

Д. МАНАКОВИЋ

ПЕЋИНЕ У ДЕМИР КАПИЈИ

Демир Капија, најдужа клисура Вардара, усечена је у појасу кречњака и еруптивних стена, који раздваја котлину Тиквеша на северозападу од Бојмије на југоистоку. Појас се на северу истањује и наслања на огранке Градешке Планине, од којих је одвојен преседлином испод Камена. На истоку кречњак прелази преко еруптива, разривеног водотецима и поступно пада у котлину Бојмије. На југу и југозападу Коприска Река и Бошава одвојиле су га од огранака Мориховско-Магленских планина, а према Тиквишу, на западу, пада или мањим нагибом или отсецима.

Кречњак Демир Капије је претежно го; местимично има младих шумарака на странама брда. По странама је избраздан стрмим, делимично скрашћеним и висећим суходолицама, а покривен је распаднутим кречњачким комадима и блоковима. Улегнућа и заравњени подови покривени су резидијалним покривачем и то су једине обрадиве површине.

У северном делу кречњачке масе, река Вардар је усекла своју клисуру-пробојницу попречно на си.—јз. правац кречњачких слојева (сл. 1). Кречњак је пресечен и Иберлијском Реком, која се улива у Вардар у самој клисури.

Укупна површина кречњака Демир Капије износи 11 км². Највећи врхови су Краставац (898 м) и Камен (413 м). У том малом кречњачком појасу изграђени су поглавито подземни крашки облици.

У овом раду покушаћемо да изнесемо карактеристичне особине крашког процеса, изградњу подземних облика и њихов морфолошки развитак, а на основу података сабраних у току лета 1956 године. У екипи су учествовали и асистент М. Панов и студенти Географског завода Филозофског факултета у Скопљу, уз материјалну помоћ Спеолошке секције Географског друштва НР Македоније.

Геолошки састав

Кречњак Краставца и Илимовог Брда, заједно са њиховим продужетком на левој обали Вардара, састављен је од слојева беличасте боје са мркосивим прослојцима. *Космаи* (3, 83) га је на основу елипсактиније, делова нериније и одломака белемнита, уврстио у јурски, титонски кречњак. Кречњак има пад од 30° према северозападу.

На крајњем северном делу, на Камену, а на самом превозу за село Человец, на површини избијају светлосиви кречњаци у чијој бази су открили *А. Полић*, *К. Јенко* и *Д. Јојић* кредни флиш (3, 8). Ови кречњаци простиру се и јужно од села Дрена.

Дијабазне ефузије у овом делу заузимају веће пространство између пробивених палеозојских слојева. Простиру се северно, источно и југоисточно од кречњака Камена и Краставца, а јужно одатле су моћне интрузије габра.

Западно од кречњака простиру се палеогени базални конгломерати и флишолики пешчари, који се смеђују са лапорцима и лапоровитим глинама. Базални конгломерати састављени су од валутака габра, дијабаза, кварца и шкриљаца, чврсто цементованих. Цела ова серија палеогених стена, која се продужава, заузима и већи део Тиквешке



Сл. 1. — Улаз у клисуру Демир Капије.

котлине, благо је набрана, лежи у виду благих бора преко убрне краљушасте структуре Вардарске зоне; у близини кречњака, на северо-западу, благо је нагнута ка дислокационој линији. По нађеним остацима гастеропода и шкољака *Космаић* (3, 84) је те наслаге уврстио у пријабонски и кастелгомбертиски кат италијанског олигоцена.

Неогена на Камену и Краставцу нема и вероватно је денудован. Исти се јавља тек у котлинама Тиквеша и Бојмије.

Дилувијум и алувијум пружају се у саставу терасе дуж данашњих долина Бошаве и Вардара.

Камен и Краставац су уствари део Вардарске тектонске зоне, који је прошао кроз различите фазе изградње. У овако нестабилној зони, пуној тектонских орогених покрета, кречњачка маса Демир Капије није

могла остати незахваћена. Она је цела испресецана безбројним пукотинама — дијаклазама, које имају попречан правац на стару дислокациону линију Вардарске зоне. Ово је унеколико предиспоновало и правац карсне срзије у овој кречњачкој маси.

Преглед карсних облика

У кречњаку Демир Капије нису се могли развити сви крашки облици због малог пространства, због јаке фисурације стена која омогућује да вода одмах вертикално понире, и због утицаја средоземне климе на интензивно површинско распадање. Наиме, овде су лета, како наводи *Е. Кулброј* (2, 21 и 57) скоро суптропска, са малим и неравномерним падавинама. Од површинских облика развијене су шкрапе, али и оне су већим делом преобраћене у грохот; затим, јављају се и кратке суве, негде висеће суве долине. Најинтересантнији а уједно и највећи крашки облици су пећине. Припадају типу сувих и периодски влажних пећина. Иначе сам кречњак припада типу загађеног краса, онако као што га је дефинисао *П. С. Јовановић* (4, 399). Подземни облици су се развијали баш према нивоу истицања, који је био одређен загатом од еруптивних стена, олигоцених и неогених седимената и сукцесивним спуштањем реке Вардара.

Мале пећине на левој страни клисуре Вардара

По величини поделили смо их на поткапине и пећине. Скоро све се јављају у клисури Вардара и Иберлијске Реке — последње нису испитане јер су тешко доступне. Пошто неке од пећина немају имена, то су означене бројевима.

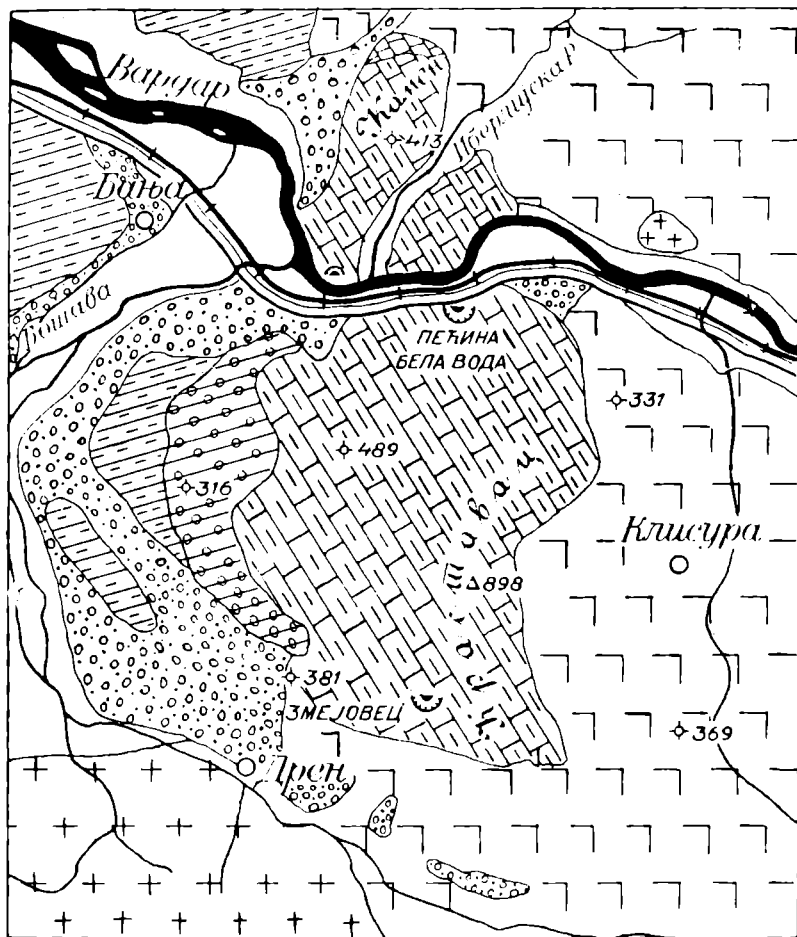
I пећина (ск. 2—I). — На улазу у клисуру Демир Капије између моста на Бошави и железничког и путног тунела, у отсеку, 15 метара над коритом, јавља се отвор прве пећинице. Њена дужина износи 7 м; почетна ширина и висина 3 м у унутрашњости опада и пећиница прелази у пукотину. Изграђена је подземним цурцем дуж дијаклазе. Дно је континуелно нагнуто.

II пећина (ск. 2—II). — Десно од прве пећине, 25 м изнад Вардара, у једном истуреном кречњачком рту налазе се два отвора једне пећине. Доњи, нижи и приступачнији наставља се у канал који се издиже под углом од 32°. После 9 м дужине он допире до дна горњег крака (1—2). Горњи крак је отворен на обема странама. Дугачак је 16 м. Улаз му је окренут северозападу (3), а излаз (4), који је нижи од улаза, пада отсеком у веома стрму суходолицу. Таваница горњег канала у средини је обурвана и створен је виглед.

Ова пећина изграђена је ерозијом реке Вардара, чији се крак пробио и понирао у истурени гребен кречњака. Доњи канал (1—2) изграђен је дуж дијаклазе асцедентним кретањем воде, а горњи дуж укрштања исте дијаклазе са међуслојном пукотином. Пећина је била некад већа; међутим, развитком веома стрме суходолице, и бочном ерозијом Вардара, делови свода и дна пећине су обурвани; процес уништа-

вања таванице продужава се и данас; на излазу је ојачан и механичким разоравањем кречњака.

III пећина (ск. 2 — III). — Лево од друге пећине, на 50 м, налази се трећа пећина. Улаз јој је окренут према западу и има округласт облик.



Ск. 1. — Геолошка карта Крaснaвaцa и Камeнa сa блaжкoм oкoлинoм.

1. Алувијум; 2. Дилувијум; 3. Лапoрци и лaпoрoвити пeскoви; 4. Бaзaлни кoнглoмeрaти и пeскoви; 5. Крeчњaци (јурa); 6. Крeчњaци (крeдa) 7. Диjабaзи; и 8. гaбрo.

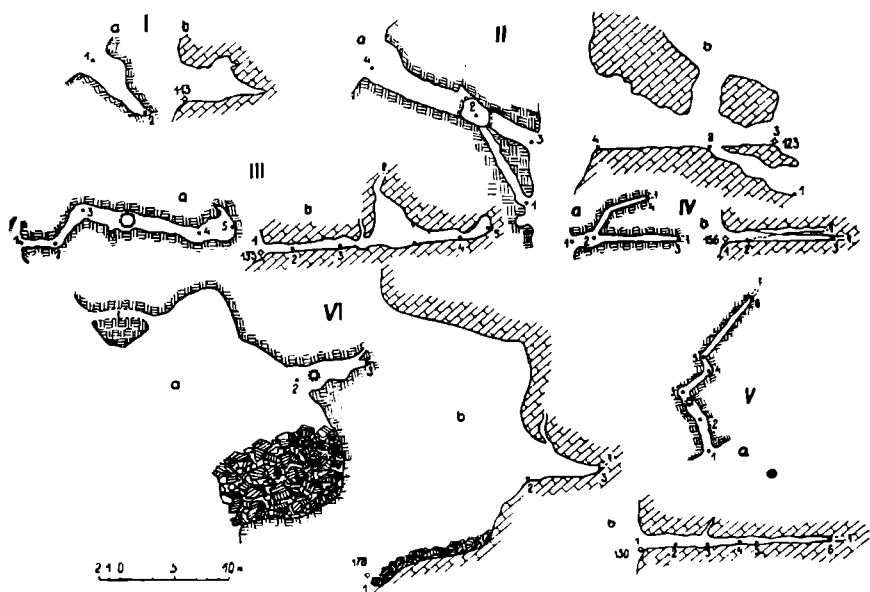
Пoслe 7 м (изa тaчкe 3) пeћинa пoвeћaвa ширинy и висинy. Ту сe јaвљa кaнaлић у тaвaници, у виду oцaкa; други, у дeснoм зиду, дижe сe пoд нaгибoм кao свe ужи кaнaл. Нa тoм мeстy сe нa дну глaвнoг кaнaлa oчу-

вао остатак зачетка ерозивног лонца. У каналу има салива и врло мало наката. После 12 м канал се завршава пукотином.

IV *пећина* (ск. 2—IV). — Лево од треће пећине изграђена је четврта. Она има округласт улазни отвор. Укупно је дугачка 17 м. У унутрашњости се ширина и висина смањују, тако да је и пузање онемогућено. Дно је континуелно нагнуто ка излазу.

V *пећина* (ск. 2—V). — У близини налази се и отвор пете пећине, окренут западу. Изграђен је дуж међуслојне пукотине. Пећина се продужава у узане канале.

VI *пећина* (ск. 2—VI) је остатак циновског лонца реке Вардара. Изграђена је изнад горе описаних пећина, на рел. висини од око 80 м.



Ск. 2. — (I—VI) Планови и *профили* пећина на левој обали Вардара.

Широка је 20 м, а у унутрашњости и до 23 м. Зидови су у ширем делу углачани; дно је нагнуто ка излазу. У средњем делу лучног зида, на висини од 4 м, налази се отвор кратког канала, који се убрзо завршава с две пукотине. На левом зиду, на висини од око 10 м, налази се отвор канала који је вероватно у вези са отвором на отсеку клисуре лево од циновског лонца. На десном крају по дну има блокова одваљених са таванице. Углачане стене са зарезима и широка речна тераса Вардара од 80 м, указују нам да је ова поткапина изграђена еворсијом реке Вардара на улазу у клисуру Демир Капије. Уствари, ова поткапина је остатак циновског лонца који је делом потсечен бочном ерозијом Вардара и који је данас обухваћен процесом обурвавања.

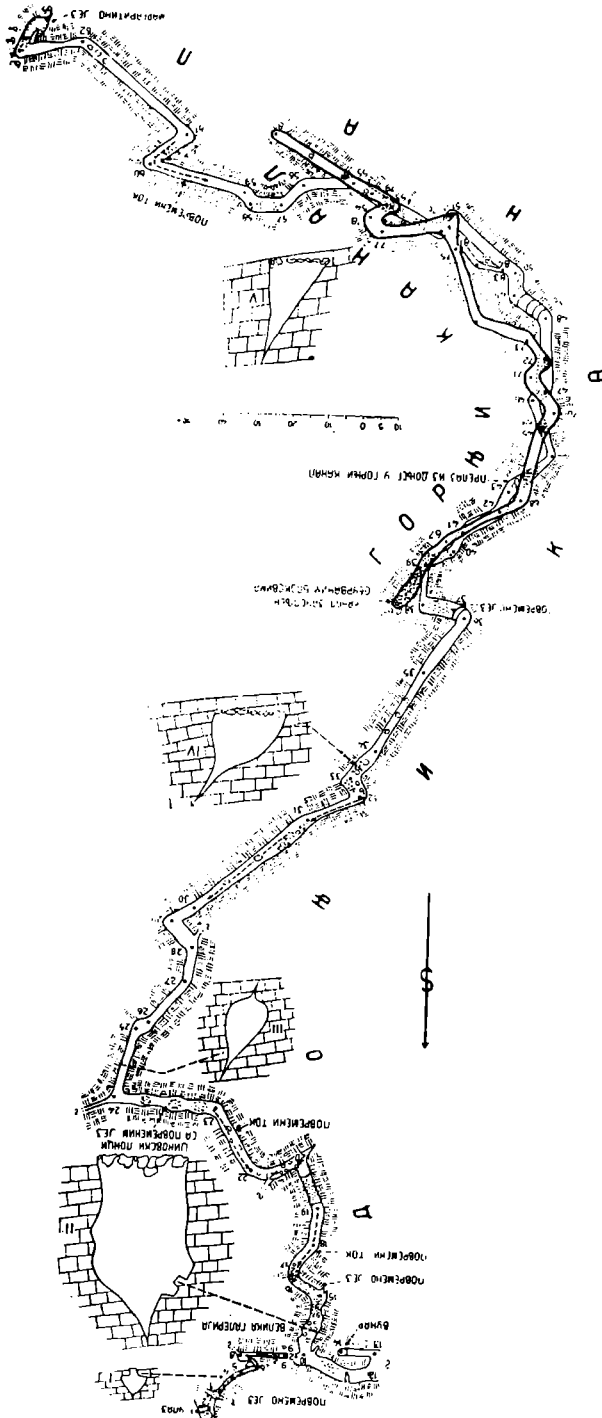
Пећина Беле Воде

Ово је углавном и највећа пећина у Демир Капији (ск. 3 и 4). Њен се улаз налази десно од Вардара, испод тунела, на 200—250 м, где пут за Ђевђелију досеже до подножја кречњачког отсека клисуре. Отвор је изграђен дуж дијаклазе и има облик изврнутог неправилног ромба, широког 1,2 м и високог 1 м (сл. 2). Преко отсека од 2,5 м улазимо у почетни део канала који се убрзо рачва на два дела (2). Десни крак је нижи излаз пећине, данас затрпан блоковима. Леви припада главном каналу. После 4 м лево, десно и на таваници одвајају се тесни



Сл. 2. — Улаз у пећину Беле Воде.

канал и ошаци. На том месту се укрштају две дијаклазе и то је условило изградњу упакрсних канала. Главни канал се продужава одатле ка југозападу и после 9 м (5) се пролази кроз два отвора. Затим канал нагло савија и уводи у прву малу дворану. Целом досадашњом дужином дно канала је благо нагнуто ка излазу. Попречни пресек има облик печурке, тј. горњи је део шири, а доњи ужи, удубен у дно старијег ширег канала. Ту има ситнијих комада обурваног кречњака.



Ск. 3. — План пећине Беле Воде.

Мала Галерија (7—8) изграђена је на месту где се укрштају две дијаклазе, и проширена је бочном ерозијом због лактастог подземног водотека. На зидовима има салива. Лево се одваја пукотина. У продужењу дно канала пада наниже и на крају преко отсека од 2,5 м, улази у Велику Галерију. Описани део пећине (између 8 и 10) је остатак некадањег сифона и на његовом дну је повремено језеро.

Велика Галерија је састављена из два крака: десног (10—14) и левог (10—15). Десни крак, широк 4 м, после 14 м издиже се под углом од 40°, па се изнад тачке 12 и 13 стесни у пукотину; али овде је могућ пролаз у ужи бочни канал са леве стране, који се убрзо завршава код једног циновског лонца испуњеног песковитом глином (13—14). У почетном делу (10—11) дно десног крака покривено је финим песком, који доцније прелази у песковиту глину (11—14).

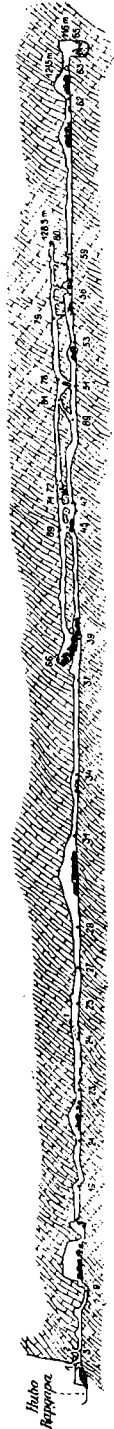
Леви крак Велике Галерије, уствари продужење Главног канала, сасвим се разликује од десног. Његово дно је покривено блоковима обурваним са таванице, између којих је код тачке 15 наталожен песак. На таваници се лепо види дијаклаза дуж које се врши обурвавање. Галерија се наставља у мањи канал, чије се дно (код 16—17) диже отсеком високих 2 м; испод тог отсека се налази повремено језеро. Све до циновских лонаца (23) висина канала је променљива, а ширина повећана само на местима лактастих скретања. Уствари, канал је виши само на оним местима, где по дну има обурваних блокова. У коленастом делу канала (20—21), сукобљавају се три дијаклазе; једна правца југ-југоисток (19—20), друга југоисток (22—23), а трећа их сече пружајући се у југозападном правцу (20—21). Правцем последње дијаклазе пружа се део главног канала (20—21), а затим се у истом правцу продужавају пукотине. Нешто даље се у главном каналу налазе три циновска лонца. До њих се долази пошто се прође суженији део, који је уствари и условно вртложасто кретање воде и изградњу три циновска лонца. У циновским лонцима јављају се данас повремено локве-језера. Затим главни канал углавном скреће према југ-југозападу и тај правац задржава са мањим лактовима све до последњег повременог језера (36). Висина је углавном иста, осим између 30—31, где је један већи део таванице обурван. Таваница целом дужином овог дела канала се сужава у пукотину. Пошто је и у дно канала усечен узан жљеб, то су попречни пресеци канала готово симетрични (I, III), сем на оним местима где је услед обурвавања таванице сужени жљеб на дну канала покривен обурваним материјалом (IV). Испред тачке 31 обурвани материјал је цементован; извесни делови дна канала су покривени и финим песком преко којег протиче повременни водотек.

Од лактастог скретања (36), канал, који је досада био широк 5 м, почиње да се сужава и мало спушта. Са леве стране одваљени су већи блокови, који су скоро запушили канал (38—39). Једино тесним пролазом покрај десног зида и испод одваљаних блокова може се проћи у остале делове пећине. Одатле пећина се дели на горњи и доњи канал. Код тачке 39 је обурван кречњак између таванице Доњег и пода Горњег канала, те се ту може лако проћи из Доњег у Горњи канал пећине.

Доњи канал (39—65) је продужетак досадашњег већ приказаног главног канала. Он углавном задржава континуелан пад ка излазу,

сем на местима где је таваница обурвана, где се добија лажан прелом у облику преврнутих сифона или брана. Све до другог спајања са Горњим каналом (45), преко отвора створеног такође обурвавањем, Доњи канал вијугајући благо задржава углавном исти облик. Доцније се с дна Доњег канала издиже гомила блокова одваљених са таванице и сложених у виду купе. Ту се такође Доњи канал спаја с Горњим. Иза тога дела, Доњи канал се проширује; по дну има песка и обурваних блокова. Даље (72), Доњи канал је опет спојен с Горњим кроз 2 вертикална каналића створена обурвавањем кречњака између канала. У продужетку Доњи канал пада инверсно за 4 м (48—49), да би затим продужио опет континуелним падом ка излазу. Још на једном месту Доњи и Горњи канал спајају се вертикалним каналима (51). Одавде па све до краја канал задржава исти пад. Незнатно се проширује и повећава висину на оним местима где је процес обурвавања интензиван (између 52—53, 56—57 и 61—63). У том делу ретко где има глине; дно је претежно стеновито, или је покривено финим песком. На крају канал скреће ка југ-југозападу, а испод отсека, високог 6 м, налази се подземно језеро. Уствари, то је сифон испуњен водом. Вода тог језера продире и испуњава бочне пукотине, што је онемогућило даље испитивање Доњег канала.

Први улаз у Горњи канал налази се на месту најинтензивнијег обурвавања (67). Дно крака који је одатле управљен према си. (67—66) је делом обурвано у Доњи канал и тако је тај нижи канал на том месту готово затрпан обурваним блоковима. На таваници Горњег и Доњег канала виде се две дијаклазе, које се укрштају и на њиховом пресеку је дошло до поменутог обурвавања. Висина и ширина другог дела Горњег канала, оног који је управљен на ј.—јз. је иста све до тачке 69, где је опет дно Горњег канала обурвано у Доњи. Код тачке 72 дно Горњег канала је такође обурвано и ту су створена раније поменута два вертикална отвора која спајају Доњи и Горњи канал. Таква спајања имамо и узводније још на два места, и то код тачке 75, 81 и 84, где се јавља бочни степеничasti канал, и код тачке 76, где су такође два вертикална отвора. У задњем делу Горњи канал смањује висину. Он се завршава на надморској висини од 128,5 м. Пред завршетком (79—80) у њему се налазе четири понора. За разлику од Доњег канала, Горњи је по дну покривен акумулационим материјалом — глином протканом обурваним материјалом, на коме се изграђује пећински налит. Ова акумулација је условила зачепљавање канал

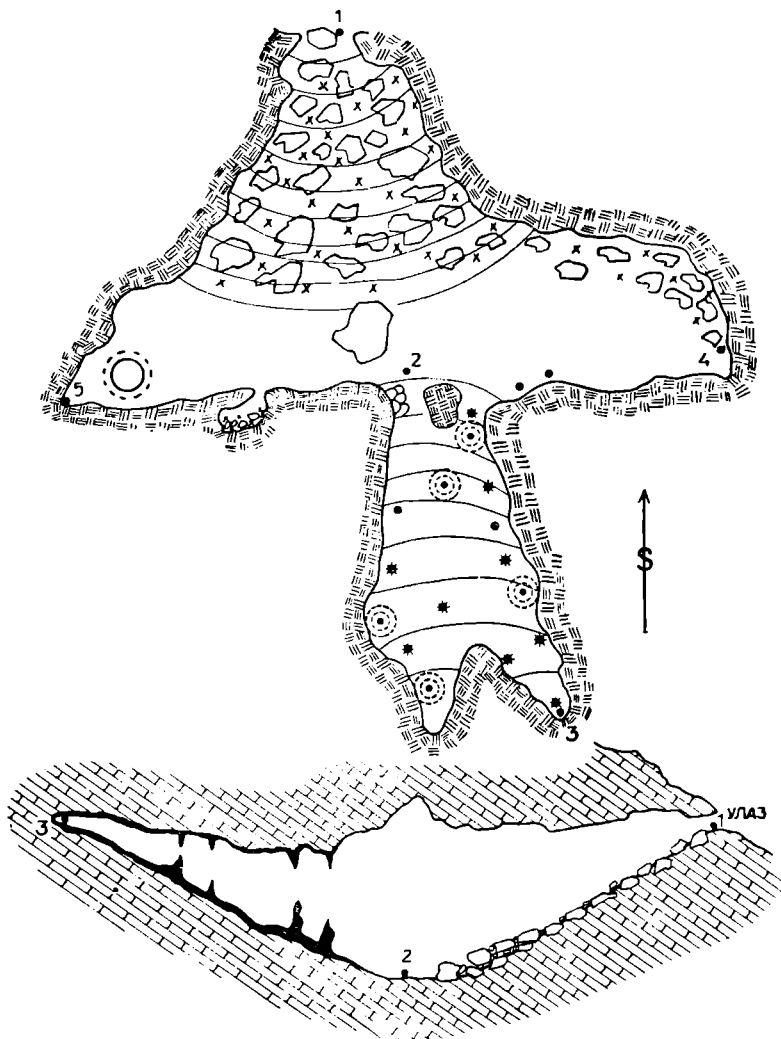


Ск. 4. — Профил пећине Беле Воде.

Дужина Доњег канала износи 722 м, а Горњег 233 м, те укупна дужина пећине Беле Воде износи 955 м.

Пећина Змејевец

На Илимовом Риду, на левој страни суходолице која се спушта са Краставца, на надморској висини од 630 м, налазе се два отвора, прекривена грањем и одваљеним кречњачким блоковима. То су улази у



Ск. 5. — План и профил пећине Змејевец.

пећину Змејевац (ск. 5). Ова пећина по своме облику сасвим је друга-чија од осталих пећина. Одмах иза тешко проходног улаза, дно се стрмо

спушта на дужини од 24 м. На појединим местима тог стрмог дна, изграђеног од материјала обурваног са таванице, има ту и тамо салива. Уствари ту је обурвавањем отворена пећина и улази су пећинске вигледи. На дну лежи и један одваљени блок велик око 80 m^3 (1—2). Од дна ове обурване гомиле пећина се проширује и рачва у три канала управљена лево и десно и у продужетку улазних канала. Леви канал задржава исту висину, дно му је нагнуто ка десном зиду; са њега се спуштају сталактити, саливи; са дна се ту издиже један циновски сталагмит у облику куле. Канал се завршава после 14 м (2—4). Десни крак (2—5), дугачак 30 м, на крају је зачепљен. При крају тог крака се на таваници налази вертикални одак. У левом зиду је отвор бочног каналића, такође зачепљен цементованим конгломератом. Трећи крак, дугачак 26 м, стрмо се издиже и завршава се с два каналића испуњена саливима. Он је богат пећинским накитом; ту су нарочито лепе бигрене тавице испуњене кристално бистром водом. Ходајући по бигреним саливима на поду чује се потмули одјек, што указује да је спрат материјал на коме се таложио калцијум карбонат. У овој пећини, дакле, на једном малом простору имамо и отварање пећине интензивним обурвавањем, условљеним укрштавањем пукотина дуж којих су изграђени канали и истањеношћу пећинске таванице, и испуњавање канала пећинским накитом. Змејовец је, уствари, скривена пећина која је откривена баш овим обурвавањем — стварањем вигледи — садањих улаза.

Хидрографске појаве

Све напред побројане мање пећине налазе се у сувој хидрографској зони. Пећина Беле Воде припада свим зонама. Вода се у пећинама суве зоне јавља само као капница, и то после јачих киша или при наглом топљењу снегова. Она није у стању да образује било какве токове у пећинама. Једино у пећини Змејовец капље са таванице, градећи сталактите и сталагмите и храни водом тавице преко којих се вода неприметно прелива. И у Горњем каналу пећине Беле Воде вода се не задржава, већ пројури наниже; и овде капница изграђује пећински накит.

Повремени подземни токови. — У Доњем каналу Беле Воде повремени токови се гравитационо крећу по дну канала. Јединствени ток Доњег канала разбијен је на више делова; од некадашњег једног тока изграђено је више повремених токова. У улазном делу пећине повремени водотек избија у канал испод прве галерије, па тече ка излазу у виду слабог цурца (8—2). Иза Велике галерије (23—15) јавља се такође повремени водотек, који је вероватно у вези са осталим узводним разбијеним водотеком. Вода углавном избија испод преграда, сипара или купа, а низводно се губи (35—30, 44—37 и 61—55). Повремени ток у каналу јавља се за време високог водостања, после плахих киша или после наглог топљења снега, кад ниже пукотине, у којима се изграђују најмлађи канали, нису у стању да приме сву воду; тада један део воде тече доњим каналом.

Језера. — Вода на појединим местима у пећини Беле Воде узјезерава се повремено и стално.

Повремена језера јављају се у Доњем каналу, на месту где повремени водотек тече преко компактнијег кречњака. По своме положају повремена језера су тројака. Образована су у сифонским деловима канала, у најнижим деловима пећинских вртача и у циновским лонцима. Таква језера су у првом сифону, потом оно које испуњава најниже делове пећинске вртаче иза Велике Галерије, изнад првог отсека и испред другог канала. Вода их њих отиче кроз пукотине на дну, које је заглавено (15—16, 19—20, 37—38). Трећа су у циновским лонцима Доњег канала (23—24).

Маргаритино језеро припада групи гравитационих басена са сталним отицањем које се врши и гравитационо и под хидростатичким притиском, онако као што је изложио *Б. П. Јовановић* (11). Језеро је дугачко 8, широко 4,5, а дубоко 4,5 м на средини и 5 м на крају. Вода је кристално бистра, са температуром која варира; тако је 15. VII. 1956 температура воде била 14°, а исте године, 6. XI., она је износила 12°. На зидовима се виде слабе беличасте црте које указују да ниво воде у језеру варира. За време првог обиласка тог језера, ниво воде је био виши за 1 м.; у десном савијеном краку видно се примећивало отицање воде у правцу севера.

Извори. — Шест метара испод улаза у пећину Беле Воде, а 0,5 м над нивоом Вардара, јавља се извор у насипу испод пута за Ђевђелију. Извор се може проматрати само за време високог водостања; тад вода избија преко блокова насипа и распрскавајући се чини минијатурне слапове. Иначе, за време ниског водостаја, она се губи у насипу пута и неприметно се улива у Вардар. Скоро сва атмосферска вода која падне на брдо Краставац, кроз безброј пукотина слива се у правцу пећинских канала Беле Воде; они је одводе у Вардар, и то на најнижем откривеном месту. Такво је одводњавање предиспонирано усцањем клисуре Вардара, нагнутошћу слојева према северозападу, дијаклазма меридијанског правца и другим. По казивању мештана, вода тог извора се не мути ни после јачих киша или топљења снегова. Ово је вероватно због великих резервоара воде који се налазе испод Доњег канала, као што је напр. резервоар воде у Маргаритином језеру, који омогућавају таложeње материјала понетог водом.

Постанак и развитак пећине

Еволуција пећина на Краставцу и Камену у тесној је вези с развитаком уздужног профила реке Вардара у фазама сукцесивног спуштања и стабилизације. Вардар, као алогена река, успео је да засече у кречњачком гребену своју клисуру. Он је претстављао непосредну доњу ерозиону базу крашког процеса у овом гребену, који је опкољен вододржљивом браном од еруптива на северу, истоку и југу, а на југу ограђен олигоценим слојевима. Захваљујући овом загату, кречњачки гребен био је конзервисан и сачуван од потпуног уништења. Спуштајући своје корито Вардар је одгађивао кречњак, те се крашки процес јављао напоредо са флувијалним процесом.

Наиме, за време регресије Средњевардарског језера, језерозина, а доцније и једина отока тог језера, ишли су преко Демир Ка-

пије. Доцније, у флувијалној периоди, Вардар је поступно све дубље пресецао кречњачку греду и снижавао вододржљиву брану, тако да су све дубљи делови кречњачке масе поступно откривани и излагани крашком процесу.

Да бисмо имали јасну претставу о развоју појединих карских облика на различитим нивоима, потребно је да их прикажемо по оном реду по коме су се стварали.

Прекрашка ерозија. — Са регресијом Јејејског Језера кречњачка маса Краставца (898 м) бива преобраћена у копно и изложена флувијалној ерозији. Пошто Демир Капија чини крајњу југоисточну границу средњевардарске депресије или Средњевардарског језера, што наводи *Ј. Цвијић* (1, 221), то њене западне стране бивају обрађене абразијом; дуж њих се упоредо с повлачењем језера образују кратки повремене водотеци чији изворишни делови залазе до дијабаза Клисуре. Између коте 898 м и крајњег југоисточног рта на Краставцу, пружа се шири плитка удолина која потсећа на средњи део долине неке алогене реке, уништене пиратеријом, у овом случају вероватно потоком Клисуре.

На овако малом пространству испрва нису могли да се развијају крашки процеси због високог загага са свих страна кречњачке масе. Површинска ерозија изградила је нормалне долине кратког тока.

Још у неколико махова оживљавала је ерозија реке Вардара. У самој клисури она је откривала све дубље делове кречњачке масе Краставца и Камена, што је условило спуштање стално влажне хидрографске зоне у већу дубину. То је омогућило да у кречњачкој маси, а нарочито дуж речних корита, почне вода да понире; она проширује безбројне пукотине, ствара издухе и понире, прве веснике изградње подземних облика, скрашћавају се површински токови који су припадали сливу реке Бошава.

Изградња најстаријих подземних облика. — За време изградње површи од 550—620 м (5,137) оголићују се виши делови Краставца и већи део атмосферске воде која пада на њега понире пукотинама у кречњачку масу. У тој фази је делом скрашћен ток који силази са коте 898 м и који у унутрашњости кречњачке масе задржава исти правац као и на површини ка западу, тј. пружа се ка централној језерској равни. Са скрашћавањем тог тока започиње интезивна изградња пећинских канала, нпр. тад се проширује скривена пећина Змејовец. Вероватно да су канали Змејовца само поједини делови неког већег система пећинских канала, који је, како ћемо видети доцније, уништен. Главни канал Змејовца се пружа према западу, тј. исто као и површински ток, што значи не у правцу пада слојева, већ под углом. Величине канала сведоче да је ток био већи, но што би могао садањи скрашћени слив да му пружа.

У овој фази, у кречњачкој маси постоје стално влажна хидрографска зона и, изнад ње, повремена, која храни површинске повремене токове.

Изградња млађих пећинских канала. — За време флувијалне фазе од 80 м (9, 137), када је изграђивана тераса Вардара у Тиквешу, про-

бојница у Демир Капији вероватно није могла да прими сву воду Вардара; испред улаза у клисуру, који је био много ужи, вода и материјал закрчили су пролаз, те се она ковитласто кретала и изградила циновски лонац на улазу у клисуру. За време изградње лонца, једном од низа бочних пукотина притицао је слаб цурац и изградио канал на зиду лонца (ск. VI, 2—3). На истој висини има још неколико отвора, који су вероватно у вези са изградњом кањонске клисуре Иберлиске Реке.

Фази изградње млађих пећинских канала припадају све пећинепоткапине изграђене у нижим деловима кречњачке масе, као I, II, III, IV и V пећине. Све су изграђене атмосферском водом дуж посебних пукотина. Отвори неких су распоређени у висини тераса реке Вардара од 60 м, 35—40 м и 15—20 м, утврђених у Тиквешу (5, 137). Једино је друга пећина изграђена водом реке Вардара, и то за време усецања његовог корита између терасе од 40 и 20 м.

Од интереса је, да у кањонском делу Демир Капије, а на отсеку Краставца, немамо већих видљивих отвора; ту се налазе само мање проширене пукотине, створене ерозијом понируће атмосферске воде дуж издвојених пукотина. Такве разбијене и незнатне воде са Краставца нису могле да изграде веће подземне облике у овој фази. Треба имати у виду да се и данас овај гребен налази између изохијета од 400—600 мм, и да је атмосферски талог неравномерно распоређен у току године (по Ренијеру, 7).

Међутим, у пећини Змејовец се продужава изградња пећинских канала и усто се одвија обурвавање таванице. Вероватно су се у овој фази пећински канали Змејовца изграђивали и испод нижих низводнијих делова суве долине, а у изграђеним каналима почиње обурвавање таванице.

У овој фази већ имамо оформљене све три хидрографске зоне у кречњачком гробу. На ово нам указују кратке напред већ изнете мање пећине изграђене испод старијих сувих пећина.

Најмлађа фаза изградње подземних облика. — У току најмлађе фазе скрашћавања, тј. кад је Вардар спустио своје корито до нивоа данашње терасе од 4—5 м, скоро су потпуно скрашћени сви површински токови, а што је најважније, вода је преоријентисана у другом правцу и створен је јединствен (ако тако може да се каже) систем пукотина. Тад су површински токови, који су раније исцела припадали сливу реке Бошаве, десној притоци Вардара, скренули подземно низ пад слојева и избили на месту најниже откривене тачке кречњачке масе у клисури Демир Капије, где су се и уливали у Вардар. Овом преоријентацијом воде захваћен је већи део пукотина на кречњаку Краставца; данас нема сталних извора ни врела по осталом ободу кречњачке масе у нивоу загата, — ни на западу, где се он пење до висине од 200—340 м, ни на југу и истоку, где се издижу дијабази највише до 700—740 м, нити на северу где је кречњак загаћен од 200—300 м. Загат је најнижи у клисури Вардара, — на нивоу од 97,5 м, и сва карсна подземна вода упућена је у том смеру. Из тога излази да је правац дијаклаза према месту где је Вардар најдубље просекао загат условило преоријентацију подземне воде. Повећана количина воде, управљена према једној тачци — ерозионој бази, омогућује изградњу највећег подземног облика

овога краса — речну пећину Беле Воде. Преоријентација воде, као последица дисперсије и дејства хемиске ерозије, као што наводи и *Ј. Цвијић* (6, 14), је нека врста пиратерије. Али пошто се ова пиратерија врши без интервенције неке друге подземне реке, тј. пошто река врши пиратерију сама на себи, пошто то није типична пиратерија, употребили смо израз „преоријентација воде“.

Пећина Беле Воде изграђена је у две етапе. Као што смо и навели, она данас има изграђене канале у сувој, прелазној и стално влажној зони. Први ниво те пећине је континуелно нагнут ка излазу и речни ток пећине саображавао се према току Вардара. Спуштајући се sukcesивно на ниво терасе од 4—5 м, Вардар је потсекао уздужни профил подземне притоке. Услед тога јавила се на месту прелома допунска ерозија, како је дефинисао *П. С. Јовановић* (9, 24), која је имала задатак да изравна прелом између низводног и узводног пада, како би се они ускладили. Како се ово саображавање профила не врши у нормалним теренима, већ унутар кречњачке масе, то водени ток користи постојеће ниже пукотине, проширује их хемиском механичком ерозијом, са циљем да свој подземни ток саобрази према новом нивоу главне реке. Због различите фисурације појединих делова кречњачке масе, подземни ток Беле Воде није могао цео свој профил да саобрази, већ се јавио прелом између Горњег канала и низводнијег дела Доњег канала на месту компактнијег кречњака (39, 67). Вероватно да су упоредо са уназадним померањем отсека отворене и проширене узводније ниже пукотине, кроз које је вода почела да понире у Горњем каналу, тј. почело је скрашћавање Горњег канала и изграђивање саображенијег профила Доњег канала према нивоу најниже терасе Вардара (39, 65). Из тога произилази да у изграђивању канала пећине Беле Воде постоје два стадијума саображавања профила: 1. обухвата профил Горњег и дела Доњег канала испод тач. 39, а 2. обухвата цео профил Доњег канала — од 65 до 1. Овакво објашњење еволуције канала донето је на бази следећих појава:

а) у клисури на отсеку кречњачког масива Краставца нема нигде пећинских отвора у нивоу Горњег канала;

б) испред највећег места обурвавања (39) дно је угнуто и то претставља, вероватно, део затрпаног циновског лонца и

в) таваница између тачке 67 и 66 у Горњем каналу нагнута је према том циновском лонцу, што нам указује да је и канал био у истом правцу нагнут.

У току изградње Доњег канала подземни ток, проширивајући пукотине и саображавајући свој пад, условио је подземно обурвавање на местима укрштавања са Горњим каналом. Ово обурвавање је веће на местима где су услови за обурвавање повољнији, где се Доњи на већем простору пружа испод Горњег канала, где се слажу правци канала и правац пада слојева и где су пукотине чешће. Обурвана места у Доњем каналу, а нарочито све галерије, претстављају облике селективног обурвавања, онако како је изнео и *Б. П. Јовановић* (5, 19). Процес затрпавања канала започео је оног момента када се је у каналу јавио повременни ток, који није био у стању да те обурване масе хемиском и механичком ерозијом уништи или пренесе у ниже делове. Примери: очувани сипови, купе, преграде испод места обурвавања.

Процесом обурвавања вероватно је затворен и уништен и већи део пећине Змејовец. На то нам указују огромни блокови у суходолици која силази са Краставца. Од обурваних стена немогуће је ићи дном суходолице, која, напомињемо, нема велики пад (види карту). Међутим, суседне суходолице немају овакве велике масе обурваног материјала.

У другој етапи, најмлађој, започео је у пећини Беле Воде и Доњи канал да се скрашћава, тј. да саображава подземни ток према данашњем нивоу Вардара; тако данас имамо повремени ток у Доњем каналу само за време максималних вода. Уствари, вода се данас највећма креће само нижим системом пукотина; од Маргаритиног језера отиче испод Доњег пећинског канала. Да је фаза скрашћавања надвладала у Доњем каналу показују и повремени језера у најнижим деловима Доњег канала, развијена у пећинским вртачама. Маргаритино језеро је сифон најнижег доступног речног канала, а низводно и узводно од њега изграђују се нови канали ове пећине.

На крају да напоменемо да се у Доњем каналу налазе веће количине финог речног ситног песка пореклом од кристалистих шкриљаца, који указује да је у неоткривеним узводним деловима процес спуштања вероватно завршен, да је подземни водотек доспео до непропустљивих стена у подлози. Овај процес је међутим још активан у низводнијим деловима, где се канали изграђују у кречњаку.

ЛИТЕРАТУРА

1. *J. Цвијић*: Основи за географију и геологију Македоније и Старе Србије, књ. I—II, Београд 1906.
2. *E. Kuhlbrodt*: *Klimatologie und Meteorologie von Mazedonien*, Hamburg, 1920.
3. *F. Kossmat*: *Geologie der Zentralen Balkanhalbinsel*, Berlin 1924.
4. *П. С. Јовановић*: Загађени карст, Зборник радова посвећен Јовану Цвијићу, Београд, 1924.
5. *В. С. Радовановић*: Тиквеш и Рајец, Насеља и порекло становништва, књ. 17, Београд, 1924.
6. *J. Цвијић*: Циркулација воде и ерозија у карсту, Гласник Географског друштва, св. 12, Београд, 1926.
7. *X. Ренијер*: Карта годишње количине кише у Краљевини Југославији, Збирка карата Географског друштва, бр. 4, Београд, 1935.
8. *А. Полић, К. Јенко и Д. Јојић*: Извештај за геолошко картирање на пошироката област Демир Капије, Трудови на Геолошки завод на НРМ, св. 3, Скопје, 1952.
9. *П. С. Јовановић*: Равнотежни профил и саобразни профил, Зборник радова Српске академије наука, књ. 8, Београд, 1954.
10. *Б. П. Јовановић*: Подземна обурвавања у красу, Зборник радова Српске академије наука, књ. 12, Београд, 1956.
11. *Б. П. Јовановић*: Крашка хидрографија — из реферата одржаног у Српској академији наука на дан 5. IV. 1957 г.

R é s u m é

D. Manaković

LES GROTTES DE DEMIR KAPIJA

Demir Kapija est le plus grand défilé du fleuve Vardar en Macédoie, construite dans le calcaire jurassique et dans des rochers éruptifs. Les calcaires occupent une petite surface du terrain juste sur les monticules de Krastavec et de Kamen, et ils ont été bien réduits en fragments par les mouvements tectoniques développés plus tard au milieu de la vallée du Vardar. Après la retraite du lac néogène, qui comblait cette vallée, à travers la gorge de Demir Kapija, le calcaire s'est transformé en sol, sur lequel commençait à opérer l'érosion karstique. La masse calcaire fut enceinte au bord par les émissions éruptives, des sédiments oligocènes et probablement par des sédiments néogènes, qui furent dénudés après. Dans cette oasis le matériel enceint était déterminé, en grande partie par l'action karstique, qui se développa en plusieurs phases.

Dans la première phase se sont développés les courants d'eau sur la terre, dirigés vers l'ouest, le nord-ouest, c'est-à-dire les courants qui appartenaient au bassin de la rivière Bošava. Plus tard à l'époque du bas-karst des courants souterrains continuaient à créer des cavités dans la même direction où coulaient les courants de la surface (par exemple la grotte Zmejovec). Cependant à cause de la nouvelle taille du lit du Vardar sous la ligne de l'enceinte et des embranchements orientés par la direction du méridien il s'ensuit une nouvelle orientation de l'eau souterraine vers le Nord, c'est-à-dire vers le Vardar, le point le plus bas du calcaire dénudé sur les bords; c'est alors qu'est formée la plus longue grotte, Bela Voda à Krastavec, qui a une longueur de 955 m.

Les canaux de la grotte Bela Voda sont continuellement penchés vers la sortie et le courant souterrain a concordé sa chute vers le niveau du fleuve Vardar. Cette concordance a deux étapes. Dans la première étape nous distinguons deux degrés de concordance des canaux des grottes. Au premier degré appartient la formation du canal supérieur avec le canal inférieur sous le point 39, dans lequel le profil avait une rupture. Au deuxième degré appartient le profil plus concordant et précisément du lac Marguerite jusqu'à la sortie de la grotte, et il a, en somme, une chute continue vers l'issue.

À la deuxième étape, avec des tailles plus récentes du lit du Vardar, le courant souterrain concordant son profil s'abaissa dans les fissures plus basses au-dessous du Canal Inférieur et, sous la sortie de la grotte, dans le talus, jaillit imperceptiblement en une source.

Aujourd'hui nous avons dans les canaux de la grotte Bela Voda un courant périodique. Du sable fin au fond des canaux de la grotte nous montre que le processus de la formation du karst est achevé en aval du lac Marguerite, qui est probablement un siphon, et que le courant souterrain est abaissé sur les ardoises cristallines qui se trouvent au fond du terrain calcaire.

Les autres grottes sur la rive gauche du Vardar sont formées par des courants indépendants dans les fissures, et par l'eau du Vardar. Une forme intéressante est celle de la VI^e grotte qui représente les restes d'une marguerite géante construite par le tourbillonnement de l'eau du Vardar à l'entrée-même de la gorge Demir Kapija.