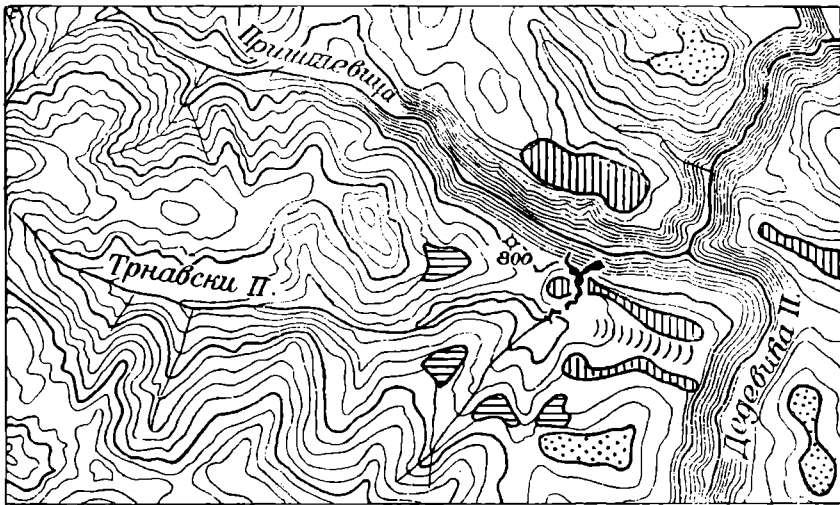


РАДОВАН Љ. РШУМОВИЋ

## СТОПИЋА ПЕЋИНА

### УВОД

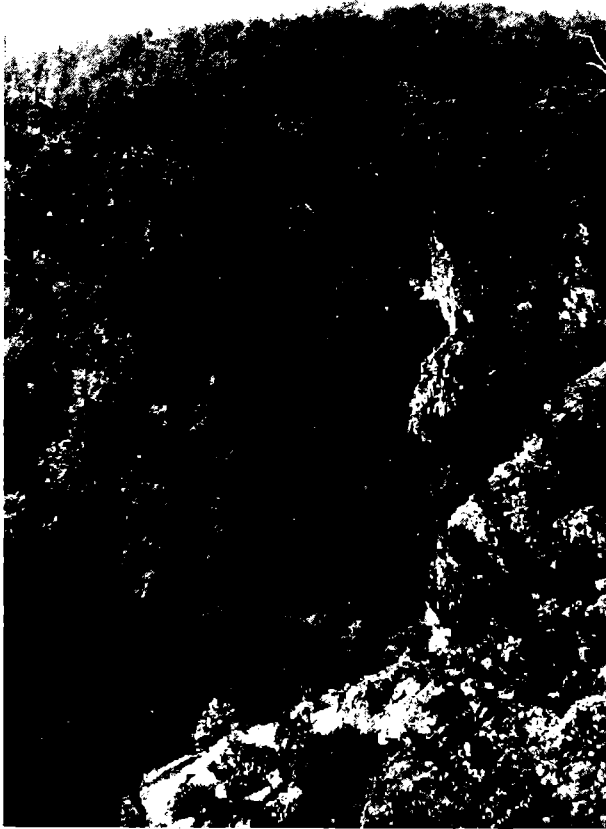
*Положај и ближа околина пећине.* — Стопића Пећина се налази у атару села Рожанства, око 1,5 км низводно од места где колски пут Титово Ужице—Љубиш—Кокин Брод сече долину Приштевице. Меким зеленилом ниске и густе шуме, на десној страни дивље и романтичне



Ск. 1. — Морфолошка карта околине Стопића Пећине:  
1, пећински ходници; 2, доља; 3, површ од 840 м;  
4, површ од 870—880 м; 5, површ од 900—920 м.

клисуре Приштевице, уоквирен је отвор Стопића Пећине (фот. 1). Лепотом својих облика и начином постанка она претставља не само интересантан туристички, већ и научни објекат.

Стопића Пећина се у морфогенетском погледу не може изоловано посматрати, јер је она настала у процесу развоја знатно шире предеоно целине. У њој она претставља само један елеменат рељефа а у морфогенетском смислу само једну карику у читавом низу облика који су у току тог развитака стварани. Стога, да би се развитака пећине могао у потпуности разумети мора се она посматрати у корелацији са морфолошким развитаком ближе околине. За постанак и развитака Стопића



Сл. 1. — Излазни отвор Стопића Пећине изнад корића Пришћевце.

Пећине од битног је значаја предео западно од Дедевића Потока. Он обухвата слив Трнавског Потока и суседни део долине Пришћевце. У њему се истичу три изразите морфолошке целине: долина Трнавског Потока, долина Пришћевце и кречњачки предео између њих (ск. 1).

Трнавски Поток је мања речица која извире испод Бојишта (1066 м) и тече према истоку. Он је просекао релативно тањи кречњачки по-

кривач средњетријаске старости (1) и усекао своју долину у вододржљиве стене: перидотите, рожнаце, пешчаре и амфиболите. Кречњаци су се одржали само на развођу (Крш, Рађенов Омар, Савичића Гл.) а местимично у мањим крпама и на долинским странама. Међутим, у доњем току он наилази на моћну кречњачку масу, тече незнатном дужином преко ње и губи се са хуком и жубором у сочивасти понор (фот.



Сл. 2. — Понор Трнавског Појока — улаз Стопића Пећине.

2). Одавде Трнавски Поток тече вијугавим каналом, украшеним бигреним саливима и сталактитима, са уметнутим галеријама, хучним бучницама и водопадима. Њему се придружује и краћи бочни канал са врло лепим бигреним удубљенима, дубоким преко 3 м. Својом величином и лепотом ти облици претстављају драгоцену и занимљиву пећинску реткост<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Такви облици, само мањих димензија, запажени су у великој пећини Вјетренци у Поповом Пољу (2, 75—77), у неким деловима Постојинске Јаме као и у другим пећинама (Преконошка Пећина).

После немирног и приметног подземног тока Трнавски Поток избија на главни отвор Стопића Пећине и отсеком високим 18 м сурвава се у корито Приштевице.

Хоризонтално растојање између понора и пећинског излаза износи 500 м. Али пећински канали су знатно дужи због свог разгранатог и вијугавог карактера.

Изнад понора, у продужењу Трнавског Потока, настаје кратка долиница јаче нагнута према понору. Долина Трнавског Потока се преко ове инверсно нагнуте долинице наставља у истом правцу у краћу дољу која се према Дедевића Потоку нешто снижава и изнад његове долине завршава висећим ушћем. Инверсна долиница и доља су избушене вртачама.

Овако означена област обухвата мањим делом долину Приштевице, правца сз.—ји. Северозападни део долине тог дела Приштевице је такође усечен у вододржљиве стене: рожнаце, пешчаре, серпентине и амфиболите. У њима је долина релативно блажих страна. Међутим, ове стене низводно брзо смењује моћна кречњачка серија у коју је усечена клисураста долина стрмих страна, дубока преко стотину метара. Од ушћа Дедевића Потока долина Приштевице повија у правац с.—ј.



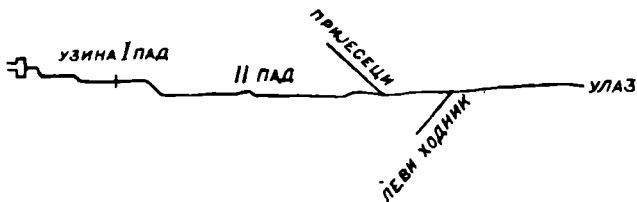
Ск. 2. — Уздужни профил пећине по Ј. Цвијићу (3, 223)

Обе долине благо конвергују. Њихово се развође у пределу пећине састоји од дебеле масе средњетријаских кречњака која је загњурена у долину Приштевице. У њој су изграђени вијугави канали Стопића Пећине.

*Резултати ранијих истраживања.* — Прве податке о Стопића Пећини даје Р. Васовић у краткој белешци Записника Српског геолошког друштва. По њему се кречњачки слојеви у пределу пећине пружају у правцу с.—ј. и падају ка западу, а водени ток у десном каналу (Каналу са кадама) нема везе са пећинском речицом. (8, 5).

Кратку белешку о Стопића Пећини даје Ј. Цвијић 1909 и 1913 године. По њему је пећина интересантна „због „пресека“ или великих каца од калцита и бигра, због једне вигледи на тавану и ... због тога што се може утврдити веза између речице која на површини понире и пећинске речице“ (3, 222). Пећина се рачва у два крака и они су по Ј. Цвијићу дуги 150 до 200 м. Предиспонирани су многим дијаклазама од којих је једна проширена у виглед. Ј. Цвијић притом даје шематски уздужни профил главног и бочног канала (ск. 2). У свом кратком чланку Ј. Цвијић је дао само основне контуре предњих делова пећине не улазећи ближе у питање њене морфологије и еволуције.

Уз чланак Ј. Цвијића су приложени и подаци М. Појовића о Стопина Пећини којима је требало да се употпуне проматрања Ј. Цвијића. По њему висина главног ходника износи 50 м<sup>1</sup>. Из скице у прилогу те белешке се види да пећина има три крака (4, 225; ск. 3). „Дужина пећине са понором и оба споредна ходника износи 390 м“ (4, 224). Подаци М. Поповића дају највећим делом погрешну претставу о пећини<sup>2</sup>.



Ск. 3. — Скица пећине по М. Појовићу (4, 225).

Н. Кребс не говори посебно о Стопића Пећини, али је приликом својих проучавања запазио „слепо долину у Трнави“ урезану у шкриљце и серпентине, која се уз сам пут завршава понором (5, 223).

Резултати ранијих проучавања Стопића Пећине су јако оскудни, а често и погрешни. То је још више наметало задатак да се ова пећина исцрпно проучи, поготову што она претставља занимљиву појаву рељефа Југозападне Србије.

Особиту услугу при проучавању пећине указали су ми Радован Ситојић, Милун Ситојић, Милан Мићић и Славко Мићић, на чему им нарочито захваљујем.

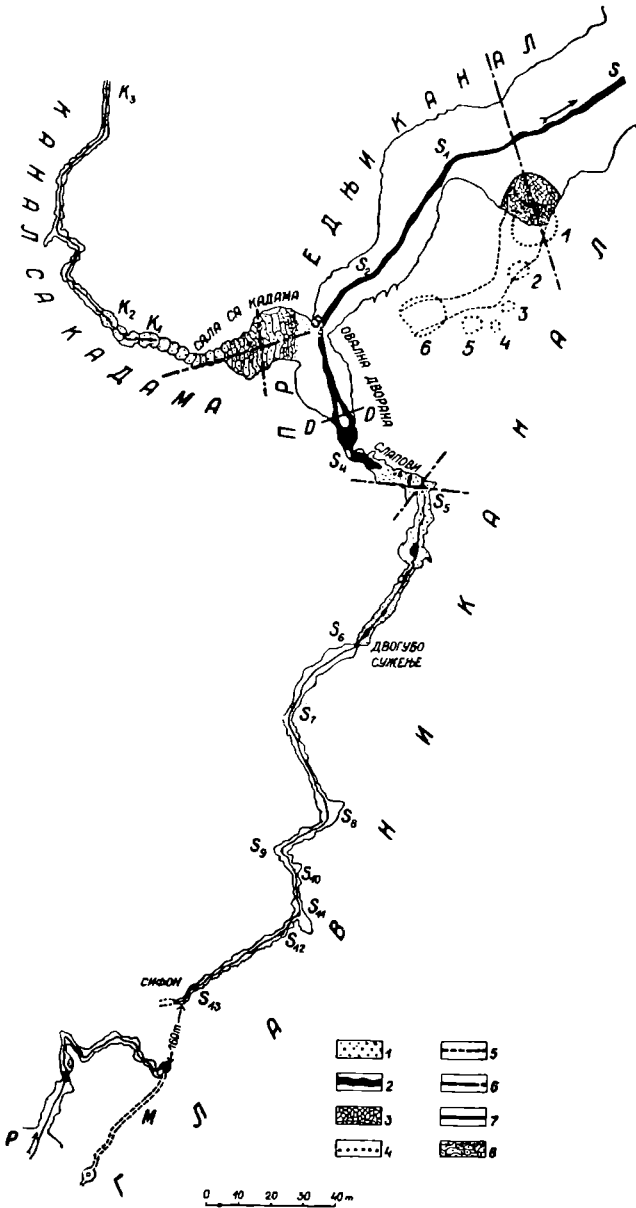
### Морфографске особине пећине

Стопића Пећина се састоји од три битна морфолошка елемента: Главног канала, Канала са кадама и вигледи (ск. 4). Укупна дужина свих канала Стопића Пећине (без вигледи) износи 625 м.

**Главни канал — од пећинског излаза до сифона.** — Отвор пећинског излаза је полукружног облика, широк 32 а висок 15 м (фот. 3). Усечен је у окомиту кречњачку литицу, високу 50 м. На 40 м од излазног отвора, уз југозападну страну пећинског канала наслоњена је сипарска купа од стеновитог, незаобљеног материјала који пропада кроз виглед (ск. 4 и ск. 5, А). Довде канал задржава приближно поменуте димензије, а одавде се нагло сужава и мења правац. Овај део канала ( $S-S_1$ , ск. 4) је развијен дуж дијаклазе благо нагнуте према југу; услед тога је и његов попречни профил јаче засвођен у истом правцу што се запажа и на облику пећинског отвора (фот. 3). Даље канал ( $S_1-S_2$ ) прати дијастро-му, али убрзо ( $S_2-S_3$ ) скреће дуж краће дијаклазе. Зидови овог дела на југозападној страни одликују се међуслојним пукотинама. Канал се

<sup>1</sup> Ј. Цвијић као уредник ставља уз број 50 знак питања (? Ур.).

<sup>2</sup> Ј. Цвијић каже: „Г. М. Поповић, професор у Ужицу, послао нам је податке о каналу између Пријесека и Понора који у претходном чланку (тј. Ј. Цвијићевом — Р. Р.) није испитан“.



Ск. 4. — План Сијојча Пећине.

1, бигрене наслаге; 2, пећински ток; 3, сипарски материјал;  
4, вилгледске јаме; 5, Коси канал; 6, дијаклазе; 7, место куда  
је повучен профил; 8, каде.

(код  $S_3$ ) постепено сужава до 6 м, а потом напрасно проширује у страну *Овалну дворану*. Од ње се лево рачва *Канал са кадама*<sup>1</sup>.

Овална дворана је дуга 40, широка 17, а висока око 12 м. Предиспонирана је дијастромом и троугластог је попречног профила (ск. б).

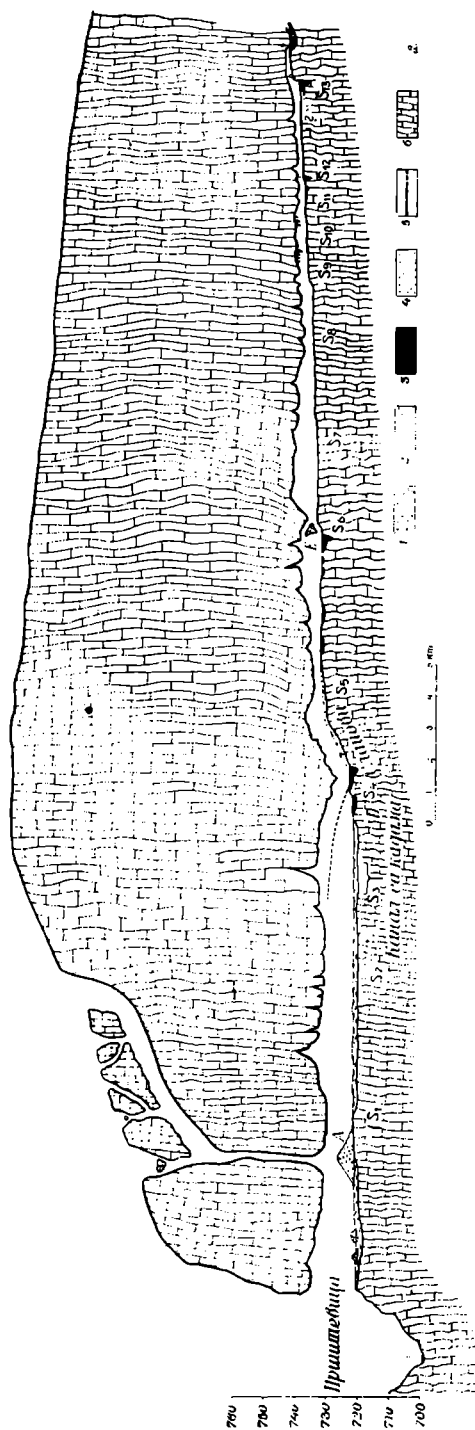
Део Главног канала од пећинског излаза до крајњег узводног дела Овалне дворане назваћемо *Предњим каналом*. Он се од осталих пећинских ходника јасно разликује знатно већом ширином, равним и према излазу благо нагнутим дном, застрвеним дебелим наносима пећинске речице, у којима је усечено њено плитко корито. По дну канала, при пећинском излазу ( $S-S_1$ ) су расути стеновити блокови, одваљени са тавана, велики до 1 м<sup>3</sup>. Зидови и таван пећинског ходника су неравни, изрешетани пукотинама и обложени тањом прљавосивом кором од калцита. Таван Предњег канала, изузев улазног дела, је урешен мноштвом танких цевастих сталактита, дугим од 0,1 до 0,7 м. Пећинску тишину нарушава учестани и једнолики шум водених капљица са тавана.



Сл. 3. — Детаљи излазног отвора Стопића Пећине.

Овална дворана се узводно сужава и завршава испод отсека високог 1 м (код  $S_4$ ). У подножју тог отсека је басен ујезерене воде са мањим пешчаним спрудом. На том месту се висина дворане смањује до 5 а ширина до 2 м. Узводно од овог отсека је нешто мање језерце од кога се пећински ходник на дужини од 20 м нагло издиже (до  $S_5$ ). Пад дна тог дела канала износи 28°. Дно му је обложено дебелим кором од бигра, испод које протиче један део пећинске речице. Бигрена кора је местимично прокинута мањим вировима дубоким и до 1 м. Овај део

<sup>1</sup> Стране канала су означене у односу на кретање пећинског воденог тока.



Ск. 5. — Уздужи прoфил Главног канала Сјoйића Пећине

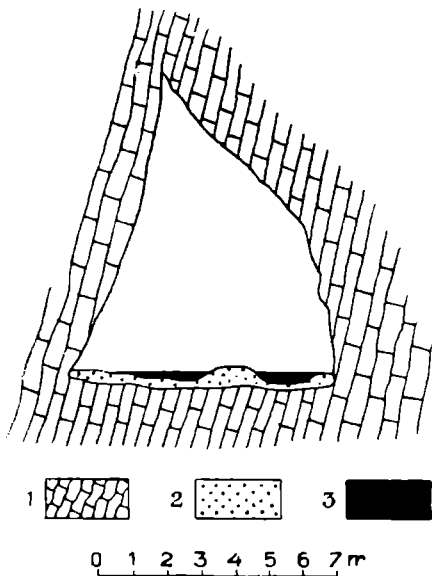
1, Сипарска купа; 2, акумулативни материјал; 3, ујезерена вода; 4, бигрене наслагe; 5, реконструисани сифон; 6, кречњаци средњег тријаса



канала је развијен дуж пукотине која попречно сече слојеве. На његовом дну и поменутом отсеку образују се слапови кад пећинска речица носи веће количине воде (ск. 4, Слапови). Тај јаче нагнути део канала (између  $S_4$  и  $S_5$ ) се рачва у два мања наспрамна запећка, развијена дуж дијаклаза.

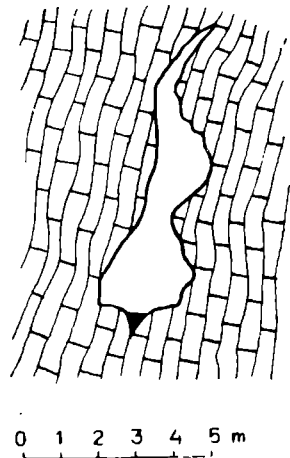
Канал између  $S_5$  и  $S_6$  се састоји од ширег и ужег дела. Висина му се од 2 м изнад Слапова (код  $S_5$ ) поступно повећава према  $S_6$  до 8 м. Тај део канала је испресецан попречним дијаклазама за које је везана зона разлучена у кречњачке блокове. Његово дно се према  $S_6$  ступњевито пење отсецима од 0,5 м. Оно је обложено бигром, чија дебљина узводно опада сразмерно смањењу пада. Стране су хрпаве и обложене бигром. Сем тога, дно канала је пролокано издуженим циновским лонцима испуњеним водом и преобраћеним у језерца која су повезана уским отокама дубоко усеченим у бигар.

Код  $S_6$  висина и ширина канала се нагло смањују. Ту се канал састоји из два уска и кратка ходничкића, постављена један изнад другог,



Ск. 6. — Попречни пресек на зајадном делу Овалне дворане.

1. кречњаци средњег тријаса; 2, бигар;  
3, вода.



Ск. 7. — Попречни пресек Главног канала код  $S_{10}$ .

те смо га по тим особинама назвали *Двогубо сужење*. Доњи ходничкић је широк 0,8, висок 1, а дуг 1 до 1,5 м. Дно му је стеновито, углачано и прорезано уским и дубоким жљебом којим протиче пећинска речица.

Узводно од Двогубог сужења канал се брзо проширује и до  $S_7$  има углавном исте димензије као у претходном делу.

Од  $S_7$  до  $S_{13}$  висина и ширина канала се поступно смањује. На местима лактастих скретања он се проширује, покаткад и у мање дворане,

као што је случај код  $S_8$  и  $S_{11}$ . Пећинска речица нечујно протиче уским, кривудавим и дубоким жљебом.

Код  $S_{11}$  се од Главног канала одваја краћи слепи канал чији су зидови превучени бигреним саливима, а таваница украшена сталактитима. Дно му је застрвено песковито-глиновитим материјалом.

Између  $S_9$  и  $S_{11}$  пећински канал је урешен лепим бигреним саливима и завесама.

Код  $S_{12}$  су два мања језерца, од којих је једно веће и знатно дубље и испуњава циновски лонац. Канал се даље сужава и добија облик правог процепа, високог 4 до 6 м и местимично толико уског да се њиме може једва кретати.

40 м од слепог канала је отсек висок око 3 м ( $S_{13}$ ). Под њим је циновски лонац испуњен водом. Изнад овог отсека је здепасти сталагмит који упира у таваницу и даје утисак да се канал рачва. Од њега пећински ходник врло кратко вијуга и завршава се сифонском узином која је испуњена водом.

Од пећинског излаза до Сифона ширина канала се знатно смањује док му висина остаје скоро иста. То се најбоље види на попречним профилима. У излазном делу Главног канала тај је профил полукружан (фот. 3.), у западном делу Овалне дворане троугласт (ск. 6), а у осталим узводним деловима канал има изглед уске и високе пукотине нагнуте као и слојеви (ск. 7). Висина тог дела канала је несразмерно велика у односу на његову ширину.

Дужина Главног канала од излаза до Сифона износи 404 м.

*Главни канал од понора до водопада.* — Као што је и Ј. Цвијић запазио, понор Трнавског Потока је узаног сочивастиг облика, развијен дуж искошене дијаклазе (3, 222). Канал, широк 3 до 5 м у почетку, проширује се 15 м далеко од понора у двораницу широку 7 м (ск. 4). У низводном делу двораница се напрасно сужава до 1,8 м. У том сужењу је циновски лонац са ујезереном водом. Низводно од циновског лонца, у мањем проширењу на десној страни канала, сталожила је пећинска речица мању плавину од муља. 30 метара далеко од понора пећински канал нагло мења правац дуж дијаклазе која је јасно означена уском зоном разлученом у блокове. У том се делу канал сужава на 1 м, а висина му се смањује на 3 до 4 м. У овом сужењу је други циновски лонац, дубок 2 м.

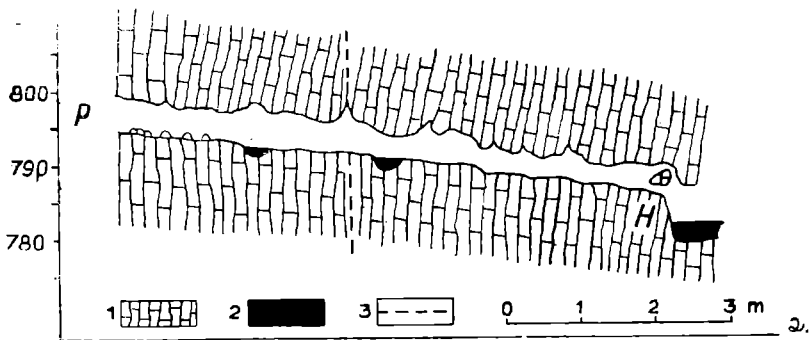
На крају се канал у вертикалном смислу рачва у два кратка и уска каналића, испод којих је хучна бучница и циновски лонац (ск. 8, Н). Висина отсека испод нижег крака је 6, а испод вишег 9 м (јер је десни крак канала 3 м изнад левог). Дубина воде у циновском лонцу је 3 м.

Зидови пећинског ходника су при дну искрзани и стеновити, а у вишим деловима обложени сивом кором од калцита. При дну су честе ерозионе улоке, развијене дуж слојева, и ерозионе бразде, настале трењем стеновитих блокова о пећинске зидове за време поводња.

Лактаста скретања канала су претстављена мањим проширењима.

Са вишим краком Главног канала непосредно изнад бучнице, спаја се каналић пречника 2 до 3 дм којим протиче релативно јак млаз воде. Он се одмах затим низ отсек слива у бучницу. Тај је каналић

3 м изнад дна левог, нижег крака. За разлику од мутне воде речице у Главном каналу његова вода је бистра и има укус пријатне изворске воде. Тај каналић је управљен према мањој затрпаној јами, која се налази изнад колског пута, око 10 до 15 м ји. од понора. У њој се за време јачих и дужих киша чује хук подземне воде<sup>1</sup>. Јама је настала стропоштавањем тавана изнад нешто јаче проширеног дела канала поменутог подземног тока. На тај закључак упућују подаци мештана о „проваљивању земље“ на месту јаме, а сем тога и опште морфолошке особине површинског дела јаме, сличне пониквастим вртачама, као и јака раздрузаност стеновите масе непосредно око јамског отвора<sup>2</sup>. Ниво воде у јами је несумњиво изнад нивоа пећинске речице у понору. На основу



Ск. 8. — Уздужи профил Главног канала од понора до бучница (H).  
1, кречњаци ср. тријаса, 2, вода; 3, дијаклза.

гога врло је вероватна претпоставка да је вода у овој јами у вези са оном која се појављује у каналићу (ск. 4 м).

Део Главног канала од понора до бучнице је дуг 66 м.

Надморска висина понора је 797, а пећинског излаза 723 м. Према томе, висинска разлика између тих места је 74 м.

**Канал са кадама.** — Леви пећински крак се спаја са Главним каналом већим проширењем — двораном, која оставља импозантан утисак лепотом оштрих, сечивастих бигрених гребена који као да су руком вештог вајара извајани (фот. 4 и 5). Они вијугају у благим, грациозним луковима, међусобно се спајају и притом уоквирују издужена удубљења, амфитеатрално распоређена, слична кадама<sup>3</sup>. Због тога сам ову дворану назвао *Салом са кадама*. Она претставља богату ризницу

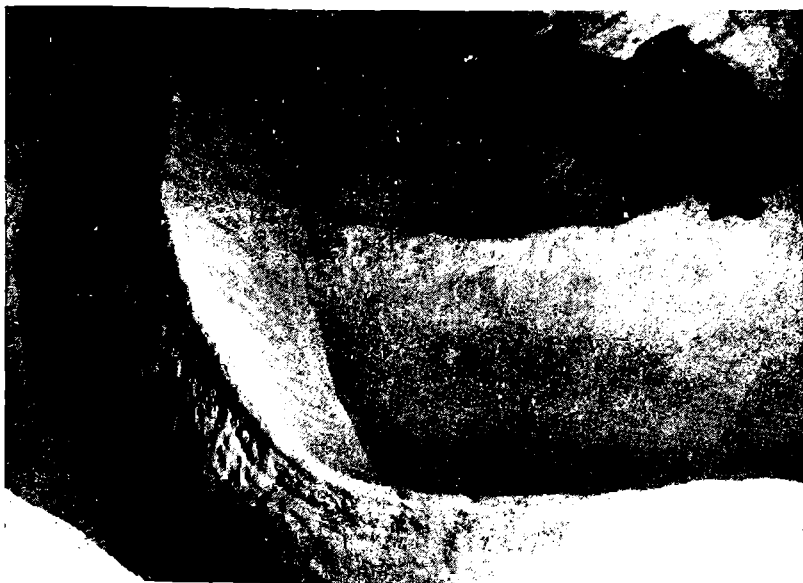
<sup>1</sup> По причању мештана Цигани су из ове јаме вадиле воду за пиће кад није била јаче затрпана.

<sup>2</sup> Пониквасте вртаче постају наглим стропоштавањем земљишта у кречњачким теренима покривеним дебљим слојем резидијалног материјала. Одликују се шкољкастим ивицама и махом мањим димензијама (види о овоме опширније у раду наведеном под 6 у списку литературе, с. 35—37).

<sup>3</sup> *J. Цвијић* их назива *йресејци* (3, 222) или *йресеци* (3, 223), а у Преконошкој Пећини *йанице* (9, 281).



Сл. 4. — Бигрене каде у Сал са кадама.



Сл. 5. — Каде у Каналу са кадама.

занимљивог пећинског накита, главну тиристичку атракцију и знаменитост Стопића Пећине.

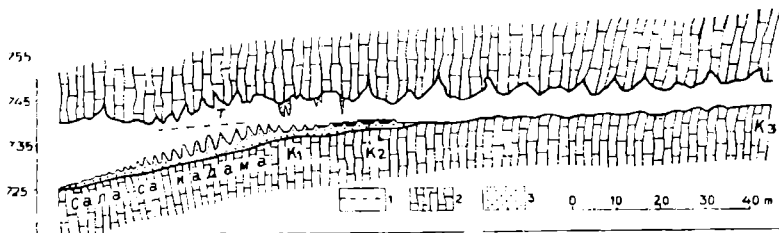
Каде нису само у Сали са кадама, већ заузимају знатне делове овог пећинског крака узводно од Сале. Због тога сам цео тај пећински канал, заједно са поменутом салом, назвао *Канал са кадама*. Његов испитани и уједно приступачни део је дуг 155 м. Идући Каналом са кадама узводно од Сале каде постају све плиће, сразмерно смањењу

Таб. 1: Димензије неких када

Редни број	Дужина у м	Ширина у м	Дубина у м	Напомена
1	9,8	1,6—2,4	1,3	Најдужа када
2	4,4	1,6	1,85	
3	4,9	3,7	1,8	
4	4,6	4,4	3,2	Најдубља када; њена горња ивица висока 4,8 м.

пада пећинског дна, док се најзад не заврше сасвим плитким и широким удубљењима.

Док је дно Овалне дворане равно и неприметно нагнуто у правцу отицања пећинске речице, покривено дебелим слојем растреситог речног муља, дотле је дно Сале неравно услед многобројних бигрених када и низводно нагнуто под углом од  $16^\circ$ . Сала са кадама је развијена дуж двеју укрштених дијаглеза (ск. 4), које прати уска зона јако разлрз-



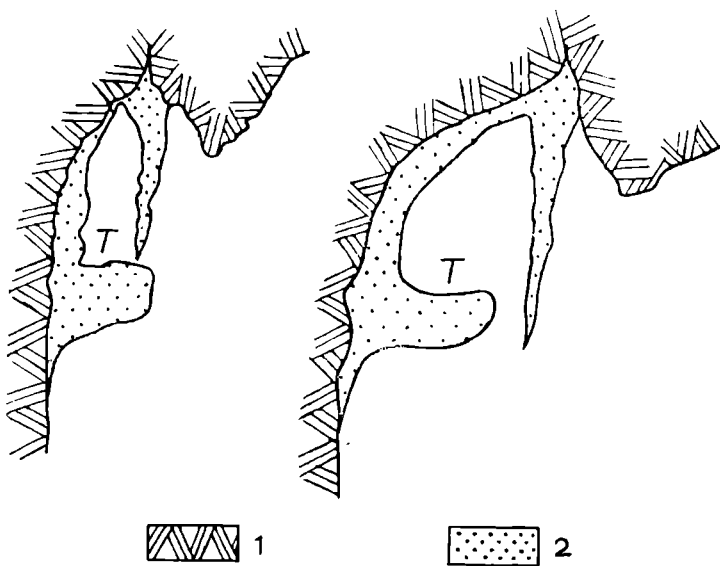
Ск. 9. — Уздужни профил Канала са кадама.

1, бигрена терасица; 2, кречњаци средњег тријаса; 3, бигрене наслаге.

гана мањим пукотинама у ситне кречњачке комаде лабилног положаја. Сала се на дужини од 26 м узводно сужава и прелази у узан ходник, облика проширене пукотине, благо нагнуте према сз. Ширина тог дела Канала са кадама се наизменично смањује до 2 и повећава до 4 м, при чему се у проширеним деловима налазе округласти циновски лонци, обложени бигром и местимично одвојени бигреним преградама на сужењима. Сужења су прорезана уским и дубоким жљебом којим протиче



Сл. 6. — Сйалакйийи у Каналу са кадама.



Ск. 10. — Бигрена йерасица у Сали са кадама.  
 Т — терасица; 1, кречњаци; 2, бигрене наслагe.

повремени ток. Димензије када се постепено повећавају идући уз Салу. У нижем делу дна Сале дужине им се крећу од 0,5 до 1, ширине од 0,3 до 0,5, а дубине од 0,2 до 0,5 м; у средњем делу — дужине од 5 до 7, ширине од 1 до 2, а дубине од 1 до 1,5 м. У вишем делу дна Сале — дужине од 3 до 4, ширине од 3 до 3,5 а дубине до 3,2 м. (Највећа дубина када је забележена при прелазу Сале у канал и износи 3,20 м). У вишем делу дна Сале када су више округласте и дубоке, у средњем, нижем, издужене и плиће.

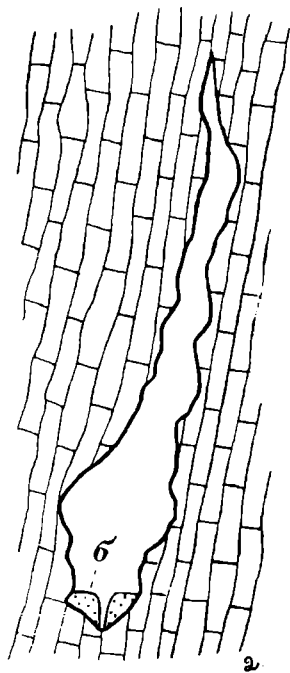
На јужном зиду Сале запажа се терасица од бигра, при дну потсечена и тако преобраћена у висећу полицу (ск. 9, Т). На супротној страни је слабије изражена. Изнад терасе су зидови и таван Сале обливени око пукотина калцитним саливима, сталактитима који упиру у бигрену терасицу, по где-где се са њом спајају у стубове или се спуштају и испод ње (ск. 10). Испод терасице зидови су махом стеновити. При прелазу Сале у канал види се друга, нижа терасица, слабије означена.

Код  $K_1$  спуштају се са тавана 5—6 сталактита до 0,5 м изнад када; дуги су 1—1,5 м. Причвршћени су на дебелу калцитну основу наталожену у процепу таванице (фот. 6). Од  $K_2$  пећински канал је као процеп, висок 5—8, а широк 1—2 м (ск. 11). Сиромашан је сталактитима, при дну је стеновит и углачан, са мањим ерозионим улокама и браздама. Зидови су у вишим деловима обливени таваном, прљавом кором од бигра.

Око  $K_2$  (а местимично и даље) јасно се запажа бигрена терасица на обема странама уског и дубоког жљеба на чијем је дну вода.

Код  $K_3$  канал се јако сужава и прелази у уску и високу пукотину којом је даље кретање немогуће.

*Виглед.* — Као што је речено, на 40 м од излаза пећински таван је пробијен вертикалном јамом која избија на површину надпећинске кречњачке масе. Она претставља главну виглед високу 65 м. Њен отвор на топографској површини је округластог облика, пречника 8 м. 4 м испод најниже тачке обода тог отвора јама се знатно сужава и наставља у канал уједначене ширине. Виглед је на том месту преграђена гредом, која потсећа на мост. Од ње се одваја мањи крак и дели другу половину јамског отвора на два дела. Грета је највећим делом развијена у правцу слојева и претставља, уствари, отпорнији кречњачки банак који се одржао у процесу развитка вигледи. Та грета показује да се виглед у ранијој фази развитка гранала у горњем делу на два или више канала



1 2 3 м

Ск. 11. — Појречни пресек Канала са кадама.

и на топографску површину избијала са исто толико отвора. Процесом обурвавања ти су каналићи спојени у један канал. Поменути греда је њихов остатак. На такав закључак упућује факат да су и друге јаме, о којима ће касније бити речи, на врло блиском међусобном растојању и да показују тенденцију таквог срastaња. Вигледски канал пробија пећински таван уз југозападни зид, притом се левкасто проширује уоквирујући испод себе поменути сипарску купу (ск. 5, А).

Виглед је развијена на дијаклази која попречно сече пећину. Она се јасно распознаје по уској зони раздрузганој у ситније стеновите комаде и мање блокове.

5 м изнад отвора вигледа је друга јама елипсастиог облика. На дубини од 3 м она је сужена и такође предвојена уском кречњачком гредом. Отвор јаме је широк 5 а дуг 7 м (ск. 4).

6 м изнад друге јаме је троугласти отвор треће, чија је највећа дужина отвора око 2 м.

3 м изнад ове је четврта јама такође троугластог облика, али нешто већих димензија.

Пета јама је четвороугаоног облика. Удаљена је од претходне свега 2 м. Широка је 3—4 м.

Четврта и пета јама су развијене на дну плиће утолеглице.

Шеста јама је издуженог, овалног облика, са дужом осом од 13 и краћом од 10 м. У попречном пресеку је асиметрична: источни зид је вертикалан, а западни у почетку скоро стрм, али се поступно ублажује према дну и прелази у канал који на дубини од 15—20 м повезује све јаме са вигледи (*Коси канал*).

Шест метара од шесте јаме запажа се мања округласта утолеглица која потсећа на затрпану јаму или плитку вртачу.

Јаме, заједно са вигледи, су развијене дуж три дијаклазе. Виглед се образовала на укрштању двеју дијаклаза од којих једна пресеца попречно пећински канал а друга прати низ јамских отвора.

Нагиб косог канала од шесте до друге јаме је око  $25^\circ$  а од друге до прве  $40\text{--}45^\circ$ . Дно првог дела је застрвено растреситим резидијалним материјалом који је кроз јаме унет са површине; други је део стрмији те му је дно покривено мањим количинама поменутог резидијума, али се његови зидови одликују бигреним саливима а дно поред зидова дебелим а кратким сталагмитима.

Таван Косог канала је изрешетан пукотинама између којих су лабилни стеновити блокови, местимично опточени бигреним саливима и украшени сталактитима. Раздрузганост кречњачке масе у ситније и крупније комаде и блокове на тавану упадљиво се повећава од шесте јаме према вигледи.

Облик хоризонталног пресека Косог канала одражава у основи поменути распоред вигледских јама, али од њега нешто отступа (ск. 4). Од шесте до прве јаме ширина му се повећава. Канал се завршава јамом, чији је отвор овалног облика, дуг 5 а широк 4 м. Она уствари претставља вертикални канал вигледи са којом се Коси канал спаја (ск. 5). Коси канал је дуг око 60 м; ширина му варира од 5—10 а висина од 5—8 м.



Како су ове јаме међусобно повезане Косим каналом и преко њега спојене са вигледи, то са њом чине морфолошку целину. Стога виглед Стопића Пећине претставља посебан тип сложене вигледи, тј. разгранате вигледи која на топографску површину избија са 6 отвора (јама). Пошто мештани ове јаме називају дугурама (номин.: дугура), то би овакав тип сложене вигледи могли назвати *виглед-дугура*.

*Проходнои пећине.* — Проходност пећине највише отежавају Слапови, Двогубо сужење, циновски лонац у задњем делу Главног канала и Сала са кадама.

Широко, равно и шљунковито тло Предњег канала ствара илузију лаког и удобног путовања кроз пећину. Тишину пећинску једва нарушавају тихи жубор потока и учестано капљање воде са многобројних и танких сталактита и пукотина. Али пред Слаповима овај утисак брзо бледи пред претећим и језивим хучањем воде која се преко водопада прелива. Стално овлажена и глатка површина Слапова је клизава те је прелаз преко ње отежан. Најбоље је понети лествице или бар конопца, мада вешт посетилац може прећи и без њих.

Кроз Двогубо сужење мора се поабулке проћи уским ерозивним продором, чије је дно прожљепљено дубоком пукотином у коју се губи пећинска речица. Поред тога, пролаз отежава и клизавост његовог глатког, полираног дна, као и претећи циновски лонац пред Сужењем.

Најозбиљнију препреку претставља циновски лонац у задњем делу канала, недалеко од Сифона, јер испуњава цео канал, знатно је дубок и изнад њега је отсек. Најсигурније га је прећи лествицама дугим 6—7 м.

Међутим, највећу опасност за оне посетиоце који дубље залазе у пећину претставља бујичави карактер пећинске речице. За време јаких и краткотрајних пљускова та се речица нагло повећава, брзо испуњава пећинске канале, не остављајући времена смелим посетиоцима да се врате. Због тога је дубље залажење у пећину препоручљиво у доба лепог и устаљеног времена.

Сала са кадама је лако проходна у доњем, нижем делу, али у вишем прелаз отежавају високе каде. На сваки зид каде мора се успети и са њега сићи лествицама. Због тога је ход јако успорен. За прелаз преко каде потребне су лествице дуге 4 м. Ако су каде испуњене водом, онда је кретање Салом, без нарочите опреме, скоро немогуће.

Силазак у Коси канал је најлакши низ западни зид шесте јаме (види ск. 5). Он је сасвим лак уз припомоћ конопца, мада се вешт и пажљив планинар може спустити и изаћи и без њега. За даље кретање конопца је непотребан, само треба обратити пажњу на одроњавање растреситог материјала у другом делу канала, а особито на вигледску јаму која се налази на дну крајњег дела канала, а која је, уосталом, јасно осветљена дневном светлошћу. Најбоље је кретати се уз леви зид, преко сталагмита.

## ХИДРОГРАФСКЕ ОСОБИНЕ СТОПИЋА ПЕЋИНЕ

Главну хидрографску карактеристику Стопића Пећине претстављају њени повремене токови: јачи у Главном каналу а слабији у Сали са кадама.

Од понора Трнавски Поток тече подземно дужином од 66 м па се са отсека високог 6 м стропштава у дубоку бучницу — циновски лонац. Одавде до поменутог Сифона, на дужини од око 160 м, пећински канал је недоступан непосредним проматрањима.

Из сифонског отвора избија под притиском снажан водени ток. За време јаких и дужих киша он тече целим пећинским дном правећи на отсесима хучне и пенушаве водопаде (Слапови), а из пећинског отвора стропштава се у корито Приштевице. Међутим, највећим делом године он тече уским и дубоким жљебом — уским често 1—2 дм, а дубоким преко 1 м. Местимично се тај жљеб проширује уоквирујући уска и плитка језерца издужена у правцу отицања. Језерца у подножју

отсекá су округласта и дубока по више метара. Таква су недалеко од Сифона (код S<sub>13</sub>), код Двогубог сужења и у подножју Слапова. Она претстављају праве диновске лонце. Низводно од Слапова пећинска речица тече скоро равним и неприметно нагнути дном, док се сасвим не изгуби у порозне речне наносе на 30—40 м од пећинског излаза.

И каналом са кадама такође протиче водени ток, само је он далеко слабији од оног у Главном каналу. Каде у доњем делу Сале са кадама су суве највећим делом године. Идући уз Салу и канал узводно од Сале, каде су све богатије водом. Даље узводно пећински поток се појачава и оглашава све јаснијим жубором из уског и дубоког жљеба којим протиче. За време дужег и изузетно кишног периода све каде се испуне водом. Она се из њих тада прелива и улива у поток који тече Главним каналом.

Изложене хидрографске особине намећу питање: Какво је порекло пећинске речице у Главном каналу од Сифона до пећинског отвора и у Каналу са кадама?

У Главном каналу се среће шљунак од рожнаца, пешчара и серпентина — стена које се налазе само у долини Трнавског Потока. У његовим запаћницама су се задржали комади врбовог дрвета, које расте само у долини Трновског Потока. Пећинска речица избацује на пећинском излазу поздер — отпатке кудеље приликом прераде.

Сви ови примери несумњиво указују да Трнавски Поток тече целом дужином Главног канала од понора до пећинског излаза. Отсуство тих предмета у Каналу са кадама утврђује уверење да је његов ток независан од Трнавског Потока и речице која тече кроз Главни канал. На такво схватање упућује и све јаче удаљавање Канала са кадама од Главног канала.

Према томе, Стопића Пећина припада типу речних пећина са алогеним воденим током.

Трнавски Поток располаже релативно већом количином воде и протиче кроз вододржљив терен те се одликује сталним протицајем. Осим тога, његове су долиנסке стране махом стрме и ређе пошумљене, па се за време јачих киша његов водостај напрасно повећа. Тада је у стању да носи крупније гране, балване, већу количину лишћа, муља и другог материјала.

Изузетно велики поводњи могу изазвати и ујезеравања воде испред понора. Такав се случај десио пре 30—40 година, када се ниво ујезерене воде попео преко 6 м изнад дна понорског улаза и знатан узводни део долине претворио у језеро. Та ујезеравања могу наступити углавном из ових разлога: или се узине у пећинском каналу загуше балванима, грањем, лишћем и другим материјалом који бујице носе, или су сужења пећинских ходника тако мала да не могу пропустити сву воду те се она ујезери. Првој претпоставци иде у прилог чињеница да су констатоване протруле дрвене облице препречене на првом лактастом сужењу од понора са масом песка и муља. Али како је знатан део канала неприступачан, то би се могло претпоставити да се у њему налазе јача сужења која се у овим случајевима могу понашати као регулационе узине (10, 129). У првом случају се ниво ујезерене воде диже дотле док се хидростатички притисак толико не повећа да савлада

те часове. У другом, ниво ујезерене воде и њено ишчезавање зависиће, поред јачине бујице, односно количине излучених атмосферских талога, и од капацитета водопропустљивости регулационих узина. Највероватнија је комбинација оба случаја.

18 јула 1955 године протицај Трнавског Потока пред понором је износио 48 л. сек., а на излазу пећинском 31 л. сек. У то време пећинска речица је текла само својим уским а дубоким жљебом. Такав би се протицај могао емпириски означити средњим, за разлику од високог, када се пећинска речица излива из свог корита па тече и дном пећинског канала, и ниског, када та речица пресушује на излазу из пећине.

Из горе поменутих мерења излази да се протицај Трнавског Потока смањило од понора до пећинског излаза за 17 л. сек. Та вредност је приближно стална за време средњег водостаја, али се осетно повећава при већим водама. Поменута разлика у протицају указује на издухе и поноре у којима Трнавски Поток губи воду за време свог подземног тока. Али моћ апсорпције у кориту пећинске речице је несумњиво већа због притицаја и друге воде у пећинским каналима. Наиме, мањи водоток (ск. 4, м) се улива у главни канал непосредно изнад бучнице (Н); на више места у пећинском каналу се чује јасан шум воде прокапнице; по где-где са пећинских зидова нечујно клизе танки млазеви воде.

Распоред пукотина у коритима пећинских токова није правилан; највеће су пукотине на местима где дијаклазе секу пећински канал и у подножју отсекâ. Тако, у циновском лонцу недалеко од сифона (код S<sub>13</sub>) комади дрвета загњурени у воду одлазе проширеним пукотинама испод пећинског ходника; протицајна вода у Каналу са кадама се такође низводно смањује; испод пећинског излаза, 7 м изнад корита Приштевице, избија сталан и релативно јак извор. Све то указује на знатну водопроходност кречњачке масе испод пећинских ходника, односно на спуштање сталне хидрографске зоне испод пећинских канала и њено саглашавање према уздужном профилу Приштевице. Пећински канали се налазе у влажној зони, мада неки њихови делови (Сала са кадама, део Канала са кадама у близини Сале, Предњи канал у близини пећинског излаза) припадају прелазној хидрографској зони. Разлози очуваности њихових хидрографских објеката су у алогеном карактеру и знатном протицају пећинске речице, као и у недовољно развијеној моћи апсорпције.

#### ПОСТАНАК И РАЗВИТАК СТОПИЋА ПЕЋИНЕ

*Особине преећинског рељефа.* — Доља која се изнад понора Трнавског Потока наставља у правцу његове долине је висећа изнад дубоке клисуре Дедевића Потока. Она је усечена у површ од 840 м, која претставља развође према Приштевици и ужи под на десној страни доље. Дно доље је на апсолутној висини од 827 м. Поменута површ се такође запажа на Папратинама изнад лакта Приштевице, на Вруљку изнад Дедевића Потока, на десној страни Приштевице испод коте 883 м и на обема странама Трнавског Потока недалеко од понора. Она је усечена у вишу површ од 920 м, која је очувана код Храста на развођу

Трнавског Потока и Приштевнице, на наспрамном рту Трнавског Потока и здепастој главици Трнавског Гробља. Између ових површи оцртава се слабије изражен ниво од 870—880 м (ск. 1).

У дољи се срећу ситни и лепо уобљени валуци кварца, рожнаца, пешчара, распаднутог амфиболита и перидотита. Тај је материјал особито обилан на ушћу доље. Копањем бунара дубоког 12 м на том месту откривене су моћне насlage поменутих седимената и омогућен бољи преглед у њиховом стратификовању. Тако су на дванаестом метру уобљени комади кречњака, пречника 20—30 см, уложени у ситан песак. Према вишим хоризонтима овај материјал поступно нестаје, док су облуди рожнаца и пешчара обилнији. На врху преовлада шљунак од серпентина и распаднутог амфиболита. Крупноћа шљунка опада од дна профила ка површини. Тај материјал лежи на кречњачкој подини, а на површини је маскиран танким, местимично искрданим покривачем црвенице.

Облуди рожнаца, пешчара, перидотита и амфиболита су литолошки страни подини. Како је у тим стенама изграђена долина Трнавског Потока, а доља се наставља у правцу његове долине, то је тај материјал могао бити донет једино његовим током. Дебеле насlage тог шљунка означавају фосилну плавину Трнавског Потока, маскирану црвеницом која је спрана са кречњачких страна доље после таложења шљунковитог плавинског материјала. Према томе, доља означава некадашњу долину Трнавског Потока, а плавина ушће њеног тока у Дедевића Поток.

Стратиграфски распоред плавинског материјала је обрнут у односу на стратификацију односних стена у долини Трнавског Потока. Та појава објашњава историју развитка долине Трнавског Потока. За време таложења најнижег плавинског хоризонта (кречњачких облутака) Трнавски Поток још није био просекао и еродирао кречњачки покривач; његова је долина за време таложења тог материјала била усечена у кречњаке. Преовлађујућа појава облутака рожнаца и пешчара у вишим и амфиболита и перидотита у највишим хоризонтима тог профила обележава усецање те долине у стене кречњачке подине — рожнаце и пешчаре, потом у амфиболите и перидотитску основу.

Поменута промена у гранулацији плавинског материјала знак је промене протицаја и пада уздужног профила. Протицај Трнавског Потока за време таложења крупних кречњачких облутака био је већи, јер одговара или ранијој фази карстификације, или прекрашкој фази; за време таложења ситнијег материјала у вишим деловима профила протицај се смањило услед карстификације, јер то таложење непосредно претходи скрашћавању доље. Сем тога и падови уздужног профила Трнавског Потока, због одмаклијег развитка, постали су несумњиво мањи. Услед тога се и механичка снага протицајне воде смањила, те се могао таложити само ситнији материјал.

Промена протицаја могла је наступити и као последица климатских колебања, али за њу овде нема никаквих индикација.

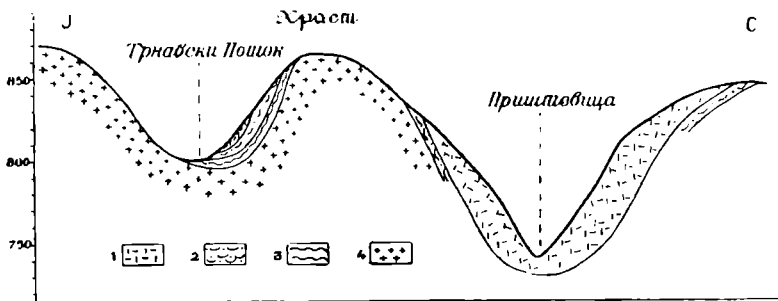
*Тектонске њредиспозиције.* — Долина Трнавског Потока је упердничког правца и дуга је око 4 км. Највећим делом је усечена у перидотите, али се у њој срећу и друге стене. На попречном профилу

долине, који је повучен источно од Храста, преко перидотита и амфиболита леже рожнаци и пешчари доњег и кречњаци средњег тријаса (ск. 12). Амфиболити и тријаски седименти су очувани на левој долиноској страни, док су на десној еродирани. Тријаска серија је загњуренв у долину Приштевице где даје утисак укљештености. Очувана је у дебелим масама у нижим, а истањена и еродирана у вишим долиноским деловима. Линија контакта кречњака и стена подине спуштена је ка долини Приштевице а издигнута према њеним развођима.

Такви стратиграфски и структурни односи указују да су долине Трнавског Потока и Приштевице развијене у синклиналама.

На Трнавски Поток, се као што је речено, наставља у истом правцу поменута доља, која претставља део његове некадашње долине. Због тога је и доља тектонски предиспонована, тј. она је развијена у продужетку трнавске синклинале.

Међусобна удаљеност тих двеју синклинала је такође различита. Код изворишног дела Трнавског Потока она износи 1,5 км. Одатле



Ск. 12. — Профил преко долине Трнавског Пошакa и Пришћевице:  
1, кречњаци средњег тријаса; 2, рожнаци и пешчари доњег тријаса;  
3, амфиболити; 4, перидотити.

низводно раздаљина се поступно смањује да би код понора и доље била свега 0,5 км.

На попречном профилу преко долина Трнавског Потока и Приштевице (ск. 12) запажа се да је теме антиклинале између тих долина јаче еродирано. Овде стене тријаске подине леже на висини од 940 м. Само 1 км источније дуж те антиклинале, у близини понора, спушта се линија контакта између кречњака и вододржљивих стена на 810 м да би се испод доље још јаче спустила.

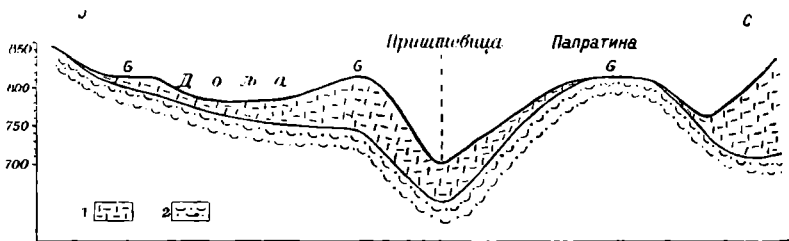
Обе горње констатације показују да се синклинале Трнавског Потока и Приштевице међусобно јаче приближују и да су у пределу понора и доље на најмањем растојању; да је антиклинала између њих у смеру приближавања синклинала све слабије развијена и да код понора и доље нестаје, а обе синклинале на том месту срastaју на дубини контакта кречњака и вододржљивих стена у његовој подини.

Ти односи су претстављени на скици 13. На њој се види да линија контакта кречњака и вододржљивих стена у његовој подини благо прати дно доље да би се скоро напрасно загњурила према долини При-

пштевице. Кречњачки покривач је укљештен и велике је дебљине у нижим деловима долине Приштевице, али се на њеном левом развођу, на Папратинама, истањују и нестаје, а на површини се указују рожњаци и пешчари из подине. На овом је профилу, дакле, знатно развијенија синклинала Приштевице.

Поменуто приближавање синклинала довело је, у току орогенезе, до јачег стискавања антиклинале између њих. Због тога су код антиклинале у пределу понора и доље убрани само горњи, кречњачки седименти тријаске серије, док се дејство тангенцијалних покрета према дубини све више губило и најзад замрло на дубини контакта кречњака са вододржљивим стенама у његовој подини. Притом се Трнавска синклинала, као слабија, слила у синклиналу Приштевице на дубину тог контакта, а водени ток доље (одн. Трнавског Потока у том делу) је имао јасну предиспозицију у иницијалном рељефу и уливао се у Дедедића Поток. Овај је факат од пресудног значаја за развитак, морфолошке и хидрографске особине пећине.

*Скрашћавање Трнавског Потока и његових Пећина.* — После фазе од 840 м настало је интензивно усецање Приштевице и њених притока.



Ск. 13. — Профил њреко доље и Приштевице.

1, кречњаци средњег тријаса; 2, рожњаци и пешчари доњег тријаса.

Ово усецање прати проширивање водопроходних пукотина и њихово продирање у дубину, односно све јаче спуштање сталне и повећање суве хидрографске зоне. Тај процес је омогућен и знатном фисурацијом, која је највећим делом настала за време разламања кречњачке масе у току орогене фазе. Карстификација је била толико јака да је долина Трнавског Потока скрашћена у почетној фази оживљавања вертикалне ерозије после фазе од 840 м. О томе сведочи неизмењен карактер доље: у њој нема млађе долине која би одговарала млађем усецању долине Приштевице и других њених притока; доља је, дакле, остала плитка и широка.

Крашким процесом доља је фосилизована и искључена из нормалног развитака речних долина. Она се не везује за уздужни профил данашњих токова, те претставља стран елеменат у данашњем рељефу, створен при условима који се битно разликују од данашњих.

Изнад понора недостаје отсек слепе долине. Место њега се јавља кратка долиница јаче нагнута према понору. Избушена је вртачама на блиским растојањима које указују на старе проширене пукотине или издухе, мада неке могу бити и знатно млађе. Ако претпоставимо да

је скршћавање Трнавског Потока везано само за његов данашњи понор, онда би се изнад тог понора образовао отсек следе долине. Тај би отсек каснијим морфолошким процесима могао бити уназадно помрзан, али би притом задржавао исте или приближно исте одлике, тј. он би и данас постојао, те не би било поменуте инверсне долинице. Ако би пак претпоставили да су после образовања данашњег понора настали мањи повремени токови према понору и флувијалним процесима створили инверсну долиницу, онда би ти токови морали да теку супротно нагибу доље (јер је инверсна долиница развијена на делу доље изнад понора), што би било немогуће. Остаје највероватнија могућност да се Трнавски Поток, после образовања поменуте доље, сукцесивно уназадно померао према данашњем понору задржавајући се код сваке проширене пукотине краће време. Тако би настала инверсна долиница са мањим отсецима изнад тих пукотина, које су могле бити уништене каснијом денудацијом и крашком ерозијом.

Развитком инверсне долинице фосилна доља је морфолошки измењена. Она је скраћена, јер се инверсна долиница развила на њен рачун. Доља је такође измењена на делу непосредно изнад Дедевића Потока. Ту је снижена ерозивноденудационим просецима, али је ипак задржала viseћи карактер.

Како доља претставља део некадашње долине Трнавског Потока, а уједно је развијена у његовој синклинали, то би требало очекивати да ће подземни ток Трнавског Потока пратити дно доље, односно њене синклинале и избијати у долину Дедевића Потока. То је уосталом скоро редован случај подземних крашких токова развијених у оним синклиналама у чијој грађи учествују, поред кречњака, и вододржљиве стене његове подине. Мада су обе синклинале доиста тако изграђене, ипак подземни ток Трнавског Потока не следује дно доље (синклинале), већ скреће према си.—јз. или си.—јз., пробија развође, односно антиклиналу и избија у долину Приштевице; пећина није развијена према Дедевића Потоку, већ морфолошки и хидрографски повезује ове две долине.

Три су главна узрока оваквог скретања Трнавског Потока и развртка пећине:

а) Срastaње синклинала у нивоу контакта кречњака и вододржљивих стена у његовој подини, односно прелаз синклинале Трнавског Потока у синклиналу Приштевице на дубини тог контакта. Тиме је нагиб вододржљиве подине испод доље усмерен ка долини Приштевице.

б) Правац пећинског канала је највећим делом условљен пукотинама правца си.—јз. или си.—јз., насталим у току тектонских покрета. Због тога је и основни правац главног пећинског канала усмерен у том правцу.

в) Приштевица располаже већом количином протицајне воде од Трнавског Потока те су и њена вертикална ерозија и отпор према скршћавању јачи. Снажним удубљивањем Приштевице после површи од 840 м изазван је у кречњачкој маси између тих долина снажан процес карстификације потпомогнут тектонском раздробљеношћу стена.

Уз садејство горе поменутих чинилаца Приштевица је принуђила Трнавски Поток да скрене у њен ток. Док је срastaње синклинала

омогућило скретање подземног тока Трнавског Потока према Приштевици, дотле је правац пукотина одредио угао тог скретања. На тај је начин извршена једна врста подземне пиратерије крашког типа.

У долини Приштевице низводно од пећине запажа се под од 720 м. Он се среће и у долинама других притока рзавског слива. Излаз пећине је на апсолутној висини од 723 м, али се непосредно не везује ни за какав ниво, јер је долина у овом делу дубока клисура, стрмих страна. Подударност у апсолутним висинама дна излаза пећине и поменутог нивоа указује да је пећина образована за време флувиоденудационе фазе од 720 м, тј. за време успорености вертикалне ерозије и релативног стагнирања крашких хидрографских зона.

*Услови њостанка и развијка бигрене акумулације.* — Бигрене наслагe Стопића Пећине се одликују моћношћу и разноврсношћу облика. Оне су настале под специфичним морфолошким и хидролошким условима и везане су за одређену фазу развитка пећине. Овде ћемо се осврнути на неке опште услове настанка и развитка бигрене акумулације, с циљем да се каснија разматрања тог питања боље схвате.

Атмосферска вода уз помоћ  $\text{CO}_2$  раствара карбонатске стене и претвара их у кисели калцијум бикарбонат —  $2(\text{CO}_3)\text{H}_2\text{Ca}$  — који је познат као доста непостојано једињење. Услове за његово распадање пружају већи падови у речном кориту преко којих се вода јаче растреса, меша и већом површином долази у додир са ваздухом. На таквим местима се ослобођени угљен диоксид из киселог калцијум бикарбоната издваја, те се то једињење брзо распада на воду и неутрални калцијум карбонат ( $\text{Ca CO}_3$ ). Честице издвојеног  $\text{CaCO}_3$  располажу неком врстом афинитета или тежње да се наталожу на чврстим предметима.

Међутим, иако велики падови пружају најповољније услове за издвајање  $\text{CaCO}_3$  из воденог раствора, ипак то не значи да су на таквим местима и најповољнији услови за његово таложење. Наиме, може се десити да је на таквим падовима кинетичка енергија воденог тока толико јака да не догушта таложење ослобођених честица  $\text{CaCO}_3$ . Водени ток на том месту еродира дакле стеновиту подлогу с тежњом да те несаглашене падове саобрази осталим деловима свога профила. Али снижавањем тих падова кинетичка енергија воденог тока се такође смањује. Притом се дешава да се та енергија толико смањи да процес бигрене акумулације може да отпочне. Тај моменат претставља равнотежу између процеса ерозије и бигрене акумулације — неку врсту критичне или обртне тачке која означава границу између двају квалитативно различитих стања или процеса. Тада на том месту нема ни ерозије ни акумулације. Практично узевши, наталожени бигар у сушницијем добу година бива еродираан у току влажнијег годишњег периода. Из тога се види да бигрена акумулација при битно непромењеном протицају може неутралисати процес снижавања падова на уздужном профилу водених токова.

На процес снижавања падова надовезује се у крашким теренима, пре или касније, процес скрашћавања водених токова. Услед њега протицај се све више смањује а процес бигрене акумулације надјачава процес ерозије. Са скрашћавањем и смањивањем протицаја кинетичка енергија воденог тока опада, па је све мање њено ометање таложења



ослобођених честица  $\text{CaCO}_3$ , а све јаче њихово таложење. Бигрена акумулација се, дакле, повећава, али то повећавање такође има својих граница. Оно ће бити највеће кад престане ометање њиховог таложења. Тај моменат означава *ојштималну границу бигрене акумулације*. Од ње се таложење бигра смањује са даљим смањивањем протицаја и кинетичке енергије углавном из два разлога: а) количина протицајне воде је све мања, па се и укупна количина раствореног  $\text{CaCO}_3$  смањује; б) растресање и ковитлање воде је такође мање, па је мање и ослобађање  $\text{CaCO}_3$  из воденог раствора. Најзад, са даљим смањивањем протицаја престаје ослобађање и таложење честица  $\text{CaCO}_3$ . Од тог момента може наступити процес растварања већ сталожених бигрених маса, а тиме и њихово разоравање.

Приказани односи су претстављени на скици бр. 19.

*Развићак пећинских канала.* — Насупрот знатном нагибу Сале са кадама, бигрена терасица у њој је скоро неприметно нагнута ка Главном каналу. Она је 10—15 м узводно од Сале на 0,5 м изнад речног корита, изнад горњег дела дна Сале је 1—2 м, док у Главни канал избија на око 12 м изнад његовог дна (ск. 9). То значи да је и дно Главног канала у време образовања ове терасице такође било на тој висини. Како је пак таван канала изнад језерца под Слаповима за око 5 м нижи од терасице, то је у то доба морао на том делу постојати инверсан сифон<sup>1</sup> (ск. 5).

Део Главног канала до Слапова (Предњи канал) одликује се саобразним уздужним профилем и знатном количином наносног материјала (шљунка и глине). Том се особином Предњи канал изразито истиче над свим осталим деловима пећинских ходника, у којима преовлађују ерозија, несагласни падови, брзаци и водопади.

Како дно излаза пећине висински одговара поду од 720 м у долини Приштевице, то је саобразни уздужни профил Предњег канала изграђен за време флувиоденудационе фазе од 720 м, тј. за оно време кад је вертикална ерозија Приштевице дуже стагнирала и када су услови за саображавање уздужних профила били најповољнији. Дужина Предњег канала уједно доказује докле је допрла ерозија саглашавања поменуте фазе.

Последице саглашавања уздужног профила Предњег канала испуљиле су се, пре свега, у уништавању поменутог сифона: његов низводни крак је разорен а узводни се одржао и данас претставља Слапове. Али то саглашавање повукло је за собом и спуштање хидрографских зона. Услед мањег протицаја водени ток у Каналу са кадама није могао да држи равнотежу са спуштањем уздужног профила Предњег канала те је скрашћен. Како висеће ушће воденог тока тог канала није отсек, већ је блажег нагиба, то тај факат указује да скрашћавање није било напрасно, већ постепено<sup>1</sup>.

Услед малог пада дно Предњег канала се одликује појачаном акумулацијом речног материјала.

<sup>1</sup> Раније је већ поменуто да водени ток овог канала и данас допире до ушћа само за време изузетно јаких и дугих киша.

У периоду јачег усецања долине Приштевице, после флувио-денудационе фазе од 720 м, водени ток у Предњем каналу није могао да држи равнотежу са тим усецањем, те је све више изостајао. Због тога је Предњи канал постао висећи у односу на долину Приштевице. Ова појава указује да је појачано спуштање уздужног профила Приштевице праћено скрашћавањем воденог тока у Предњем каналу, односно скрашћавањем пећинских токова.

Иако је Предњи канал постао висећи његово саглашавање се наставило као некоординиран процес. Притом би требало очекивати да ће се јаче нагнуто дно Слапова регресивном ерозијом уназадно померати и тако Предњи канал и његов саглашени уздужни профил продужавати на рачун несаглашених делова пећинских канала. Међутим, услед скрашћавања механичка снага и ерозија на јаче нагнутом дну Слапова су смањени, а акумулација бигра преовладала. Бигреном инкрустацијом дна Слапова неутралисано је дејство регресивне ерозије на томе месту и продужавање Предњег канала онемогућено.

Изузев Предњег канала у свим осталим пећинским ходницима се врши интензивна вертикална ерозија. Она се обавља у Главном каналу узводно од Слапова и у Каналу са кадама, а испољава се у стварању уског и дубоког жљеба усеченог у њихова дна. У том делу Главног канала саглашање се врши према горњој ивици јаче нагнутог дна Слапова, а у Каналу са кадама према највишем делу дна сале као секундарним ерозионим базама. Ако се према тим базама сагласе уздужни профили токова у поменутих деловима пећинских ходника, требало би очекивати да ће се, у даљем процесу морфолошког развоја, њихови уздужни профили спуштати и везати за уздужни профил Предњег канала. То би био случај ако би престало таложење бигра на поменутих ерозионим базама и под претпоставком да тај процес не буде прекинут скрашћавањем. То не изгледа вероватно, јер је бигрена акумулација и данас активна и јер се већ сада у сушњијем добу године водени ток у Каналу са кадама низводно јавно смањује и пред Салом са кадама пресушује. Сличан се процес обавља и у делу Главног канала узводно од Слапова (на то указује извор испод пећинског излаза и релативно висок интензитет апсорпције у кориту његовог тока).

Из поменутих разлога, као и због релативно знатне потенцијалне ерозивне енергије несаглашених делова пећинских токова, не изгледа да ће се саглашавање уздужних профила тих токова према уздужном профили Предњег канала извршити при данашњим климатским условима, већ ће бити престигнуто и угушено процесом карстификације.

Насупрот свежим знацима ерозије воденог тока у нижем каналићу Двогубог сужења, ти су знаци знатно слабије очувани у његовом вишем каналићу. Таква одлика вишег каналића и његов положај изнад нижег крака говоре у прилог схватања да је виши каналић старији пећински канал којим се пећински ток кретао асцендентно. Према томе, горњи каналић Двогубог сужења је раније претстављао узлазни крак инверсног сифона на чијем се дну касније образовао канал, који је преузео хидрографску улогу вишег, узлазног сифонског крака. Тако је овај сифон фосилизован.

Слично уништавање сифона се види и пред бучницом на крају испитаног дела канала који почиње од понора (ск. 8, Н).

Процес уништавања сифона такође претставља тежњу саглашавања уздужног профила пећинских токова.

Јаче нагнуто дно Слапова је развијено дуж дијаклазе правца сз.—ји. Одмах испод њега пећински канал скреће у правац с.—ј.; тај део је развијен дуж дијастроме. Водени ток пак, наилазећи на дубљу прву пукотину понире у већу дубину, али је дуж плиће дијастроме био принуђен да се асцендентно пење. Услед тога се образовао раније поменути сифон.

Како је уздужни профил Предњег канала израђен за време флувиоденудационе фазе од 720 м, то је за то време његова вертикална ерозија била успорена, док је бочна несметано деловала. Бочна ерозија је била чак појачана сједињеним пећинским токовима из Главног канала и Канала са кадама. Због тога је ширина овог канала већа од осталих делова пећинских ходника, а облик његовог попречног профила полукружан или троугласт. На њему се слабије огледају утицаји старих предиспозиција, јаче деловање ерозивних агенаса.

Насупрот томе, остали делови пећинских канала се карактеришу несразмерном висином у односу на ширину (ск. 7 и ск. 11). Сем тога, углачани и искрзани делови зидова тих канала захватају  $\frac{2}{3}$  до  $\frac{3}{4}$  њихове укупне висине, а можда и више, јер ти знаци речне ерозије у још вишим деловима њихових пећинских зидова не могу са сигурношћу да се констатују, јер су или уништени обурвавањем или маскирани бигреним саливима. Такав облик попречног профила и поменуте одлике пећинских зидова знаци су врло интензивне десцендентне ерозије. Она је настала, пре свега, услед великог пада пећинске речице (74 м на 500 м)<sup>1</sup>, а појачана је знатном дубином пукотина: дуж њих је водени ток релативно брзо продирао у дубину, те је због тога износ бочне ерозије био мањи. Тако је створен висок и узан облик попречног профила, сличан процепу или проширеној пукотини.

Положај двају већих проширења на саставцима пећинских кракова — Сале са кадама и Овалне дворане — као и конкавне форме њихових зидова и сужење ( $S_3$ ), којим се изводно те дворане завршавају, упућују на закључак да су поменута проширења постала јачим ковитлачним кретањем веће количине воде услед сједињавања токова из оба пећинска крака и успоравања њиховог отицања пред поменутим сужењем.

Дијаклазе и друге пукотине су одиграле врло значајну улогу у образовању и морфолошком моделисању Стопића Пећине. Посредно пак, оне су утицале и на постанак њених накнадних морфолошких објеката (различитих облика бигрене акумулације), што ће се видети из даљих излагања.

*Посићанак видљеди.* — Сама чињеница да се видљеске јаме налазе на дијаклазама указује да су те пукотине играле главну улогу у њиховом развоју. Те су пукотине постале главне апсорпционе линије, дуж којих се слива атмосферска вода. На њима су се, природно, истицала места јаче апсорпционе снаге. Таква су места брже проширивана док нису добила карактер јама (главна видљед је развијени на укрштању двеју дијаклаза).

<sup>1</sup> Рачунајући 500 м хоризонталног растојања између понора и пећинског излаза.

Али и канал који повезује јаме (Коси канал) такође прати дијаклазе и приближно одговара распореду јама на топографској површини (ск. 4). Из тога се може закључити да је његов развитак одређен правцем дијаклаза и да он са образовањем јама стоји у непосредној генетској вези.

Коси канал се, сем тога, одликује двома особинама које су за његову генезу од посебног значаја: а) дно му је континуелно нагнуто према вигледи и за њу се везује; б) Коси канал у целини нешто отступа од правца оба низа јама (одн. правца њихових дијаклаза) у смислу већег приближавања правој линији.

Атмосферска вода је продрла дуж јама до различите дубине, потом је даље отицала дуж дијаклаза, а мањим делом се губила у дубину пукотина. За време изузетно јаких плускова унели су водени млазеви већу количину црвенице и њоме јаче засули дубље делове пукотина. Тиме је спречен губитак воде у дубину а целокупно њено отицање усмерено у правцу пружања дијаклаза. Акумулацијом црвенице елиминисани су, бар привремено, крашки утицаји и омогућено је да дно Косог канала добија континуелни нагиб — типичан облик ерозионог рада водених токова у вододржљивим теренима.

Црвеница се и данас таложил по дну Косог канала и претставља његов непрекидан покривач.

И поменуто отступање Косог канала од правца распореда јама на топографској површини такође указује да је у његовом образовању значајну компоненту претстављао рад протицајне воде. Са стварањем континуелног нагиба Косог канала и његовим проширивањем расле су и могућности за све веће отицање воде дуж њега. Услед већег пада његовог дна и повећаног протицаја све се јаче испољавала тежња његовог тока за праволинијским отицањем. Тиме је Коси канал у односу на дијаклазе и низове јама више „исправљен“.

Из изложеног се види да је у развоју Косог канала, поред других чинилаца, значајну улогу имала ерозија релативно снажних повремених токова.

Разлученост кречњачке масе у блокове је највећа при површини, док према дубини постепено опада. Због тога се и вигледске јаме према дубини левкасто сужавају. Како је Коси канал на релативно малој дубини, то је веома изразит процес обурвавања са његових зидова и таванице. Тај је процес данас најактивнији и показује тенденцију даљег јачања. Обурвани блокови се котрљају Косим каналом и падају кроз главну вигледску јаму у пећину образујући поменуту сипарску купу (ск. 5). На тај начин је овај канал, заједно са јамама, ступио у трећу, сенилну фазу морфолошког развоја (10, 125) с том разликом што она не води његовом ишчезавању путем загушивања обурваним блоковима, већ напротив све већем развоју са тежњом да се кречњачка маса изнад њега разори; у том случају Коси канал ће избити на топографску површину и постати широк и дубок жљоб.

Овакав закључак се заснива на следећим чињеницама:

- а) кречњачка маса изнад Косог канала је релативно танка;
- б) у случају да пећински ток буде скрашћен и да не буде у стању да односи сипарски материјал, део пећине у коме је сталожена сипарска

купа је релативно широк, те би био у могућности да прими већу количину вигледског сипарског материјала.

Главни разлог вигледских јама и Косог канала настао је пак од оног доба када је Коси канал толико проширен да је њиме омогућено брже одношење денудованог материјала, а нарочито обурваних блокова.

Према томе, у морфолошком и хидрографском развоју вигледи-дугуре запажају се две фазе: прва или старија претставља уствари систем проширених пукотина дуж којих се врши претежно хемиска, мање механичка ерозија; и друга или млађа која се одликује знатно јачим проширивањем вигледских канала претежно механичком (обурвавањем), мање хемиском ерозијом.

### Постанак када и других бигрених облика

*Досадашња мишљења о њосџанку када.* — Стопића Пећина се одликује снажном травертинском акумулацијом, најјаче израженом у Сали са кадама и на Слаповима. Али у погледу облика те акумулације постоје врло оштре разлике. Док се преко целог јаче нагнутог дна Слапова јавља једноставан бигрени покривач тако да се његово дно морфолошки битно не мења, дотле у Сали са кадама настају изразити бигрени басени који том делу пећине дају посебно морфолошко обележје.

По *Ј. Цвијићу* каде су постале на тај начин што „изнад сваког пресека (тј. каде — прим. Р.Р.) на тавану има једна или више дијаклаза, кроз које вода капље и цури, засићена калцијум бикарбонатом и падом, распрскавањем и испаравањем те воде постали су поменути пресеци“ (3, 224).

По мишљењу *А. Шерка* и *И. Михлера* вода која капље са пећинског тавана разлива се „преко положно нагнутог тла“, застаје у мањим улегнућима и, услед испаравања, излучује кречњак, нарочито на спољној ивици. Том приликом улегнуће постаје све дубље, „јер се сига на рубу излучује брже него на дну“. Даље аутори прецизирају своје схватање следећим речима: „Вода се. . . једва прелива преко руба, само га кваси и на том месту се сразмерно брзо испарава, док се у унутрашњости излучује кречњак, нарочито када нема више преливања воде“ (7, 54).

Поменутом *Ј. Цвијићевом* схватању супротстављају се следеће чињенице:

1) Таван Сале са кадама је доиста испросецан многобројним пукотинама од којих се, као што је речено, истичу две дијаклазе: једна уздужна, а друга попречна на Салу. Из ових пукотина, чак и у кишном времену, падају ретке капљице воде. Механичком снагом коју задобијају при паду оне еродирају бигрену масу на пећинском дну и у њој стварају мања удубљења. Приликом распрскавања капљица ослобађа се калцијум карбонат и таложни око тог удубљења у виду кружног бемчића. На тај начин се таква удубљења повећавају, али никако не прелазе један десиметар у пречнику. У току даљег процеса ти облици прерастају у здепасте сталагмите — облике морфолошки супротне

ранијим. Покаткад се на њиховом врху задржава удубљење које касније ишчезава.

2) Количина воде прокапнице у Сали је толико мала да није у стању да створи толико дубоке каде и тако обилне бигрене наслагае. Чак се не виде неке знатније морфолошке и друге индикације (обилнији сталактити, саливне површине на тавану) на основу којих би се могло закључити да је та количина раније била толика да би одговарала величини када и маси бигрене акумулације.

3) Изразита правилност у опадању дубине када низ Салу (низводно) не може се довести у везу са исто таквом правилношћу у опадању количине воде која прокапљује.

Механизам постанка када по схватању друге двојице аутора своди се на рад разливне воде пореклом од воде прокапнице. Тим начином могу доиста постати бигрене каде, само су оне махом малих размера, јер је и количина такве воде обично мала и недовољна да изгради веће каде. Сем тога, поменуто схватање се односи на рашћење када у висину, а не на њихов развитак у друге две димензије. На тај начин је развој када овлаш додирнут и непотпуно објашњен. Даље, таложње бигра у унутрашњости кадских басена само је изузетна појава и константно не прати еволуцију ових облика, као што ће се видети у даљем излагању.

*Отисусиво бигрене акумулације у Сали са кадама и Слайовима за време флувиоденудационе фазе од 720 м.* — Да би се објаснио постанак и развитак бигрених облика мора се поћи од анализе њихових данашњих морфолошких особина. Притом се њихов развитак мора посматрати у светлу раније изнете морфолошке еволуције пећине као целине.

У доба образовања бигрене терасице у Сали са кадама уздужни профил Канала са кадама се саобразно везивао за уздужни профил Предњег канала. Међутим, данас се Канал са кадама везује за Предњи канал изразитим прегибом. То значи да се после образовања поменуте терасице протицај у Каналу са кадама све више смањивао тако да његов ток није могао више да држи равнотежу са усецањем воденог тока у Предњем каналу те је заостајао иза његовог удубљивања. Услед тог заостајања падови дна Канала са кадама на месту његовог спајања са Предњим каналом постали су већи, те је његов ток, иако ослабљен, могао да врши знатну ерозију на том месту. Због те ерозије и заостајања Канала са кадама у односу на Предњи канал створен је поменути прегиб. Он највећим делом претставља дно Сале са кадама.

Смањивање воденог тока у Каналу са кадама је изазвано скрашћавањем које је настало као последица јачег спуштања уздужног профила Предњег канала од бигрене терасице до флувиоденудационог нивоа од 720 м.

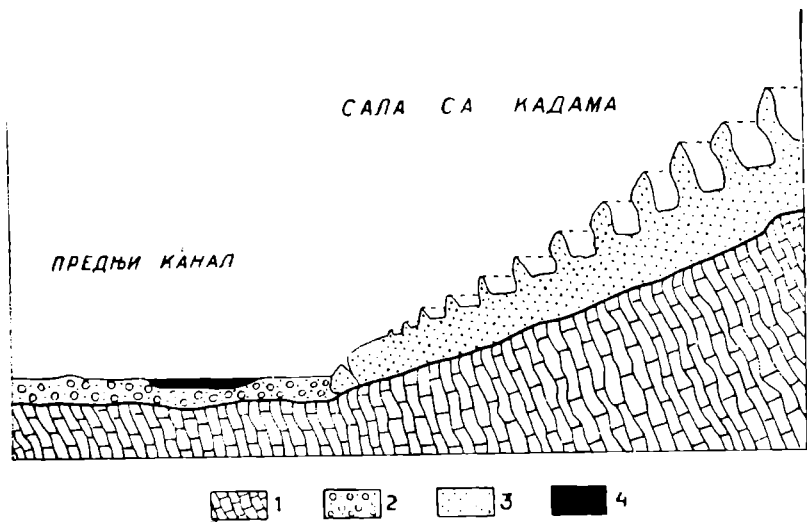
Како се уздужни профил кречњачког дна Сале са кадама (преко кога леже бигрене наслагае) континуелно везује за уздужни профил Предњег канала (ск. 14), то значи да се почев од образовања бигрене терасице па до нивоа од 720 м на њему врши стална ерозија.

Пошто су падови у Сали са кадама знатно већи од падова у осталим деловима Канала са кадама, то је у њој кретање и узбуркавање воде било јаче; услед тога је испаравање угљене киселине и ослоба-

ђање  $\text{CaCO}_3$  из воде било такође веће. Међутим, до таложења ослобођених честица  $\text{CaCO}_3$  није долазило, јер је водени ток у Сали, иако смањен услед скрашћавања, због већег пада вршио знатну ерозију, тј. располагао толиком механичком снагом која није допуштала таложење бигра (пошто водени ток еродује кречњак, који је отпорнији од бигра, то би он још лакше еродирао бигар).

Како су падови на Слаповима већи од оних у Сали са кадама, то је ослобађање  $\text{CaCO}_3$  на њима било још јаче. Међутим, услови за таложење ослобођених честица  $\text{CaCO}_3$  били су ту неповољнији, јер је због већег протицаја и пада механичка снага воде на Слаповима била јача од оне у Сали са кадама.

Из претходног излагања се види да је у периоду од просецања бигрене терасице па до краја флувиоденудационе фазе од 720 м у Сали



Ск. 14. — Профил преко Предњег канала и Сале са кадама.

1, кречњаци средњег тријаса; 2, нанос пећинске речице; 3, бигрене наслагае; 4. водени ток.

са кадама и на Слаповима преовлађивала механичка ерозија водених токова и да она није допуштала стварање бигрених депозита нити очување њихових облика.

*Време настајанка и узроци бигрене акумулације. Крашке фазе.* — Као што је раније поменуто, кречњачко дно Сале са кадама је ерозивна творевина, стварана за цело време трајања флувиоденудационе фазе од 720 м. Бигрене наслагае које преко њега леже су према томе млађе, тј. настале су после те фазе, у периоду оживљавања вертикалне ерозије Приштевице.

Појава бигрених наслага преко те ерозивне кречњачке површине указује да је механичка снага воденог тока у Сали толико опала те је

процес бигрене акумулације превагнуо над процесом ерозије. Судаћи по интензивном усецању Приштевице после флувиоденудационе фазе од 720 м и знатној скрашћености пећинских токова која је пратила то усецање, опадање механичке снаге је настало услед смањивања протицаја. Наиме, услед појачаног усецања Приштевице после поменуте флувиоденудационе фазе настало је јаче спуштање крашких хидрографских зона у кречњачкој маси пећине, што је имало за последицу скрашћавање и смањивање протицаја пећинских токова, па према томе и опадање њихове механичке снаге и ерозије.

Из досадашњих излагања се намеће закључак да се у Стопића Пећини могу издвојити две фазе скрашћавања: слабија старија и интензивнија млађа. Прва је настала у периоду од просецања бигрене терасице до краја флувиоденудационе фазе од 720 м, а друга од те фазе и траје и данас.

*Особине бигрених наслага, узроци диференцирања њихових облика и њорекло бигрене акумулације.* — Травертинска акумулација Стопића Пећине најјаче је концентрисана у Сали са кадама и на Слаповима. Ван тих места она је далеко мање моћности, мада заузима знатне делове пећинских канала. Тако, узводно од Сале она облаже дно Канала са кадама до нешто узводније од места означеног на плану са  $K_2$ ; узводно од Слапова тања бигрена кора допире дном пећинског ходника до Двогубог сужења дужином од око 50 м.

Појава већих бигрених наслага на Слаповима и у Сали са кадама у односу на остале делове пећинских ходника резултат је већих падова на тим местима. Али у досадашњем излагању је указано да већи падови нису једини услови за бигрену акумулацију. Већи падови само условљавају јаче ослобађање  $CaCO_3$  из воденог раствора, али ако је механичка снага воденог тока на томе месту одвише јака, онда неће доћи до таложења ослобођених честица  $CaCO_3$ , или уколико и дође (нпр. за време мањег протицаја у сушнијем добу године), то их водени ток еродира својом великом механичком снагом. Из тих разлога је таложење бигрених наслага на Слаповима и у Сали са кадама настало у релативно каснијем хидрографско-морфолошком развоју пећине, у доба када се протицај пећинских токова услед скрашћавања смањило.

Количина бигрених наслага на Слаповима је знатно мања од оне у Сали са кадама из следећих разлога:

а) Водени ток Слапова је алогеног карактера (Трнавски Поток) и тече знатним делом преко акалкофилних стена на којима не може да раствара  $CaCO_3$ , док водени ток Сале са кадама постаје од водених млазева у самој кречњачкој маси. Сем тога, Трнавски Поток је релативно велики ток па се ионаком але количине раствореног  $CaCO_3$  у пећинском каналу разблажују у великој количини његове воде. Због тога је концентрација калцијум бикарбоната у води на Слаповима знатно мања од оне у воденом току Сале са кадама.

б) Протицај и падови на Слаповима су знатно већи од протицаја и падова у Сали са кадама. Због тога је и механичка снага воденог тока и његова ерозија бигрених наслага на првом месту већа.

У погледу облика бигрене акумулације постоје знатне морфолошке разлике на тим местима. На Слаповима се бигар таложи у виду



једноставне инкрустације, која као слој облаже дно канала, док се у Сали истичу високи и вијугави зидови када са воденим басенима које окружују.

Једноставна и слојевита бигрена маса у подини када јасно указује да у почетку травертинске акумулације није било образовања када. Бигрена маса се једноставно таложила облажући кречњачко дно Сале. Та фаза бигрене акумулације одговара данашњој на Слаповима. Тек касније, на бигреној основи, дебелој 2 м, дошло је до стварања када:

Каде, као вертикални облици, супротстављају се том особином механичкој снази воденог тока. Стога се оне не јављају на Слаповима, јер би их ту водени ток, услед великог протицаја и пада уништио својом механичком енергијом. Услови за њихово стварање су били повољнији у Сали са кадама, јер је овде механичка снага воденог тока, због мањег пада и мање количине протицајне воде, била слабија. Каде су се почеле стварати тек онда када се водени ток у Сали са кадама, услед скраћивања, још више смањило да је његова механичка енергија допуштала да се на извесним местима те једноставне бигрене основе могу јаче таложити честице  $\text{CaCO}_3$  и таква места брже расти у вертикалном смеру.

Како је и у Каналу са кадама констатован водени ток, то је сасвим извесно да је травертинска акумулација у Сали са кадама и на Слаповима створена пећинским токовима — тј. истим оним агенсом којим су углавном изграђени и пећински ходници.

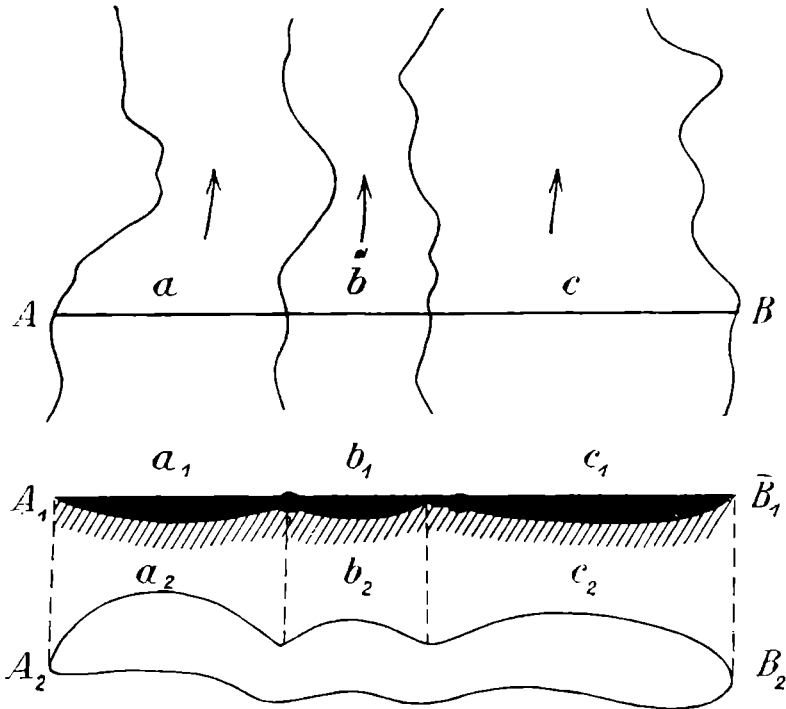
Каде се у Сали низводно поступно смањују док се најзад не заврше скоро безначајним удубљењима, која личе на велике каде само су далеко мањих димензија. То опадање величине када последица је следећих чинилаца:

а) Концентрација калцијум бикарбоната у воденом току Сале се низводно смањује, јер се честице  $\text{CaCO}_3$  стално ослобађају и троше на изградњу када;

б) Кадски зидови све више успоравају брзину протицајне воде те су и граничне линије брзине низводно на мањим међусобним растојањима. Тиме се ширина када низводно смањује.

Бигрене наслага Стопића Пећине резултат су међусобних односа ерозије пећинских токова и бигрене акумулације. Исход борбе тих двеју антагонистичких сила функционално је везан са морфохидрографским развитком Стопића Пећине као целине. Наиме, појава бигрених наслага карактерише посебан период тог развитка Стопића Пећине — период интензивне карстификације. Но и тај период, који претставља релативно млађу етапу морфохидрографског развитка пећине, није независна појава везана за пећину као посебан морфолошки објекат. Он је диктиран развојем уздужног профила Приштевице — реке слива Великог Рзава. Али Приштевица својим развитком није посредно условила само појаву бигрених наслага Стопића Пећине, већ је, као што се видело из досадашњег излагања, један од главних узрока постанка и развитка Стопића Пећине. Због тога је Стопића Пећина само један израз интегралног развитка слива Великог Рзава, једна његова карактеристика и морфолошка специфичност.

*Процес развијка када.* — Кадски зидови су обично лучног облика, конвексног на правац отицања; или су пак састављени из више таквих лукова сраслих на крајевима тако да у целини имају вијугав облик (ск. 15). Ово је врло изразита морфолошка карактеристика када која скоро без изузетка прати све њене облике. Притом ваља нагласити извесне морфолошке разлике када у Каналу са кадама и у Сали. У



Ск. 15. — Водени појасеви и попречни овлажени профил са одговарајућом кадам.

$a, b, c$  — водени појасеви;  $A-B$ , — место куда је повучен попречни овлажени профил;  $A_1-B_1$ , — попречни овлажени профил са одговарајућим воденим појасевима ( $a_1, b_1, c_1$ );  $A_2-B_2$ , — када која одговара месту попречног овлаженог профила са лучним деловима предњег зида ( $a_2, b_2, c_2$ ) који одговарају поменутим воденим појасевима и граничним линијама брзине.

Каналу се када састоје од једноставних конвексних лукова, шире су и округласте, док су оне у Сали махом издужене и вијугавих зидова.

Кад су остварени поменути услови за стварање када, свака препрека у кориту пећинског тока добија велики значај за постанак ових облика. Преко њих се водени ток брже прелива, јаче узбуркава, а вода брже и непосредније долази већом својом површином у додир са ваздухом. Притом се калцијум бикарбонат, као непостојано једињење

растава на калцијум карбонат и угљену киселину која испарава<sup>1</sup>. Ослобођени  $\text{CaCO}_3$  се таложу на препреци услед чега она све брже расте.

Водене честице се преко низводне стране такве препреке брже преливају, њихова брзина се низ њу повећава, али се већим делом амортизује на подножју, при удару о подлогу где настаје њихово турбулентно кретање. Одавде се брзина водених честица низводно релативно смањује до једне тачке — *граничне тачке брзине*, где турбулентно кретање престаје. Скуп граничних тачака брзине од више водених честица испод неке препреке на речном кориту претставља *граничну линију брзине*. Притом се вода креће брже на средини (матици) пећинског тока, спорије на ивицама. Услед тога водена маса заостаје на ивицама а брже се креће по средини попречног овлаженог профила. Због тога је и гранична линија брзине такође лучког облика (ск. 15).

Како се брзина воде на низводној страни препреке повећава, то се у истом правцу повећава и таложење ослобођеног  $\text{CaCO}_3$ . О томе сведочи повећавање дебљине бигрених слојева низ преливну површину кадских зидова. Таложење би требало да буде на подножју отсека најјаче, јер је ту узбуркавање воде највеће. Мада је ослобађање раствореног  $\text{CaCO}_3$  на овом месту најинтензивније, ипак је његова акумулација мала или је уопште нема, јер је механичка снага воде на том месту толико јака да смањује или онемогућава таложење. Акумулација ослобођеног  $\text{CaCO}_3$  повећаваће се низводно са смањивањем турбулентног кретања воденог тока и биће најјача на граничној линији брзине. Део речног корита који одговара тој линији све ће се јаче истицати као препрека док коначно не преузме улогу ембриона кадског зида. Како је гранична линија брзине лучког облика, конвексног на правац отицања, то ће и кадски зид имати такође такав облик.

На такав начин настају каде у уском воденом току Канала са кадама. Међутим, стварање када у Сали је нешто другачије. Овде се пећински ток разлива на знатно већу површину. Његов попречни овлажени профил је неједнаке дебљине. Он се састоји из више појасева издужених у правцу отицања, неједнаке ширине, дебљине и неправолиниског правца. У њима је отицање такође брже на средини (матици), слабије на ивицама. На сваком таквом појасу, на месту граничне линије брзине, образују се лучни делови кадског зида који су већи на ширим, мањи на ужим воденим појасевима. Како су поменути појасеви међусобно спојени, то се и лучни кадски гребени сваког појаса спајају на крајевима и тако образују дуг вијугав кадски зид, састављен од више лучних гребена, неједнаке дужине и конвексности (ск. 15).

Ако се упореди део пећинског тока у Сали са кадама са оним у Каналу са кадама 15 до 20 м узводно од Сале (тј. делови истих падова), онда је попречни овлажени профил воденог тока у Сали знатно шири

<sup>1</sup> „Док је угљична киселина у води, дотле је вапненац у отопљеном стању, али чим изађе угљична киселина вапненац се поново излучује као неутрални калцијум карбонат ( $\text{CaCO}_3$ )“ (11, 521).

Ото Бургер каже да стрми пад водених токова, затим брзаци, каскаде или камење, стабла, грање, патрљице од биља, маховине и све друго преко чега се водена површина растаче, растањује или размиче, појачава прскање воде и испаравање угљене киселине (12, 98).

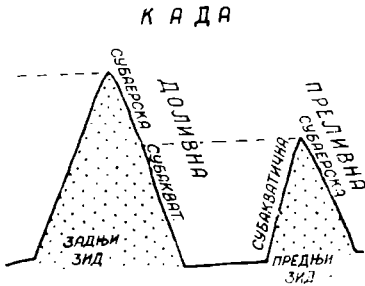
и тањи од оног у Каналу са кадама. Због тога је и брзина протицајне воде, услед већег трења, овде мања. Услед тога ће и гранична линија брзине сваког воденог појаса у Сали бити на мањем растојању од задњег кадског зида. У Каналу са кадама напротив водени ток се јако сужава, његово трење смањује, а брзина повећава. Услед тога су и граничне линије брзина на већим међусобним растојањима те су и каде шире од оних у Сали са кадама.

Из горњих излагања могу се извести следећи закључци:

а) У речном кориту мора постојати једна или више природних препрека које треба да даду импулс за развитак када. Притом најуводнија препрека обично преузима руководећу улогу у давању импулса за развитак низводних када.

б) Даље образовање када, њихова ширина и главне морфолошке особине су одређене положајем и обликом граничних линија брзине. Лучни облици кадских зидова као и чињеница да се њихова ширина низводно скоро правилно смањује, несумњиво указују да положај и облик кадских зидова није одређен исто таквим положајем и обликом природних препрека на речном кориту, јер су њихови положаји хаотични а облици неправилни.

Идући узводно уз пећински ток код сваке каде се разликује предњи и задњи зид, а код сваког зида предња и задња страна. Предњи зид је нижи и он одређује дубину каде, односно висину воде у њој. Преко предње стране задњег зида дотиче вода у каду, а преко предње стране предњег зида отиче вода из ње. Зато ћемо прву страну назвати *доливном* а другу *преливном*. Задња страна предњег зида каде је за време преливања потопљена водом те ћемо је назвати *субаквајичном*. Доливна страна је потопљена водом до висине која одговара висини највишег дела предњег кадског зида; изнад тог нивоа је доливна страна изнад воде. Први део



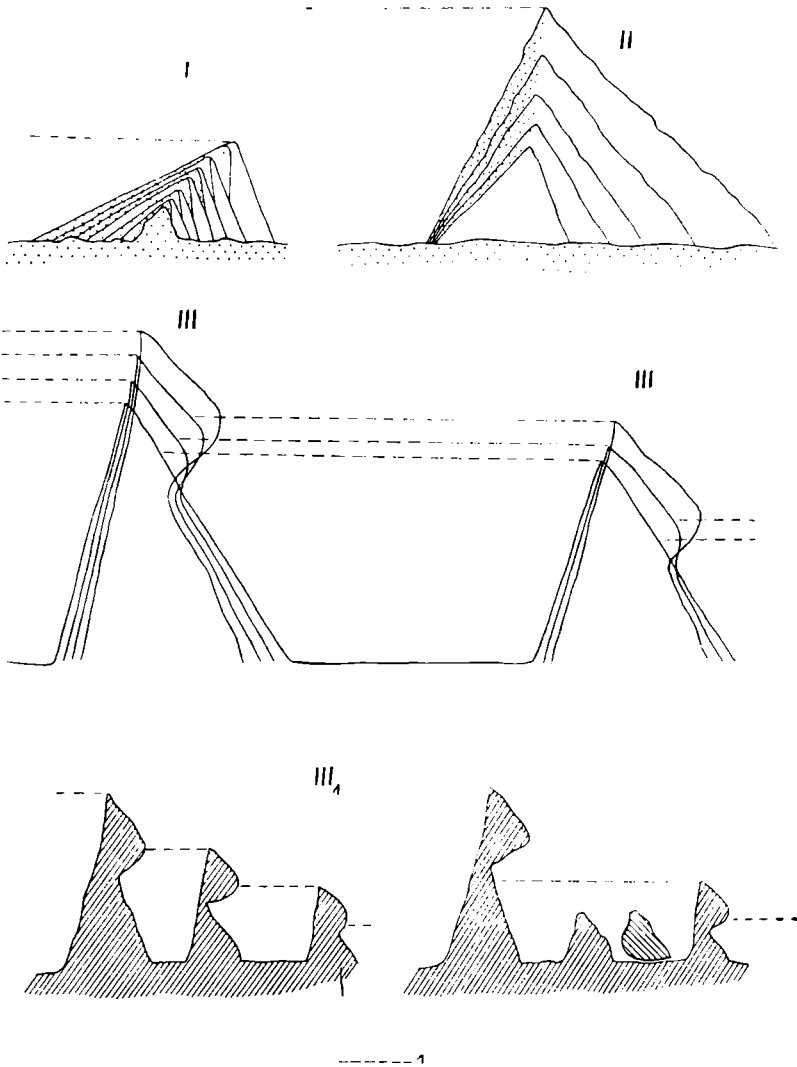
Ск. 16. — Главни елементи када.

доливне стране назваћемо *субаквајичним*, а други *субаерским* (ск. 16). Површина која одговара месту сучељавања страна кадског зида представља *гребен*. Он је махом оштар, мада може бити благо затупљен.

Кад нека препрека у речном кориту, услед јаче бигрене инкрустације, нарасте у кадски зид, онда се вода иза ње ујезери. У почетку је та вода плитка, те је водени ток у стању да је целу узбуркава. Притом је кретање воде и њена механичка снага јача у вишим а слабија у дубљим деловима ујезерене воде, те је на нижим деловима задње стране кадског зида мање ометање таложења ослобођених честица  $\text{CaCO}_3$  него у вишим. Због тога се бигар јаче таложи у нижим а слабије у вишим деловима задње стране кадског зида. Тако та страна постаје све блажа.

Несталожене честице из виших делова ујезерене воде бивају, услед јаче механичке снаге воденог тока, пребачене на преливну страну

где се брзо таложе, јер овде механичка снага воде нагло опада. Како је њихово таложење највеће на горњој ивици преливне стране, а ново-ослобођених честица<sup>1</sup> при доњој, то се нагиб ове стране углавном не



Ск. 17. — Типови кадских зидова.

I, млади облик; II, зрели облик; III, сенилни облик; III<sub>1</sub>, разоравање када.

мења. Овакав кадски зид се одликује блажом задњом а стрмијом предњом страном (ск. 17, I).

<sup>1</sup> тј. оних честица  $\text{CaCO}_3$  које се ослобађају непосредно из преливне воде, за разлику од оних већ ослобођених честица које на преливну страну бивају пребачене механичком снагом воде.

Такав облик када везан је управо за онај прелаз између таложења једноставне бигрене масе и када, тј. за доба када је механичка снага протицајне воде још толико јака да омета бржи развитак када у вертикали. Због тога такав кадски зид претставља *почетни* или *млади сивуан* у развиту када.

Уколико када више расте, утолико је вода у њој дубља. Сем тога, и количина доливне воде је мања услед одмаклијег ступња скрашћавања. Због свега тога је узбуркавање воде у кади сада у целини слабије него у претходном случају, па је, сразмерно њему, и ослобађање  $\text{CaCO}_3$  такође слабије, али је, услед опадања механичке снаге доливне воде, нестало ометања њиховог таложења у вишим деловима задње стране (ослобођене честице  $\text{CaCO}_3$  се више не пребацују на предњу страну кадског зида, већ се таложу на задњој, субакватичној страни). Како је код ових када кретање воде јаче у вишим с слабије према дубљим деловима ујезерене воде, то се у истом смеру смањује и дебљина бигрене инкрустације на задњој, субакватичној страни кадског зида. Због тога та страна постаје стрмија. На преливној страни се врши само таложење новоослобођених честица  $\text{CaCO}_3$ . На њој се дебљина бигрене инкрустације низводно повећава сразмерно повећању брзине воде. Због тога та страна постаје блажа (ск. 17, II).

Овај облик када се јавља нешто у одмаклијем ступњу њиховог развоја и везан је за јаче скрашћавање и мањи протицај пећинских токова. Због тога он претставља *зрели сивуан* у развиту када.

Оба типа када се одликују глатким површинама својих страна, што је очит доказ бигрене инкрустације на њима.

Услед инкрустације на предњој страни кадски зидови расту не само у висину, већ и унапред, тј. низводно. Притом задњи зидови расту у тим правцима брже од предњих из два разлога: а) доливна вода је богатија раствореним калцијум карбонатом од преливне, о чему сведочи низводно опадање величине када; б) на задњем, вишем зиду је убрзање доливне воде веће па је и таложење бигра јаче. Последица таквог кретања је сустизање, најахивање и срастање када. Такав један случај се види при врху Сале. Овде је пећински канал узан 3—4 м и сву ту ширину заузима ова када. Због тога цео пећински ток протиче преко ње, док се у нижим и ширим деловима Сале разлива на већу површину и већи број када. Због веће механичке снаге доливна вода је у стању да јаче узбуркава ујезерену воду у кади и тако допринесе таложењу калцијум карбоната и на субакватичним површинама оба кадска зида. Тиме се ширина када смањује а њихово сустизање и најахивање убрзава. Код те каде субакватичне површине су глатке и свеже — јасан доказ бигрене инкрустације на њима.

Срастање када, уколико до њега дође, обично се догађа у току младог ступња њиховог развоја. Али оно се среће, мада ретко, и код када у одмаклијој развојној фази. То је случај код када чији су зидови несразмерних висина: код њих је доливна страна знатно виша од преливне (фот. 7). Услед веће висине доливне стране убрзање воде на њој је веће па је и таложење бигра јаче. То је таложење највеће у најнижим субаерским деловима доливне стране, јер је ту и убрзање доливне воде најјаче. Због мање висине предњег зида и дубина воде у кади је такође

мала. Услед великог убрзања снага доливне воде се толико повећава да је у стању да савлада отпор релативно плитке ујезерене воде, да је усталасава и таложи бигар и на субакватичним површинама. На тај се начин ширина каде смањује; како задњи зид каде расте брже унапред од предњег, то га он сустиже и срasta са њим.

С обзиром на горе изложене законитости у развоју када могло би се претпоставити да је њихово срastaње неизбежно. Међутим, рела-



Сл. 7. — Срastaње (пажаживање) када несоразмерних величина кадских зидова.

тивно је ретко срastaње када. У току њиховог развоја рађају се снаге које заустављају прогресивно померање кадских зидова и спречавају њихово срastaње. Те су снаге везане за дубину и друге особине ујезерене воде.

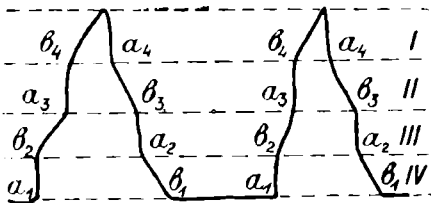
Код када чији су басени шири и дубљи а протицај мањи, ујезерена вода у њој је мирна, скоро непомицна. Механичка снага водених млазева са доливне стране амортизује се највећим делом при додиру

са воденом површином каде; уствари, њихово се кретање продужава који сантиметар низ субакватичне површине док сасвим не престане. Дубину тог продирања јасно обележавају глатке површине бигрене масе које се продужавају са субаерског дела доливне стране и као да „прекипљују“ или „наседају“ на остале делове субакватичне стране. И субакватична страна предњег кадског зида је при врху такође углачана. Углачаност тих страна прати само њихове више делове, ближе површини воде; према дубини она се постепено, али брзо губи уступајући место разједеним, нагриженим површинама којима се субакватичне стране скоро увек одликују.

Из овога се могу извести следећи закључци: а) вода у мирним кадама креће се при површини, у слоју чија дебљина одговара ширини глатких делова субакватичних површина. У осталим деловима каде вода је углавном мирна или је пак њено кретање незнатно; б) поминута инкрустација субакватичних површина последица је тог кретања.

Разједене субакватичне површине указују да се на њима врши растварање бигрене масе.

Лабораториским огледима је доказано да се све карбонатске стене растварају у води која садржи угљен диоксид. Само „степен финоће



Ск. 18. — Морфолошке особине кадских зидова.

(тј. чистоће хемиског састава стене — Р.Р.) много утиче на брзину растварања  $\text{CaCO}_3$ “ у таквој води (13, 1136). Бигар, као карбонатска стена, такође је подложен растварању у води која садржи угљен диоксид, што, уосталом, јасно сведоче изгрижене субакватичне површине кадских зидова. Како се бигрена маса састоји из мање отпорних и чвршћих делова, то вода брже раствара мекше, спорије тврђе. Тако се

на потошљеним површинама кадских зидова стварају громуљице које одговарају чвршћим деловима бигрене масе. Оне се често одламају и као талог падају на дно каде. Према томе, на субакватичним површинама када се обављају промене двојаке природе: хемиске и механичке.

Растварањем потошљених делова кадских зидова смањује се њихова површина, повећава концентрација калцијум карбоната у кади и тако појачава његова инкрустација на преливним површинама. Кадски зидови постају ужи и виши, а субаерске површине наседају на субакватичне. Попречни профил ових када сличан је великом латинском слову R па га стога називамо *ер њрофилом*. Он карактерише *сенилни стипулањ* у развиту када. Његов развој је претстављен на ск. 17, III.

Смисао горњег процеса је све јаче истањивање кадских зидова и, у крајњој линији, њихово разоравање. Он може довести до рушења виших делова зидова када а тиме покаткад и до изједначења њихових висина. У овом последњем случају врхови када су скоро у нивоу јединствене водене површине. Само се на њиховим гребенима приликом преливања воде врши инкрустација бигра. Тако те каде расту у висину,



али се дебљина њихових зидова смањује услед хемиског разједања осталих, потопљених површина (фот. 8).

Како се млади тип када карактерише релативно већом механичком снагом свог воденог тока и ометањем таложења ослобођених честица  $\text{CaCO}_3$  на субакватичним странама кадских зидова, то његова појава претходи стању оптималне бигрене акумулације (ск. 19); зрели тип када се појављује у периоду између тог стања и престанка бигрене акумулације, јер се на њеним субакватичним површинама не омета таложење бигра; сенилни тип је одлика оног периода у коме је механичка снага протичајне воде тако мала да се на субакватичним површинама



Сл. 8. — Када са једнаким висинама својих зидова.

не врши таложење бигра, већ напротив његово растварање. Појава тог типа када одговара месту d—с поменуте скице.

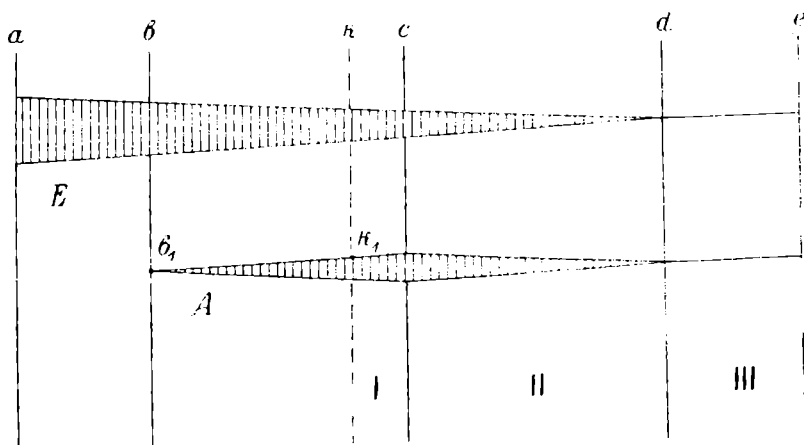
У развиту када огледа се упадљива сличност са развикоком живих бића. Први тип одражава незадрживи импулс рашћења, необуздани полет унапред, сустизање, гажење — „гутање“ када. То је доба њихове младости. У сенилном добу, које претставља ер профил, необуздана „агресија“ виших и јачих када се зауставља. Оне само једним, вишим делом расту, док се другим, нижим, смањују. У даљем процесу силе разарања јачају над снагом рашћења док сасвим над њоме не преовладају. Тада се каде разоравају и нестају.

Горња ивица сваког кадског зида (гребен) свуда је истог нивоа. Због тога се вода у једнаким млазевима прелива преко ње. Ако би ова ивица била оштећена, онда би се појачало отицање преливне воде на том месту, док би се њена количина знатно смањила или сасвим пре-

стала на осталим деловима гребена. Преко оштећеног места протиче већа количина воде, више таложи бигар и тако га брже изравнава са осталим деловима гребена каде. Трајање тог „крпљења“ зависно је од величине оштећења, протикаја преливне воде, концентрације калцијум бикарбоната и других чинилаца.<sup>1</sup>

Код каде се запажа следећа морфолошка карактеристика врло инструктивна за прилике под којима су се стварале:

Стране кадских зидова се састоје од стрмијих и блажих површина које се у вертикалном правцу наизменично смењују (ск. 18). Само је ова наизменичност супротног смера на странама једног кадског зида. Тако, блажем делу на задњој страни одговара стрмији на предњој и обратно. Притом су делови зидова истог нивоа једне каде ограничени површинама истих особина. Тако делови оба кадска зида на нивоу I



Ск. 19. — Графички приказ услова постојања бигрених наслага.

Е, процес ослобађања  $\text{CaCO}_3$  из воденог раствора; А, бигрена акумулација; дужина појасева Е и А означава трајање а њихова ширина интензитет тих процеса; б, моменат равнотеже између ерозије и бигрене акумулације ( $b_1$  — прва обртна тачка); к, граница између таложења једноставне бигрене акумулације и каде ( $k_1$  — друга обртна тачка); с, моменат оптималне бигрене акумулације; д, престанак ослобађања и таложења  $\text{CaCO}_3$ ; а—б, — трајање ерозије воденог тока; б—д, — трајање бигрене акумулације; д—е, — одсуство ерозије и бигрене акумулације и почетак растварања бигрених наслага; I, (к—с), — време стварања младог типа каде; II, (с—д), — време стварања зрелог типа каде; III, (д—е), — стварање каде сенилног типа.

(ск. 18) имају задњу страну блажу а предњу стрмију: код нивоа II задња страна је стрмија, предња блажа итд. Делови зидова оваквих особина такође се наизменично смењују у вертикалном смеру.

Таквим се особинама одликују особито веће каде. Оне су најбоље изражене код каде сенилног типа у средњем делу Сале (фот. 8).

<sup>1</sup> Ову сам појаву посматрао у Сали са кадама.

Као што је раније утврђено, делови кадских зидова чије су задње стране блаже а предње стрмије створене су при јачем протицају и одговарају влажнијем климатском периоду; делови чије су задње стране стрмије, а предње блаже, образовани су у сувљим периодима и одговарају сушшијем добу. Код највећих када запажена су четири таква дела која указују да су се за време образовања када обавила четири мања колебања протицаја воденог тока у Каналу и Сали са кадама. Та су колебања последица ритмичких промена влажности климе у то доба. Можда би се те особине кадских зидова могле довести у везу са најмлађим терасама речних токова.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Б. Миловановић*: Геолошка карта Краљевине Југославије, секција Вардиште, размер 1 : 100.000.
2. *Михаило С. Радовановић*: Пећина Вјетреница, сепарат из Споменика LXVIII Српске Краљевске Академије наука, Београд 1929.
3. *Ј. Цвијић*: Стопића Пећина у Рожанству и понор у Грпави, Гласник Српског географског друштва, св. 3 и 4, Београд 1914 год.
4. *Мирко Пойовић*: Проматрања у Стопића Пећини, Гласник Српског географског друштва, св. 3 и 4, Београд 1914 год.
5. *N. Krebs*: Beiträge zur Geographie Serbiens und Rasciens, Stuttgart 1922.
6. *Р. Ричумовић*: Површ Поникава и Стапара, Зборник радова САН, XLVII, Географски институт књ. 11, Београд 1955.
7. *А. Шерко и Михлер Иван*: Постојинска Јама и друге занимљивости краса, Љубљана 1952.
8. *Радосав Васовић*: Стопића Пећина, Записници Српског геолошког друштва год. XI, Збор. LXXXIII, Београд 1901 г.
9. *Ј. Цвијић*: Прекопошка Пећина, Геолошки анали Балканског Полуострва, књ. III, Београд 1891 г.
10. *Бранислав П. Јовановић*: Петничка Пећина, Српска академија наука, Зборник радова књ. VIII, Географски институт књ. 1, Београд, 1951 г.
- 12) *Otto Burger*: Über den Kreislauf des Kalkes in der Natur, Naturwissenschaftliche Wochenschrift 1910, No. 7.
- 13) *Atherton Seidel*: Solubilities of inorganic and organic compounds, New York 1928.

## R é s u m é

*Radovan Ršumović*

## LA GROTTTE STOPIĆA

La grotte Stopića se trouve près du village de Rožanstvo, à 17 km. environ au Sud de Titovo Užice. A son entrée (photo 2), on voit s'engouffrer le ruisseau Trnavski Potok qui en ressort de l'autre côté (photo 1) pour aller se jeter dans la Prištevica.

Au point de vue morphologique, on peut distinguer trois parties différentes dans cette grotte: d'abord la Galerie Principale qu'emprunte ce ruisseau, puis la Galerie des Baignoires (galerie latérale) et, enfin, la jamas (croq. 4). La Galerie Principale a été étudiée de la sortie de la grotte au siphon, ainsi que de l'entrée (gouffre — P) à la marmite de géants (croq. 4—H). La première de ces deux parties est longue de 404 m. et la seconde, de 66 m. La Galerie aux Baignoires commence par une salle (Salle des Baignoires) dans laquelle se trouvent d'étroites et tortueuses crêtes de travertin qui entourent des évasements semblables à des cuves ou à des baignoires, La plus grande profondeur de ces cuves atteint 3,20 m. et la longueur maxima 9,80 m. Cette galerie secondaire mesure 155 m.

Avant la karstification, le ruisseau Trnavski Potok se jetait dans un autre, appelé Dedevića Potok, affluent de la Prištevica (croq. 1). Les vallées du Trnavski Potok et de la Prištevica étaient prédisposées par des synclinaux qui se rapprochent progressivement l'un de l'autre. A l'endroit où ceux-ci sont les plus proches, ils en sont venus à se joindre en profondeur au contact des calcaires et des roches imperméables de la base, tandis que les sédiments calcaires supérieurs se plissaient de synclinaux. C'est là que la base imperméable de calcaires a laissé s'infiltrer le cours souterrain du Trnavski Potok en direction de la Prištevica (croq. 13), réalisant ainsi une sorte de capture de type karstique et créant par la même occasion l'embryon de la grotte Stopića.

L'évolution la plus forte qu'ait connue cette grotte remonte à une phase de fluvio-dénudation de 720 m. A cette époque il n'y avait pas d'accumulation assez importante de travertin. Après cette phase, on assiste à une érosion verticale plus vive de la Prištevica et, par suite, à une karstification progressive des cours d'eau souterrains. Comme conséquence de cette karstification, on voit la Galerie aux Baignoires devenir suspendue par rapport à la Galerie Principale et leur point de jonction prendre une pente plus forte. Sur ce fond à pente assez forte de la Galerie des Baignoires, se forme alors, d'abord, une accumulation de travertin et, plus tard, et par-dessus celle-ci, naissent des cuves (croq. 14).

Les différences dans les formes de cette accumulation de travertin proviennent de la karstification des cours d'eau de la grotte et de la réduction de leur énergie mécanique, si bien que la base unie de travertin est due à une force plus grande de l'énergie mécanique de ces cours d'eau, et les cuves, au contraire, à une force moins grande.

Les particules d'eau coulent, par-dessus quelques obstacles ou saillies dans le lit du ruisseau se versent plus rapidement; leur vitesse, dans la majeure partie des cas, s'amortit aux pieds de ces obstacles, en se heurtant

à la base. A partir de là, cette vitesse continue à se réduire jusqu'en un certain point où cesse la turbulence du mouvement de l'eau. L'ensemble de ces points de plusieurs particules d'eau représente une *ligne limite de la vitesse*. Elle a la forme d'un arc, convexe dans la direction de l'écoulement, car le mouvement de la masse d'eau est plus fort dans le centre (thalweg) du cours d'eau, plus faible sur les bords.

La libération de  $\text{CaCO}_3$  de la solution est plus forte au pied de la barrière, c'est-à-dire là où le mouvement et le tourbillonnement de l'eau sont plus forts, mais c'est là aussi que ses dépôts seront les plus faibles, car la plus grande partie en sera emportée par l'action des eaux. La précipitation de  $\text{CaCO}_3$  est la plus intense sur les lignes limites des vitesses, là où la force des eaux perd le plus de sa turbulence. Comme ces lignes ont une forme en arc, les parois des baignoires auront donc aussi cette forme ou bien comprendront une série de tels arcs (croq. 15, A<sub>2</sub>—B<sub>2</sub>).

Aux parties de déversement sur les parois des baignoires, les incrustations de travertin augmentent proportionnellement à l'accélération de l'eau, c'est-à-dire à la longueur des côtés d'écoulement. Une des conséquences de ceci est un accroissement en avant inégal des murs des cuves, leur chevauchement et leur fusion (photo 7).

Les parois de ces baignoires laissent voir trois types essentiels: un type jeune, avec un côté arrière plus doux et un côté avant plus raide, un type dit mûr avec la partie avant plus douce et la partie arrière plus raide et, enfin, un type vieux dont le profil transversal a la forme d'un R majuscule („Profil R“)

Dans le premier type de baignoires (croq. 17, I), à la suite d'une plus grande énergie mécanique de l'eau, les obstacles dûs à des dépôts de particules de  $\text{CaCO}_3$  libéré sont plus fortes sur les parties supérieures des parois immergées des baignoires; les particules non déposées de  $\text{CaCO}_3$  passent sur le côté de déversement où elles se déposent vers le haut. Dans le type dit mûr (croq. 17, II), ces obstacles disparaissent car la force mécanique du courant est plus réduite là. Aussi les dépôts de particules de  $\text{CaCO}_3$  libéré sont-ils plus importants sur les parties des côtés immergés. Dans le type vieux, enfin, (croq. 17, III), l'eau, dans la baignoire, est profonde est calme, si bien que l'on y a, sur les surfaces immergées des parois des cuves, une décomposition de travertin et, sur les côtés d'écoulement, au contraire, des dépôts. L'évolution ultérieure de ces formes de parois des cuves mène à leur destruction (croq. 17, 31).