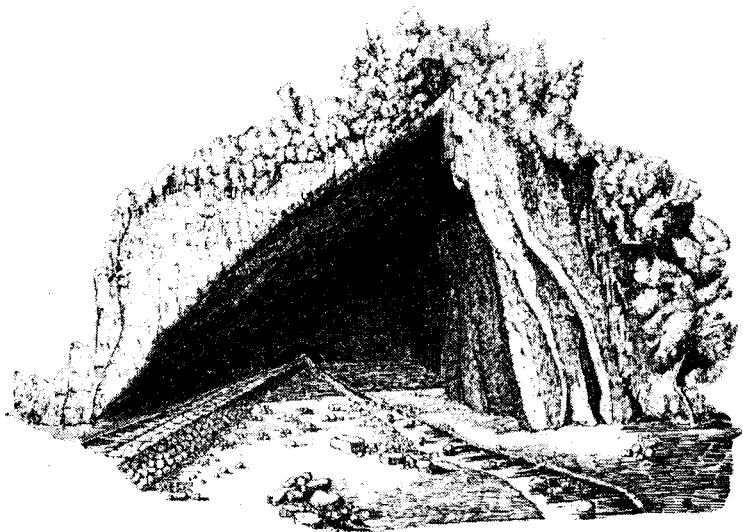
Ни на таваници, ни на зидовима нема пећинских украса. На највишем делу таванице налази се један готово вертикално управљен отвор, који се нагло сужава на два до три метра од свога почетка. На јужном и на источном зиду има пукотина

1) По *Ј. Цвијићу* (2, стр. 109) Мала Пећина је дугачка 420 м. Он није урачунао бочне канале и леви изворишни каналић.

2) *Ј. Цвијић* ово констатује у објашњењу уз слику која се налази на почетку Гласника Српског географског друштва, свеска 1, 1912 год.

дуж којих висе мањи или већи блокови кречњака. Ове пукотине користе слепи мишеви за своје станиште.

На јужном и на источном зиду налази се неколико проширених пукотина у висини дна Пећине. Пукотине су испуњене глином и комадима кречњака, који су делимично наталожени и по дну у облику уских и кратких сипара. На јужном зиду се налази отвор канала, који је ско 2 м широк и око 0,5 м висок. Канал се идући ка југу степњава. Из њега избија врело Бање. Од излазног отвора овог канала пружа се према северу венџачки камени зид, којим је вода врела Бање зајажена са леве стране и управљена према всденици, удаљеној 15 м од улаза Велике Пећине. Јаз Бање је просечно 3 м ши-



Ск. 2. — Улаз у Велику Пећину. Дуж десног зида је дијаклаза; таваница пада као и кречњачки слојеви. У јужном зиду је отвор врела Бање.

рок. Четири метра северно од отвора врела Бање, мерили смо на сваких пола метра дубину воде у свом јазу и добили, да је, идући од леве ка десној обали, она: 27 см, 31 см, 40 см, 35 см, 33 см и 25 см, а одатле се дно благо пење према десној обали јаза. Површина овлажног профила јаза износи према томе 0,88 м<sup>2</sup>. Три пута смо мерили брзину воде у јазу и добили да је она 0,143 м/сек, 0,200 м/сек и 0,154 м/сек. Ова брзина је мерена на разним местима на површини, дуж леве и десне обале и по средини јаза. Према томе, приближна средња брзина воде износила би око 0,15 м/сек., а протицај у јазу Бање око 132 литара у секунди. Врело Бање, међутим, даје већу количину воде, јер се узводно од места где смо мерили протицај одваја један рукавац, пшито вода овде пролази кроз камени

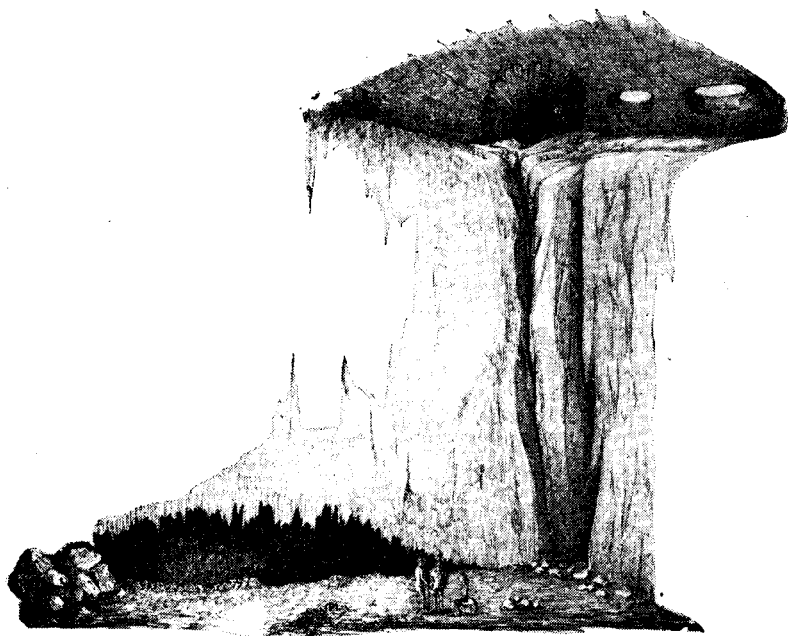
насип. Како овим рукавцем отиче приближно четвртина оне воде која тече јазом, приближна количина воде коју је у то време издавало врело Бање износила би око 165 лит/сек.

Рукавац, који се сдваја из јаза недалеко од отвора врела Бање, састаје се поново са водом јаза двадесетак метара северно од улаза у Велику Пећину. У висини тог улаза јавља се и други рукавац, који такође постаје од воде јаза која је прошла кроз насип. Овде се јавља и један мали изворчић.

### Мала Пећина

Мала Пећина се састоји из три дела: *Сале са видледима*, *Левог* и *Десног крака*, који се из Сале пружају према југјугоистоку и југјугозападу.

Улаз у Малу Пећину је стрмо нагнути канал — понор, дубок 9 м, проширен у горњем, а јако сужен у доњем делу.



Ск. 3. — Југоисточни део Сале са видледима.

Доле је улаз у Дворану са каменим завесам; Горје су: Велика видлед (десно), Мала видлед (у средини) и отвор Горњег улаза (лево).

Горњи отвор понора се налази 45 м источно од улаза Велике Пећине, на висини од 209 м, то јест 29 м изнад Бање. Доњи отвор је широк 3,6 м, висок 1,4 м, те се човек мора сагнути да би кроз њега могао ући у Салу са видледима. Дно улазног по-

пора је стрмо нагнуто од горњег отвора ка доњем отвору, док му је горња страна готово вертикална и наставља се наврше у отсек Великог Брда. Поједини комади кречњака су ту готово одвојени од основне масе и доведени у лабилан положај; зато се они одвајају, падају на дне понора и котрљају према сужењу на његовом доњем крају. Понор би био затрпан када се ова кречњачка парчад не би и даље котрљала и улазила у Салу са видледима.

*Сала са видледима* је најпространија дворана у Петничкој Пећини. Она има овални облик, стрме, готово вертикалне стране и засвођену таваницу на 23 м изнад дна дворане. Дугачка је 25 м, а широка 25,4 м.

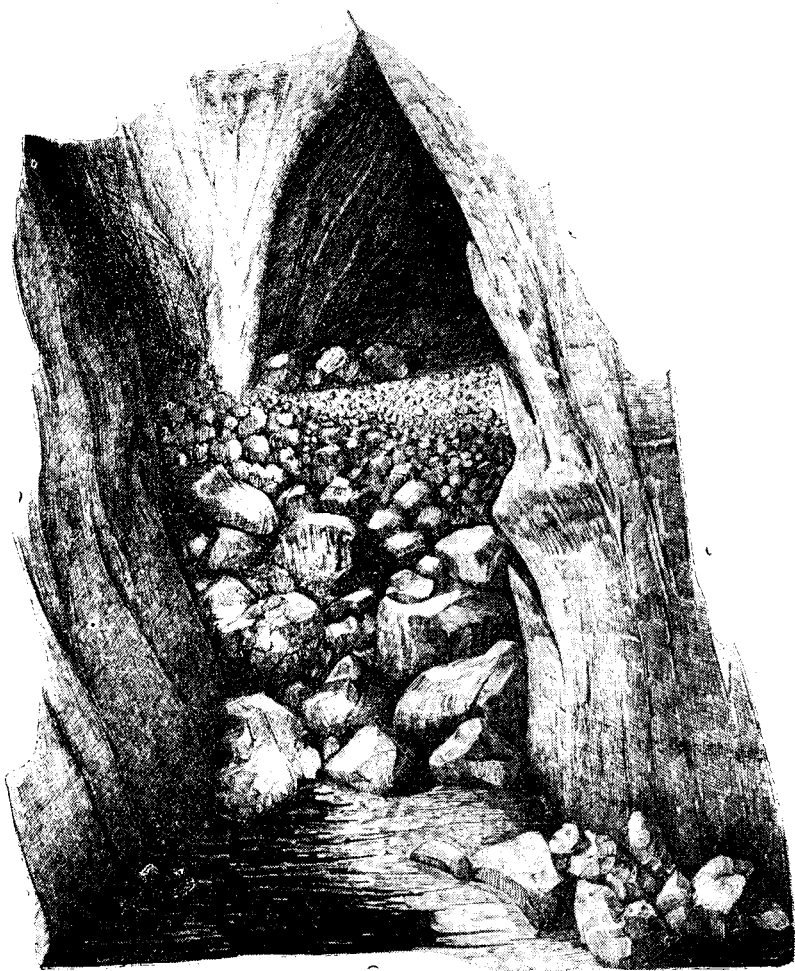
Стрмо искошени и оголићени кречњаци испросецани су многобројним укрупњеним пукотинама и зато су на појединим местима разлучени у мање или веће призматичне блокове. Делови зидова сале су нестабилни. На источном зиду има тако призматичних чучаваца. И на таваници има лабилних стеновитих комада. По поду су разбацани мањи и већи комади кречњака и блокови, који говоре да је процес обурвавања овде бис веома интензиван.

Тамо где се сучељавају западни и јужни зид, високо под таваницом је један простран замрачен отвор (ск. 3). Према њему се налазе пошире бразде, које су обрађене ерозијом воде која из замраченог отвора повремено продире у Салу са видледима. Таваница и стране овог замраченог отвора су искрзане, јер се од њих одваљају комади кречњака и нагомилавају се по дну отвора или падају на дно Сале са видледима. Замрачени отвор је улаз у малу двораницу која је дугачка око 8 м, широка око 5 м и висока око 5 м. Она се наставља у ходник — дугачак 3 м, широк 2 м. — који на крају има на таваници узан готово вертикалан канал — понор, који допире до површине терена. Површина се налази око 8 м изнад дна на крају ходника. Понор, кратак ходник, двораницу и замрачен облик назвао сам Високим улазом, зато што се налазе око 18 м изнад дна Сале са видледима.

У близини замраченог отвора налазе се још два друга, усечена у таваницу Сале са видледима, кроз које дневна светлост прдире у Салу. *Ј. Цвијић* их је назвао *видледима*. Јужнија видлед је округластог облика и углачаних страна. Севернија је елипсастог облика и делимично искрзаних страна. Према њој се пружа дијаклаза.

На месту где се сучељавају западни зид и под Сале јављају се агломерације глине и ћошкастих стена. Оне испуњавају широку а ниску пукотину. На сличан начин су затрпане пукотине у подножју источног зида Велике Пећине. Врло је вероватно да се овде налази онај пролаз којим је Стојан Васиљевић „још као дете — пре 40 година — пролазио из Велике у Малу Пећину”.

*Леви крак Мале Пећине* се наставља из Сале са вигледима идући у југјугоисточном правцу. Он се састоји из четири главнија морфолошка елемента: Високог канала, Лактастог канала, Десног и Левог изворишног каналића.



Ск. 4. — *Светли приступ.*

Доле је југоисточни део Сале са вигледима. Горе је Висока двојала са отвором велике луковине (лево) и улазом у дворану пред ждрелима (десно).

*Високи канал* почиње двораном неправилног облика, чије је дно на 212 м то јест око 14 м изнад дна Сале са вигледима. Идући ка тој Високој дворани зидови Сале са вигледима се све више приближавају. У том стешњеном делу набацани су огрсмни кречњачки блокови одваљени са таванице и измеша-

ни са мањим парчадима кречњака и глином. Овај хаос блокова је осветљен дневном светлошћу и зато сам га назвао Светлим приступом (ск. 4).

Висока дворана — широка 24,6 м, дугачка 12,5 м, висока 11 м — има зидове који су прорешетани пукотинама. Нарочито је велика пукотина која је усечена у њеном источном зиду. Дно Високе дворане се идући према југу благо пење. Кроз један сужен ходник улази се из Високе дворане у замрачену дворану — дугачку 24 м, широку 6 м, високу 13 м. Ова се дворана завршава управним зидом у коме су урезана два ждрела. Зато је називам Дворансм пред ждрелима. У источни зид дворане усечена је једна пошира пукотина, која се стрмо пење до 19,5 м изнад пода. Зидови дворане пред ждрелима су обрађени водом.

Доње ждрело — дугачко 5,3 м, широко 1,4 м и високо 0,8 м. — има углачане зидове, а на источној страни, на самом улазу се налазе калцитни саливи. Дно је у висини дна Дворане пред ждрелима, а затим се нешто стрмије пење.

Горње ждрело је, за разлику од претходног, узани процеп настао обурвавањем зида, о чему сведоче кречњачки комади, који леже испод њега, и искрзане његове стране. Доња ивица овог процепа се налази око 4 м. изнад дна Дворане.

Иза ждрела настаје ходник са два мања проширења, који је дугачак 20 м., широк 13 м и висок до 6 м. И он се завршава управним зидом у коме су урезана два створа.

Западни отвор је улаз у Мали слени канал — дуг 12,8 м, широк 1,5 м, висок 2,5 м, — који се идући према крају све више стешњава.

Источни отвор уводи прво у канал — дуг 8,2 м, широк 1,5 м до 2 м, висок 1,8 м — који се идући даље све више шири и тако ураста у малу двораницу — дугачку 12,4 м, широку 4,6 м, високу до 8 м. У најјужнијем делу те дворанице налази се проширење у источном зиду, које лежи 1,5 м изнад дна и личи на ложу. На западном зиду дворанице има мањих удубљења и усних и кратких пукотина. На источном зиду се, међутим, налази један процеп — узан 0,40 м. и висок 1,2 м — који сељаци из Петнице зову *Амбис*. Он је улаз у Лактасти канал.

*Лактасти канал* је управљен прво у упоредничком правцу за 60 м. а затим у меридијанском за 28 м. Дно његовог упоредничког дела се налази 6 м испод доње ивице Амбиса. Овај део Лактастог канала се увлачи под Дворану са Амбисом, те се без лествица или других средстава не може сићи у Лактасти канал. Ширина канала се креће од 2 до 3,5 м. Таваница његова је 10 до 15 м изнад заблаћеног дна, које је само местимично прекривено комадима кречњака, одваљених са страна канала.



Лактасти канал је подељен стеновитим пречагама на три удубљења. Прва преграда, висока 4—5 м, налази се 36 м источно од Амбиса. Изграђена је од кречњака који је превучен калцитом. Њена западна страна је стрма и неприступачна. На месту где се додирује са северним зидом канала налази се нешто веће богатство калцитних салива. Источна страна пречаге је нешто блаже нагнута и тако искрзана да је лако пролазна. У висини темена пречаге — на 233 м — усечен је у јужном зиду један краћи паралелни каналић. На 3 до 4 м далека од почетка он се стешњава и завршава. У његовом северном зиду налази се прцеп којим се може поново ући у први део Лактастог канала. Процеп је 3—4 м изнад дна Лактастог канала.

Друга преграда — висока око 2 м — се налази на самом лакту. На источном крају другог удубљења, које се налази између прве и друге преграде, постоји престрана пукотина која се пење до веће висине.

Меридијански део Лактастог канала завршава се на југу мањим проширењем, из кога се рачвају два каналића, које сам назвао изворишним каналићима. Проширење, на месту где се изворишни каналићи састају, назвао сам зато Ставама. У плитком удубљењу на дну Става скупља се вода што прокапљује са таванице, те гради малу барицу.

*Десни изворишни каналић* има укупну дужину од око 40 м. На кратком растојању мења правац и ширину. Улаз му је веома узан — око 0,3 м а висок око 2 м — те се једва њим може провући. То је ерозијом обрађен процеп. У Десни изворишни каналић може се ући и кроз један вијугави, узан и једва пролазан каналић, чије се дно налази у вишем нивоу; његов је отвор на улазу у Десни изворишни каналић сужен саливима. Десни изворишни каналић се на крају проширује у двораницу — ширине 7,3 м, висине 5 м, — која је нешто богатија сталактитима, прљавим и заблаћеним, као што су заблаћени у већем делу њени зидови и њено дно. Из ове дворанице се рачва неколико ходника, који се на неколико метара даљине затим завршавају. На јужној страни дворанице се налази процеп, издигнут изнад њеног дна око 2 м. Он се наставља у канал чије је дно стрмо нависе управљено, ка проширењу које је испуњено блатом. Блато које клизи низ зидове овога проширења гради блатне украсе, сличне калцитским саливима. Оно из овог проширења силази и у двораницу на крају Десног изворишног каналића. Из проширења са блатним украсима пружа се нависе процеп висок око 10 м. Дворана је преко тог заблаћеног процепа у вези са цсвршином терена.

*Леви изворишни каналић* је највећма узак канал, који се општо вијугајући пружа око 74 м. Његов улаз се налази 3 м изнад дна Става. Недалеко од улаза, таваница каналића се толико снизи да се њим може само пузећи даље да пролази. Осам метара далеко од Става налази се мање проширење, које

је обложено белом бигреном превлаком. Овде има доста кристално провидних сталактита, толико нежних да се при најмањем додиру одламају. Идући даље, канал постаје виши (2—3 м), местимично се проширује (до 1 м), а дно му је неравно, те на уздужном профилу има и једну нижу преграду. Од ње је канал према крају све већма испуњен блатом. На крају он нагло промени правац и гради лакат од 170 степени. Последњи његов део спушта се од тог лакта према проширењу, чије заокружено дно личи на заблаћено дно вртача. Код оштрог лакта, на два метра изнад дна, се налази проширена пукотина која се веома стромо пење навише. Она је испуњена житким блатом, које гради наките сличне оним у дворани на крају десног изворишног каналића. И овде Пећина допире до површине терена.

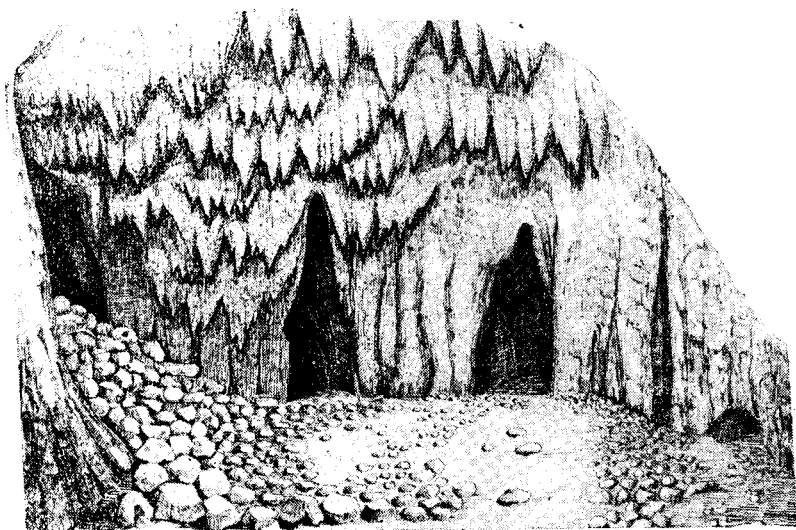
Дно дворане на крају Десног изворишног крака се налази на 237 м апсолутне висине, дно на крају Левог изворишног каналића је на 242 м. Теме прве пречаге Лактастог канала је на 233 м. Дно Дворане са Амбисом је на 228 м. У Дворанама јужно од ждрела је дно на 225 м, а у Дворани пред ждрелима на 221 м. Идући од Високе дворане, где је дно на 212 м, — оно је стромо нагнуто ка Светлом приступу, тако да се у Сали са видледима налази на 198 м. Висине дна Левог крака Мале Пећине су, према томе, све мање што се од изворишних делова приближавамо Сали са видледима. Пад дна, међутим, није континуелан. Тако се код Става налази отсек од 3 м, којим се завршава Леви изворишни канал, затим се у Лактастом каналу налазе две преграде, — од 2 и од 4—5 м, — па Амбис — од 6 м — и најзад стрмина — од 14 м — на Светлом приступу.

*Десни крак Мале Пећине.* — Из сале са видледима се одваја према југугозападу трећа већа морфолошка целина Мале Пећине — Десни крак. Овај крак се састоји из два главна дела: Дворане са каменим завесама и Дворане са Језером.

У *Дворану са каменим завесама* се улази кроз отвор на јужном зиду Сале са видледима. Тај отвор је широк 16,3 м и висок 3 м. Таваница му је искрзана обурвавањем тако да заостали делови кречњака висе у облику завесе. Кроз отвор се улази у дворану елипсастиг облика — дугачку 20,8 м, широку 25 м — са чије таванице висе сличне камене завесе, које су превучене и са калцитним саливима (ск. 5). Таваница је 2 до 8 м изнад дна Дворане, поглавито зато што је дно од улаза у њу доста стромо нагнуто према југу. По дну су нагомилане стене одваљене са таванице.

Из Дворане води неколико канала у разним правцима. На западном зиду налазе се тако три отвора. Одмах код улаза у Дворану усечен је у висини дна овалан отвор, око 0,6 м пречника, који се затим продужава у канал стромо нагнут навише, он змијасто вијуга и стране су му углачане ерозијом

воде. То је Змијаста каналић. Нешто јужније од њега се налази пошира пукотина, и она се пружа до великих висина, где се степњава. Она је по дну обрађена ерозијом, а у њој има набацаних стеновитих блокова и кречњачких комада. Једна уска пукотина спаја ову проширену дијаклазу са Змијастим каналом. Јужно од проширене дијаклазе се налази отвор канала — широког око 6 м, високог окс 8 м, дугачког 24.5 м — чије је дно на већој дужини испуњено глином. На 3—4 м далеко од улаза у овај Велики слепи канал налази се мања преграда, висока око 0,4 м, иза које је дно Канала до исте висине издигнуто. На странама Великог слепог канала налази се доста усних пукотина у којима има калцитних салива. Неда-



Ск. 5. — Дворана са каменим завесама.

У зидовима се налази неколико отвора кроз које се улази у Тамни приступ (лево), Дворану са Језером (у средини), Велики слепи канал, проширену пукотину и Змијаст канал (десно).

леко од завршетка се на десној страни налази проширење и отвор веће пукотине у таваници. Овде има прљавих сталактиста и сталагмита, као и бигрених салива, који су у нешто већој мери нагомилани и на крају слепог канала.

На источној страни Дворане са каменим завесама се налази простран отвор. Он је у доњем делу претрпан стеновитим блоковима, који у виду сипара продиру и у Дворану са каменим завесама. Преко кршевитих и хаотично набацаних блокова по дну канала, које се стрмо навише пење, улази се у Високу дворану, која лежи на почетку Левог крака Мале Пећине. Због тога што у овом пролазу влада тмина, назвао сам

га Тамним приступом. У десном зиду тог Тамног приступа усечен је и један уски бочни и паралелни каналић, који се од овог ходника одваја, а затим се поново ка њему враћа.

*Дворана са Језером.* До ње се долази кроз пукотину — 4 м широку и 11 м високу, која се налази на јужном зиду дворане са каменим завесама. Она је улаз у канал који се све више шири, чије дно врло стрмо пада к југу и који ураста у дворану троугластог облика на чијем се дну налази Језеро. Од улазног отвора до обале Језера има 22 м. Језеро захвата јужни део дворане и дугачак је 13 м, док му је највећа ширина око 8 м.

На северисточној страни те Дворане налази се — на метар два изнад Језера — једна кроширена пукотина која савија убрзо према истоку и степњава се. На јужном зиду је неколико пукотина које су испуњене водом у висини површине Језера. На западном зиду — метар изнад површине Језера — налази се каналић — 1,5 дугачак, 0,5 м пречника, — који се у поставку рачва у три уска каналића: два нижа — испуњена водом и трећи који се пружа навише — у доњем делу испуњен водом, а затим у целини сув.

Са таванице Дворане са Језером висе прљави, и у разним правцима искошени и искривљени сталактити. У проширењу на западном зиду Дворане неколико сталактита и сталагмита су се спојили у мале, прљаве сиве стубове. Срастањем и преплитањем сталактита изграђена је једна мрежа, разапета између зидова над источним крајем Језера, неколико метара испод таванице.

Као што се из претходних излагања види, дно Десног крака Мале Пећине пада идући од Сале са видледима ка Језеру. Тако, док се у Сали са видледима налази на 198 м, у Дворани са каменим завесама на 196 м, на улазу у Дворану са Језером на 193 м, обала Језера се налазила на 183 м. Идући од Сале са видледима према Језеру пад дна се све више повећава, тако да је весма велики у улазном делу Дворане са Језером.

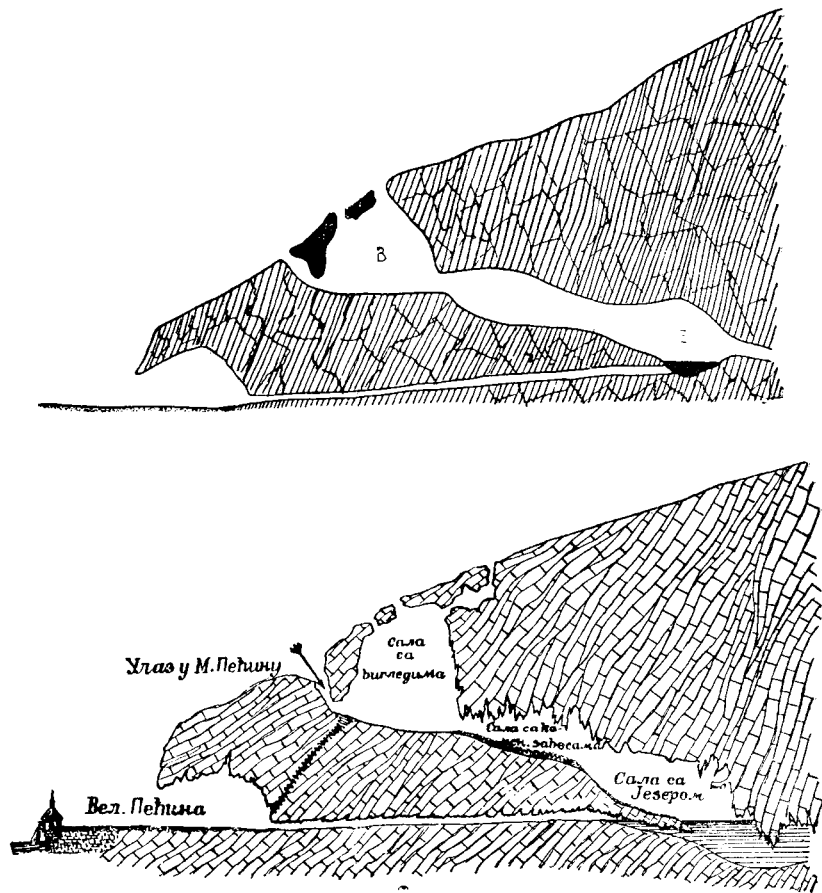
На дну Језера и на дну Дворане налазе се дебље наслагне глине и муља. На северу је Језеро плитко, а идући према југу дубина му се повећава до 8 м.

### **Канал између Велике и Мале Пећине**

*Ј. Цвијић* је утврдио помоћу мекиња да вода из Језера отиче ка врелу Бање. Ми смо бсјили воду у Језеру и интензивно плаветнило се појавило у врелу Бање после 10 м. Несумњива је веза између Језера и врела Бање. Према плану Велике и Мале Пећине, најкраће удаљење између отвора врела Бање и Језера износило би око 50 м. У овај канал није могуће да се продре зато што је узан. Међутим, на основу испитивања

у Малој и Великој Пећини могло би се утврдити да је он сифонског облика.

На основу *Ј. Цвијићеве* и нашег мерења утврђено је да се површина Језера налази на 183 м, а да се Бања налази на 180 м, тј. да је површина Језера 3 м. виша од отвора врела Бање.



Ск. 6. — Уздужни профил северног дела Петничке Пећине по *Ј. Цвијићу* (2) (горе) и на основу нових испитивања (доле).

*Ј. Цвијић* је у прилогу (2) дао вертикални пресек кроз северни део Петничке Пећине: улаз у Малу Пећину, Салу са вилегидима, Дворану са каменим завесама. Дворану са Језером, кагал између Језера и врела Бање и Велику Пећину (ск. 6). Језеро би морало да отекне, када би излазни канал био од његовог дна управљен према отвору Бање како је то представљено на вертикалном пресеку у *Ј. Цвијићевом* раду. Из

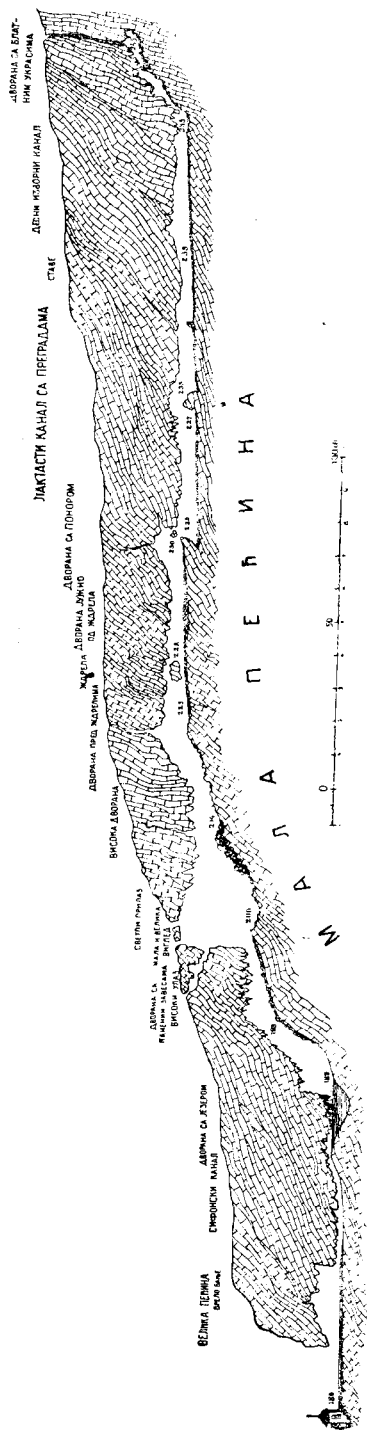
тих разлога мора да се претпостави да се извесни делови дна тог канала налазе на 183 м, то јест у висини површине Језера. Ови делови дна преграђују воду Језера. Из ових разлога може да се претпостави да тај узани канал између Велике и Мале Пећине има облик инверсног сифона. На постојање инверсног сифона указује и то што се дно Језера налази 5 м ниже од отвора врела Бање, као и интермитентне појаве у овом врелу, о чему ће се доцније детаљније говорити.

#### МОРФОГЕНЕЗА ПЕТНИЧКЕ ПЕЋИНЕ

Из ранијег и нашег испитивања може да се утврди да су канали Петничке Пећине изграђивани ерозијом подземних вода и обурвавањем таванице и зидова. Већ је *Ј. Цвијић* запазио да у Високом каналу „дуварови пећински нису равни већ пуни излизаности, удубљења често врло дубоких и са оштрим ивицама” те „изгледа да је овај део Пећине чисто ерозивног порекла...” (2, стр. 108). И у свим осталим деловима Пећине могу се наћи трагови интензивне ерозије: у оба Изворишна каналаћа, у Лактастом каналу, у свим бочним каналима, па и у проширеним или мањим пукотинама које се налазе у њиним странама. *Ј. Цвијић* је даље истакао и значај обурвавања за изградњу делова Петничке Пећине. Тако, он говори да „многе одваљене стене у дворани (Сала са вгледима — Б. Ј.) сведоче о томе процесу” (2, стр. 107). И у осталим деловима Пећине могу се наћи трагови обурвавања. Тако су дно Дворане са каменим завесама, Тамни и Светли приступ претрпани стеновитим парчадима или и великим стеновитим блоковима, који су накнадно обрађени у већој или мањој мери ерозијом подземних токова. У мањој мери се налази стеновита комађе и у другим деловима пећине: Дворани са Језером, Великој Пећини, Лактастом каналу итд.

Данас, међутим, у већем делу проходних канала Петничке Пећине нема ни сталних ни повремених токова. Оба изворишна каналаћа, Лактасти канал, Високи канал, Светао и Таман приступ, Сала са вгледима, Дворана са каменим завесама и сви бочни каналићи и пукотине који се за њих везују били су потпуно суви. У њих продире само кишница и снежница, која долази са површине кречњака изнад пећине; она гради мање барице, као што је она на Ставама.

Суви делови Пећине су, као што се то види из приложеног вертикалног пресека (ск. 7), виши — горњи канали Петничке Пећине. У нижим — доњим каналима Петничке Пећине има, међутим, воде преко целе године. То су Дворана са Језером, Велика Пећина и сифонски канал који се налази између њих. То су, такође, и они канали и пукотине којима притиче вода Језеру.

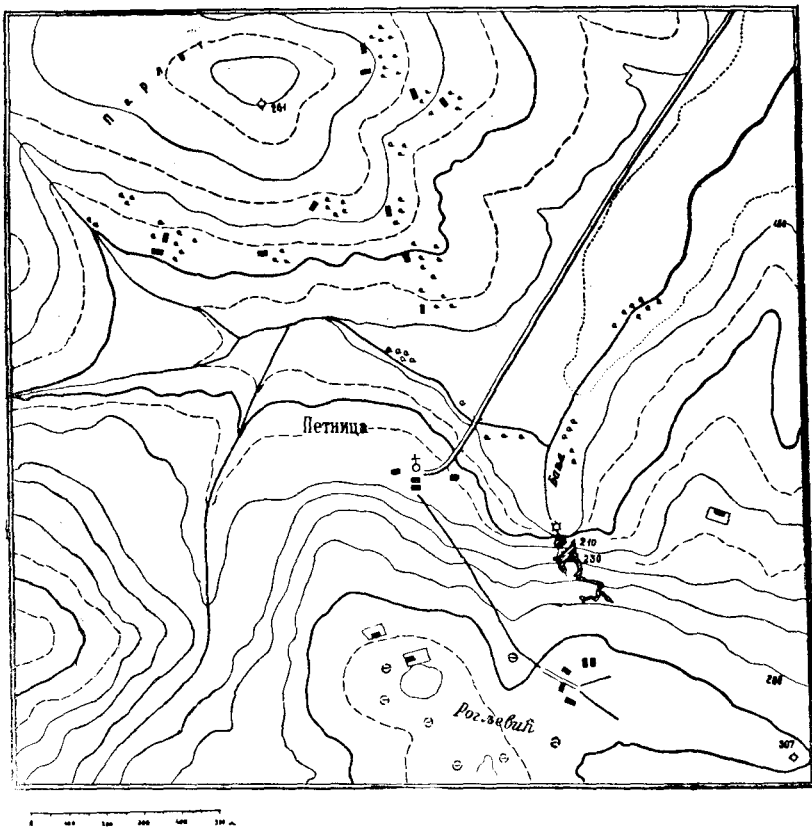


Ск. 7. — Уздужи профил Петничке Пейине.

Какав је еволутивни однос између горњих и доњих канала Петничке Пећине? Да ли су горњи канали изграђивани истовремено када и доњи, то јест дали су горњи канали изграђени некаквом притоком Бање, која је данас пресушила? Или су горњи канали изграђени самом Бањом која је раније текла у вишем нивоу, а затим, како то каже *Ј. Панчић* (1) пронашла краће, данашње путеве отицања? Испитивање односа између развитка Пећине и терена у њеној околини указује да је претпоставка *Ј. Панчића* оправданија.

### Еволуција Петничке пећине и Петничког краса

Северно од кречњачког отсека Великог Брда налази се непропустљив терен сачињен од терцијерних седимената. У њему је Петничка Река усекла систем нормалних долина, у којима може да се издвоји пространа тераса од 35 м. На њој



Ск. 8.— Карта ближе околине Петничке Пећине.



се налази Петничка основна школа (ск. 9). Тераса од 35 м се наставља и даље, низ долину Петничке Реке, и везује се за терасу Колубаре која се налази по ободу Ваљевског басена и на десној страни епигенетске Словачке клисуре. То је, према томе, флувијална тераса слива Колубаре.

У време када је Петничка Река била у висини ове терасе био је тријаски кречњак Великог Брда загађен до 215 м. Према томе улаз Велике Пећине, који се налази између 180 и 189 м, није у то доба могао да постоји. Вода је из Великог Брда могла тада да истиче само отворима који нису били загађени, отворима који су се налазили изнад 215 м: кроз — Горњи улаз (230 м), Велику или Малу вилед (223 до 227 м). Исто тако према тераси од 215 м могли су да буду изграђени само извесни делови Мале Пећине: оба изворишна каналића (235 до 242 м), Лактасти канал (233 м), Високи канал (228 до 221 м.) и Сала са виледима (чија таваница допире до 223 м). Ови канали могу да се означе као *стари канали Петничке Пећине*.

По *Ј. Цвијићу* виледи нису ерозионни облици, већ су постале обурвавањем пећинске таванице. „рашћењем пећине у висину“ (2, стр. 107). У том случају стари канали не би могли да буду образовани према тераси од 215 м, јер не би било отвора кроз које би вода могла да истече из кречњака. У том случају би стари канали могли да се схвате само као неки старији стадијум скрашћавања и спуштања канала према њиховим данашњим висинама. Међутим, има доста разлога који указују да виледи Петничке Пећине нису постале само обурвавањем таванице. Мала вилед има округли облик а Велика је елипсоидног облика. Процес обурвавања је захватисо само мањи део Велике виледи и то у пределу дијаклазе. Због тога су ту њене стране искриване и знатно се разликују од осталих делова, који имају готово правилне линије. Таваница Пећине око виледи је дебела 4 до 5 м, а нешто јужније се налази Високи улаз, који почиње понором од 6 метара дубине, а наставља се у уски ходник, малу двораницу и мрачни отвор, којим се улази у Салу са виледима, недалеко од Мале виледи. Понор Високог улаза, као несумњиво ерозиван облик не би се према томе ни по чему разликовао од виледи, када би се Сала са виледима проширила до њега. Из тих разлога се може закључити да су и виледи биле првобитно ерозиони облици, па су доцније само нешто измењене обурвавањем.

Има и других разлога због којих се може претпоставити да је један од ових отвора био излазни отвор Бање према тераси од 215 м. Пад два старих канала је готово континуелно нагнут према овим отворима, као на пример у изворишним каналићима и у Високом каналу. Поремећаји пада јављају се, међутим, у Лактастом каналу и у Светлом приступу. У Лактастом каналу се тако јављају три удубљења, која су међусобно издвојена преградама, а према Високом каналу Амбисом.

По Ј. Цвијићу „свде имамо онакву исту конфигурацију дна, као и у другом делу Преконошке Пећине: затворена улегнућа или пећинске вртаче“ (2, стр. 109). Према томе пећинске вртаче су секундарни облици и усечене су у дно Лактастог канала накнадно: онда када је почело његово скрашћавање. Две пречаге су онда остатци некадашњег дна и оне се налазе у висини континуелног нагиба канала према дну Високог канала.

Поремећај пада на светлом приступу је због повећаног пада, такође, секундарног порекла. Он са једне стране постаје због карстификације старих канала и управљања ерозије према Великој Пећини и нижим пукотинама, а са друге стране, због нагомилвања стеновитих блокова на Светлом приступу.

Стари канали су пре скрашћавања имали континуелно нагнуто дно од изворишних каналића па до Сале са вгледима. Овакав континуелни нагиб дна могао је да се изгради само под условима да се ерозија дуго времена одвијала према тераси од 215 м и отворима који се изнад ње налазе.

Када се речни систем Петничке Реке усецао према данашњим висинама откривене су дубље партије кречњака Великог Брда, а тиме и дијаклаза (дуж које је образована Велика Пећина) и низ пукотина које су се од дна старих канала везивале за ову дијаклазу. То је смогућило понирање воде и оживљавање крашког процеса у старим каналима. Тако су проширивањем нижих пукотина изграђени Дворана са Језером, Велика Пећина, сифонски канал, који се налази између њих, и низ канала којима вода притиче Језеру. То су доњи — *млади канали Петничке Пећине*.

Скрашћавање речног система Бање извршено је највероватније поступно. Изгледа да је Бања прво из Сале са вгледима продрла у Велику Пећину пукотином која се налази у подножју западног зида Сале са вгледима, која је сада затрпана, а којом је пре 40 година воденичар Стојан Васиљевић још пролазио из Мале у Велику Пећину. Затим се вода померила према југјугоистоку, јер је пронашла пукотине дуж којих су образовани Тамни приступ, Дворана са каменим завесама и Дворана са Језером. Због тога ови ходници могу да се схвате као понори старих пећинских канала. Доцније је скрашћавање наступило и у Лактастом каналу, где је вода понирући кроз издухе изградила пећинске вртаче. Најзад су остале без воде и оне пукотине, којима је вода допирала и у изворишне каналиће, јер је пронашла ниже пукотине. Млађа мрежа канала се померила тако уназадно па су стари канали у потпуности скрашћена. Истовремено је млађа мрежа канала померена у лево, према југоистоку.

У Петничкој Пећини се јављају према томе две генерације канала: стари и млади канали. Стари су образовани према тераси од 35 м, а млади се везују за данашњи речни систем

Петничке Реке и Колубаре. Старост Пећине је према томе одређена старошћу терасе од 35 м. и старошћу оживљавања ерозије речног система Колубаре у тој тераси.

Петничка Пећина је усечена у Великом Брду, које припада пространој кречњачкој области северног подгорја Ваљевских Планина. Развитак све крашке области, Лелићког краса, може послужити, такође, за ближа одређивање старости Петничке Пећине.

По *Ј. Цвијићу* (3) могу да се издвоје следеће фазе развитка рељефа Лелићког краса: 1. фаза прелимнијских долина, 2. фаза абразије плиоценог ваљевског језера и изградње абразионе Лелићке површи, 3. фаза постлимнијске нормалне речне ерозије и изградње система нормалних долина и 4. фаза карстификације и изградње долина са низовима вртача.

Петничка Пећина је могла бити изграђена тек пошто је отекло плиоцено језеро из ове области, у постлимнијској периоди. Она није могла бити изграђена на почетку постлимнијске периоде, већ тек пошто је однет неогени покривач, тек пошто су реке просекле језерске седименте и почеле да се скрапћавају — у доба образовања речне терасе од 35 м., која је у сливу Колубаре усечена у језерским седиментима. Из тих разлога се може узети да је Петничка Пећина почела да се образује крајем плиоцена или почетком дилувијума. Млади канали Пећине су највероватније алувијални: они се везују за данашњи речни систем Колубаре и они су уски и непроходни.

### Три еволутивне етапе пећинских канала

*Ј. Цвијић* је већ утврдио да су канали Петничке Пећине предиспоновани међуслојним пукотинама и дијаклазама. Тако он указује на укрштене дијаклазе у Сали са вигледима, у Лактастем каналу, на дијаклазу дуж које је образована Велика Пећина и на међуслојне пукотине дуж којих су изграђени делови Лактастог канала, (2, стр. 109). У свим овим деловима Пећине, као и у осталим њеним деловима првенствено је проширивање канала вршено ерозијом подземних вода. Обурвавање у овој етапи није могло имати већег значаја за развитак канала, пошто обурвавању мора да претходи етапа проширивања канала ерзијом — хемиском или и механичком. Због тога прву етапу изградње пећинских канала називам *ерозивном етапом*.

Проширивањем пукотина образовани су где шири а где ужи канали и дворане, па су партије кречњака на таваници и на зидовима досведене у лабилан положај, нарочито на месту где се укрштају пукотине и где су потсечени слојеви. Због тога је поред ерозије шупљину канала почело да повећава и обурвавање. У проширеним каналима се стварају услови за

образовање сталактита и сталагмита, за уншење глине и другог материјала са површине терена. У том периоду изградње у каналу делују истовремено два супротна процеса: ерозивни и акумулативни.

Обурвавање материјала је за изградњу канала стварно двоструки процес. Са једне стране, одваљивањем стеновитих парчади и блокова, пећински канал расте у висину и ширину. Са друге стране пак стеновити блокови и стеновита парчад заузимају већи простор на свом новом лежишту но што су га заузимали на примарном лежишту, те се због тога смањује шупљина канала, канал се затрпава. Обурвавање материјала је због тога пре свега акумулативни процес. Оно заједно са изградњом салива, сталактита и сталагмита и уношењем другог материјала са површине терена прети да затрпа пећински канал.

У исто време вода која протиче каналима тежи да однесе, да раствори или транспортује набаци и остали акумулативни материјал, као и да даље проширује канал. То је једини активни агенс, једини агенс који може да савлађује акумулациони процес и једини агенс који може да изграђује, да проширује канале. Обурвавање, као и други акумулативни процеси, само могу да успоравају или убрзавају развитак канала јер издвајају мањи или већи део ерозивне енергије за растварање или за транспорт ерозији страног — акумулативног материјала. То даље указује да у овој — *ерозивно-акумулативној стани*, ерозивни процес има одлучујући утицај за развитак канала.

Да су се ова два супротна процеса догађала у старим каналима Петничке Пећине најбољи су доказ обурвани кречњачки блокови на дну Тамиса и Светлог приступа, на дну Сале са видледима итд., који су већином обрађени речном ерозијом. На дну Сале са видледима — најпространије дворане у Петничкој Пећини, у чијем је образовању обурвавање играло велику улогу — налази се, међутим, један већи кречњачки блок и нешто више на све стране разбацаних парчади кречњака. Према тмме маса материјала која је са зидова и таванице пала на тло разбијена је, растворена и однета још док је овим каналима протицала река. Само је један већи блок остао, а и он је обрађен водом.

Стари канали су обрађени масом воде. На то указује њихова ширина у оним деловима где обурвавање није имало велики значај за њихово проширивање. Данас у њима нема ни сталног ни повременог тока. Међутим, они се и даље развијају. У њима се јављају сталактити и сталагмити и калцитни саливи. У њих продире блато и други материјал са површине терена. Одваљује се таваница и зидови и комади кречњака падају на њихов под. Све су то манифестације акумулативног процеса који је преовладао.

Акумулативни процес има своје границе. Обурвавањем ће се толико нагомилати материјал, да ће обурвани блоксови доспети до таванице и зидова, па ће на тај начин подупрети. То ће онемсгућити даље обурвавање. Исто тако ће и остали акумулативни процеси моћи да се развијају дотле док не затрпају пећински канал. То значи да су стари канали Петничке Пећине ушли у трећу еволутивну етапу — *акумулације и фосилизације*. Ово је истовремено и последња етапа развитка канала.

Стари канали Петничке Пећине прошли су према томе кроз три етапе развитка: 1. ерозивну етапу младости и 2. ерозивно акумулативну етапу зрелости и ушли су у 3. акумулативну етапу, етапу фосилизирања, изумирања и сенилности пећинских канала.

Има неких чињеница које говоре да се прелаз из нижих у више еволутивне етапе не мора вршити једновремено у целом каналу. У Петничкој Пећини има делова у којима је обурвавање много интензивније или где се изградња сталактита и сталагмита, изградња салива и уношење блата одвија много брже но у осталим деловима. То се може видети ако се изврши анализа еволутивног стања младих канала Петничке Пећине. Док се у Великој Пећини и Дворани са Језером преко целе године врши ерозија подземних вода и изградња сталактита и сталагмита и обурвавање зидова и таванице, те се оне налазе на другом стадијуму развитка, дотле се у младим каналима којима притиче вода Језеру и у сифонском каналу, којим отиче вода из Језера ка Бањи, а који, такође, није прохсдан, највероватније врши само ерозија, те се они налазе на првом, ерозивном стадијуму развитка. У Петничкој Пећини има најзад и делова који су завршили свој развитак, као што је на пример онај затрпани канал којим се пре 40 година могло пролазити из Велике у Малу Пећину.

#### ХИДРОЛОГИЈА ПЕТНИЧКЕ ПЕЋИНЕ

Од становника Ваљева, Јелићког краја и од пастира на Медведнику слушао сам доста прича о пореклу воде врела Бање. Тако су једни говорили да се врело Бање храни водом која понире под Ваљевтске планине у ужичком крају. Други су пак причали, а то је забележио и *Ј. Цвијић* (2, стр. 108), да вода потока Златара која понире у Жабарима, притиче Језеру.

Прво казивање није вероватно зато што се између Петничке Пећине и Ужичког краја протеже појас непропустљивих седиментних и еруптивних стена, који учествују у грађи Ваљевских планина. Друга претпоставка је много вероватнија зато што се понори Златара налазе у залеђу Пећине и на незнатном стстојању од ње. Између Златара и Пећине се на-

лази и једна долиница управљена у северном правцу, у чијем је дну урезана вртача. Највероватније је да се ова долиница и Пећина налазе у вези.

Две хидролошке појаве привлаче највише пажњу посетилаца Петничке Пећине. То су врело Бање и Језеро Мале Пећине, те ћемо се на њима нешто више задржати.

*Врело Бање.* — Врелом Бање истекне у току године велика количина воде. Она је у јуну и новембру 1949 године била приближно иста. У новембру је издавало око 165 лит/сек. Међутим, јуна 1949 године многе веће површинске реке у широкој области у околини Пећине су знатно смањиле свој прстицај, а многе мање су и сасвим пресушиле. Зато протицај у Бањи мора да је и већи у време отапања снега или плахих кишна. Када би узели измерени протицај за средњи годишњи прстицај, пошто других података немамо, онда би годишњи протицај Бање био око 5.193.440 м<sup>3</sup>.

Према причању Стојана Васиљевића, чија се воденица налази недалеко од врела, Бања каткад пресушује. Како он каже, Бања јако утиња један до два пута, па и до десет пута у току дана. Најчешће се то догађа између васкрса и видовдана, у време јачих кишна. Потом се појави велика вода која је јако замућена. По *Ј. Цвијићу* „врело често пута и то у свако доба године наједанпут пресакне, а затим одједанпут потече, и то се дешава по неколико пута на дан, ка што и три до четири пута на сат. Дешава се да је вода пошто попово потече мутна или црвена“ (2, стр. 105). Из свих ових разлога *Ј. Цвијић* је уврстио Бању у интермитентно врело. Пошто се интермитентне појаве не јављају у току целе године непрекидно, већ се јављају повремено, пре би се могло рећи да је Бања повремено интермитентно врело.

*Језеро — преграђени резервоар.* — На дну Мале Пећине се сакупља вода зато што је дно Језера 5 м ниже од Бање и што дно инверсног сифона преграђује воду Језера до висине од 183 м. Сви они канали, дворане и пукотине (или њине делви) који се налазе испод висине те преграде потопљени су водом, која им из узводних делова млађих канала Петничке Пећине притиче. Језеро је само један део воде која се сакупља у пукотинама и проширењима до висине ове преграде; овакав резервоар подземне воде, условљен преградом, може да се назове — *преграђени резервоар*. Инверсни сифон (или и друга преграда, која заграђује воду унутрашњости кречњака) може да се назове *регулациона преграда*.

*Порекло интермитентних појава у Бањи.* Узрок да се Бања у току године појављује као повремено интермитентно врело — повремена потајница могао би да се објасни преграђеним резервоаром Језера. У околини Петничке Пећине је неправилно распоређен талог у току године. Мало талога пада нарочито у току зиме а и тада се он јавља у облику снега. Због

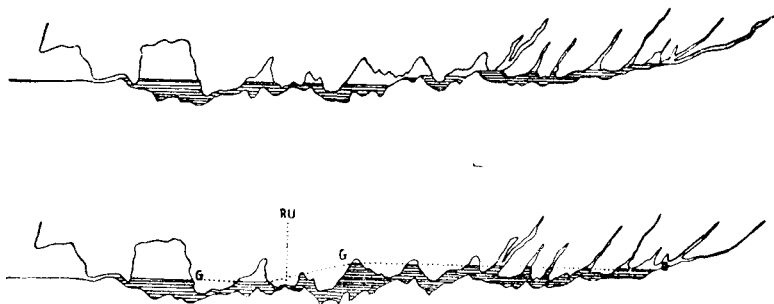
тога се зими или лети, када су дужи сушни перисиди, прилив воде у унутрашњости кречњака може знатно да смањи. Познато је да су Језеро и врело везани инверсним сифоном, који има облик криве натете. Испражњавање Језера се зато у ово време може да врши по принципу криве натете, при чему стицај из Језера може да буде већи но што је притицај. За све време докле би притицај био мањи од отицаја врело Бање би престајало на махове, то јест функционисало би као потајница; јер би сифонски канал исисавао из преграђеног резервоара — Језера сву воду која му притекне. Ниво Језера би се у том случају снижавао све док не предре ваздух у инверсни сифон и док се не изједначи ваздушни притисак у врелу и Језеру. Тада би престао притицај у Бањи а ниво Језера би растао све док не доспе до горње ивице регулационе преграде и док поново не настане отицање из Језера по принципу криве натете. Овако би се вршило повремено испражњавање преграђеног резервоара све докле док не би дошло до стапања снега или до већих киша, када би већа количина воде продирала ка Језеру и када би се успоставила равнотежа између притицаја и отицаја. То би био нормални ток појављивања и престајања повремено интермитентних појава у Бањи.

Међутим, има неких појава које указују да се повремено интермитентне појаве у Бањи образују и из других узрока. *Ј. Цвијић* тако каже да се појаве пресушивања и поновног истицања воде догађају „нарочито после киша и уз топлење снега“ (2, стр. 108), то јест када већа количина кише предре у унутрашњост петничког краса и када, по правилу, треба да се изједначе притицај и отицај из преграђеног резервоара. То указује да се интермитентне појаве у Бањи не догађају само под нормалним условима, већ да се догађају и у условима који су инверсни према нормалним.

*Ј. Цвијић* је констатовао да се вода у Језеру спљашњава, „али не пресахне, усталиса се, одлеже у шупљинама и чује се бубњање“ (2, стр. 108) у време када се догађају интермитентне појаве у врелу Бање. То значи да се ниво воде у Језеру снижава онда када по правилу треба да расте због већег прелива услед топлења снега и услед киша. Опاداње воде у преграђеном резервоару — Језеру, када је већи прилив воде са површине у унутрашњост краса, највероватније се догађа зато што се у каналима узводно од Језера налази узина која се зачепљује у већој или мањој мери те пропушта ка преграђеном резервоару мање воде, но што из њега истиче по принципу криве натете. Да се узводно од Језера налази заиста оваква узина (или и више њих) указује и то што је вода, када поново потече, мутна или црвена и што је њена количина знатно већа но под нормалним условима. Зачепљивање се овде врло вероватно догађа зато што је овај крас — покривени крас, што вода при отапању снега или после јачих киша уноси

у канале више глине, муља и другог материјала. Повећани притицај у Бањи настаје највероватније зато што се вода узводно од ове зачепљене пукотине нагомилала до те мере, а њен хидростатички притисак толико порасте, да је у стању да отчепи узину. Под већим хидростатичким притиском вода пролази брже кроз отчепљену узину, има већу снагу, те је у стању да транспортује део материјала који је унела са површине или да испира муљевито дно и стране канала и дворана којима притиче према Језеру и Бањи. После отчепљивања пукотине успоставља се поново равнотежа између притицаја и отицаја у преграђеном резервоару — Језеру, а врело губи особине потајнице.

Не постоји нека правилност у појављивању повремено интермитентних појава нити у времену (оне се јављају у свако доба године), нити у броју (то се дешава по неколико пута на дан, кадшто и три до четири пута на сат). Све то говори да напос на различити начин зачепљује узину узводно од Језера. Дужина трајања интермитентних појава зависи од трајања зачепљености узине. Број интермитентних појава у теку дана је различит зато што је узина више или мање зачепље-



Ск. 9. — *Распоред подземних вода у крају петничког типа*

Систем преграђених резервоара (горе). Систем преграђених резервоара са акумулативним резервоаром (доле). RU — регулациона узина. G-G моментална граница асцендентне ерозије.

на, те Језеру притиче већа или мања количина воде и у вези са тим се у њему брже или спорије вода може да пошне до сифонске преграде.

*Акумулациони резервоар.* — Од момента зачепљивања јављају се у петничким кречњацима две врсте резервоара крашке воде: низводно од зачепљене узине је један (или можда и неколико) преграђених резервоара; узводно од зачепљене узине се всегда сакупља у свим пукотинама или каналима до висине која зависи од разлике притицаја и отицаја. Ту се образује *акумулациони резервоар* крашке воде. Пошто образовање сваког резервоара условљава узина која регулише отицај воде из



њега, то се она може назвати *регулационом узинам*. (Ск. 9, П, RU).

*Подземне воде у красу петничког типа*. — Петнички крас је, као што је већ речено, загађен са Севера. Он је, даље, два пута скрашћен; при томе се нижи канали и пукотине налазе у стадијуму младости и зрелости, јер се састоје из дворана и проширења (Велика Пећина, Дворана са Језером) и уских канала са узинама и преградама (инверсан сифон и непроходни канали узводно од Језера).

О облику и распореду воде у таквим крашким теренима можемо да изнесемо неке претпоставке ослањајући се на проматрања која су извршена у Петничкој Пећини.

*Систем преграђених резервоара*. — Уколико се у унутрашњости овакве кречњачке масе налази пећински канал на чијем се уздужном профилу јавља више регулационих преграда, вода ће се сакупљати у каналу пред сваком регулационом преградом и образовати неколико преграђених резервоара. После топљења снега или после киша вода ће продирати у већој или мањој мери у канал и преливати се преко преграда од виших ка нижим каналима, а од најнижег ка врелу. Преграђени резервоари ће у влажним периодима, према томе, бити повезани у систем и образовати *систем преграђених резервоара*. У сушним периодима, када престане притицај из горњих партија кречњака, вода ће стагнирати у сваком од резервоара (сем у случају њиховог испражњавања по принципу криве натезе). Између преграђених резервоара ће хладници бити суви. Тада ће вода у красу бити распоређена у облику *низа изолованих преграђених резервоара*.

*Акумулациони резервоари*. — Уколико се у унутрашњости крина Петничког типа налази узина у пећинском каналу, која није у стању да спроведе сву притеклу воду, онда ће се као што је речено образовати акумулациони резервоар. Вода ће се у оваквом акумулационом резервоару сакупљати у већој или мањој мери у зависности од разлике притицаја и отицаја. То значи да ће се она преко године акумулирати и да ће површина воде морати да се неће у време отапања снега и у време киша. Зими и лети, када мање воде продире у канал, тада површина воде ће се скупљати. Уколико је дно неравно и на њему се налазе регулационе преграде, које су биле потопљене услед издијања воде у влажним периодима, у њима ће вода у периодима слабог притицаја силашњавати до висине регулационих преграда и образоваће се (уместо акумулационог резервоара) систем преграђених резервоара. Уколико би пак притицај престао, образоваће се низови преграђених резервоара. Уколико би дно канала било континуелно нагнуто према врелу, а не би било притицаја за дуже време вода из канала може у потпуности и да отегне и канал би пресушио целом својом дужином.

Пошто се у акумулационим резервоарима вода може пенјати до већих висина и изнад висине регулационе преграде или регулационих узина, а затим у сушним периодима спуштати, то се три хидролошке зоне (сува, прелазна и стална) могу образовати само у акумулационим резервоарима.

*Систем акумулационих и преграђених резервоара.* — У крашким областима Петничког типа може се образовати у једном каналу (као што је то врло вероватно код Петничке Пешине) систем преграђених и акумулационих резервоара. У мрежи канала, пукотина и дворана, које се образују у оваквим кречњацима могу се према томе преграђени и акумулациони резервоари распоређивати на различите начине. Због тога се у зависности од притоцаја и оттокаја, у зависности од висине и распореда резервоара, могу у току године они узајамно везивати у системе, или већи или мањи број преграђених резервоара може да буде повремено изолован од осталог система. Различит распоред воде у разним деловима младих кречњачких канала, какви су они у Петничком крају, био би према томе одређен распоредом регулационих преграда, регулационих узина и распоредом талога у току године.

#### КРАШКА ЕРОЗИЈА И ЕВОЛУЦИЈА УЗДУЖНИХ ПРОФИЛА КАНАЛА

Уздужни профил младог канала, као што је већ истакнуто, није саображен: он се састоји из делова који су преиздубљени према врелу (Језеро) и делова који су издигнути (инверсни сифон).

Уздужни профили младих канала нису саображени првенствено зато што се вода при оживљавању крашког процеса прилагођавала иницијалном распореду пукотина. Међутим, ова несасображеност не може увек остати. Она је привремена и обележава само да су канали млади. Све докле док каналима протиче вода они су изложени ерозији, хемијској или механичкој, те се у току времена њихов облик мора да мења.

*Три правца ерозије подземних вода.* — Познато је да се у нормалним теренима вода креће по континуелно нагнутих падовима од изворишта ка ушћу река. Познато је такође да се у кречњачким теренима вода може да креће и по инверсно нагнутих каналима под хидростатичким притиском. Због тога се ерозија у крашким теренима врши другачије но у нормалним теренима.

У оним каналима који се налазе узводно од регулационих узина или регулационих преграда, а које су у потпуности испуњени водом, вода се обнавља, те хемијска ерозија може да делује по целој овлаженој површини. Због тога се овакве пукотине и канали могу да шире у свим правцима: навише, бочно и наниже.

*Асцедентна ерозија.* — Еродирање таванице канала и пукотина које су потпуно испуњене водом не може међутим да се врши непрекидно; оно има своју горњу границу. Проширавајући таваницу навише горња површина воде је на све већој апсолутној висини. Међутим, као што је већ у претходном поглављу истакнуто, апсолутна висина подземне воде зависи од висине регулационих преграда или од разлике притоцаја и отицаја кроз регулационе узине. Еродирање таванице ће према томе моћи да се врши само докле док вода не доспе до горњег нивоа акумулационих и преграђених резервоара у делимично испуњеним каналима. Ова висина је крајња *граница асцедентне ерозије* (Ск. 9, I и II, G—G').

*Десцедентна ерозија.* — Са друге стране услед ерозије на дну канала снижаваће се регулационе преграде, и као што је то утврдио *П. С. Јовановић (6)* код површинских нормалних река, снижаваће се повећани падови или ће се вршити акумулација у прензудљеним деловима све докле док се не постигне саобразни профил према пукотини кроз коју вода из кречњачке масе истиче. Пошто се оваква ерозија троши на пресецању пречата и на снижавању падова може се назвати *десцедентном ерозијом*. И десцедентна ерозија има своју доњу базу. Она тежи да саобрази падове подземних река са падовима површинских река, а самим тим тежи да изгради равнотежне профиле крашких — подземних река.

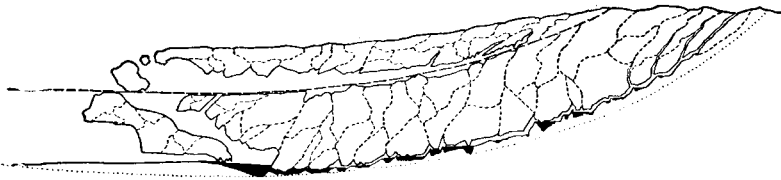
*Бочна ерозија подземних вода.* — Познато је да се у кречњацима пукотине могу да укрштају на различите начине. Вода која продире у системе оваквих пукотина протиче и обнавља се како у слима које су у вези са излазном пукотином — пукотином врела, тако и у бочним — сленим пукотинама. Она се овде обнавља услед конвекције у вези са разликом у температури у току године, услед бржег или слабијег истацања, услед померања површине воде у преграђеним и акумулационим резервоарима итд. Због тога се бочна ерозија врши у оним каналима који су у вези са излазном пукотином и у онима који су слени, те се и једни и други проширују.

У крајњој линији, заједничким радом асцедентне, бочне и десцедентне ерозије уздужни профили подземних река се саображавају са уздужним профилима оних нормалних река за које се везују.

Бања је тако изградила готово саобразне уздужне профиле у старијој фази еволуције према тераси од 215 м, то јест према речном систему Колубаре, који се тада налазио и у тој висини. Затим је извршено усецање речног система Колубаре те је оживео крашки процес у старим каналима, а на њиховом дну су образовани понори и пећинске вртаче. Понори, каналићи и пукотине, који од старих канала воде ка младим каналима Пећине, су само етапни облици уназадног — регресивног померања и саображавања профила подземних река Петничког

краса према садашњим висинама речног система Колубаре. То указује да се саображавање у красу не врши само десцендентним, асцендентном и бочном ерозијом, већ и искоришћавањем нових пукотина које су ближе саобразном профилу. (Ск. 10).

Понори на дну старих канала говоре истовремено у прилог гледишту да оживљавање ерозије у нормалним теренима



Ск. 10. — Две фазе саображавања уздужних профила пећинских канала.

проузрокује оживљавање крашког процеса у кречњачким теренима. То је последица тежње крашких вода да саобразе профиле својих канала са уздужним профилима река нормалних долина за које се везују.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ј. Панчић, Извештај са екскурзије са лиценима по Србији. — Музеј српске земље. Београд, 1857 г.
2. Ј. Цвијић, Петњачка Пећина. — Гласник Српског географског друштва, св. 1. Београд, 1912.
3. Ј. Цвијић, Мелнишки карст. — Гласник Срп. геогр. др. св. 1. Београд, 1912 год.
4. П. С. Јовановић, Загађени карст. — Зборник радова посвећен Ј. Цвијићу. Београд, 1924 г.
5. Ј. Цвијић, Подземна хидрографија и развитак крашког рељефа. — Гренобл, 1918 г. (на француском).
6. П. С. Јовановић, Уздужни речни профили. — Београд, 1938 г.

#### Résumé

#### La grotte de Petnica

(Contribution à l'étude de la morphologie et de l'hydrologie du karst de la Serbie du Nord-Ouest.)

Par Branislav P. Jovanović.

A la suite de nouvelles recherches dans la grotte de Petnica, on a décrit avec plus de détails la partie de cette grotte qui avait déjà été examinée auparavant. On a étudié de nouveau et

fixé les rapports entre les parties principales de la grotte: la Petite Grotte, la Grande Grotte et la Galerie en siphon qui les relie (fig. 1).

Il est maintenant certain que la formation de la grotte a passé par deux phases d'évolution (fig. 7): à la phase la plus ancienne correspond une série de galeries, de salles et de halls dans lesquels l'eau ne coule pas et qui se trouvent à une altitude de 215 m., tels que les deux petites galeries de la source, la galerie coudée (Laktasti Kanal), la Haute Galerie et la salle avec les avens (fig. 3 et 4). A la phase évolutive la plus jeune correspondent des galeries et des halls plus bas: la Grande Grotte (fig. 2.), la Galerie en siphon de Banja, le Hall au lac, et une série de petites galeries qui amènent l'eau à ce lac.

Les galeries de la grotte ont passé, au cours de leur évolution, par trois étapes. Pendant leur jeunesse, seule agit l'érosion des eaux souterraines; à leur âge mûr, elles sont le champ de bataille entre deux processus contraires: celui de l'érosion et celui de l'accumulation (éboulements, formation des concrétions de la grotte, apport d'argile, etc). L'élargissement de la galerie, à cette étape d'érosion et d'accumulation conjuguées, est dû uniquement à l'érosion. Enfin les galeries entrent dans la dernière phase de leur développement: l'étape accumulative ou sénile, dans laquelle domine le processus d'accumulation, ce qui rend fossiles les galeries de la grotte. Les galeries les plus anciennes de la Grotte ont franchi les deux premières étapes et se trouvent actuellement à la troisième. Les galeries les plus jeunes montrent des formes propres à la première étape (galerie à siphon et autres petites galeries étroites) et des formes propres à la deuxième (Grande Grotte et Hall au lac).

Les galeries les plus anciennes se sont formées après le retrait de cette région du lac pliocène, et après que les rivières ont eu creusé dans les sédiments lacustres la terrasse de 55 m (215m). Cela s'est passé à la fin du pliocène et au début du diluvium. Les galeries les plus jeunes ne pouvaient pas exister à cette époque, parce que le calcaire au-dessous de leur débouché actuel était barré par des sédiments imperméables. Ils se sont formés seulement après que les rivières ont eu creusé leur lit dans ces sédiments imperméables jusqu'aux niveaux actuels, et après qu'elles eurent dénudé les parties les plus profondes du calcaire, très probablement au cours de l'âge alluvial.

Dans le karst du type de Petnica, où le processus karstique se trouve rajeuni et où les galeries inférieures sont des réservoirs étroits et peu conformes, on peut trouver deux sortes de réservoirs souterrains: **les réservoirs séparés**, créés par les barrages de régulation sur le profil longitudinal de la galerie, (fig. 9), et les **réservoirs d'accumulation** formés en amont des retrécissements qui ne sont pas en état de laisser écouler toute l'eau qui leur arrive — des **gorges de régulation** (fig. 9). Dans les réservoirs d'accumulation peuvent se former trois zones hydrographiques, car le niveau de leur eau change au cours de l'année. Dans le système compliqué

des galeries il peut se former des réservoirs d'accumulation et des réservoirs séparés.

Les profils longitudinaux des galeries de la grotte de Peñica ont traversé plusieurs étapes au cours de leur évolution. Au début, c'étaient des profils non-conformes de vieilles galeries, ensuite des profils conformes de vieilles galeries. Par suite d'une érosion ravivée dans le bassin de la Kolubara le processus karstique s'est trouvé rajeuni dans les vieilles galeries; des gouffres et des entonnoirs de grotte se sont creusés sur leur fond, en sorte que le profil longitudinal est redevenu un profil non-conforme. Cependant, il a tendance à se conformer au système fluvial de la Kolubara, auquel il est lié.

La conformation des profils longitudinaux des galeries de la Grotte se fait par l'action combinée de l'érosion ascendante, de l'érosion descendante et de l'érosion de flanc. Cette érosion conduit à l'élargissement des fissures les plus proches du profil conforme, qui se relie aux profils conformes des rivières évoluant dans les terrains normaux. C'est pourquoi le creusement des lits des rivières dans les terrains normaux entraîne le renouvellement du processus karstique dans les terrains du karst.