

ИСТОРИЈСКИ ПРЕГЛЕД О ИСПИТИВАЊУ КАРСТА¹

Испитивање пећина и јама. Код многих народа постоји веровање да су пећине и јама станишта подземних духова или су за њих везане бајке о дивовима и пепељугама, као и многе хришћанске легенде; скоро у свима земљама прича се о благу, које је сакривено у пећинама, нарочито у пећинама Источних Алпа. Превлађивало је веровање да су јама без дна, и да све пећине, које нису кратке или лако проходне, имају тајанствене и врло дугачке канале. Први описи пећина били су надахнути овим народним празноверицама или уобразиљом писаца. Тек крајем XVII века почиње „подземни алпинизам“, т. ј. испитивачи се спуштају у јама и проучавају пећине.* Један од првих испитивача, који није стајао под утицајем народних празноверица, био је крањски племић Ј. В. Валвазор (1). Он је посетио и испитивао пећине: Постојну, Луег, Kleinhänsee, Требићску, San Servolo и још неке. Био је даровит и савесан проматрач; то се нарочито види по његовом опису хидрографских прилика Церкнишког Језера: тачно је описао све његове поноре и еста-веле, као и друге појаве, и моје је уверење да га у том погледу није надмашио ниједан од доцнијих, врло многобројних испитивача. Доцније је лекар Balthasar Haquet (2) чинио такође егзактна проматрања пећина, а проучавао је Церкнишко и Чепићско Језеро. Haquet је описао све карсне појаве осим шкрапа; сматрао је да вртаче постају распадањем кречњака. Обадвојица су се дакле, бавила о једном делу динарског карста, нарочито словеначког. У исто доба или нешто доцније Nagel се спустио у пећину Мацоху у Моравској (1748. године), Lloyd у Elden-Hole у Derbyshire-у (1770. год.) и Carnus у Tindoul (Aveyron—1785. год.). Али почетком XIX века грозничава тежња за откривањем непознатих подземних канала обузима велики број испитивача. Испитују се многе пећине и испитивања су све тачнија.

Најрационалније би било да се истовремено проучавају спољни карсни рељеф и његови унутрашњи облици, да би се могли тачно утврдити њихови односи. Али су, у већини случајева ова проучавања вршена независно једна од других. Нарочито су морфолошки проучаване пећине и јама. То су и најважнија проучавања која ће овде бити изложена. Нећу говорити о испитивању пећина у преисторијском и биолошком погледу.

Први пут су систематски проучаване пећине и јама у тршћанском и крањском карсту. Тражећи пијаћу воду за Трст, Lindner се спустио (око 1840. год.) до дна Требићске Јаме, 322 м. испод површине, и открио

¹ Једна глава из увода у дело о карсту које ће изаћи на француском.

ту велику пећину са подземном реком која је само 19 м. изнад морског нивоа. Инжињер Сфорци је израдио познати план Требишке Јаме. Ова проучавања описао је А. Morlot (3). Али тек Adolf Schmidl отпочиње систематски проучавати пећине. Од 1850. године Schmidl је вршио проучавање да би „утврдио топографске прилике пећина у Крањској“. Он је први научно проучио пећине у Постојни, Луегу, Планини и Ложу, јаме Пивку и Черну и дубоке вртаче на С. од Планине. Schmidl се даље први усудио да плови чамцом по подземним рекама, од 1850. до 1854. год. (4).

После Шмидлових радова све се више и више развија проучавање подземне хидрографије карских предела, који су тада припадали Аустрији. Оно је, истина, отпочело још крајем XVIII века, јер је Tobias Gruber (5) после Ј. Валватора такође врло реално проучавао хидрографске појаве Церкнишког Поља у коме се од 1704. до 1714. год. стално одржала вода и образovalo језеро. Али су ова проучавања као и Валваторова била скоро заборављена. Од доцнијих, најзначајнија су испитивања А. Bayer-а, Е. Tietze-а и Ђ. Пилара, која су вршена ради снабдевања пијаћом водом карских области Војне Границе. Други геолози бавили су се њима приликом геолошког картирања аустријског карста, где су проучавали и хидрографске појаве као: S. Lorenz, G. Stache, P. Partsch, D. Stur, E. Tietze, Lipold, Hauer, и др. (6).

Овим испитивањима треба додати и радове спелеолошке секције немачко-аустријског алпског клуба у Трсту; три члана овога клуба, Hanke, Müller и Маринић, нарочито од 1883. године вршили су многобројна проучавања у пећини Реке и јамама тршћанског Карста. Аустријско министарство пољопривреде, проценивши практичну вредност проучавања пећина, поверило је инжињерима W. Putick-у, F. Kraus-у, F. Hra-sky-ом и другима испитивање пећина у Крањској; резултати су објављени у разним часописима а нарочито у Mitteilungen d. k. k. Geographischen Gesellschaft (Wien, 1887, 1889, 1890), Wochenschrift des österreichischen Ingenieur und Architekten--Vereins (Wien, 1887 и 1888) као и у Österreichische Turisten-Zeitung (1883, 1885, 1886) и т. д. У вези са овим радовима отпочели су први систематски покушаји исушивања карских поља и одбране од поплава у Босни и Херцеговини под руководством инжињера Riedel-а, A. Ballif-а и Andreas-а; осим тога босанска Дирекција Вода са успехом је подизала чатрње. Скоро у исто време основано је Аустријско Спелеолошко Друштво (1884. године) и у његовом часопису (Mitteilungen der Section für Höhlenkunde) објављена су многобројна проматрања, нарочито из карских области Лике. Мало доцније G. A. Perko је започео испитивати пећине и јаме у Крањској и околини Трста, и касније их наставио заједно са италијанским истраживачима. Најзад, за време светског рата аустријски генералштаб наредио је да се проуче јаме у циљу да дође до пијаће воде и да их употреби као заклоне, магацине, мунициона слагалишта и т. д. Најинтересантнији резултат овога рада је Lahner-ово проучавање јаме Добри Дб у Његушима у коју се спустио до 340 м. (7); то је до скоро била најдубља проучена јама.

Продужење је динарског карста према Ј. карст у Грчкој, нарочито на Пелопонезу, затим карст Мале Азије, особито у Ликији. За ове области имамо велики број проматрања о *кашавошрама* и *кефаловризима*, као и о карским пољима и њиховом исушивању, које су покушавали да изврше у разним епохама; али су ова проматрања растурана у најразноврснијим делима, понекад чак и у археолошким распра-

вама. Најбоља проматрања о карсним појавама на Пелопонезу налазе се у публикацијама Француске експедиције у Мореји, у делу Neumann-Partsch-а о физичкој географији Грчке и радовима А. Philippson-а о Пелопонезу, Копајском и Фенејском Језеру. Сидеридес је систематски проучио неке пећине и поноре на Пелопонезу (8).

Још пре светског рата, О. Marinelli, и сам испитивач морфологије карста, дао је снажан подстицај проучавању карста у Италији. Тада су основана многа спелеолошка друштва, већином као секције Италијанског Алпског Клуба. Најважнија, тршћанско и удинско, одржала су се до данас. *La Società Alpina delle Giulie у Трсту*, основало је један одбор за пећине који је под вођством Eug. Voegan-а и Bertarelli-а извршио најзначајнија испитивања у тршћанском Карсту. Чланови ове секције испитали су до краја 1924. године 1760 пећина и јама; међу њима и једну јаму у Ћићарији на Истри, дубоку 380 м., коју су на звали по Бертарелију; то је до данас најдубља јама на земљи. Поред тога су, благодарећи потпори разних италијанских министарстава, најбоље развили спелеолошку технику. Нема ниједног броја двомесечног часописа ове секције, „Alpi Giulie“ у коме не би било публикација о пећинама и јамама. Ова комисија са Перком, директором пећине у Постојни, наставила је проучавање врло разгранатих канала те пећине, коју Италијани данас зову *la Grotte di Postumia*. Перко је проучавао и пећине и јаме у Марковшчини. Уз све публикације италијанских испитивача иду цртежи и профили, који им знатно повећавају вредност. У споразуму са овом спелеолошком секцијом и општином града Трста, професор Timeus је предузео врло детаљна проучавања веза Ауризине и Тимава са Реком (9).

Исто је тако доста урадило и друштво *Circolo Speleologico Friulano* у Удини, основано као одељак *Società Alpina Friulana*. Чланови *Circolo*-а објављивали су резултате својих проучавања пећина у почетку у ревији „In Alto“, а 1904. године основали „Mondo sotterraneo“ под редакцијом F. Musoni-а. У том су часопису објављивани не само морфолошки и биолошки резултати о пећинама јужних кречњачких Алпа, већ и о карсту других области; уз сваку свеску је доношен врло добро израђиван критички преглед радова о карсту.

У Француској се ова проучавања врше одавно. Поменуто је Carnus-ovo спуштање у Tindoul (Aveyron) око 1785. г., затим (10) Virlet-ова (1833. г.) и (11) Desnoyer-ова (1845. г.) испитивања. J. Fournet је у Јури и на Југу Француске вршио детаљна морфолошка проучавања, која и данас имају вредности (12).

Најобилнији је рад на испитивању јама и пећина Е. А. Martel-а јер је обухватио све кречњачке пределе Француске, од Шампање до Пиринеја; најпознатија су и најоригиналнија његова истраживања јама у Causses, Dauphiné, око Воклијског Врела; прва су испитивања била објављена у разним часописима (*Sous terre, Annuaire du Club Alpin Français, 1888—1896; — La Géographie, — C. R. d. Ac. Sciences 1885—1924*) а нарочито у делу о јамама. Martel је испитивао скоро све кречњачке области у Европи па чак и неке изван Европе, а нарочито пећине Велике Британије, Постојну, Маутову Пећину у Kentucky и пећине и јаме на Кавказу. Martel је испитивач који је видео и испитао више пећина и јама него ико други (13). Он је своја искуства сакупио у једном делу. Основао је прво спелеолошко друштво у Француској чији је орган *Spelunca* или *Bulletin de la Société de Spéleologie*, излазио од 1894 до 1914. године. Непрекидним заузимањем, Е. А. Martel је успео

да обрати пажњу француске владе на кужење врела, и она је законом од 15. фебруара 1902. године забранила да се у поноре бацају лешине и сипа нечиста вода. Ова је мера у многоме допринела да у Француској скоро потпуно ишчезне тифусна грозница. Од његових многобројних сарадника највише је радио Е. Fournier, професор Геологије у Besançon-у, који је испитивао пећине и јаме у Јури (14).

Многе пећине и јаме испитао је Armand Viré, нарочито у Causses de Quercy и de Gévaudan, Врло много је сарађивао и на уређењу Radirac-a и Dargilan-a, а у Lacave-у код Rosamadour-a прокопао је тунел од 400 m. дужине, и тако ову пећину учинио приступачном и за публику. Али Armand Viré се нарочито посветио преисторијским испитивањима (15).

Белгијско Геолошко-Палеонтолошко-Хидролошко-Друштво (Société Belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie) основано у Брислу 1887. године, бавило се испитивањем пећина, јама и вртача терцијерне старости (les abanets) у кречњачким областима Белгије, као по начину њиховог постанка. По иницијативи свога секретара, Е. Van den Broeck-a ово је друштво ставило у програм и проучавање хидрографских проблема кречњачких предела. После низа студија о последњем питању Van den Broeck је у једној расправи изнео преглед резултата о хидрографским приликама кречњачких терена. Исто је друштво 1903. године организовало проучавање подземних токова помоћу материја за бојење воде. (Bull. Soc. Belge de Géologie etc. t. XVIII, 1903). Изгледа ми да су успели да реше тежак проблем, који је раније представљала употреба флуоресцеина. Ово друштво, најзад, бавило се и хидротехничким и хигијенским проблемима. Резултат свих ових искустава је капитално дело Е. Van den Broeck-a, Е. А. Martel-a и Е. Rahir-a о пећинама и подземним рекама у Белгији (16).

У Србији сам започео испитивање карсних појава 1888. године. Прво сам проучио и израдио планове пећина Источне Србије; ова су проучавања допуњена испитивањем једенаест леденица и проучавањем пећина у другим крајевима Србије. Испитано је укупно 12 километара пећинских канала. У ову врсту спадају и проучавања подземне хидрографске везе Преспанског и Охридског Језера, која су удаљена једно од другог 15 до 18 километара; и о хидрографским приликама Островског Језера. У више махова проучавао сам динарски карст, његове главне проблеме а нарочито карсна поља и њихове хидрографске прилике. Ј. Пољак је израдио планове и фотографски снимио многе мале пећине у Хрватској, и изгледа ми да су ова испитивања, као и нека друга у нашој земљи, била често непотпуна због оскудице потребног спелеолошког алата. Да би накнадило овај недостатак Географско Друштво у Београду основало је Спелеолошку Секцију, коју потпомаже и Академија Наука у Београду. Осим тога, због практичног значаја хидрографско спелеолошких испитивања у карсту, успео сам задобити за ова проучавања Генералну Дирекцију Вода у Београду (Директор Г. Вињеро), која је с највећом готовошћу набавила цео спелеолошки алат и инструменте. Ове године су отишле на терен две спелеолошке групе. Благодаречи помоћи спелеолошке секције, Г. Ђиромета, професор у Сплиту, могао је довршити, до извесне мере, проучавање јама и пећина средње Далмације. Поред тога два сарадника Географског Завода на београдском Универзитету започели су испитивање велике пећине Ветренице у Херцеговини (Попово Поље) као и јаме Градца у истој

области. А. Гаваци је мерио дубине и израдио батиметријске карте оних поља, која су стално под водом, у северо-западном делу динарске системе, а проматрао је у исто доба и поноре. Ја сам израдио батиметријске карте за Охридско, Преспанско и Островско Језеро (17).

Зона девонског кречњака (дугачка 26 км., широка 2—5 км.) на С. од Брна у Моравској, била је предмет студије многобројних испитивача, а нарочито њена велика пећина Мацоха. Од старијих испитивања најзначајнија су Wankel-ова (1856) и Křiž-ова (започета 1864 г.) која су обухватила све пећине моравског карста, а од нових испитивања Карла Абсолоне, који је резултате својих проучавања средио у једно врло значајно дело, лепо илустровано, објављено на чешком и немачком језику. Иницијативом и под надзором К. Абсолоне пробијени су сифони на излазу Пункве и ове пећине су удешене да их публика може посећивати, а нарочито лепа и интересантна пећина Катарина. После рата отпочело је систематско проучавање пећина у тријаском кречњаку на југу од Татре, нарочито пећине Деменове (18).

У Немачкој бавили су се морфологијом карских терена Gumbel, Penck, Fugger, а спелеолошка испитивања вршили су нарочито Kloos и Endriss, Fraas. После рата основано је у Немачкој и Аустрији више спелеолошких друштава, чији је рад само делимично објављен у разним спелеолошким листовима. Бечко Спелеолошко Друштво, које је и најактивније, издаје *Speleologisches Jahrbuch* под управом R. Villner-a и G. Kyrle-a; од радова објављених у овом часопису најзначајнија су испитивања велике пећине-леднице у Teppengebirge која је дугачка око 30 км. и пећина у Dachstein-у (19).

После рата основан је Институт за Општу Спелеологију на Универзитету у Клузу (Румунија) који се бави нарочито биоспелеологијом а њиме управљају Jeannel и Rakovitz. Али и пре оснивања овога института Adolf Schmidl је проучавао бихарски карст а E. de Martonne је вршио морфолошка проматрања у карсту платоа Мехединце и бихарског масива (20).

Изван Европе најинтересантније су кречњачке области Сједињених Држава. О њима се може добити слика и из секција топографске карте Geological Survey-a, а у неколико и према подацима растуреним по геолошким публикацијама и према Water Supply and irrigation papers Geolog. Survey-a. Ту има и података о великој Мамутовој Пећини (Mammoth Cave) која је била у ствари непозната све до испитивања Н. С. Hovey-a (1882), Ellsworth-a Call-a (1897) и испитивања E. A. Martel-a 1910. године; и сада је непотпуно проучена, али се зна да њена дужина не прелази 40 до 48 км. J. W. Beede написао је дело о морфологији кречњака у пределу Bloomington-у у Индијани (21).

Истраживања опште вредности и монографије о карсту. Осим ових проучавања пећина, јама и подземних токова, многобројна проматрања карских појава и карста уопште растурена су по најразноврснијим часописима; нема можда ниједне гране природних наука чији би резултати били тако разбацани. При том проучавања нису увек вршена научном методом; често су то само описи без планова и профила пећина и јама; па и кад их има нису беспрекорни. Али најчешће су испитивања остала недовршена, због сифона и запушених узина на

које се наишло, и резултати таквих испитивања су само делимични; морају се поново извршити.

Због растурености радова нови испитивачи нису по кад-кад били упознати са погледима својих предходника, чак ни са оним који су тачно изложени и довољно документовани. Још чешћи су били неспоразуми. Они су настајали због терминологије која није била тачно утврђена; поред тога је морфолошка класификација карсних облика мешана са генетском класификацијом. Има испитивача који нису верно наводили мишљења својих предходника, кашто можда због незнања језика, и често, исправљајући их, они су износили већ познате концепције. Понекад није био довољно процењен значај неког запажања и није се могло тачно одредити право место некој чињеници или проматрању у низу резултата о карсним појавима. Било би врло интересантно, за познавање научног прогреса, темељно проучити све ове заблуде и погрешке. Ја ћу се дотаћи главних на идућим странама.

У току ових многобројних проучавања изнета су различита схватања о постанку карсних облика и начину отицања подземне воде. Али пре него што се потпуно развила и била доказана многа од ових схватања изнели су већ претходници, најчешће неодређено и без одлучних доказа.

Тако су два схватања о постанку карсних депресија најпре изнели француски и енглески научници још у првој половини XIX века. Они нису узимали у обзир облике динарског карста. Virlet је називао вртаче у Јури „циркови постали саломом пећинског тавана, а J. Fourmet је изнео мишљење да су бунарасте вртаче у Јури постале саломима (22). С друге стране Чарле Лајел и J. Prestwich сматрали су да су sand and grave pipes у лондонској креди нарочито у околини Norwich-а и Canterbury-а постале утицајем инфилтрационе воде. Сох је утврдио да се sink holes у Индијани завршавају пукотинама и сматрао је да су постале дејством атмосферске воде. Тако су мислили и David Dall Owen и J. Lesley о постанку sink holes-а у Kentucky и Charles A. White за вртаче на Јави. *Native wells* у кречњаку Јужне Аустралије према Woods-у постале су „простом ерозијом“, а вртаче на Јамајци, по Sawkins-у, растварањем кречњака дуж пукотина; исто су тако постале и sink holes у долини Naini у Индији (23).

Али тек у Аустрији су потпуније формиране обадве теорије, а испитивачи су се истовремено бавили и проблемом подземне водене циркулације, јер су у динарском карсту ови облици и појаве најраспрострањенији и најбоље развијени; а овде су и из практичних потреба вршена испитивања, нарочито због снабдевања пијаћом водом и исушивања карсних поља. Те хидрографске појаве динарског карста интересовале су испитиваче још од 18. века. Практичне потребе биле су све хитније због умножавања становништва, које се нарочито осетило у току XIX века.

Већ је Tobias Gruber изнео мишљење да су вртаче постале саломом пећинских тавана, док је В. Haquet, скоро у исто време, крајем XVIII века неодређено истакао идеју о постанку вртача дејством распадања кречњака и ерозије. Али прави оснивалац теорије о постанку вртача саломом пећинских тавана био је А. Schmidl, који је сматрао да су тако постала и карсна поља у Крањској. Аустријски геолози овога времена пристали су уз Schmidl-а.

Сукоб између ова два мишљења наступио је тек у другој половини XIX века. Е. Tietze и Е. Mojsisovics, радећи у карсту, нарочито прву гео-

лошку карту Босне и Херцеговине, бавили су се много карсним појавима али су изнели различите погледе о њиховом постанку. Док је Tietze сматрао да се постанак вртача па чак и карсних поља може потпуно објаснити саломом пећинских тавана, Е. Мојсисовић је мислио да су ови облици постали ерозијом а у вези са тектонским процесима; по њему „главни узрок развитка карсних појава било је дејство које је набирање вршило на постанак долине у кречњачким теренима;“ он је поред тога сматрао да су вртаче динарског карста само јужна фаџија алписких шкрапа. Мојсисовићева је идеја у основи тачна, али он није јасно издвојио хемијску ерозију од механичке, и није своје схватање поткрепио тачним проматрањима, којих гада није још било. Осим тога он је унео и пометњу у проблем, јер је узимао да вртаче одговарају алписким шкрапама. Често се и пре Мојсисовића мислило да су тектонски покрети утицали на постанак карсних депресија. D. Stur је сматрао као главни узрок карсних појава набирања земљине коре услед којих постају првобитне шупљине, затим пећине и пукотине; пукотине су опет биле повод постанку нових пећина којима су међусобно везане старе тектонске пећине. J. Lorenz, Lipold и Stache придавали су велики значај тектонским утицајима. Али је Е. Мојсисовић најјасније формулисао ово мишљење. Његови погледи изазвали су живу полемику, нарочито са Е. Tietze-ом. Она је изражена у великом броју расправа и есеја, који су знатно допринели да се расветле извесна питања. Ову битку различитих схватања подробно је, скоро драматски изложио Н. Hilpert. Већина аустријских геолога пристала је уз Е. Tietze-а. При крају полемике изгледало је да ће победити теорија о постанку вртача саломом пећинских тавана, у толико пре што су је прихватили и сви испитивачи пећина и јама у динарском карсту. И заиста F. Kraus, један од главних испитивача, овако се изразио: „Свака сумња је отклоњена и стара теорија о салому пећинских тавана коначно је утврђена“ (24).

При свем том, није био решен проблем о постанку карсних облика. Требало је утврдити да се исти облици јављају у кречњачким стенама различне старости и различитих области на земљиној површини; разбацана проматрања била су врло неједнаке научне вредности. Била су потребна нова тачнија и поузданија проматрања; требало је установити класификацију карсних облика и објаснити подземну хидрографију и постанак осталих карсних облика. То је био циљ дела *Das Karstphänomen*, прве монографије карста. Мада је оно објављено још почетком 1893. године (а завршено у Мају 1892. г.) ја ни сада нисам битно променио мисли о класификацији карсних облика, као и другим проблемима карста о којима се у *Karstphänomen*-у расправљало. Многобројне студије инспирисане су класификацијом карсних облика како је изложена у том делу. Примљено је у опште мишљење да вртаче постају поглавито хемијском ерозијом атмосферске воде, и сочнице у високим планинама, изузимајући случајеве у којима је несумњив процес саламања пећинског тавана и који су много ређи но случајеви вртача посталих хемијском ерозијом дуж пукотина. Теорија о постанку карсних облика саломом пећинских тавана, која је дотле превлађивала, била је после овога напуштена, али ипак не без још једног, последњег напора да се поново васпостави.

То је био циљ дела *Höhlenkunde* од F. Kraus-а. Краус је у њему посветио многе стране да би оборио мишљење о постанку вртача како је изнето у *Karstphänomen*-у и да би, као што смо рекли, васпоставио теорију о постанку вртача саломом пећинских тавана.

Доцније је Е. А. Martel објавио два дела о пећинама и јамама, у којима је прихватио теорију о хемијској ерозији и нагласио, можда јаче него ја, ерозивно порекло многих јама.

Нарочито место заузима велико дело Daubrée-а о подземним водама. Оно обухвата проучавање подземних вода у свима стенама. Добреова је главна заслуга у томе што је обратио пажњу на пукотине у стенама, добро их класификовао и указао на њихову улогу у циркулацији подземних вода. Али Добреово дело се појавило пре него што су били постављени главни проблеми о постанку карсних облика и режиму подземних вода у кречњачким теренима. Осим тога, и ако је било врло инструктивно за многе терене, Добре није био упознат са динарским карстом. Тако је ово дело, осим питања о пукотинама, остало скоро изван научног покрета, који се бавио постанком карсних облика и о карсној хидрографији (25).

Нови проблеми. — Довршујући 1892. год. монографију о карсним облицима и хидрографији, увидео сам да има специјалних проблема које треба решити на основу нових испитивања на терену. Ту долази на првом месту проблем о постанку карсних поља, за која сам у Karstphänomen-у могао само утврдити да су тектонски предиспонирана. Али да би се формирало карсно поље, мора суделовати и карсна ерозија; требало је и код поља тектонског порекла проучити ове специјалне процесе трансформације у карсни облик. Осим тога сам већ у Karstphänomen-у изразио мњење, да има карсних поља без тектонске предиспозиције, чисто ерозивног порекла: на основу доцнијих испитивања утврдио сам да има поља која су постала срастењем увала. Поред тога главне хидрографске црте карсних поља биле су већ утврђене, у Karstphänomen-у, али је требало изнаћи знаке, према којима би се могао проучити хидрографски развитак поља и издвојити фазе у том развоју. Испитујући динарски карст 1897. и 1898. г. запазио сам серију језерских тераса у пољима западне Босне, која раније није била примећена, затим старе долине, данас скаршћене и умртвљене, чији су токови везивали једно поље са другим; на основу ових проматрања констатовано је да је карсна хидрографија местимце јако компликована и да постоји бар у извесним кречњачким областима једна зона имбибована водом. Због тога сам говорио о колебању нивоа издани у карсту, Постављени су и други проблеми: о прелазу једних карсних облика у друге и преплетању карсног и глацијалног рељефа (26).

Осетио се све већи и већи прогрес у више праваца. Од 1893. године знатно је напредовало испитивање различитих карсних области. Нема данас скоро ниједног карсног предела на земљи, који није проучаван а кад кад и темељно. Многобројна дела баве се морфологијом и постанком карсних облика, а у овом правцу су проучавани и терени састављени од гипса (Италија, Немачка и Русија) и од кречњачког конгломерата (Il Montello близу Пијаве). Алписке шкrape биле су предмет детаљних испитивања.

Али много већу пажњу су привукла два главна проблема, о којима су се појавиле многобројне публикације и настале дуге дискусије. То је на првом месту стари проблем о *распореду и циркулацији подземне воде у карсту*. Изнете су две супротне хипотезе: хипотеза о циркулацији воде кроз подземне канале и хипотеза о карсној издани.

У Karstphänomen-у и у делу Карсна Поља итд., изнео сам проматрања према којима је изведен закључак да у карсту постоје два

начина отицања подземне воде: канали са воденим токовима и издан која је подложна великим колебањима. Издани мора бити на непропустљивом слоју који се налази испод кречњака. Она се високо пење у пукотинама кречњака, после кишне периоде. Али као да у неким деловима динарскога карста има издани у кречњаку, која је без везе са издани вододржљивих слојева, јер се ови налазе у великој, непознатој дубини. На то упућују пећине у великим дубинама, испуњене водом које сам назвао *изданске пећине* (Grundwasserhöhlen. Das Karstphän. p. 42); дубоке вртаче, као Јапаге у Купрешком Пољу, које су у вези са „изданским млазевима“ (Карсна Поља с. 69), карсна поља стално испуњена изданском водом (Das Karstphän. p. 86) итд. Издан у карсту показује знатна колебања (Требичка Јама). Та издан у карсту у толико је слична са издани у шљунку и песку што су у њој поре представљене пукотинама и пећинама, између којих су целцати кречњачки блокови без изданских млазева; текућа вода из пукотина и пећина избија у временима карсних поља и дубоких долина (Das Karstphän. p. 91).

Исти су проблем врло јасно поставили (25. Новембра 1892. г.) чланови Белгијског Геолошко-Хидролошког Друштва у Бриселу, у дискусији о томе: како се развијају хидрографске прилике у кречњачким теренима? Отварајући дискусију Е. Van den Broeck је рекао да су пред Друштво изнете две супротне поставке о хидрографији кречњачких терена. По једној постоји једноставна, проста циркулација воде кроз подземне канале; по другој хидрографске прилике кречњачких терена сличне су са хидрографским приликама терена који су састављени од скважљивих или пропустљивих стена, тј. и у њима постоји издан. Последње гледиште заступао је нарочито М. François. Према многобројним проматрањима о бунарима и ниво-у воде кречњачких области у Белгији, François је стекао убеђење, да су у кречњачким масама исте хидрографске прилике као и у растреситом материјалу, тј. пошав од дна речних долина, издан се пење на обема странама речне долине, и то поступно се пење према највишим партијама платоа; теме издани одговарало би у многоме развоју на површини земљишта. Површинска вода дакле, понире и скупља се у дубини карста, у издан који храни изворе на дну речних долина. Напротив, Dupont, и поред ових проматрања, држи да вода у карсту отиче једино кроз канале различитог пресека према најнижим тачкама; ове тачке могу лежати и испод дна речних долина. За своју поставку он је навео многобројна проматрања вршена на воденим токовима у белгијским пећинама. Rutot и Van den Broeck су мислили да би се ова два закључка могла помирити. По њима, очевидно је, ако сва вода која понире не може отећи изворима, који се налазе на дну долине, да ће све ниже пукотине и канали бити испуњени водом која се креће, и да ће се, пошто се отпор увећа у колико се иде у унутрашњост масива, сакупљена вода издићи унутра на обема странама долине и пењати према планинским врховима. Површина на којој се врши успор воде у подземним каналима, по François-у слична је параболи изданске површине у теренима састављеним од растреситог материјала. Видимо, баш за овај случај, да су хидротехничари помоћу дубоких бунара (рударских окана или бунара пијаће воде) проучили нарочито кречњачке слојеве у дубини, и утврдили у њима праве издани или кречњачке масе потопљене у подземну воду, као у теренима састављеним од растреситог материјала. Има дакле у унутрашњости кречњака у пећинама, шупљинама и пукотинама правих водених резервоара који се разликују пространством и релативном стагнацијом од горње мреже

канала и пукотина у кречњачким партијама које раздвајају речне долине, где је инфилтрациона вода више локализована и у сталном кретању, чинећи подземне токове, изворе, цурце у пећинама и т. д. (Bull. de la Soc. Belge de Géol. etc. tome VI, p. 231, Bruxelles, 1892/93). То је био почетак дискусије која се водила неколико година у Société Belge de Géologie, и дала велики број расправа о циркулацији подземне воде и постанку пећина (27 и 28).

Десет година доцније бавио се о истом проблему А. Grund (Die Karsthydrographie. Geogr. Abh. von A. Penck, Leipzig und Berlin 1903) и извео закључак да у карсту постоји издан која се пење од нивоа мора према унутрашњости карста, показујући при том врло знатна колебања. А. Grund није знао за дискусију и редове Белгијанаца о истом проблему, и он је навео као своје предходнике само мене и А. Penck-а (Karsthydrographie, страна 5 увода и стр. 172.). Grund сам мисли да је новина његове хипотезе у томе што је много јаче него други пре њега обратио пажњу за знатна колебања нивоа издани у карсту и одатле извео закључке важне за хидрографију карста. Иначе ни у једном ни у другом његовом делу нема нових проматрања, којима би се мењала наша дотадања искуства о подземној води у карсту, а има доста проматрања истога смисла као што су била она неких ранијих испитивалаца. Ја мислим да је главна заслуга Грундова што је на основу ових проматрања конструисао хипотезу о карсној издани и њеном утицају на хидрографске прилике карста, која није нова јер је и раније у друкчијем облику исказана, али је изведена систематски, врло логички, у извесним партијама онако као што правници логички изводе своје закључке. Тај га је начин рѣда навео на логичка претеривања, скоро на шемагизам. При свем том Грундово дело је значајно и треба га проучити, нарочито кад је реч о хидрографији карсних поља. Концепцију о карсној издани заступао је и А. Penck. На супрот Грундовој хипотези Е. А. Martel, F. Katzer i W. v. Knebel су изнели старију концепцију коју су модификовали новим утврђеним чињеницама. Према Мартеловим испитивањима једини узрок свих карсних појава јесу подземни токови који циркулишу кроз пећине кад-кад проширене у велике галерије и резервоаре или сужене и често преобраћене у сифоне; Кнеbel уз то додаје да у карсту има и издани, као што је мора бити у сваком терену. Ове разлике у схватањима разумљиве су када се има на уму да ми познајемо унутрашњост карста, према директним проматрањима, само до дубине од 380 метара, максимално; до ове дубине успели су да се спусте најсмелији испитивачи. Ми можемо дакле, у овој области проучавања постављати само хипотезе које најбоље одговарају проматраним чињеницама.

У тесној вези са природом подземне хидрографије стоји *проблем морфолошког развојка или ерозиони циклус карста*, о коме су највише расправљали Penck, Sawicki, Daneš, Grund и Breede и о коме је Е. de Martonne учинио неколико оштроумних напомена (29). Свима овим ауторима полазна тачка био је ерозиони циклус који је W. M. Davis установио за непропустљиве терене. У ствари, тешко је овај циклус применити на карст, јер се карсна ерозија не управља по истим законима по којима се управља нормална ерозија. Начин и смисао карсне ерозије потпуно су различити од начина и смисла нормалне ерозије. Чак ни у најбољим концепцијама о ерозионом циклусу карста нису довољно узете у обзир ове основне разлике.

У том сам смислу и правцу проучавао подземну хидрографију и морфолошки развој карсних терена. Пошто сам од утврђене појаве

да се карсне текуће воде у току карсне еволуције померају у све веће дубине, и на основу тога, и целине мога искуства о карсту, изведена је концепција о трима хидрографским зонама које се развију у току еволуције карсних терена, и то почевши са површине према дубини. Кречњачки предели се налазе у разним стадиумима тога хидрографског развитка, и услед тога су различне њихове хидрографске прилике; зависи од тога да ли су се у њима развиле све три хидрографске зоне. Даље, вода у унутрашњости карсних терена креће се на ниже под утицајем теже и њену доњу и главну ерозиону базу представља издан која лежи на вододржљивом слоју — не морски ниво као за воде вододржљивих терена. Ако је издан испод морског нивоа, карсна ерозија наставља свој рад и испод морског нивоа. На основу ова два принципа — еволуције хидрографских зона и друкчије ерозионе базе, која није морски ниво — изведена је еволуција карсних облика (29 и 30).

Али и после публикације дела о морфолошком развитку карста и подземној хидрографији, ја сам и даље вршио проматрање у разним карсним областима, да би још дубље ушао у извесне проблеме и спремио скице и фотографије, без којих је концепцију о карсту скоро немогућно јасно представити. Било је потребно, због многих нових испитивања, која су извршена после појаве *Karstphänomen*-а, дати нову монографију у којој бих изложио своју коначну концепцију о морфологији и хидрографији карста. Ипак она не може потпуно заменити *Karstphänomen*, који је израђен према другом плану, и због улоге коју има у историјском развитку схватања о карсним појавама. Особито су се у последњим деценијама развила спелеолошка испитивања.

Спелеологија. — Карсни облици могу се поделити: на спољне или облике кречњачке површине, као што су шкрапе, вртаче, увале, слепе долине и карсна поља са „затвореним басенима“; друга група је представљена нарочито јамама и пећинама које чине унутрашње облике кречњачких терена обухватајући и подземну циркулацију воде. Ове две групе су у тесној вези; има прелаза од једних облика другим. Тако свако проучавање спољних или површинских облика треба да обухвати и пећине и јаме, а нарочито карсну хидрографију, која се не може објаснити ако се немају у виду истовремено и спољни и унутрашњи облици. Ипак се одавно одвојено расправља о проблемима који се односе на пећине, јаме и подземну хидрографију, и скуп ових проучавања назива се данас *Спелеологија* (*Höhlenkunde*, немачки). Потребно је да се ова група проблема систематски проучава, да се формирају стручњаци и да њихови резултати буду прикупљени и централизовани у једној ревији или уџбенику; као што је поменуто, данас су они растурени у најразличитијим часописима, чак и тамо где се не би ни помислило. Специјализација је оправдана такође и бројем и великом распрострањеношћу подземних карсних облика које треба проучавати; тешкоћама проучавања јама, пећина или подземних токова, јер је често за проучавање једног подземног тока потребно више година упорнога рада; незгодама испитивања за које треба знатан алат и инструменти и специјално припремање.

Главни циљ спелеологије је дакле студија морфологије и подземне хидрографије унутрашњости кречњачких предела; различитих начина отицања и акције подземних вода; њихових односа према слојевима различитог хемиског састава, према правцу и паду слојева и пукотинама и раседима који их просецају. Потребно је дакле, да се пре

свега израде тачни планови и профили ових подземних објеката по топографској методи која се примењује на снимање површинског рељефа; до данас је мало пећинских планова израђено тако да могу задовољити научну потребу. Треба у планове унети најпотребније геолошке податке, нарочито правац и пад слојева, раседе и дијаклазе. Треба такође израдити пројекцију пећина на топографској површини, користећи се најдетаљнијим картама које постоје за терен изнад пећина.

Само ће се спелеолошким испитивањем моћи поуздано утврдити да ли подземне реке теку једино кроз тунеле, задржавајући карактер реке, или се, бар неке, разбијају у пукотине које су испуњене изданском водом, и тако губе карактер реке.

Без потребног прибора пећине се могу проучавати само делимично. Наилази се на препреке у виду сифонског језера, зачепљених узина, пукотина које треба проширити, а и на друге сметње. Због тога је мало пећина проучено темељно; понекад је направљен план једино најприступачнијег дела пећине; међутим то је само први корак у проучавању.

Да би се установиле везе које могу постојати између понирања једне реке и поновног избијања воде на површини или врела, употребљавају се разне материје за бојење, од којих се флуоресцеин и уранин показали као најбољи. Они не изгубе боју на свом подземном путу. Међутим у врло слабом раствору карактеристична зелена боја флуоресцеина је скоро невидљива, али додавањем амонијака боја се понова јавља; сем тога конструисан је један апарат, флуороскоп, помоћу кога се може утврдити раствор флуоресцеина у води кад се не види голим оком.

Упуства о потребном прибору за проучавање пећина налазе се нарочито у првој глави *Les Abimes* од Е. А. Martel-а. Методе спелеолошких проучавања као и прибор усавршавају се све више јер ова проучавања имају велики практичан значај. Да би се решили хидрографски проблеми кречњачких терена треба на првом месту извршити темељно проучавање пећина. Хидро-технички радови у карсним пољима нису често успели, јер је очишћен и отчепљен само први део пећине, око понора. Пијаће воде из кречњачких терена могу лако бити оужене, јер су врела само излаз водених токова или жица које се развијају на површини, без филтрације. Јасно је показано (особито Е. Fournier) како се за ниског стања воде, продукти инфилтрације са површине земљишта нагомилавају у галеријама — резервоарима, моментално изолованим од подземне водене мреже; чим вода почне надолазити ове галерије дају сву резерву евентуално оужену, притокама главне мреже.

Испитивање пећина отпочело је најпре због интересовања за преисториске наласке; та испитивања су у толико од морфолошког значаја што су се неки од преисторичара детаљно бавили наносима који испуњавају пећине. Даље су пећине истраживане у биоспелеолошком погледу и у последњим деценијама су та испитивања узела велики полет. Биолошка проучавања могу по неки пут бацити светлост на извесне проблеме пећина. Ово се нарочито односи на бескичмењаке које су реке унеле у пећине. Живећи ту генерацијама они су се прилагодили подземној средини поступном модификацијом својих органа; органи вида су закржљавели а некад и сасвим ишчезли; на против органи чула пипања, слуха и мириса нарочито су се утанчали и развили; шаренило боја је ишчезло због недостатка светлости. Тако су се развиле праве наказе, најчешће врло мале, чије проучавање може осветлити раније хидрографске прилике пећина.

Библиографија. Главне публикациије о карсту изложио је и о њима расправљао Hans Hilpert-у: *Historische Entwicklung der Frage nach dem Wesen des Karstphänomens*, Diss. Würzburg 1907.; ту се опширно расправља о погледима не само савремених аутора него и старих па чак и из класичне епохе. У *Karstphänomen*-у сам се користио литературом о карсту која је објављена у току XIX. века до 1893. г. У *Morphologie der Landoberfläche* од А. Ренк-а (II. део стр. 269—290 и страна 447—459.), наведена је литература брижљиво пробрана из дела и расправа о карсним појавама до 1894. године. S. Günther је прикупио забелешке старијих аутора о појавима у кречњачким областима Немачке (*Zur Vorgeschichte der Karsthydrographie*. Mitt. d. geogr. Gesell. München, Bd. 14, p. 91., 1920.). Е. А. Martel је саставио спелеолошку библиографију са садржајем сваког дела, које је публиковано крајем XIX. и у првој деценији XX. века: *La spéléologie au XIX-è siècle*, Paris 1905—1906, Société de Spéléologie. Он је продужио да даје прегледе чак и најновијих публикација: *Les recents explorations souterraines (1914—1923)* у *la Revue de Géographie annuelle*, Paris, tome VI. fasc. VI. Библиографија De Gasperi-а обухвата сва главна дела, нарочито на италијанском језику, до 1916 године (*Grottee Voragini del Friuli, Memorie geografiche dal Dott. Giotto Dainelli — Firenze 1916.*).

Упућујем читаоца на те библиографије, пошто овде нећу изнети потпуну библиографију, која би у осталом обухватила више хиљада нумера. Изложићу само преглед главних испитивања, монографија, испитивања која имају у већој али мањој мери нарочите вредности за решавање карсних проблема и проучавања карактеристичких области, све оно, дакле, што је највише допринело решавању карсних проблема.

(Са француског манускрипта пишчева превео
Сима Милојевић).

Јован Цвијић.

BIBLIOGRAPHIE

I. Sur les grottes, les jamas et les cours d'eau souterrains

* Многи писци узимају да је један од првих испитивача пећина био Лајбниц, који је 1693 публиковао своја искуства о пећинама Шарцфелдској и Баумановој у Немачкој. А италијански геолози истичу да се подземном хидрографијом и изворима с великим успехом бавио Antonio Vallisneri, који је осим тога први описао карсно земљиште са вртачама. Врло рано су се неколики француски испитивачи бавили о појединим пећинама, али њихова дела такође нисам видео. Према S. Günther-у: *La Baumaunshöhle nell Harz come punto di partenza della speleologia scientifica Mondo Sott.*, I. Udine 1905 p. 67; и према Michele Gortani: *Intorno ai primi studi di speleologia e Idrologia sotterranea Idem*, V, 1909. p. 3. Дело Лајбница: *Protogea sive de prima facie telluris*, Goettingae, 1748. — У истом чланку М. Gortani-а помиње се као главно дело Вализнеријево: *Lezione accademica intorno l'origine delle Fontane 1715 — Maraldi*, Description de la grotte naturelle nouvellement découverte près de Foligno en Italie. *Mém. Acad. Roy. Sc. Paris 1711.* — P. de Tournefort, *Relation d'un voyage du Levant Paris 1717 (la caverne d'Antiparos).* — Morand, *Nouvelle description des grottes d'Arcy. Lyon 1752.* — L. Dauberton, *Description des grottes d'Arcy. Mém. Acad. Roy. Sc.*

Paris 1754. — **M. Charpentier de Cossigny**, Extrait d'une lettre écrite le 29. nov. 1743 sur la Grotte qui se trouve à quelque distance de Besançon, et qu'on nomme la Glacière. *Mém. Acad. Roy. Sc. Sav. Etr.*, I. 1750. pag. 195; Id. Suite des observations sur la Glacière de Besançon. *Ibid.*, pag. 210.

1. **J. W. Valvasor**, Die Ehre des Herzogthums Krain 1689.

2. **Balthasar Haquet**, *Oryctographia Carniolica* oder physikalische Beschreibung des Herzogthums Krain, Istrien und zum Theil der benachbarten Länder. Leipzig 1778—1789, Vol. IV, 4^o.

3. **A. Morlot**, Ueber die geol. Verhältnisse von Istrien, mitgetheilt am 17. März 1848 in der Versammlung der Freunde der Naturwissenschaften in Wien. *Haidinger's Naturwissenschaftliche Abhandlungen*, II, p. 257, 1848.

4. **Adolf Schmidl**, Die Groten und Höhlen von Adelsberg, Lueg, Planina und Laas. Wien 1854. — **Hausen**: Beiträge zur Grottenkunde Krains. *Jahresheft des Vereins des krainischen Landesmuseums*. Laibach 1856, p. 40, 42, 43.

5. **Thobias Gruber**, Briefe hydrographischen und physikalischen Inhalts aus Krain, Wien 1781.

6. **A. Bayer**, **E. Tietze** et **Dj. Pilar**, Die Wassernoth im Karste der croatischen Militärgrenze, als Manuscript gedruckt und herausgegeben über Anordnung der K. K. General-Commando in Agram 1874. — **Lipold**, Die eisensteinführenden Diluviallehme in Unterkrain. *Jhrb. d. geol. R. A.* 1858, p. 246, 247. — **Stache**. Die neog. Tarziärbild. in Unter-Krain. *Jhrb. d. geol. R.-A.* 1858, p. 395. — Die Eocägeb. im Innerkrain und Istrien. *Jhrb. d. geol. R.-A.* 1859, p. 272. — Geol. Landschaftsbild des istrischen Küstenlandes *Osterr. Revue* 1864, Bd. VI p. 172. — **D. Stur**, Das Isonzothal von Flicht abwärts bis Görz, Adelsberg, Planina und Wohein. *Jhrb. d. K. K. geol. R.-A.* Wien 1858. — **Joseph Lorenz**, Geol. Rekognosceierungen im Liburnischen Karste und den Quarnerischen Inseln. *Jhrb. d. geol. R.-A.* Wien 1859, p. 342. — Der Vrana-See auf Cherso. *Petermanns Mitteil.* 1895. p. 510. — Physikalische Verhältnisse und Vertheilung der Organismen im quarnerischen Golfe, Wien 1863. p. 32. — Die Quellen des liburnischen Karstes und der vorliegenden Inseln. *Mitth. d. k. k. geogr. Gesellsch.* III. p. 103. — **Zittel**, Die Morlakei und ihre Bewohner. *Osterr. Revue* 1864, p. 227. — **Tietze**, Geol. Darstellung der Gegend von Karlstadt und dem nördlichen Teile des Canals der Morlacca. *Jahrb. d. geol. R.-A.*, 1873. — **Dr. A. Krenner**, Die Eishöhle von Dobschau. Budapest 1874. — **Franz v. Hauer**, Geologie, Wien 1875. — **Jičinsky**, Über Senkungen und Brüche der Tagesoberfläche infolge des Abbanes von Kohlenflötzen. *Zeitschr. f. Berg und Hüttenwesen* 1876, p. 456. — **P. Partsch**, Detonationsphän. auf der Insel Meleda. Wien 1826, p. 9. — **Fras**, Vollständige Topographie d. Karlstädter Militärgrenze. 1835. p. 55. — **Pignoli**, Karstwanderungen. *Zeitschr. d. deutsch. u. österr. Alpenvereines*, XII, 1881, p. 381. — **Kosta**, Reiseerinerungen aus Krain. Laibach 1848 p. 50.

7. **v. Hauer**, Bericht über die Wasserverhältnisse in d. Kesseltlähern v. Krain. *Osterr. Touristen — Zeitung* 1883, N. 3. — Die Arbeiten des Karst-Comités im Jahre 1885, *Oesterr. Touristen — Zeitung* 1886, N. 7, p. 73. — **Putick**, Die unterirdischen Flussläufe von Innerkrain. *Mitt. der K. K. geogr. Gesellschaft* 1887, p. 277. — Die unterirdischen Flussläufe von Innerkrain. Das Flussgebiet der Laibach. *Mitt. d. K. K. geogr. Gesellsch.* 1890, p. 483. — **Krause**, Die Entwässerungsarbeiten in Kesselthälern von Krain. *Wochenschr. d. österr. Ingenieur und Architekten -- Vereins* 1888, N. 13. — **Hrasky**, Entwässerungsarbeiten im Ratschnathale Mittei-

lungen der Section f. Naturkunde, 1889, p. 26. — **Groller**, Das Popovo Polje in der Herzegovina. Mitt. d. K. K. geogr. Gesellschaft. 1889, p. 86. — **Ph. Ballif**, Wasserbauten in Bosnien u. der Hercegovina, I Theil Miliorationsarbeiten und Cisternen im Karstgebiete. Wien, 1896. — **J. Riedel**, Untersuchung einer Quelle im herzegovinischen Karste auf ihren Ursprung. Zeitschr. österr. Ing.- und Arch.-Vereines, 1797. p. 66. — **G. Andreas Perko**, Die Tropfsteinhöhle von Slivno bei Nabresina (Triester Karst). Mit 1 Tafel. Mitteilungen der K. K. Geographischen Gesellschaft in Wien, 1908, 51 Bd., p. 453—63. — Zur Hydrographie des istrischen Karstes. Bd. XCIV, Globus Nr. 19., November 1908, p. 297—301. — Zur österr. Karsthöhlenforschung. Deutsche Rundschau f. Geogr. u. Statistik 1910. — Die Adelsberger Grote. Adelsberg 1910. — Der Zirknizasee in Krain (Österreich). Promethäus, 1908. — **G. Lahner**, Der westmontenegrinische Karst und sein Zusammenhang mit der Bucht von Cattaro. Petetmanns Mitt. 1917, p. 297. — **Franz Mühlhofer**, Die Erforschung des Magdalenschachtes. Globus. Bd. XCI, Nr. 19—23., Mai 1907., p. 297.—303. — Der mutmassliche Timavotschluss. Idem. Bd. XCII, Nr. 1.—4., Juli 1907., p. 12.—15. — Der Lindner-Timavo und seine Bedeutung für das Studium der Karsthydrographie. Idem Bd. XCIV, Nr. 4., 23. Juli 1908., p. 53.—56. — Die Erforschung des Wasserschlingers von Dane bei St. Kanzian im Küstenlande. Idem. Bd. XCVI, Nr. 14., 14. Oktober 1909., p. 213.—217. — Beobachtungen über Dolinenbildungen am Triester Karste. Idem. Bd. XCVI, Nr. 18., 11. November 1909., p. 287.—289. — **Kurt Hassert**, Beiträge zur physikalischen Geographie von Montenegro. Ergänzungsband zu P. M. XXV, 1895/96. Gotha. — **Daneš und Thon (Dr. K.)**, Die westhercegovinischen Kryptodepression, „Pet. Mitt.“ April 1905. — **Daneš**, La région de la Narenta infér., „Geogr.“, t. XIII 15 février 1906, p. 91. — **D. A. Wray**, The Karstlands of Western Yougoslavia Geol. Magaz., LIX, p. 392—409, Sept. 1922. — **Norbert Krebs**, Fragmente einer Lardeskunde des innerkrainer Karstes. Recueil de travaux offert à M. Jovan Cvijić, Belgrade 1924., p. 47.

8. **Boblaye**, Expedition scientifique de Morée. Géologie. Paris 1832. p. 308. — Notice sur les altération des roches calcaires du litoral de la Grèce. Journ. de géol. III. 1831, p. 156. — **Spratt**, Travels in Lycia, Milyas and the Cibyratis. London 1847. II. T. p. 165. — **Pouqueville**, Voyage, Vol. I. p. 139, 177; Vol. II. p. 239. — **Bursian**, Geographie von Griechenland. Leipzig 1862. I. p. 198. — **Lindemayer**, Kopaissee, Ausland 1865, № 17.; Zeitschr. für Erdkunde, Neue Folge 1865, p. 66.

A. Boué, La Turquie d'Europe t. I (et la traduction allemande, Europäische Türkei I). — **Neumann-Partsch**, Physikalische Geographie von Griechenland. Breslau 1885 p. 225. — **E. Tietze**, Beiträge zur Geologie von Lykien. Jahrb. d. geol. R.-A. 1885. — **S. Partsch**, Die Insel Korfu. Ergänzh. № 88 zu Peterm. Mitt. 1887. — Die Insel Leukas, Ergänzungsheft № 95 zu Peterm. Mitt. 1889. — **A. Supan**, Die Trockenlegung des Kopaissees. Petermann's Mitt. 1889., p. 72. — **J. Partsch**, Die Insel Zante. Petermann's Mitt. 1891 p. 164, 165. — Kephallenia und Ithaka, p. 22. — **A. Philippson**, Peloponnes I. p. 146; — Verhandl. d. IX. deutschen Geographentages 1891. Karte. — Der Kopais-see. Zeitschrift der Gesell. f. Erdkunde, Berlin XXIX, p. 1894. — **Kraus**, Sumpf- und Seebildung in Griechenland. Mitt. der k. k. Géogr. Gesellschaft 1892. № 7, 8 p. 398. — **N. A. Sidéridès**, Les katavothres Gde rèce. Mém. de la Soc. de Spéléologie de Paris, tome VIII, № 63 et 64.

9. **O. Marinelli**, Uno stuidio sui fenomeni carsici. In Alto 1894. Udine. — Una questione relativa alla nomenclatura dei fenomeni carsici. In Alto

1896. Udine. — Fenomeni carsici, grotte e sorgenti nel dintorni di Tarcento in Friuli. In Alto. Udine, 1897. — **F. Musoni**, Studi speleologici e idrologici in Friuli. Udine, 1903. — Dott. **Michele Gortani**, Fenomeni carsici nei dintorni di Perugia e di Assisi. Bologna, 1908. — **Roberto Almagia**, Alcuni fenomeni carsici nell'Abruzzo aquilano. Roma, 1910. Bolletino della Società Geografica Italiana, Fasc. VIII, 1910, pag. 937—954. — **G. B. Gacciamali**, A proposito di fenomeni carsici. Rivista mensile del Club Alpino Italiano. 1896 (Settembre) — Gli anticrateri dell'Appennino Sorano. Boll. C. A. I. 1891. — Il fenomeno del Carso a Fontana Liri. Rivista Italiana di Scienze Naturali, vol. IX 1889. — **Fr. Salmojrighi**, Sulla continuita sotterranea del fiume Timavo, etc., „Atti Soc. Ital. d. Scienze nat.“ Milan, 1904, vol. 43, et 1905. vol. 44.

Eugenio Boegan, Le sorgenti d'Aurisina con appunti sull' idrografia sotterranea et sui fenomeni del carso. Trieste 1906. — La cavità sotterranea presso Dignano, Trieste 1909. — Elenco e carta topografica delle grotte del carso. Trieste 1907. — La grotta de Trebiciano, studi e rilievi dal 1910. al 1921. Trieste 1921. — Pozzi naturali presso S. Giovanni de Duino. Alpi Giulie 1914. p. 95. — Le grotte di San Canziano. — Le grotte dell'Altipiano di S. Servolo (Istria). Trieste, 1901. — **Italo Gariboldi**, Relievi topografici nelle grotte di S. Canziano. L'Universo, IV, 11, 1923. — **L. V. Bertarelli**. Il mistero del Lago Morto di San Canziano. Le Vie d'Italia, XXX, 1924. — **Giovanni Bolli**, Come si sono formate le grotte del carso della Venezia Giulia. Idem. XXX, 11, 1924. — **Antonio R. Toniolo**, Fenomeni carsici nel conglomerato di Farro e col in provincia di Treviso. Mondo Sotterraneo, I, 5. e 6. Udine 1905.

A. G. Perko e Sergio Gradenigo, Postumia. Postumia 1924.

10. **Virlet**, Observations faites en Franche-Comté sur les cavernes et la théorie de leurs formation. Bull. Soc. Géol. VI. 1834/35 p. 154.

11. **Desnoyer**, Article Grottes dans le Dictionnaire d'histoire naturelle d'Orbigny, VI, 1868.

12. **Fournet**, Note sur les effondrements. Mém. Acad. Lyon. Classe des Sciences. II 1852, p. 174, 186. — Hydrographie souterraine p. 13 Mém. Acad. Lyon VIII. 1858 p. 221—296.

13. **E. A. Martel**, Les Cevennes. Paris 1890. — Les abîmes, les eaux souterraines, les cavernes, les sources, la spéléologie, Paris 1894. — Nouveau traité des eaux souterraines, Paris 1923. p. 838. — Irlande et Cavernes anglaises. Paris 1897. — Le gouffre et la rivière souterraine de Padirac Paris 1901. — Les abîmes du Dauphiné. Ann. des touristes du Dauphiné 1896. — Les Cavernes de la grande Chartreuse et du Vercors, idem 1899 — Les chouruns du Devoluy (Hautes-Alpes). Bull. de la Soc. d'études des Hautes-Alpes 1902. — Les cavernes de Majorque. Bull. de la Soc. de Spéléologie. 1903 (fevrier). Paris. — L'hydrographie souterraine aux Etats-Unis; idem, 1910 (mars). — Sous terre (compagnes 1—9). Ann. dus club alpin français 1888 -1896. — British caves and Speleology. Geogr. Journal 1897 (novembre). London. — Les eaux souterraines des Causses. Bull. Soc. geol. de France XVII. 1889. p. 610. — **De Launay et Martel**: Note sur quelques questions relatives à la géol. des grottes et des eaux souterraines. Bull. de la Soc. géol. de France. XIX. 1891, p. 142. — **Gommission scientifique de perfectionnement de l'Observatoire municipal de Mont Souris**, Traux sur les eaux alimentants la ville de Paris, 1899 à 1902. — Pré-

ИСТОРИЈСКИ ПРЕГЛЕД О ИСПИТИВАЊУ КАРСТА¹

Испитивање пећина и јама. Код многих народа постоји веровање да су пећине и јама станишта подземних духова или су за њих везане бајке о дивовима и пепељугама, као и многе хришћанске легенде; скоро у свима земљама прича се о благу, које је сакривено у пећинама, нарочито у пећинама Источних Алпа. Превлађивало је веровање да су јама без дна, и да све пећине, које нису кратке или лако проходне, имају тајанствене и врло дугачке канале. Први описи пећина били су надахнути овим народним празноверицама или уобразиљом писаца. Тек крајем XVII века почиње „подземни алпинизам“, т. ј. испитивачи се спуштају у јама и проучавају пећине.* Један од првих испитивача, који није стајао под утицајем народних празноверица, био је крањски племић Ј. В. Валвазор (1). Он је посетио и испитивао пећине: Постојну, Луег, Kleinhänsee, Требићску, San Servolo и још неке. Био је даровит и савесан проматрач; то се нарочито види по његовом опису хидрографских прилика Церкнишког Језера: тачно је описао све његове поноре и еставете, као и друге појаве, и моје је уверење да га у том погледу није надмашио ниједан од доцнијих, врло многобројних испитивача. Доцније је лекар Balthasar Haquet (2) чинио такође егзактна проматрања пећина, а проучавао је Церкнишко и Чепићско Језеро. Haquet је описао све карсне појаве осим шкрапа; сматрао је да вртаче постају распадањем кречњака. Обадвојица су се дакле, бавила о једном делу динарског карста, нарочито словеначког. У исто доба или нешто доцније Nagel се спустио у пећину Мацоху у Моравској (1748. године), Lloyd у Elden-Hole у Derbyshire-у (1770. год.) и Carnus у Tindoul (Aveyron—1785. год.). Али почетком XIX века грозничава тежња за откривањем непознатих подземних канала обузима велики број испитивача. Испитују се многе пећине и испитивања су све тачнија.

Најрационалније би било да се истовремено проучавају спољни карсни рељеф и његови унутрашњи облици, да би се могли тачно утврдити њихови односи. Али су, у већини случајева ова проучавања вршена независно једна од других. Нарочито су морфолошки проучаване пећине и јама. То су и најважнија проучавања која ће овде бити изложена. Нећу говорити о испитивању пећина у преисторијском и биолошком погледу.

Први пут су систематски проучаване пећине и јама у тршћанском и крањском карсту. Тражећи пијаћу воду за Трст, Lindner се спустио (око 1840. год.) до дна Требићске Јаме, 322 м. испод површине, и открио

¹ Једна глава из увода у дело о карсту које ће изаћи на француском.

ту велику пећину са подземном реком која је само 19 м. изнад морског нивоа. Инжињер Сфорци је израдио познати план Требишке Јаме. Ова проучавања описао је А. Morlot (3). Али тек Adolf Schmidl отпочиње систематски проучавати пећине. Од 1850. године Schmidl је вршио проучавање да би „утврдио топографске прилике пећина у Крањској“. Он је први научно проучио пећине у Постојни, Луегу, Планини и Ложу, јаме Пивку и Черну и дубоке вртаче на С. од Планине. Schmidl се даље први усудио да плови чамцом по подземним рекама, од 1850. до 1854. год. (4).

После Шмидлових радова све се више и више развија проучавање подземне хидрографије карских предела, који су тада припадали Аустрији. Оно је, истина, отпочело још крајем XVIII века, јер је Tobias Gruber (5) после Ј. Валвазора такође врло реално проучавао хидрографске појаве Церкнишког Поља у коме се од 1704. до 1714. год. стално одржала вода и образовало језеро. Али су ова проучавања као и Валвазорова била скоро заборављена. Од доцнијих, најзначајнија су испитивања А. Bayer-a, Е. Tietze-a и Ђ. Пилара, која су вршена ради снабдевања пијаћом водом карских области Војне Границе. Други геолози бавили су се њима приликом геолошког картирања аустријског карста, где су проучавали и хидрографске појаве као: S. Lorenz, G. Stache, P. Partsch, D. Stur, E. Tietze, Lipold, Hauer, и др. (6).

Овим испитивањима треба додати и радове спелеолошке секције немачко-аустријског алпског клуба у Трсту; три члана овога клуба, Hanke, Müller и Маринић, нарочито од 1883. године вршили су многобројна проучавања у пећини Реке и јамама тршћанског Карста. Аустријско министарство пољопривреде, проценивши практичну вредност проучавања пећина, поверило је инжињерима W. Putick-у, F. Kraus-у, F. Hraskey-ом и другима испитивање пећина у Крањској; резултати су објављени у разним часописима а нарочито у Mitteilungen d. k. k. Geographischen Gesellschaft (Wien, 1887, 1889, 1890), Wochenschrift des österreichischen Ingenieur und Architekten--Vereins (Wien, 1887 и 1888) као и у Österreichische Turisten-Zeitung (1883, 1885, 1886) и т. д. У вези са овим радовима отпочели су први систематски покушаји исушивања карских поља и одбране од поплава у Босни и Херцеговини под руководством инжињера Riedel-a, A. Ballif-a и Andreas-a; осим тога босанска Дирекција Вода са успехом је подизала чатрње. Скоро у исто време основано је Аустријско Спелеолошко Друштво (1884. године) и у његовом часопису (Mitteilungen der Section für Höhlenkunde) објављена су многобројна проматрања, нарочито из карских области Лике. Мало доцније G. A. Perko је започео испитивати пећине и јаме у Крањској и околини Трста, и касније их наставио заједно са италијанским истраживачима. Најзад, за време светског рата аустријски генералштаб наредио је да се проуче јаме у циљу да дође до пијаће воде и да их употреби као заклоне, магацине, мунициона слагалишта и т. д. Најинтересантнији резултат овога рада је Lahner-ово проучавање јаме Добри Дб у Његушима у коју се спустио до 340 м. (7); то је до скоро била најдубља проучена јама.

Продужење је динарског карста према Ј. карст у Грчкој, нарочито на Пелопонезу, затим карст Мале Азије, особито у Ликији. За ове области имамо велики број проматрања о *кашавошрама* и *кефаловризима*, као и о карским пољима и њиховом исушивању, које су покушавали да изврше у разним епохама; али су ова проматрања растурена у најразноврснијим делима, понекад чак и у археолошким распра-

вама. Најбоља проматрања о карсним појавама на Пелопонезу налазе се у публикацијама француске експедиције у Мореји, у делу Neumann-Partsch-а о физичкој географији Грчке и радовима А. Philippson-а о Пелопонезу, Копајском и Фенејском Језеру. Сидеридес је систематски проучио неке пећине и поноре на Пелопонезу (8).

Још пре светског рата, О. Marinelli, и сам испитивач морфологије карста, дао је снажан подстицај проучавању карста у Италији. Тада су основана многа спелеолошка друштва, већином као секције Италијанског Алписког Клуба. Најважнија, тршћанско и удинско, одржала су се до данас. *La Società Alpina delle Giulie у Трсту*, основало је један одбор за пећине који је под вођством Eug. Voegan-а и Bertarelli-а извршио најзначајнија испитивања у тршћанском Карсту. Чланови ове секције испитали су до краја 1924. године 1760 пећина и јама; међу њима и једну јаму у Ћињарији на Истри, дубоку 380 м., коју су на звали по Бертарелију; то је до данас најдубља јама на земљи. Поред тога су, благодарећи потпори разних италијанских министарстава, најбоље развили спелеолошку технику. Нема ниједног броја двомесечног часописа ове секције, „Alpi Giulie“ у коме не би било публикација о пећинама и јамама. Ова комисија са Перком, директором пећине у Постојни, наставила је проучавање врло разгранатих канала те пећине, коју Италијани данас зову *la Grotte di Postumia*. Перко је проучавао и пећине и јаме у Марковшчини. Уз све публикације италијанских испитивача иду цртежи и профили, који им знатно повећавају вредност. У споразуму са овом спелеолошком секцијом и општином града Трста, професор Timeus је предузео врло детаљна проучавања веза Ауризине и Тимава са Реком (9).

Исто је тако доста урадило и друштво *Circolo Speleologico Friulano* у Удини, основано као одељак *Società Alpina Friulana*. Чланови *Circolo*-а објављивали су резултате својих проучавања пећина у почетку у ревији „In Alto“, а 1904. године основали „Mondo sotterraneo“ под редакцијом F. Musoni-а. У том су часопису објављивани не само морфолошки и биолошки резултати о пећинама јужних кречњачких Алпа, већ и о карсту других области; уз сваку свеску је доношен врло добро израђиван критички преглед радова о карсту.

У Француској се ова проучавања врше одавно. Поменуто је Carnus-ово спуштање у Tindoul (Aveyron) око 1785. г., затим (10) Virlet-ова (1833. г.) и (11) Desnoyer-ова (1845. г.) испитивања. J. Fournet је у Јури и на Југу Француске вршио детаљна морфолошка проучавања, која и данас имају вредности (12).

Најобилнији је рад на испитивању јама и пећина Е. А. Martel-а јер је обухватио све кречњачке пределе Француске, од Шампање до Пиринеја; најпознатија су и најоригиналнија његова истраживања јама у Causses, Dauphiné, око Воклијског Врела; прва су испитивања била објављена у разним часописима (Sous terre, Annuaire du Club Alpin Français, 1888—1896; — La Géographie, — C. R. d. Ac. Sciences 1885—1924) а нарочито у делу о јамама. Martel је испитивао скоро све кречњачке области у Европи па чак и неке изван Европе, а нарочито пећине Велике Британије, Постојну, Маутову Пећину у Kentucky и пећине и јаме на Кавказу. Martel је испитивач који је видео и испитао више пећина и јама него ико други (13). Он је своја искуства сакупио у једном делу. Основао је прво спелеолошко друштво у Француској чији је орган Spelunca или Bulletin de la Société de Spéleologie, излазио од 1894 до 1914. године. Непрекидним заузимањем, Е. А. Martel је успео

да обрати пажњу француске владе на кужење врела, и она је законом од 15. фебруара 1902. године забранила да се у поноре бацају лешине и сипа нечиста вода. Ова је мера у многоме допринела да у Француској скоро потпуно ишчезне тифусна грозница. Од његових многобројних сарадника највише је радио Е. Fournier, професор Геологије у Besançon-у, који је испитивао пећине и јаме у Јури (14).

Многе пећине и јаме испитао је Armand Viré, нарочито у Causses de Quercy и de Gévaudan, Врло много је сарађивао и на уређењу Radigac-а и Dargilan-а, а у Lacave-у код Rosamadour-а прокопао је тунел од 400 m. дужине, и тако ову пећину учинио приступачном и за публику. Али Armand Viré се нарочито посветио преисторијским испитивањима (15).

Белгијско Геолошко-Палеонтолошко-Хидролошко-Друштво (Société Belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie) основано у Брислу 1887. године, бавило се испитивањем пећина, јама и вртача терцијерне старости (les abanets) у кречњачким областима Белгије, као по начину њиховог постанка. По иницијативи свога секретара, Е. Van den Broeck-а ово је друштво ставило у програм и проучавање хидрографских проблема кречњачких предела. После низа студија о последњем питању Van den Broeck је у једној расправи изнео преглед резултата о хидрографским приликама кречњачких терена. Исто је друштво 1903. године организовало проучавање подземних токова помоћу материја за бојење воде. (Bull. Soc. Belge de Géologie etc. t. XVIII, 1903). Изгледа ми да су успели да реше тежак проблем, који је раније представљала употреба флуоресцеина. Ово друштво, најзад, бавило се и хидротехничким и хигијенским проблемима. Резултат свих ових искустава је капитално дело Е. Van den Broeck-а, Е. А. Martel-а и Е. Rahir-а о пећинама и подземним рекама у Белгији (16).

У Србији сам започео испитивање карсних појава 1888. године. Прво сам проучио и израдио планове пећина Источне Србије; ова су проучавања допуњена испитивањем једенаест леденица и проучавањем пећина у другим крајевима Србије. Испитано је укупно 12 километара пећинских канала. У ову врсту спадају и проучавања подземне цирдрографске везе Преспанског и Охридског Језера, која су удаљена једно од другог 15 до 18 километара; и о хидрографским приликама Островског Језера. У више махова проучавао сам динарски карст, његове главне проблеме а нарочито карсна поља и њихове хидрографске прилике. Ј. Пољак је израдио планове и фотографски снимии многе мале пећине у Хрватској, и изгледа ми да су ова испитивања, као и нека друга у нашој земљи, била често непотпуна због оскудице потребног спелеолошког алата. Да би накнадило овај недостатак Географско Друштво у Београду основало је Спелеолошку Секцију, коју потпомаже и Академија Наука у Београду. Осим тога, због практичног значаја хидрографско-спелеолошких испитивања у карсту, успео сам задобити за ова проучавања Генералну Дирекцију Вода у Београду (Директор Г. Вињеро), која је с највећом готовошћу набила цео спелеолошки алат и инструменте. Ове године су отишле на терен две спелеолошке групе. Благодаречи помоћи спелеолошке секције, Г. Ђиромета, професор у Сплиту, могао је довршити, до извесне мере, проучавање јама и пећина средње Далмације. Поред тога два сарадника Географског Завода на београдском Универзитету започели су испитивање велике пећине Ветренице у Херцеговини (Попово Поље) као и јаме Градца у истој

области. А. Гаваци је мерио дубине и израдио батиметријске карте оних поља, која су стално под водом, у северо-западном делу динарске системе, а проматрао је у исто доба и поноре. Ја сам израдио батиметријске карте за Охридско, Преспанско и Островско Језеро (17).

Зона девонског кречњака (дугачка 26 км., широка 2—5 км.) на С. од Брна у Моравској, била је предмет студије многобројних испитивача, а нарочито њена велика пећина Мацоха. Од старијих испитивања најзначајнија су Wankel-ова (1856) и Kříž-ова (започета 1864 г.) која су обухватила све пећине моравског карста, а од нових испитивања Карла Абсолоне, који је резултате својих проучавања средио у једно врло значајно дело, лепо илустровано, објављено на чешком и немачком језику. Иницијативом и под надзором К. Абсолоне пробијени су сифони на излазу Пункве и ове пећине су удешене да их публика може посећивати, а нарочито лепа и интересантна пећина Катарина. После рата отпочело је систематско проучавање пећина у тријаском кречњаку на југу од Татре, нарочито пећине Деменове (18).

У Немачкој бавили су се морфологијом карсних терена Gumbel, Penck, Fugger, а спелеолошка испитивања вршили су нарочито Kloos и Endriss, Fraas. После рата основано је у Немачкој и Аустрији више спелеолошких друштава, чији је рад само делимично објављен у разним спелеолошким листовима. Бечко Спелеолошко Друштво, које је и најактивније, издаје *Speleologisches Jahrbuch* под управом R. Villner-a и G. Kugle-a; од радова објављених у овом часопису најзначајнија су испитивања велике пећине-леденице у Tennengebirge која је дугачка око 30 км. и пећина у Dachstein-у (19).

После рата основан је Институт за Општу Спелеологију на Универзитету у Клужу (Румунија) који се бави нарочито биоспелеологијом а њиме управљају Jeannel и Rakovitzа. Али и пре оснивања овога института Adolf Schmidl је проучавао бихарски карст а E. de Martonne је вршио морфолошка проматрања у карсту платоа Мехединце и бихарског масива (20).

Изван Европе најинтересантније су кречњачке области Сједињених Држава. О њима се може добити слика и из секција топографске карте Geological Survey-a, а у неколико и према подацима растуруним по геолошким публикацијама и према Water Supply and irrigation papers Geolog. Survey-a. Ту има и података о великој Мамутовој Пећини (Mammoth Cave) која је била у ствари непозната све до испитивања Н. С. Hovey-a (1882), Ellsworth-a Call-a (1897) и испитивања E. A. Martel-a 1910. године; и сада је непотпуно проучена, али се зна да њена дужина не прелази 40 до 48 км. J. W. Beede написао је дело о морфологији кречњака у пределу Bloomington-у у Индијани (21).

Истраживања опште вредности и монографије о карсту. Осим ових проучавања пећина, јама и подземних токова, многобројна проматрања карсних појава и карста уопште растуруна су по најразноврснијим часописима; нема можда ниједне гране природних наука чији би резултати били тако разбацани. При том проучавања нису увек вршена научном методом; често су то само описи без планова и профила пећина и јама; па и кад их има нису беспрекорни. Али најчешће су испитивања остала недовршена, због сифона и запушених узина на

које се наишло, и резултати таквих испитивања су само делимични; морају се поново извршити.

Због растурености радова нови испитивачи нису по кад-кад били упознати са погледима својих предходника, чак ни са оним који су тачно изложени и довољно документовани. Још чешћи су били неспоразуми. Они су настајали због терминологије која није била тачно утврђена; поред тога је морфолошка класификација карсних облика мешана са генетском класификацијом. Има испитивача који нису верно наводили мишљења својих предходника, кашто можда због незнања језика, и често, исправљајући их, они су износили већ познате концепције. Понекад није био довољно процењен значај неког запажања и није се могло тачно одредити право место некој чињеници или проматрању у низу резултата о карсним појавима. Било би врло интересно, за познавање научног прогреса, темељно проучити све ове заблуде и погрешке. Ја ћу се дотаћи главних на идућим странама.

У току ових многобројних проучавања изнета су различита схватања о постанку карсних облика и начину отицања подземне воде. Али пре него што се потпуно развила и била доказана многа од ових схватања изнели су већ претходници, најчешће неодређено и без одлучних доказа.

Тако су два схватања о постанку карсних депресија најпре изнели француски и енглески научници још у првој половини XIX века. Они нису узимали у обзир облике динарског карста. Virlet је називао вртаче у Јури „циркови постали саломом пећинског тавана, а J. Fourmet је изнео мишљење да су бунарасте вртаче у Јури постале саломима (22). С друге стране Чарле Лајел и J. Prestwich сматрали су да су sand and grave pipes у лондонској креди нарочито у околини Norwich-а и Canterbury-а постале утицајем инфилтрационе воде. Сох је утврдио да се sink holes у Индијани завршавају пукотинама и сматрао је да су постале дејством атмосферске воде. Тако су мислили и David Dall Owen и J. Lesley о постанку sink holes-а у Kentucky и Charles A. White за вртаче на Јави. *Native wells* у кречњаку Јужне Аустралије према Woods-у постале су „простом ерозијом“, а вртаче на Јамајци, по Sawkins-у, растварањем кречњака дуж пукотина; исто су тако постале и sink holes у долини Naini у Индији (23).

Али тек у Аустрији су потпуније формиране обадве теорије, а испитивачи су се истовремено бавили и проблемом подземне водене циркулације, јер су у динарском карсту ови облици и појаве најраспрострањенији и најбоље развијени; а овде су и из практичних потреба вршена испитивања, нарочито због снабдевања пијаћом водом и исушивања карсних поља. Те хидрографске појаве динарског карста интересовале су испитиваче још од 18. века. Практичне потребе биле су све хитније због умножавања становништва, које се нарочито осетило у току XIX века.

Већ је Tobias Gruber изнео мишљење да су вртаче постале саломом пећинских тавана, док је В. Naquet, скоро у исто време, крајем XVIII века неодређено истакао идеју о постанку вртача дејством распадања кречњака и ерозије. Али прави оснивалац теорије о постанку вртача саломом пећинских тавана био је А. Schmidl, који је сматрао да су тако постала и карсна поља у Крањској. Аустријски геолози овога времена пристали су уз Schmidl-а.

Сукоб између ова два мишљења наступио је тек у другој половини XIX века. Е. Tietze и Е. Mojsisovics, радећи у карсту, нарочито прву гео-

лошку карту Босне и Херцеговине, бавили су се много карсним појавима али су изнели различите погледе о њиховом постанку. Док је Tietze сматрао да се постанак вртача па чак и карсних поља може потпуно објаснити саломом пећинских тавана, Е. Мојсисовић је мислио да су ови облици постали ерозијом а у вези са тектонским процесима; по њему „главни узрок развитка карсних појава било је дејство које је набирање вршило на постанак долине у кречњачким теренима;“ он је поред тога сматрао да су вртаче динарског карста само јужна фација алпских шкрапа. Мојсисовићева је идеја у основи тачна, али он није јасно издвојио хемијску ерозију од механичке, и није своје схватање поткрепио тачним проматрањима, којих гада није још било. Осим тога он је унео и пометњу у проблем, јер је узимао да вртаче одговарају алпским шкрапама. Често се и пре Мојсисовића мислило да су тектонски покрети утицали на постанак карсних депресија. D. Stur је сматрао као главни узрок карсних појава набирања земљине коре услед којих постају првобитне шупљине, затим пећине и пукотине; пукотине су опет биле повод постанку нових пећина којима су међусобно везане старе тектонске пећине. J. Lorenz, Lipold и Stache придавали су велики значај тектонским утицајима. Али је Е. Мојсисовић најјасније формулисао ово мишљење. Његови погледи изазвали су живу полемику, нарочито са Е. Tietze-ом. Она је изражена у великом броју расправа и есеја, који су знатно допринели да се расветле извесна питања. Ову битку различитих схватања подробно је, скоро драматски изложио Н. Hilpert. Већина аустријских геолога пристала је уз Е. Tietze-а. При крају полемике изгледало је да ће победити теорија о постанку вртача саломом пећинских тавана, у толико пре што су је прихватили и сви испитивачи пећина и јама у динарском карсту. И заиста F. Kraus, један од главних испитивача, овако се изразио: „Свака сумња је отклоњена и стара теорија о салому пећинских тавана коначно је утврђена“ (24).

При свем том, није био решен проблем о постанку карсних облика. Требало је утврдити да се исти облици јављају у кречњачким стенама различне старости и различитих области на земљиној површини; разбацана проматрања била су врло неједнаке научне вредности. Била су потребна нова тачнија и поузданија проматрања; требало је установити класификацију карсних облика и објаснити подземну хидрографију и постанак осталих карсних облика. То је био циљ дела *Das Karstphänomen*, прве монографије карста. Мада је оно објављено још почетком 1893. године (а завршено у Мају 1892. г.) ја ни сада нисам битно променио мисли о класификацији карсних облика, као и другим проблемима карста о којима се у *Karstphänomen*-у расправљало. Многобројне студије инспирисане су класификацијом карсних облика како је изложена у том делу. Примљено је у опште мишљење да вртаче постају поглавито хемијском ерозијом атмосферске воде, и сочнице у високим планинама, изузимајући случајеве у којима је несумњив процес саламања пећинског тавана и који су много ређи но случајеви вртача посталих хемијском ерозијом дуж пукотина. Теорија о постанку карсних облика саломом пећинских тавана, која је дотле превлађивала, била је после овога напуштена, али ипак не без још једног, последњег напора да се поново васпостави.

То је био циљ дела *Höhlenkunde* од F. Kraus-а. Краус је у њему посветио многе стране да би оборио мишљење о постанку вртача како је изнето у *Karstphänomen*-у и да би, као што смо рекли, васпоставио теорију о постанку вртача саломом пећинских тавана.

Доцније је Е. А. Martel објавио два дела о пећинама и јамама, у којима је прихватио теорију о хемијској ерозији и нагласио, можда јаче него ја, ерозивно порекло многих јама.

Нарочито место заузима велико дело Daubrée-а о подземним водама. Оно обухвата проучавање подземних вода у свима стенама. Добреова је главна заслуга у томе што је обратио пажњу на пукотине у стенама, добро их класификовао и указао на њихову улогу у циркулацији подземних вода. Али Добреово дело се појавило пре него што су били постављени главни проблеми о постанку карсних облика и режиму подземних вода у кречњачким теренима. Осим тога, и ако је било врло инструктивно за многе терене, Добре није био упознат са динарским карстом. Тако је ово дело, осим питања о пукотинама, остало скоро изван научног покрета, који се бавио постанком карсних облика и о карсној хидрографији (25).

Нови проблеми. — Довршујући 1892. год. монографију о карсним облицима и хидрографији, увидео сам да има специјалних проблема које треба решити на основу нових испитивања на терену. Ту долази на првом месту проблем о постанку карсних поља, за која сам у Karstphänomen-у могао само утврдити да су тектонски предиспонирана. Али да би се формирало карсно поље, мора суделовати и карсна ерозија; требало је и код поља тектонског порекла проучити ове специјалне процесе трансформације у карсни облик. Осим тога сам већ у Karstphänomen-у изразио мњење, да има карсних поља без тектонске предиспозиције, чисто ерозивног порекла: на основу доцнијих испитивања утврдио сам да има поља која су постала срстењем увала. Поред тога главне хидрографске црте карсних поља биле су већ утврђене, у Karstphänomen-у, али је требало изнаћи знаке, према којима би се могао проучити хидрографски развитак поља и издвојити фазе у том развоју. Испитујући динарски карст 1897. и 1898. г. запазио сам серију језерских тераса у пољима западне Босне, која раније није била примећена, затим старе долине, данас скаршћене и умртвљене, чији су токови везивали једно поље са другим; на основу ових проматрања констатовано је да је карсна хидрографија местимце јако компликована и да постоји бар у извесним кречњачким областима једна зона имбибована водом. Због тога сам говорио о колебању нивоа издани у карсту. Постављени су и други проблеми: о прелазу једних карсних облика у друге и преплетању карсног и глацијалног рељефа (26).

Осетио се све већи и већи прогрес у више праваца. Од 1893. године знатно је напредовало испитивање различитих карсних области. Нема данас скоро ниједног карсног предела на земљи, који није проучаван а кад кад и темељно. Многбројна дела баве се морфологијом и постанком карсних облика, а у овом правцу су проучавани и терени састављени од гипса (Италија, Немачка и Русија) и од кречњачког конгломерата (II Montello близу Пијаве). Алписке шкrape биле су предмет детаљних испитивања.

Али много већу пажњу су привукла два главна проблема, о којима су се појавиле многбројне публикације и настале дуге дискусије. То је на првом месту стари проблем о *распореду и циркулацији подземне воде у карсту*. Изнете су две супротне хипотезе: хипотеза о циркулацији воде кроз подземне канале и хипотеза о карсној издани.

У Karstphänomen-у и у делу Карсна Поља итд., изнео сам проматрања према којима је изведен закључак да у карсту постоје два

начина отицања подземне воде: канали са воденим токовима и издан која је подложна великим колебањима. Издани мора бити на непропустљивом слоју који се налази испод кречњака. Она се високо пење у пукотинама кречњака, после кишне периоде. Али као да у неким деловима динарскога карста има издани у кречњаку, која је без везе са издани вододржљивих слојева, јер се ови налазе у великој, непознатој дубини. На то упућују пећине у великим дубинама, испуњене водом које сам назвао *изданске пећине* (Grundwasserhöhlen. Das Karstphän. p. 42); дубоке вртаче, као Јапаге у Купрешком Пољу, које су у вези са „изданским млазевима“ (Карсна Поља с. 69), карсна поља стално испуњена изданском водом (Das Karstphän. p. 86) итд. Издан у карсту показује знатна колебања (Требичка Јама). Та издан у карсту у толико је слична са издани у шљунку и песку што су у њој поре представљене пукотинама и пећинама, између којих су целцати кречњачки блокови без изданских млазева; текућа вода из пукотина и пећина избија у врелима карсних поља и дубоких долина (Das Karstphän. p. 91).

Исти су проблем врло јасно поставили (25. Новембра 1892. г.) чланови Белгијског Геолошко-Хидролошког Друштва у Бриселу, у дискусији о томе: како се развијају хидрографске прилике у кречњачким теренима? Отварајући дискусију Е. Van den Broeck је рекао да су пред Друштво изнете две супротне поставке о хидрографији кречњачких терена. По једној постоји једноставна, проста циркулација воде кроз подземне канале; по другој хидрографске прилике кречњачких терена сличне су са хидрографским приликама терена који су састављени од скважљивих или пропустљивих стена, тј. и у њима постоји издан. Последње гледиште заступао је нарочито М. François. Према многобројним проматрањима о бунарима и ниво-у воде кречњачких области у Белгији, François је стекао убеђење, да су у кречњачким масама исте хидрографске прилике као и у растреситом материјалу, тј. пошав од дна речних долина, издан се пење на обема странама речне долине, и то поступно се пење према највишим партијама платоа; теме издани одговарало би у многоме развоју на површини земљишта. Површинска вода дакле, понире и скупља се у дубини карста, у издан који храни изворе на дну речних долина. Напротив, Dupont, и поред ових проматрања, држи да вода у карсту отиче једино кроз канале различитог пресека према најнижим тачкама; ове тачке могу лежати и испод дна речних долина. За своју поставку он је навео многобројна проматрања вршена на воденим токовима у белгијским пећинама. Rutot и Van den Broeck су мислили да би се ова два закључка могла помирити. По њима, очевидно је, ако сва вода која понире не може отећи изворима, који се налазе на дну долина, да ће све ниже пукотине и канали бити испуњени водом која се креће, и да ће се, пошто се отпор увећа у колико се иде у унутрашњост масива, сакупљена вода издићи унутра на обема странама долина и пећати према планинским врховима. Површина на којој се врши успор воде у подземним каналима, по François-у слична је параболи изданске површине у теренима састављеним од растреситог материјала. Видимо, баш за овај случај, да су хидротехничари помоћу дубоких бунара (рударских окана или бунара пијаће воде) проучили нарочито кречњачке слојеве у дубини, и утврдили у њима праве издани или кречњачке масе потопљене у подземну воду, као у теренима састављеним од растреситог материјала. Има дакле у унутрашњости кречњака у пећинама, шупљинама и пукотинама правих водених резервоара који се разликују пространством и релативном стагнацијом од горње мреже

канала и пукотина у кречњачким партијама које раздвајају речне долине, где је инфилтрациона вода више локализована и у сталном кретању, чинећи подземне токове, изворе, цурце у пећинама и т. д. (Bull. de la Soc. Belge de Géol. etc. tome VI, p. 231, Bruxelles, 1892/93). То је био почетак дискусије која се водила неколико година у Société Belge de Géologie, и дала велики број расправа о циркулацији подземне воде и постанку пећина (27 и 28).

Десет година доцније бавио се о истом проблему А. Grund (Die Karsthydrographie. Geogr. Abh. von A. Penck, Leipzig und Berlin 1903) и извео закључак да у карсту постоји издан која се пење од нивоа мора према унутрашњости карста, показујући при том врло знатна колебања. А. Grund није знао за дискусију и редове Белгијанаца о истом проблему, и он је навео као своје предходнике само мене и А. Penck-а (Karsthydrographie, страна 5 увода и стр. 172.). Grund сам мисли да је новина његове хипотезе у томе што је много јаче него други пре њега обратио пажњу за знатна колебања нивоа издани у карсту и одатле извео закључке важне за хидрографију карста. Иначе ни у једном ни у другом његовом делу нема нових проматрања, којима би се мењала наша дотадања искуства о подземној води у карсту, а има доста проматрања истога смисла као што су била она неких ранијих испитивалаца. Ја мислим да је главна заслуга Грундова што је на основу ових проматрања конструисао хипотезу о карсној издани и њеном утицају на хидрографске прилике карста, која није нова јер је и раније у друкчијем облику исказана, али је изведена систематски, врло логички, у извесним партијама онако као што правници логички изводе своје закључке. Тај га је начин рада навео на логичка претеривања, скоро на шематизам. При свем том Грундово дело је значајно и треба га проучити, нарочито кад је реч о хидрографији карсних поља. Концепцију о карсној издани заступао је и А. Penck. На супрот Грундовој хипотези Е. А. Martel, F. Katzer i W. v. Knebel су изнели старију концепцију коју су модификовали новим утврђеним чињеницама. Према Мартеловим испитивањима једини узрок свих карсних појава јесу подземни токови који циркулишу кроз пећине кад-кад проширене у велике галерије и резервоаре или сужене и често преобраћене у сифоне; Knebel уз то додаје да у карсту има и издани, као што је мора бити у сваком терену. Ове разлике у схватањима разумљиве су када се има на уму да ми познајемо унутрашњост карста, према директним проматрањима, само до дубине од 380 метара, максимално; до ове дубине успели су да се спусте најсмелији испитивачи. Ми можемо дакле, у овој области проучавања постављати само хипотезе које најбоље одговарају проматраним чињеницама.

У тесној вези са природом подземне хидрографије стоји *проблем морфолошког развитка или ерозиони циклус карста*, о коме су највише расправљали Penck, Sawicki, Daneš, Grund и Breede и о коме је Е. de Martonne учинио неколико оштроумних напомена (29). Свима овим ауторима полазна тачка био је ерозиони циклус који је W. M. Davis установио за непропустљиве терене. У ствари, тешко је овај циклус применити на карст, јер се карсна ерозија не управља по истим законима по којима се управља нормална ерозија. Начин и смисла карсне ерозије потпуно су различити од начина и смисла нормалне ерозије. Чак ни у најбољим концепцијама о ерозионом циклусу карста нису довољно узете у обзир ове основне разлике.

У том сам смислу и правцу проучавао подземну хидрографију и морфолошки развитак карсних терена. Пошто сам од утврђене појаве

да се карсне текуће воде у току карсне еволуције померају у све веће дубине, и на основу тога, и целине мога искуства о карсту, изведена је концепција о трима хидрографским зонама које се развију у току еволуције карсних терена, и то почевши са површине према дубини. Кречњачки предели се налазе у разним стадиумима тога хидрографског развитка, и услед тога су различне њихове хидрографске прилике; зависи од тога да ли су се у њима развиле све три хидрографске зоне. Даље, вода у унутрашњости карсних терена креће се на ниже под утицајем теже и њену доњу и главну ерозиону базу представља издан која лежи на вододржљивом слоју — не морски ниво као за воде вододржљивих терена. Ако је издан испод морског нивоа, карсна ерозија наставља свој рад и испод морског нивоа. На основу ова два принципа — еволуције хидрографских зона и друкчије ерозионе базе, која није морски ниво — изведена је еволуција карсних облика (29 и 30).

Али и после публикације дела о морфолошком развоју карста и подземној хидрографији, ја сам и даље вршио проматрање у разним карсним областима, да би још дубље ушао у извесне проблеме и спремио скице и фотографије, без којих је концепцију о карсту скоро немогуће јасно представити. Било је потребно, због многих нових испитивања, која су извршена после појаве *Karstphänomen*-а, дати нову монографију у којој бих изложио своју коначну концепцију о морфологији и хидрографији карста. Ипак она не може потпуно заменити *Karstphänomen*, који је израђен према другом плану, и због улоге коју има у историјском развоју схватања о карсним појавама. Особито су се у последњим деценијама развила спелеолошка испитивања.

Спелеологија. — Карсни облици могу се поделити: на спољне или облике кречњачке површине, као што су шкрапе, вртаче, увале, следе долине и карсна поља са „затвореним басенима“; друга група је представљена нарочито јамама и пећинама које чине унутрашње облике кречњачких терена обухватајући и подземну циркулацију воде. Ове две групе су у тесној вези; има прелаза од једних облика другим. Тако свако проучавање спољних или површинских облика треба да обухвати и пећине и јаме, а нарочито карсну хидрографију, која се не може објаснити ако се немају у виду истовремено и спољни и унутрашњи облици. Ипак се одавно одвојено расправља о проблемима који се односе на пећине, јаме и подземну хидрографију, и скуп ових проучавања назива се данас *Спелеологија* (*Höhlenkunde*, немачки). Потребно је да се ова група проблема систематски проучава, да се формирају стручњаци и да њихови резултати буду прикупљени и централизовани у једној ревији или уџбенику; као што је поменуто, данас су они растурени у најразличитијим часописима, чак и тамо где се не би ни помислило. Специјализација је оправдана такође и бројем и великом распрострањеношћу подземних карсних облика које треба проучавати; тешкоћама проучавања јама, пећина или подземних токова, јер је често за проучавање једног подземног тока потребно више година упорнога рада; незгодама испитивања за које треба знатан алат и инструменти и специјално припремање.

Главни циљ спелеологије је дакле студија морфологије и подземне хидрографије унутрашњости кречњачких предела; различитих начина отицања и акције подземних вода; њихових односа према слојевима различитог хемиског састава, према правцу и паду слојева и пукотинама и раседима који их просецају. Потребно је дакле, да се пре

свега израде тачни планови и профили ових подземних објеката по топографској методи која се примењује на снимање површинског рељефа; до данас је мало пећинских планова израђено тако да могу задовољити научну потребу. Треба у планове унети најпотребније геолошке податке, нарочито правац и пад слојева, раседе и дијаклазе. Треба такође израдити пројекцију пећина на топографској површини, користећи се најдетаљнијим картама које постоје за терен изнад пећина.

Само ће се спелеолошким испитивањем моћи поуздано утврдити да ли подземне реке теку једино кроз тунеле, задржавајући карактер реке, или се, бар неке, разбијају у пукотине које су испуњене изданском водом, и тако губе карактер реке.

Без потребног прибора пећине се могу проучавати само делимично. Наилази се на препреке у виду сифонског језера, зачепљених узина, пукотина које треба проширити, а и на друге сметње. Због тога је мало пећина проучено темељно; понекад је направљен план једино најприступачнијег дела пећине; међутим то је само први корак у проучавању.

Да би се установиле везе које могу постојати између понирања једне реке и поновног избијања воде на површини или врела, употребљавају се разне материје за бојење, од којих се флуоресцеин и уранин показали као најбољи. Они не изгубе боју на свом подземном путу. Међутим у врло слабом раствору карактеристична зелена боја флуоресцеина је скоро невидљива, али додавањем амонијака боја се понова јавља; сем тога конструисан је један апарат, флуороскоп, помоћу кога се може утврдити раствор флуоресцеина у води кад се не види голим оком.

Упуства о потребном прибору за проучавање пећина налазе се нарочито у првој глави *Les Abimes* од Е. А. Martel-а. Методе спелеолошких проучавања као и прибор усавршавају се све више јер ова проучавања имају велики практичан значај. Да би се решили хидрографски проблеми кречњачких терена треба на првом месту извршити темељно проучавање пећина. Хидро-технички радови у карсним пољима нису често успели, јер је очишћен и отчепљен само први део пећине, око понора. Пијаће воде из кречњачких терена могу лако бити окупене, јер су врела само излаз водених токова или жица које се развијају на површини, без филтрације. Јасно је показано (особито Е. Fourmier) како се за ниског стања воде, продукти инфилтрације са површине земљишта нагомилавају у галеријама — резервоарима, моментално изолованим од подземне водене мреже; чим вода почне надолазити ове галерије дају резерву евентуално окупену, притокама главне мреже.

Испитивање пећина отпочело је најпре због интересовања за преисториске наласке; та испитивања су у толико од морфолошког значаја што су се неки од преисторичара детаљно бавили наносима који испуњавају пећине. Даље су пећине истраживане у биоспелеолошком погледу и у последњим деценијама су та испитивања узела велики полет. Биолошка проучавања могу по неки пут бацити светлост на извесне проблеме пећина. Ово се нарочито односи на бескичмењаче које су реке унеле у пећине. Живећи ту генерацијама они су се прилагодили подземној средини поступном модификацијом својих органа; органи вида су закржљавели а некад и сасвим ишчезли; на против органи чула пипања, слуха и мириса нарочито су се утанчали и развили; шаренило боја је ишчезло због недостатка светлости. Тако су се развиле праве наказе, најчешће врло мале, чије проучавање може расветлити раније хидрографске прилике пећина.

Библиографија. Главне публикације о карсту изложио је и о њима расправљао Hans Hilpert-у: *Historische Entwicklung der Frage nach dem Wesen des Karstphänomens*, Diss. Würzburg 1907.; ту се опширно расправља о погледима не само савремених аутора него и старих па чак и из класичне епохе. У *Karstphänomen*-у сам се користио литературом о карсту која је објављена у току XIX. века до 1893. г. У *Morphologie der Landoberfläche* од А. Penck-а (II. део стр. 269—290 и страна 447—459.), наведена је литература брижљиво пробрана из дела и расправа о карсним појавама до 1894. године. S. Günther је прикупио забелешке старијих аутора о појавима у кречњачким областима Немачке (*Zur Vorgeschichte der Karsthydrographie*. Mitt. d. geogr. Gesell. München, Bd. 14, p. 91., 1920.). E. A. Martel је саставио спелеолошку библиографију са садржајем сваког дела, које је публиковано крајем XIX. и у првој деценији XX. века: *La spéléologie au XIX-è siècle*, Paris 1905—1906, Société de Spéléologie. Он је продужио да даје прегледе чак и најновијих публикација: *Les recents explorations souterraines (1914—1923)* у *la Revue de Géographie annuelle*, Paris, tome VI. fasc. VI. Библиографија De Gasperi-а обухвата сва главна дела, нарочито на италијанском језику, до 1916 године (*Grottee Voragini del Friuli*, *Memorie geografiche dal Dott. Giotto Dainelli — Firenze 1916.*).

Упућујем читаоца на те библиографије, пошто овде нећу изнети потпуну библиографију, која би у осталом обухватила више хиљада нумера. Изложићу само преглед главних испитивања, монографија, испитивања која имају у већој али мањој мери нарочите вредности за решавање карсних проблема и проучавања карактеристичких области, све оно, дакле, што је највише допринело решавању карсних проблема.

(Са француског манускрипта пишчева превео
Сима Милојевић).

Јован Цвијић.

BIBLIOGRAPHIE

I. Sur les grottes, les jamae et les cours d'eau souterrains

* Многи писци узимају да је један од првих испитивача пећина био Лајбниц, који је 1693 публиковао своја искуства о пећинама Шарцфелдској и Баумановој у Немачкој. А италијански геолози истичу да се подземном хидрографијом и изворима с великим успехом бавио Antonio Vallisneri, који је осим тога први описао карсно земљиште са вртачама. Врло рано су се неколики француски испитивачи бавили о појединим пећинама, али њихова дела такође нисам видео. Према S. Günther-у: *La Baumaunshöhle nell Harz come punto di partenza della speleologia scientifica* Mondo Sott., I. Udine 1905 p. 67; и према Michele Gortani: *Intorno ai primi studi di speleologia e Idrologia sotterranea* Idem, V, 1909. p. 3. Дело Лајбница: *Protogea sive de prima facie telluris*, Goettingae, 1748. — У истом чланку M. Gortani-а помиње се као главно дело Вализнеријево: *Lezione accademica intorno l'origine delle Fontane 1715 — Maraldi*, *Description de la grotte naturelle nouvellement découverte près de Foligno en Italie*. Mém. Acad. Roy. Sc. Paris 1711. — P. de Tournefort, *Relation d'un voyage du Levant* Paris 1717 (la caverne d'Antiparos). — Morand, *Nouvelle description des grottes d'Arcy*. Lyon 1752. — L. Dauberton, *Description des grottes d'Arcy*. Mém. Acad. Roy. Sc.

Paris 1754. — **M. Charpentier de Cossigny**. Extrait d'une lettre écrite le 29. nov. 1743 sur la Grotte qui se trouve à quelque distance de Besançon, et qu'on nomme la Glacière. Mém. Acad. Roy. Sc. Sav. Etr., I. 1750. pag. 195; Id. Suite des observations sur la Glacière de Besançon. Ibid., pag. 210.

1. **J. W. Valvasor**, Die Ehre des Herzogthums Krain 1689.

2. **Balthasar Haquet**, Oryctographia Carniolica oder physikalische Beschreibung des Herzogthums Krain, Istrien und zum Theil der benachbarten Länder. Leipzig 1778—1789, Vol. IV, 4°.

3. **A. Morlot**, Ueber die geol. Verhältnisse von Istrien, mitgetheilt am 17. März 1848 in der Versammlung der Freunde der Naturwissenschaften in Wien. Haidinger's Naturwissenschaftliche Abhandlungen, II, p. 257, 1848.

4. **Adolf Schmidl**, Die Grotten und Höhlen von Adelsberg, Lueg, Planina und Laas. Wien 1854. — **Hausen**: Beiträge zur Grottenkunde Krains. Jahreshaft des Vereins des krainischen Landesmuseums. Laibach 1856, p. 40, 42, 43.

5. **Thobias Gruber**, Briefe hydrographischen und physikalischen Inhalts aus Krain, Wien 1781.

6. **A. Bayer**, **E. Tietze** et **Dj. Pilar**, Die Wassermoth im Karste der croatischen Militärgrenze, als Manuscript gedruckt und herausgegeben über Anordnung der K. K. General-Commando in Agram 1874. — **Lipold**, Die eisensteinführenden Diluviallehme in Unterkrain. Jhrb. d. geol. R. A. 1858, p. 246, 247. — **Stache**, Die neog. Tarziärbild. in Unter-Krain. Jhrb. d. geol. R.-A. 1858, p. 395. — Die Eocägeb. im Innerkrain und Istrien. Jhrb. d. geol. R.-A. 1859, p. 272. — Geol. Landschaftsbild des istrischen Küstenlandes Osterr. Revue 1864, Bd. VI p. 172. — **D. Stur**, Das Isonzothal von Flieth abwärts bis Görz, Adelsberg, Planina und Wohein. Jhrb. d. K. K. geol. R.-A. Wien 1858. — **Joseph Lorenz**, Geol. Rekognosceierungen im Liburnischen Karste und den Quarnerischen Inseln. Jhrb. d. geol. R.-A. Wien 1859, p. 342. — Der Vrana-See auf Cherso. Petermanns Mitteil. 1895. p. 510. — Physikalische Verhältnisse und Vertheilung der Organismen im quarnerischen Golfe, Wien 1863, p. 32. — Die Quellen des liburnischen Karstes und der vorliegenden Inseln. Mitth. d. k. k. geogr. Gesellsch. III. p. 103. — **Zittel**, Die Morlakei und ihre Bewohner. Österr. Revue 1864, p. 227. — **Tietze**, Geol. Darstellung der Gegend von Karlstadt und dem nördlichen Teile des Canals der Morlaccia. Jahrb. d. geol. R.-A., 1873. — **Dr. A. Krenner**, Die Eishöhle von Dobschau. Budapest 1874. — **Franz v. Hauer**, Geologie, Wien 1875. — **Jičinsky**, Über Senkungen und Brüche der Tagesoberfläche infolge des Abbanes von Kohlenflötzen. Zeitschr. f. Berg und Hüttenwesen 1876, p. 456. — **P. Partsch**, Detonationsphän. auf der Insel Meleda. Wien 1826, p. 9. — **Fras**, Vollständige Topographie d. Karlstädter Militärgrenze. 1835. p. 55. — **Pignoli**, Karstwanderungen. Zeitschr. d. deutsch. u. österr. Alpenvereines, XII, 1881, p. 381. — **Kosta**, Reiseerinerungen aus Krain. Laibach 1848 p. 50.

7. **v. Hauer**, Bericht über die Wasserverhältnisse in d. Kesseltälern v. Krain. Österr. Touristen — Zeitung 1883, N. 3. — Die Arbeiten des Karst-Comités im Jahre 1885, Oesterr. Touristen — Zeitung 1886, N. 7, p. 73. — **Puttick**, Die unterirdischen Flussläufe von Innerkrain. Mitt. der K. K. geogr. Gesellschaft 1887, p. 277. — Die unterirdischen Flussläufe von Innerkrain. Das Flussgebiet der Laibach. Mitt. d. K. K. geogr. Gesellsch. 1890, p. 483. — **Krause**, Die Entwässerungsarbeiten in Kesselthälern von Krain. Wochenschr. d. österr. Ingenieur und Architekten — Vereins 1888, N. 13. — **Hrasky**, Entwässerungsarbeiten im Ratschnathale Mittei-

lungen der Section f. Naturkunde, 1889, p. 26. — **Groller**, Das Popovo Polje in der Herzegovina. Mitt. d. K. K. geogr. Gesellschaft. 1889, p. 86. — **Ph. Ballif**, Wasserbaufen in Bosnien u. der Hercegovina, I Theil Miliorationsarbeiten und Cisternen im Karstgebiete. Wien, 1896. — **J. Riedel**, Untersuchung einer Quelle im herzegovinischen Karste auf ihren Ursprung. Zeitschr. österr. Ing.- und Arch.-Vereines, 1797. p. 66. — **G. Andreas Perko**, Die Tropfsteinhöhle von Slivno bei Nabresina (Triester Karst). Mit 1 Tafel. Mitteilungen der K. K. Geographischen Gesellschaft in Wien, 1908, 51 Bd., p. 453—63. — Zur Hydrographie des istrischen Karstes. Bd. XCIV, Globus Nr. 19., November 1908, p. 297—301. — Zur österr. Karsthöhlenforschung. Deutsche Rundschau f. Geogr. u. Statistik 1910. — Die Adelsberger Grote. Adelsberg 1910. — Der Zirknizasee in Krain (Östreich). Promethäus, 1908. — **G. Lahner**, Der westmontenegrinische Karst und sein Zusammenhang mit der Bucht von Cattaro. Petetmanns Mitt. 1917, p. 297. — **Franz Mühlhofer**, Die Erforschung des Magdalenschachtes. Globus. Bd. XCI, Nr. 19—23., Mai 1907., p. 297.—303. — Der mutmassliche Timavotalschluss. Idem. Bd. XCII, Nr. 1.—4., Juli 1907., p. 12.—15. — Der Lindner-Timavo und seine Bedeutung für das Studium der Karsthydrographie. Idem Bd. XCIV, Nr. 4., 23. Juli 1908., p. 53.—56. — Die Erforschung des Wasserschlingers von Dane bei St. Kanzian im Küstenlande. Idem. Bd. XCVI, Nr. 14., 14. Oktober 1909., p. 213.—217. — Beobachtungen über Dolinenbildungen am Triester Karste. Idem. Bd. XCVI, Nr. 18., 11. November 1909., p. 287.—289. — **Kurt Hassert**, Beiträge zur physikalischen Geographie von Montenegro. Ergänzungsband zu P. M. XXV, 1895/96. Gotha. — **Daneš und Thon (Dr. K)**, Die westhercegovinischen Kryptodepression, „Pet. Mitt.“ April 1905. — **Daneš**, La région de la Narenta infér., „Geogr.“, t. XIII 15 février 1906, p. 91. — **D. A. Wray**, The Karstlands of Western Yougoslavia Geol. Magaz., LIX, p. 392—409, Sept. 1922. — **Norbert Krebs**, Fragmente einer Lardeskunde des innerkrainer Karstes. Recueil de travaux offert à M. Jovan Cvijić, Belgrade 1924., p. 47.

8. **Boblaye**, Expedition scientifique de Morée. Géologie. Paris 1832. p. 308. — Notice sur les altération des roches calcaires du litoral de la Grèce. Journ. de géol. III. 1831, p. 156. — **Spratt**, Travels in Lycia. Milyas and the Cibyratis. London 1847. II. T. p. 165. — **Pouqueville**, Voyage, Vol. I. p. 139, 177; Vol. II. p. 239. — **Bursian**, Geographie von Griechenland. Leipzig 1862. I. p. 198. — **Lindenmayer**, Kopaissee, Ausland 1865, № 17.; Zeitschr. für Erdkunde, Neue Folge 1865, p. 66.

A. Boué, La Turquie d'Europe t. I (et la traduction allemande, Europäische Türkei I). — **Neumann-Partsch**, Physikalische Geographie von Griechenland. Breslau 1885 p. 225. — **E. Tietze**, Beiträge zur Geologie von Lykien. Jahrb. d. geol. R.-A. 1885. — **S. Partsch**, Die Insel Korfu. Ergänzh. № 88 zu Peterm. Mitt. 1887. — Die Insel Leukas, Ergänzungsheft № 95 zu Peterm. Mitt. 1889. — **A. Supan**, Die Trockenlegung des Kopaissees. Petermann's Mitt. 1889., p. 72. — **J. Partsch**, Die Insel Zante. Petermann's Mitt. 1891 p. 164, 165. — Kephallenia und Ithaka, p. 22. — **A. Philippson**, Peloponnes I. p. 146; — Verhandl. d. IX. deutschen Geographentages 1891. Karte. — Der Kopais-see. Zeitschrift der Gesell. f. Erdkunde, Berlin XXIX, p. 1894. — **Kraus**, Sumpf- und Seebildung in Griechenland. Mitt. der k. k. Géogr. Gesellschaft 1892. № 7, 8 p. 398. — **N. A. Sidéridès**, Les katavothres Gde rèce. Mém. de la Soc. de Spéléologie de Paris, tome VIII, № 63 et 64.

9. **O. Marinelli**, Uno studio sui fenomeni carsici. In Alto 1894. Udine. — Una questione relativa alla nomenclatura dei fenomeni carsici. In Alto

1896. Udine. --- Fenomeni carsici, grotte e sorgenti nel dintorni di Tarcento in Friuli. In Alto. Udine, 1897. — **F. Musoni**, Studi speleologici e idrologici in Friuli. Udine, 1903. — **Dott. Michele Gortani**, Fenomeni carsici nei dintorni di Perugia e di Assisi. Bologna, 1908. — **Roberto Almagia**, Alcuni fenomeni carsici nell'Abruzzo aquilano. Roma, 1910. Bolletino della Società Geografica Italiana, Fasc. VIII, 1910, pag. 937—954. — **G. B. Gacciamali**, A proposito di fenomeni carsici. Rivista mensile del Club Alpino Italiano. 1896 (Settembre) — Gli anticrateri dell'Appennino Sorano. Boll. C. A. I. 1891. — Il fenomeno del Carso a Fontana Liri. Rivista Italiana di Scienze Naturali, vol. IX 1889. — **Fr. Salmojrighi**, Sulla continuita sotterranea del fiume Timavo, etc., „Atti Soc. Ital. d. Scienze nat.“ Milan, 1904, vol. 43, et 1905. vol. 44.

Eugenio Boegan, Le sorgenti d'Aurisina con appunti sull'idrografia sotterranea et sui fenomeni del carso. Trieste 1906. — La cavità sotterranea presso Dignano, Trieste 1909. — Elenco e carta topografica delle grotte del carso. Trieste 1907. — La grotta de Trebiciano, studi e rilievi dal 1910. al 1921. Trieste 1921. — Pozzi naturali presso S. Giovanni de Duino. Alpi Giulie 1914, p. 95. — Le grotte di San Canziano. — Le grotte dell'Altipiano di S. Servolo (Istria). Trieste, 1901. — **Italo Gariboldi**, Rilievi topografici nelle grotte di S. Canziano. L'Universo, IV, 11. 1923. — **L. V. Bertarelli**, Il mistero del Lago Morto di San Canziano. Le Vie d'Italia, XXX, 1924. — **Giovanni Bolli**, Come si sono formate le grotte del carso della Venezia Giulia. Idem. XXX, 11, 1924. — **Antonio R. Toniolo**, Fenomeni carsici nel conglomerato di Farro e col in provincia di Treviso. Mondo Sotterraneo, I, 5. e 6. Udine 1905.

A. G. Perko e Sergio Gradenigo, Postumia. Postumia 1924.

10. **Virlet**, Observations faites en Franche-Comté sur les cavernes et la théorie de leurs formation. Bull. Soc. Géol. VI. 1834/35 p. 154.

11. **Desnoyer**, Article Grottes dans le Dictionnaire d'histoire naturelle d'Orbigny, VI, 1868.

12. **Fournet**, Note sur les effondrements. Mém. Acad. Lyon. Classe des Sciences. II 1852, p. 174, 186. — Hydrographie souterraine p. 13 Mém. Acad. Lyon VIII. 1858 p. 221—296.

13. **E. A. Martel**, Les Cevennes. Paris 1890. — Les abîmes, les eaux souterraines, les cavernes, les sources, la spéléologie, Paris 1894. — Nouveau traité des eaux souterraines, Paris 1923. p. 838. — Irlande et Cavernes anglaises. Paris 1897. — Le gouffre et la rivière souterraine de Padirac Paris 1901. — Les abîmes du Dauphiné. Ann. des touristes du Dauphiné 1896. — Les Cavernes de la grande Chartreuse et du Vercors, idem 1899 — Les chouruns du Devoluy (Hautes-Alpes). Bull. de la Soc. d'études des Hautes-Alpes 1902. — Les cavernes de Majorque. Bull. de la Soc. de Spéléologie. 1903 (fevrier). Paris. — L'hydrographie souterraine aux Etats-Unis; idem, 1910 (mars). — Sous terre (compagnes 1—9). Ann. dus club alpin français 1888—1896. — British caves and Speleology. Geogr. Journal 1897 (novembre). London. — Les eaux souterraines des Causses. Bull. Soc. geol. de France XVII. 1889. p. 610. — **De Launay et Martel**: Note sur quelques questions relatives à la géol. des grottes et des eaux souterraines. Bull. de la Soc. géol. de France. XIX. 1891, p. 142. — **Commission scientifique de perfectionnement de l'Observatoire municipal de Mont Souris**, Travaux sur les eaux alimentants la ville de Paris, 1899 à 1902. — Pré-

fecture de la Seine, 3 vol. in 4° 1901 à 1903, t. I, 1899—1900. Eaux de l'Avre et la Vanne (Duclaux, D-rs A.-J. Martin et Henri Thierry, L. Janet, D-rs Miquel et Albert Levy, Cambier et Mouchex, Dienert, Marboutin, Le Couppey de la Forest), t. II, 1900 à 1901: Vanne, Avre, Dhuis, Loing et Lunain, Loiret, Haute-Seine, Jonne et Cure (mêmes auteurs et M. Guillard); t. III, 1902 (mêmes sujets et auteurs et M. Babinet, pour l'Avre).

14. **E. Fournier**, Les grottes et rivières souterraines (Explorations souterraines en Franche-Comté). Besançon 1923. — Les gouffres. Idem Besançon 1923.

15. **Armand Viré** et **Jacques Mahen**, Recherches de zoologie, de botanique et d'hydrologie souterraines, dans les départements du Tarn, de l'Herault et du Lot. Mém. de la Soc. de Spéléologie de Paris, tome IV, № 28. — **A. Viré**, Les Pyrénées souterraines (1^{re} campagne 1897). Idem tome III, № 14. — Le Lot, Padirac, Rocamadour, Lacave, (Collection de guides, publiée sous la direction de M. Boule). Paris, 1907. — **E. Cord**, La Lozère, Causses et Gorges du Tarn. Idem. Paris, 1900. — **J. B. Martin**, Le Jura méridional, étude de Géogr. physique spécialement appliquée au Bugey. Revue de géogr. de M. Ch. Vélain, 1910. — **Georges Chabot**, Le Revermont, étude sur une région karstique du Jura méridional. Ann. de Géogr. t. XXII, 1913 p. 399—417. — **E. de Martonne**, The Limestone Plateaus of the Causses, Southern France. Annals N. Y. Acad. Sci., vol. XXVII, p. 296—297, 30. Nov. 1917. — Les régions géographiques de la France. Bibliothèque de Culture générale. Paris, 1921, p. 102. — **C. Vallaux**, Le Devoluy, „La Géographie“ févries 1920, p. 111. —

16. **E. van den Broeck**, **E. A. Martel** et **E. Rahir**, Les cavernes et les rivières souterraines de la Belgique. Bruxelles 1910, tomes I et II. — **E. Dupont**, Les phénomènes généraux des cavernes en terrains calcaires et la circulation souterraine des eaux dans la région Han-Rochefort. Bull. de la Soc. Belge de Géol., de Pal. et d'Hydrologie. T. VII, 1893, M., pp. 190—297, pl. XII et XIII. — **E. Putzeys**, Les sources des vallées de l'Ourthe, du Hoyoux et du Bocq. Etude hydrologique. T. VIII, 1894, P.-V., pp. 6—43. — **Walin**, Étude sur le régime hydrologique, sur l'importance et la nature des eaux dans les terrains calcaires du Condroz et de l'Entre-Sambre-et-Meuse. T. VIII, 1894, P.-V., pp. 90—119. — **Th. Verstraeten**, Examen hydrologique des bassins du Hoyoux et du Bocq. T. VIII, 1894, P.-V., pp. 140—165. — **E. van den Broeck**, Quelques mots au sujet de la différence d'étendue des bassins hydrographiques souterrains et superficiels alimentant les sources de la vallée du Hoyoux. T. VIII, 1894, P.-V., pp. 241—246. — Étude géologique, hydrologique et spéléologique des environs de Remouchamps et aux chantoirs de la bande calcaire septentrionale. T. XII, 1898, P.-V., pp. 180—181. — **E. van den Broeck** et **E. A. Martel**, Nouvelles recherches et constatations à Han-sur-Lesse. T. XII, 1898, P.-V., pp. 157—176. — **E. van den Broeck**, Étude géologique, hydrologique et spéléologique des environs de Remouchamps. T. XII, 1898, P.-V., pp. 180—181. — **E. van den Broeck** et **E. Rahir**, La Lesse souterraine La traversée des deux boucles de la rivière à Furfooz démontrée au moyen de la fluorescéine. T. XVII, 1903, M., pp. 119—142. — **F. Darzö**, Une grotte dans le calcaire carbonifère à plus de 200 mètres de profondeur. T. XVII, 1903, P.-V., pp. 614—615, pp. 545—548. pl. VII et VIII. — **Em. Deladrier**, Recherches souterraines aux environs d'Éprave. T. XVIII, 1904, P.-V., pp. 117—119. — **E. Rahir**, La Grotte de Dinant. T. XIX, 1905, P.-V., pp. 81—82. — **E. van den Broeck**, La grotte de Rosée à Engihoul, près Engis. T. XX. Fasc. I-II. 1906.

— **E. A. Martel**, et **E. van den Broeck**, Sur les Abanets de Nismes (Belgique) T. XX. Fasc I-II, 1906. — **R. d'Andrimont**, Les eaux émergeant des calcaires aux environs de la ville de Marche, Tome XXII, 1909. — **K. Oestreich**, Zur unterdischen Hydrographie der belgischen Ardennen, *Pet. Geogr. Mitt.* 1912. I p. 146. — **Jacoba B. L. Hol**, Beiträge zur Hydrographie der Ardennen, Jahresbericht d. Frankfurter Vereins für Geographie und Statistik, Frankfurt am Main 1916, p. 5—160.

17. **Jovan Cvijić**, Les grottes et l'hydrographie souterraine dans la Serbie orientale (en serbe), Glas del' Académie des Sciences, Belgrade 1894. — Les sources, les chutes d'eau et les tourbières dans la Serbie orientale (en serbe). Idem. 1895. — Recherches géographiques dans la montagne de Kučaj (en serbe), Annales géol. de la Péninsule Balkanique, tome V 1891. — Bulletin de la Société Serbe de Géographie, de 1900. à 1914. — Osnove za geografiju i geologiju Stare Srbije i Makedonije, Publications de l'Académie des Sciences Belgrade 1911, tome III. — Articles sur les grottes et les dolines de la Serbie orientale dans Spelunca, Bull. de la Soc. de spéléologie de Paris. — **A. Gavazzi**, Die Seen des Karstes, Abh. d. k. k. geogr. Gesell. in Wien, V Bd. № 2, 1903/4. — **Josip Poljak**, Pećine hrvatskoga krasa, I, II et III, Izdanje Jugoslovenske Akademije Znanosti i Umjetnosti, Zagreb 1913, 1914, et 1924. — Periodičko jezero Blato, Glasnik Hrv. Prir. Društva Zagreb 1922, p. 71. — Špilja Kuštrovka Hrvatski Planinar 1922, p. 68. — **J. V. Daneš**, Les grottes dans le canon de la Prača et dans les environs du polje de Glasinac (en serbe) Bull. de la Soc. de Géographie, t. 5, p. 139 Belgrade 1921. — **B. Ž. Milojević**, Les grottes dans le canon de l'Uvac (en serbe). Idem, p. 159. — Le karst autour du lac d'Ostrovo (en serbe). Idem, p. 164. — **Dr R. Simonović**, Des lapiés (en serbe). Idem, p. 142. — **J. Rus**, Sur les terrains karstiques de Ribnica et Kočevje en Carniole (en serbe). Idem, p. 180. — **U. Girometta**, Jame i pećine srednje Dalmacije, Bull. de la Soc. de Géographie de Belgrade t. 9, Beograd, 1923, p. 95.

18. **Wankel**, Bilder aus der sächsischen Schweiz, Wien, 1882., p. 173, 183. — **Dr Martin Křiž**, Der Lauf der unterirdischen Gewässer in den devonischen Kalken Mährens, Jahrb. d. geol. R.-A. XXXIII, 1883, f. 266. — Die Höhlen in den mährischen Devonkalken u. ihre Vorzeit. I. Die Slouperhöhlen, Jahrb. d. geol. R.-A. 1891, XLI, p. 443. — **Makowsky**, Die geol. Verh. d. Umgebung von Brünn, 1884; — **Trampler**, Die Macocha, XXXVI Jahresbericht d. Wiedener Communaloberrealschule 1891. — Die Eröffnung zweier Dolinen, „Mittheilungen der k. k. Geographisches Gesellschaft“ Nr. 5, Wien, 1893. — **Karel Absolon**, Der mährische Karst, Brünn, 1912. — Zeměpisné výzkumy vykonané v krasu moravském, roku 1904—1911, v Praze, 1911. — Führer durch die Mazocha und die neuen Tropfsteingrotten Punkwa — und Katharinenhöhle, Brünn 1914. — Recherches sur la grotte de Demänova au Sud de Tatra, 1924.

19. Jahresbericht der Gesellschaft für Höhlenforschung und Höhlenkunde in Berlin, 1924. — Blätter des Schwäbischen Albvereins, Tübingen 1889. — Mitteilungen des Rheinisch-Westfälischen Höhlenforschungsvereins in Elberfeld, 1910—1914. — Literaturanzeiger des Vereins für Höhlenkunde 1879/80, Wien, 1886. — Mitteilungen der Section für Höhlenkunde des österreichischen Touristen-Clubs, Wien I-VII, 1882—1888. — Mitteilungen für Höhlenkunde, herausgeg. vom Verein für Höhlenkunde in Graz, 1908—1911. — Mitteilungen für Höhlenkunde, herausgeg. vom Verein für Höhlen-

kunde in Oesterreich. Graz, 1911—1919. — Berichte der staatlichen Höhlenkommission, Vierteljahreshefte für theoretische und praktische Höhlenkunde. Wien, 1920. Ils se sont transformés dans Speleologisches Jahrbuch. — Mitteilungen der Bundeshöhlenkommission, Organ des Hauptverbandes Deutscher Höhlenforscher. 1923, Wien. — **Gutbier**, Die Versteinerungen d. Zechsteingeb. u. Rothliegenden. II. 1849, p. 4. — **Simony**, Über die Spuren der vorgeschichtlichen Eiszeit im Salzkammergute. Bericht über die Mittel. von Freunden der Naturwiss. in Wien 1847, I, p. 217. — **Nöggerath**, Über d. sog. natürl. Schächte oder geol. Orgeln in versch. Kalksteinbildungen. Neues Jahrb. f. Mineralogie, 1854, p. 527. — **Penck**, Die Geschiebformation Norddeutschlands. Zeitschr. d. deutschen geol. Gesellsch. XXXI, 1879, p. 132. — **Fugger**, Der Untersberg. Zeitschrift des deutschen und österr. Alpenvereines, 1880, p. 11. — **Geyer**, Über jurassische Ablagerungen auf dem Plateau des Todten Gebirges in Steiermark. Jahrb. d. geol. R.-A. XXXIV. 1884, p. 336. — **F. Löwl**, Der Lünensee. Zeitschr. d. deutschen u. oesterr. Alpenvereines 1888, p. 25. — **Fritz Frech**, Die Gebirgsformen im südwestlichen Kärnten und ihre Entstehung. Zeitschr. Gesell. f. Erdkunde. Berlin, XXVII, 1892, p. 349. (Wolayensee). — **Kloos**, Die Hermannshöhle bei Rübeland, Weimar, 1889. — **Gümbel**, Geognostische Beschreibung der fränkischen Alb. (Frankenjura) mit dem anstossenden fränkischen Keupergebiete. 1891, p. 45, 46. — **Karl Endriss**, Zur Geol. der Höhlen des Schwäbischen Albgebirges. Zeitschr. d. Deutschen geol. Gesellsch. XLIV, 1892, p. 49. — Aussi dans les Blätter des Schwäbischen Albvereines 1892, N 10 p. 189. — **W. Putick**, Das Lurloch im Streiflichte der Technik, „Ztschr. Oesterr. Ing. und Archit.-Vereines“ Wien 7. Sept. 1894. — **Hoffer**, Unterirdisch entwässerte Gebiete in den nördlichen Kalkalpen. Mitt. d. Geogr. Gesell. in Wien Bd. XLIX p. 465. — **Bock**, Wasserhältnisse in verkarsteten Gebieten, Höhlen im Dachstein, Graz, 1913. **Fugger**, Eishöhlen und Windröhren. Salzburg, 1891, 92, 93. — **Crammer**, Eishöhlen- und Windröhrenstudien. Abh. d. k. k. geogr. Gesell., Wien, 1899. — Einige Bemerkungen über die Karrenrinnen der Übergossenen Alm. Pet. Mitt. 1897, p. 42. — Karren und Dolinen im Rifkalk des Übergossenen Alm. Pet. Mitt. 1902, p. 9. — **Fraas Dr E.** Die Höhlen der schwäbischen Alb. Tübingen 1901. — **A. Neischl**, Die Höhlen der Fränkischen Schweiz und ihre Bedeutung für die Entstehung der dortigen Thäler; Diss., Erlangen 1903. — **L. Diestel und F. Scheck**, Das Plafeau des Zahmen Kaisers Landeskundliche Forschungen d. Geogr. Geschl., München 1911. — **Bock und Lahner**, Die Dachstein-Riesenhöhle, Höhlen im Dachstein, Graz 1913. — **K. Brückner**, Die Fränkische Schweiz und ihr Vorland. Wunsiedel 1912/14. — **Dr. Erwin, V. Angermayer**, Die Eisriesenwelt im Tennengebirge. Wien, 1921. — **H. Lindner**, Das Karstphänomen in den Alpen. Alpenfreund, 1921. Juli und Augustheft. p. 170. — **Saar**, Die Dachsteinrieseneishöhle. Wien, 1921. — Die Dachsteinmamuthöhle. Wien, 1921. — **Schlossleitner**, Die Eisriesenwelt. Wien, 1921. — Die Binghöhle in Streitberg, 13. Auflage, München.

20. **Adolf Schmidl**, Das Bihargebirge, Wien. 1863. — **E de Martonne**, Evolution morphologique des Carpathes méridionales. Revue de Géographie, annuelle 1906/7 Paris 1907. — Travaux de l'Institut de Géographie de l'Université de Cluj, Bucuresti, Vol. I 1922.

21. **N. S. Shaler**, The Topography of Florida. Bull. Mus. Comp. Zoology. Cambridge, Mass. XVI, 7. 1890 p. 139. — **E. A. Martel**, L'hydrologie souterraine aux Etats-Unis. Mémoires de la Soc. de Spéléologie. Paris, tome VIII, № 59. — **Horace Carter Hovey et Richard Ellsworth Call**, Bibliographie

chronologique et analitique de Mamoth Cave. Idem, tome IX № 73. — **E. A. Martel**, Explications sur Mamoth Cave. (1912). Idem. tome IX, № 74, Paris 1914. — **Max Le Couppcy de la Forest**, Quelques grottes des Etats-Unis d'Amérique. Idem, tome V № 35. — **Matson and Sanford**, Geology and Ground Waters of Florida. Water Supply Papers 319. U. S. G. 5.

II. Recherches d'ordre général et ouvrages d'ensemble

22. **Virlet**, Observations faites en Franche-Comté sur les cavernes et la théorie de leur formation. Bull. Soc. géol. de France, VI 1834/35, p. 154. — **J. Fournet**, Note sur les effondrements. Mém. Acad. Lyon, Classe des Sciences II 1852 p. 176, 186, — Hydrographie souterraine. Les mêmes Mém., VIII, 1858, p. 13.

23. **Charles Lyell**, Sand and gravel Pipes in the Chalk near Norwich Lond. and Edimb. Phil. Mag XV 1839, p. 257. — „Über die Röhren in der Kreide von Norwich“. Neues Jahrb. 1843, p. 234. — **J. Prestwich**, On some Swallow Holes on the Chalk Hills near Canterbury. The Quarterly Journal 1854, p. 222. — **Trimmer**, On Pipes and Furrows in Calcareous and non-calcareous Strata. Quaterly Journal geol. Soc. 1854, p. 231. — **David Dale Owen**, Rep. of the Geol. Survey in Kentucky Francfort 1856. I p. 84. — **J. Lesley**, IVth Rep. Geol. Survey in Kentucky 1861, p. 509. — **Charles A. White**, Report of the Geol. Survey of the State of Iowa. Des Moines. 1870. I. p. 78. — **Cox**, Fifth. An. Rep. of the Geol. Survey of Indiana 1874, p. 261. — **Woods**, Geological Observations in South Australia, London 1862. — **James G. Sawkins**, Reports on the geology of Jamaica. London 1869. — **G. S. Middlemiss**, Geological Sketch of Naini-Tal Rep. Geol. Survey India. 1890 p. 214.

24. **Mojsisovics. Tietze und Bittner**, Geologie von Bosnien. Jhrb. der geol. R.-A. 1880. — Zur Geologie der Karsterscheinungen. Zeitschrift d. deutschen u. Österr. Alpenvereins, 1880. — **E. Tietze**, Zur Geologie der Karsterscheinungen. Jhrb. d. geol. R.-A. 1880, t. XXX. — **Reyer**, Studien über das Karstrelief. Mitt. d. k. k. geogr. Gesellsch. 1881, p. 4. — **E. Tietze**, Der Geol. Bau d. österr. Küstenländer. Ausserordenfluche Beilage zu den Monatsblättern des wissenschaft. Club in Wien 1885. VI. Jahrg. p. 34. — Geol. Übersicht von Montenegro. Jhrb. d. geol. R.-A. XXXIV., 1884. — **Diener**, Ein Beitrag zur Geol. des Centralstockes d. Julischen Alpen. Jhrb. d. geol. R.-A. 1884, p. 684. — Libanon, 1886, p. 221. — **Dr Gorjanović**, Die Karsterscheinungen im wesflichen Teile des Agramer Gebirges. Kroatische Revue, I, 1882. — **F. Kraus**, Über Dolinen. Verh. d. geol. R.-A. 1887, p. 58. — Die Karsterforschung. Verhand. d. geolog. R.-A. 1888, p. 145. — **Stache**, Die liburnische Stufe und deren Grenzhorizonte. Abh. d. geol. R.-A. Bd. XIII. H. I. Wien 1889, p. 71.

25. **Jovan Cvijić**, Das Karstphänomen, Versuch einer morphologischen Monographie, Geographische Abhandlungen herausgegeben von Prof. A. Penck, Bd. V, Heft 3. Wien 1893. — **Franz Kraus**, Höhlenkunde, Wien 1894. — **E. A. Martel**, La Spéléologie, Paris 1900. — L'évolution souterraine, Bibliothèque de philosophie scientifique. Paris 1908. — **Daubrée**, Les eaux souterraines à l'époque actuelle, Paris, 1887, tome I et II.

III. Hydrographie souterraine et évolution morphologique du Karst

26. **Jovan Cvijić**, Morph. und glac. Studien in den Gebirgen von Bosnien, Herz. und Montenegro. Abhandl. d. k. k. geogr. Gesell., Wien, 1900 et 1901; tome II: Die Karstpoljen.

27. **E. Van den Broeck**, **E. A. Martel** et **E. Rahir**, Les cavernes et les rivières souterraines de la Belgique. Bruxelles 1910, tome I et II — **Ed. Dupont**, Les phénomènes généraux des cavernes en terrain calcaireux et la circulation souterraine des eaux dans la région Han-Rochefort. Bull. Soc. Belge de Géol., de Pal. et d'Hydrol., t. VII, 1893. Mém. p. 190—297. — **E. Lagrange**, Les terrains calcaires et les explorations des cavernes. T. VII, 1893, P.-V., pp. 42—54, 82—88 et 189—192. — **A. Flamache**, Sur la formation des grottes et des vallées souterraines. T. IX, 1895, M., pp. 355—367. — **E. van den Broeck**, Quelques observations relatives à l'étude de M. Flamache sur la formation des grottes et des vallées souterraines. T. IX, 1895, P.-V., pp. 163—165. — Sur le mode de formation des grottes et des vallées souterraines. Réponse à la note critique de M. A. Flamache. T. IX, 1895, M., pp. 368—415. — **Otto Lang**, Contribution à l'étude de la formation des cavernes. Résumé. T. XI, 1897, P.-V., pp. 4—6. — **X. Stainier**, Du mode de formation des cavernes. Examen de la théorie de M. Flamache. T. XI, 1897, P.-V., pp. 6—8. — **A. Flamache**, Quelques mots à propos de la critique de M. van den Broeck concernant mon travail sur la formation des cavernes. T. XI, 1897, P.-V., pp. 87—90. — **E. van den Broeck**, Réponse à M. Flamache. T. XI, 1897, P.-V., pp. 90—93. — **Otto Lang**, De la formation des cavernes à propos des effondrements d'Eisleben. Note relative à la dissertation de M. A. Flamache sur la formation des grottes. T. XI, 1897, M., pp. 191—220, pl. VI et VII. — **X. Stainier**, De la formation des cavernes. T. XI, 1897, M., pp. 251—272. — **E. Rahir**, L'action chimique des eaux dans les cavernes. T. XIV, 1900, P.-V., 204. — **E. Rahir** et **J. Du Fief**, De l'action chimique des eaux courantes dans les cavernes ou dans les grands canaux souterrains. T. XV, 1901, P.-V., pp. 11—29. — **Prof. H. Schardt**, Note sur le valeur de l'érosion souterraine par l'action des sources. T. XX, Fasc. I-II, 1906.

28. Etude et disension des questions suivantes: a) Comment s'établit le régime hydrologique dans les masses calcaires? b) Peut-on croire que l'eau de source, susceptible d'être captée, puisse seule suffire à assurer les besoins des diverses agglomérations de la Belgique? Bulletin de la Soc. Belge de Géol., de Pal. et d'Hydrologie. T. VI. Bruxelles 1892. — **E. Dupont**, Sur l'hydrographie souterraine dans les terrains calcaires. T. IV, 1890, P.-V., pp. 201—206. — **X. Stainier**, Les calcaires sont-ils aquifères en profondeur? T. VIII, 1894, P.-V., pp. 178—180. — **Ch. François**, Régime hydrologique et puits du calcaire. T. VIII, 1894, P.-V. pp. 247—250. — **C. Blanchart**, Note sur la présence de l'eau dans les calcaires. T. VIII, 1894, M., pp. 130—144, pl. VIII. — **Dr Th. Rome**, De l'hydrographie souterraine dans les terrains calcaires. T. IX, 1895, M., pp. 320—354. — **E. van den Broeck**, Le dossier hydrologique du régime aquifère en terrains calcaires et le rôle de la géologie dans les recherches et études des travaux d'eaux alimentaires. Réponse à la note de M. l'ingénieur T. Verstraeten, intitulée: „Hydrologie des roches. Nécessité de préciser les situations et les termes.“ T. XI, 1897, M., pp. 378—554. — **T.-C. Moulan**, Note sur les venues d'eau dans les calcaires. T. XVI, 1902, P.-V., pp. 648—650. — **E. Fournier** et **Magnin**, Essai sur la circulation des eaux souterrains dans les massifs cal-

caires du Jura Idem. 1903, tome XVII p. 523. — **E. Putzeys**, Les sources vaclusiennes et les zones de protection. T. XVII, 1903, P.-V., pp. 374—388. — A propos des conditions que doivent remplir les eaux issues de terrains calcaires. Réflexions suggérées par la note de M. E. van den Broeck. T. XVII, 1903, P.-V., pp. 615—619. — **F. Dienert**, Contribution à l'étude de la température des sources. T. XX, Fasc. I-II. 1906. — **F. Putzeys**, De la valeur attribuée aujourd'hui au mot source. T. XX, Fasc. I II 1906. **G. Cosyns**, Vitesse de dissolution du calcaire. Tome XXII. 1909. — **E. Putzeys**, Parallèle entre les eaux sortant des calcaires et les eaux élaborées dans les terrains à mailles fines. Réponse à M. van den Broeck. Tome XXIII, 1910. — **E. van den Broeck**, La défense des rivières souterraines filtrées (Réplique à M. E. Putzeys). Tome XXIII. 1910. — **G. Cosyns**, Curieux cas de dissolution de calcaire. Tome XXIII. 1910. — **Forel**, Le Lac de l'Orbe souterraine. Bull. Soc. Vaudoise des Sc. Naturelles. Decembre 1898.

29. **Max Lohest et P. Fourmarier**, L'évol. géographique des régions calcaires Bull. de Géol. t. XXX. Mémoires 1903.

Alfred Grund, Die Karsthydrographie. Studien aus Westbosnien. Geogr. Abh. von Penck Bd. VII, H. 3, Leipzig 1903. — Beiträge zur Morphologie des Dinarischen Gebirges Geogr. Abh. von A. Penck Bd. IX, H. 3, Leipzig und Berlin 1910. — Zur Frage des Grundwassers im Karst. Mitt. d. K. K. Geogr. Gesell., Wien, 1910, Heft 11 et 12. — Der geographische Zyklus im Karst. Zeitschrift d. Gesellsch. für Erdkunde, Berlin, 1914.

Albrecht Penck, Morphologie der Erdoberfläche, zweiter Teil Stuttgart 1894. p. 269—290 et p. 447—459. — Über das Karstphänomen, Schriften des Ver. z. Verbreitung der naturwissensch. Kenntnisse, Wien 1904. — Geomorphologische Studien aus der Hertzegovina. Zeitschrift d. D. u. O. Alpenvereins 1910. — Das unterirdische Karstphänomen. Recueil des travaux offert à M. Jovan Cvijić. Belgrade, 1924, p. 175.

E. A. Martel, La théorie de Grundwasser et les eaux souterraines du Karst. La Géographie 1910, Paris. — Notice sur les travaux scientifiques de A. E. Martel Paris 1911. — Nouveaux traités des eaux souterraines. Paris 1922, p. 838.

Knebel, Höhlenkunde, mit besonderer Berücksichtigung des Karstphänomens, Leipzig, 1906.

F. Katzer, Karst und Karsthydrographie. Zur Kunde der Balkanhalbinsel. Sarajevo 1909. — Bemerkungen zum Karstphänomen Zeitschrift d. Dtsch. geolog. Gesellschaft, LVII 1905, Monatsber p. 223. — Zur Morphologie des Dinarischen Gebirges. Peterm. Mitt. 1910, p. 149. — **Norbert Krebs**, Neue Forschungsergebnisse Zur Karsthydrographie. Pet. Mitt. 1908, p. 166. — **Fr. Katzer**, Zur Karsthydrographie. Idem, 1908., p. 263. — **N. Krebs**, Erwiderung. Idem. 1908., c. 263—264. — **Lukas Waagen**, Karsthydrographie und Wasserversorgung. in Istrien. Zeitsch. f. prakt. Geol. 1910, Juli, p. 229. — **W. Teppner**, Die Karstwasserfrage. Geol. Rundschau t. IV, Fasc. 7. p. 423—441. Leipzig, Berlin 1913. — **L. Waagen**, Die unterirdische Entwässerung im Karst. Geographische Zeitschrift, 1910, p. 398—401. — **Norbert Krebs**, Offene Fragen der Karstkunde Geographische Zeitschrift, XVI Jahr. 1910, p. 134—142. — **K. v. Terzaghi**, Beitrag zur Hydrographie und Morphologie des kroatischen Karstes. Mitt. a. d. Jhrb. d. ungar. geol. R. A.,

1913, XX, Heft 6. — **Karel Pick**, Problémy Krasove hydrografie. Zpravy veřyne službi technické. Ročník IV, 1922, Praha. — **Eugen v. Chohnoky**, Vorläufiger Bericht über meine Karststudien, Földrajzi özlemenyek, Budapest 1923. p. 48.

L. Sawicki, Ein Beitrag zum geographischen Zyklus im Karst. Geogr. Zeitschr. Bd. 15, H. 4.

Jiři Daneš, Ein Beitrag zur Kenntniss der Karstphänomens, Földrajzi Közlemenyek, Bd, XXXIV, H. VIII, Budapest. — Le Karst du type Goeveng Sawal en Cockpit country, Bull. de la Soc. Serbe de Géographie, Vol. II, Belgrade 1911. — Geomorphologische Studien im Karst-Gebiete Jamaikas. Compte rendu du IX^e Congrès intern. de Géogr., t. II, Genève.

I. W. Breede, The Cycle of Subterranean Drainage as illustrated in the Bloomington Quadrangle, Indiana. Proceedings of the Indiana Akademy of Science 1910. — **E. de Martone**, Traité de géographie physique 1913, p. 477.

Jovan Cvijić, Bildung und Dislozierung der dinarischen Rumpfflächen. Petterm. Mitt. 1909. — Hydrographie souterraine et évolution morphologique du karst, Recueil des Travaux de l'Institut de Géogr. alpine, Grenoble 1918. — The evolution of lapiés. Geogr. Review, New York, 1924. — Types morphologiques des terrains calcaires, Comptes-Rendus de l'Acad. des Sciences, Paris 1925 (trois communications). — **Dr. P. Jovanović**, L'eau dans le karst barré (en serbe, resumé en français). Recueil des Travaux offert à M. Jovan Cvijić. Belgrade, 1924. p. 397. — **Savini**, Il problema dell' evolutione dell' idrografia caistica sotterranea. Atti della R. Acad. dei Lincei. Rendiconti 7. dec. 1919. p. 438.

IV. Les autres ouvrages et dissertations d'ordre général

30. **Brognart**, Cavernes. Dictionnaire des sciences naturelles, VII, Paris, 1817, p. 298. — **Desnoyer**, Art. grottes dans le Dictionnaire d'histoire naturelle d'Orbigny, VI, 1868. — **H. C. Horvey**, Encycl. britan. 9th edit., XV, p. 449. — **Rosenmüller** und **Tillesius**, Merkwürdige Höhlen, 1799, II B. — **Virlet**, Des cavernes, de leur origine et de leur mode de formation. Avesnes, 1836. — **Marcel de Serres**, Essai sur les cavernes à ossement, 3^{me} édit. Paris, Lyon, Montpellier, 1838. — **A. Boué**, Über die Karst- und Trichterplastik im Allgemeinen Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien, math-naturwiss. Cl. XLIII, 1861. — Über die unterirdischen Wasserläufe Sitzungsberichte d. k. k. Akad. d. Wissenschaft Wien. LXXVII. Bd. p. 1. — **Boyd Dawkuis**, Cave Hunting, London 1874. Die Höhlen und die Einwohner Europas, 1876. — **Gosselet**, Leçons sur les nappes aquifères du nord de la France, Lille, 1888, Ann. Soc. Géol. Nord, t. XIV, p. 241. — **E. Chanel**, Quelques remarques sur les phénomènes orogéniques et la formation des grottes et des cluses dans le Jura méridional, Bull. Soc. Géol. mars 1902, p. 646. — **Hovey**, Celebrated American Caverns. Cincinnati 1882. — **Parandier**, Note sur l'existence des bassins fermés dans les monts Jura. Bull. Soc. Géol. de France. Paris (3), XI 1882/83 p. 441. — **Czoernig**, Karsthöhlen. Mitt. d. deutsch. und österr. Alpenvereines 1886, p. 65. — **Fruwirth**, Die Höhlen der Vereinigten Staaten in Nord-Amerika. Petermanns Mitt. 1888, p. 203. — **Kall Moser**, Der Karst und seine Höhlen. Triest,

1899. — **R. Oedl, F. Oedl, Otto Wettstein, A. Asal, E. Angermayer, W. V. Czoernig**: Die Höhle, München 1922.

Kinahan, On the formation of the Rock Basin of Lough Corrib. Geol. Mag. III, 1886 p. 489. — The Water Basin of Lough Derg, Ireland. Geol. Mag. 1873 p. 486. — **Urbas**, Das Phänomen der Zirknitzersees u. d. Karsthäler v. Krain. Zeitschr. d. deutsch. u. österr. Alpenvereines Bd. X. 1879. — **H. Schardt**, Sur l'origine du lac des Brenets. Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles. Tome XXXI, Année 1902—1903. Neuchâtel, 1905. — Note sur la valeur de l'érosion souterraine par l'action des sources. Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles. Extrait du tome XXXIII. Année 1904—1905, Neuchâtel 1906. — **Schollmayer - Lichtenberg**, Wasserversorgung im Karstgebiete. Mitteilg. d. Musealver. f. Krain, Laibach, 1907. — **W. v. Lozinski**, Die Karsterscheinungen in galiz. Podolien. Jhrb. d. K. K. geol. R. A. LVII, 1907. — **J. Sbrisaj**, Zur Karsthydrographie Krains, Mitteilungen des Musealvereines für Krain 1908. — **E. van den Broeck**, Mémoire sur les phénomènes d'altération des dépôts superficiels par l'infiltration des eaux météoriques. Académie des Sciences etc. Bruxelles, VLIV 1880, — **Gialussi**, Beispiel partieller Umänderung der Oberfläche eines kleinen Landgebietes. Pet. Mitt. 1882, p. 453, (sur le lac de Čepić). — **F. J. Fischer**, Meer. und Binnengewässer in Wechselwirkung; Abh. d. Wiener Geogr. Gesellschaft, Bd. IV, 1902. — **J. Welsch**, Hydrologie souterraine du Poitou. Mémoires de la Soc. Spél. № 69. Paris 1912. — **Th. Schenkel**, Karstgebiete und ihre Wasserkräfte, Wien u. Leipzig, 1912. — **Bock**, Der Karst und seine Gewässer. Graz. 1913. — **E. Rahir et du Fief**, De l'action chimique des eaux courantes dans les cavernes ou dans les grands canaux souterrains. Bull. Soc. belge de Géol. 1901, XV, p. 11. — **Lohest et P. Fourmarier**, L'évolution géographique des régions calcaires Ann. Soc. geol. de Belgique, Liège t. XXX, 1903. — **E. Boule**, L'emplissage des grottes. L'Anthropologie 1904. — **Vallot**, Grottes et Abîmes. Annuaire Cl. Alp. Franç. 1889, p. 159, 169. — **Karl Siegmeth**, Die Agtelecer Tropfsteinhöhle. Eperics 1890. — **F. Holl**, Die Karstaufforstung. Sarajevo 1901. — **Herbert E. Balch**, Wookcy Hole, Oxford University Press 1914. — **Archives de Zoologie Expérimentale et Générale** Paris. 1907. et suite Biospéologica. — **J. Welsch**, Phénomènes des pays calcaires en Poitou. B. S. G. 4^{me} s., t. III 1903, p. 1007. — **Ed. Imbeaux**, Les nappes aquifères de France Bull. Soc. Géol. France 1910. p. 180—244. — **A. Issel**, Le caveerne e la loro esplorazione scientifica. Gènes. C. A. I, 1915. — **R. Willner**, Kleine Höhlenkunde, Wien, 1917. — **E. Fournier**, Gouffres, Grottes, Cours d'eau souterrains, Résurgences du Doubs. Université de Besançon laboratoire de Géol. 1919. p. 304. — **Dienert**, Sources, circulation souterraine, eaux de la craie etc. C.-R. Ac. Sc., 8. janv., 12. fev., 12. mars, 15. juin 1923. — **Kyrle**, Allgemeine Höhlenkunde, Wien 1922. — **Götzinger**, Entstehung und Ausfüllungsprodukte des Höhlen Wien, 1922.

V Principale publications sur la terra rossa

Wilhelm Zippe, Einige geogn. und miner. Bemerkungen über den Höhlenkalkstein des Karst. Annexe. à l'ouvrage de Schmidl (4) p. 211—217. — **M. Neumayr**, Zur Bildung der terra rossa. Verh. d. k. k. Geol. R.-A. Wien, 1875, p. 50. — **Th. Fuchs**, Zur Bildung der terra rossa. Les mêmes Verh. p. 194—196. — **G. Stache**, Über die terra rossa und ihr Verhältniss zum

Karstrelief des Küstenlandes, Verh. d. k. k. geol. R.-A. 1868, p. 61. — Dr. **Emil Kramer**, Terra rossa und Eisenzänerlinge des Karstes. Mitteilungen des Musealvereines für Krain, XIII, p. 77. Laibach 1900. — **Ferd. Seidl**, Nochmals über die Bildung der terra rossa des Karstes Idem. p. 139. — Dr. **Ernst Kramer**, Beiträge zur Geologie Krains. Idem. XIX, p. 161. Laibach 1906. — **E. van den Broeck**, Sur le mode de formation des grottes et des vallées souterraines (surtout la partie: L'argile rouge, résidu de la dissolution du calcaire). Bull. de la Soc. Belge de Géologie tome IX, p. 368—413. Buxelles 1896. — **Vinassa de Regny**, Sull' origine della Terra rossa Bull. Societa geol. italiana vol. XXIII, Roma 1904. — **G. Cosyns**, Residu de dissolution de quelques calcaires belges. Bull. S. B. de Géol. t. XXIII, 1909. — **F. Tučan**, Terra rossa, deren Natur u. Entstehung. Neues Jhrb. für Miner. etc. Beilage-Band XXXIV, p. 401, 1913. — Terra rossa et baucité dans le Karst jougoslave (en serbe, resumé en français) Bull. de la Soc. de Géogr. de Belgrade 1925. J'avais exposé mes opinions personnelles sur la formation de la terra rossa dans le Karstphänomen p. 14 et 15.

VI Sur les lapiés

Toute la littérature publiée jusqu'à l'année 1893 est citée dans le Karstphänomen (Geogr. Abh. von A. Penck, vol. 5, N 3) Leipzig 1893. Les principales publications postérieures :

Emile Chaix, Contribution à l'étude des lapiés; la topographie du Désert de Platé, Le Globe, vol. 34, 1894—95, Mémoires p. 67—108 Société de Géogr. de Genève, 1895. — Contribution à l'étude des lapiés: Le Silbern (Canton de Schwytz). Ibid., vol. 44, 1904—05, Mémoires, p. 49—60, Genève 1905. — **Emile et André Chaix**, Contribution à l'étude des lapiés en Carniole et an Steinernes Meer. Ibid. vol. 46, 1906—07, Mémoires p. 17—53. Genève 1907.

E. A. Martel, Sur l'origine des lapiaz et leur relation avec les abimes et hydrologie souterrains des calcaires C. S. Acad. Sc., 15 décembre 1902. — Sur l'Oucone de Chabrières et l'origine des lapiaz, ibid., 16 août 1904.

Max Eckert, Das Gottesackerplateau. Ergänzungsteft zur Zeitschr. des deutsch. u. österr. Alpenvereins, vol. I, № 3 Innsbruck 1902.

Michele Gortani, Fenomeni carcisi nei terreni palzoici della Carnia orientale. Mondo Sotterraneo, vol. 5, № 3—5, Udine 1909.

Fridrih Katzer, Karst und Karsthydrographie, zur Kunde der Balkanhalbinsel, herausgegeben von Carl Patsch, № 8, Sarajevo 1909.

Arnold Heim et Paul Arbenz, Karrenbildungen in den Schweizeralpen, Geol. Charakterbilder herausgegeben von H. Stille, № 10, Berlin 1912.

E. Fleury, Observations sur la lapièzation et sa différention géographique. Eclagae geol. Helvetiae, 1918.

R. Simonović, Sur les lapiès (en serbe) Bull. Soc. de Geogr. de Belgrade, vol. 5, 1921, p. 142—159.

E. A. Martel, Nouveau traité des eaux souterraines, p. 537, Paris 1922.

A. Cholley, Evolution du relief karstique du Parmelan (Préalpes de Savoie). C. R. Acad. Sc., 23 juillet 1923. Paris.

Jovan Cvijić, The evolution of lapies. Geogr. Review. New York. 1924.

VII. Emploi de la fluoescéine pour l'étude de la propagation des eaux souterraines

Prof. **Timeus**, Le indogini sull origine delle aque sotterranee — **Félix Marbotuin**, Sur la propagation des eaux souterraines. Nouvelle méthode d'emploi de la fluoescéine. Bull. de la Soc. Belge de Géol. etc. T. XV, 1901, M., pp. 214—227, pl. V.

A. Jérôme, Exemple de la solution de menus problèmes d'hydrologie par le procédé de la coloration des eaux à l'aide de la fluoescéine. Idem. T. XVI, 1902, P.-V., pp. 106—169. — **E. van den Broeck**, Analyse d'une note de MM. E. Fournier et A. Magnin sur la vitesse d'écoulement des eaux souterraines. Idem T. XVII, 1903, P.-V., pp. 240—248. — **M. le Couppey de la Forest**, Considérations sur le mode de propagation de la fluoescéine sous terre. Idem. T. XVII, 1903, P.-V., pp. 249—261. — **E. Fournier et A. Magnin**, Sur la propagation des eaux souterraines. Idem. T. XVII, 1903, P.-V., pp. 269—272. — **Félix Marbotuin**, Essai sur la propagation des eaux souterraines. Idem. T. XVII, 1903, P.-V., pp. 273—291, pl. B. des P.-V. — **Ad. Kemna**, La question des différences de vitesse et de densité des eaux et sur les obstacles au mélange. Idem. T. XVII, 1903, P.-V., p. 292. — **H. Schardt**, Notes concernant la vitesse de propagation de la fluoescéine dans les eaux souterraines, à propos de la note de MM. Fournier et Magnin et de la notice de M. Le Couppey de la Forest. Idem. T. XVII, 1903, P.-V., pp. 293—298. — **A. Trillat**, Essai sur l'emploi des matières pour la recherche des eaux d'infiltration. Idem. T. XVII, 1903, P.-V., pp. 301—308. — **Prof. Gollioz**, Note sur les essais de coloration des eaux de l'écoulement souterrain des lacs de la vallée Joux (Jura, Suisse). Idem. T. XVII, 1903, P.-V., pp. 336—339. **F. A. Forel**, Le lac de l'Orbe souterraine. Idem. T. XVII, 1903, P.-V., pp. 340—341. — **E. A. Martel**, Sur l'emploi de la fluoescéine en hydrologie. Idem. T. XVII, 1903, P.-V., pp. 342—351. — **Imbeaux**, Note sur une expérience à la fluoescéine dans le plateau Haye. Idem. T. XVII, 1903, P.-V., pp. 353—355. — Études de M. le prof. Fournier dans la région de la source d'Arcier. (Analyse par M. van den Broeck). Idem. T. XVII, 1903, P.-V., pp. 355—362. — **E. van den Broeck**, Note rétablissant les conditions réelles des expériences de la Noiraigue. (Note additionnelle relative à la critique des conclusions de MM. Fournier et Magnin.) Idem. T. XVII, 1903, P.-V., pp. 391—397. — **E. Rahir**, Une expérience au sujet du mode de propagation de la fluoescéine. Idem. T. XVII, 1903, P.-V., pp. 398—399. — **E. van den Broeck**, Précautions à prendre pour constater la première apparition et la disparition de la matière colorante. Idem. T. XVII, 1903, P.-V., pp. 399—403. — L'indépendance de sources d'origines et de températures différentes infirmée par la fluoescéine. Idem. T. XVII, 1903, P.-V., pp. 403—408. — **E. A. Martel**, Note complémentaire sur la vitesse et les retards de la fluoescéine. Idem. T. XVII, 1903, P.-V., pp. 409—414. — **F. Dienert**, Quelques remarques sur les expériences faites avec la fluoescéine et le sel marin. Idem. T. XVII, 1903, P.-V., pp. 438—443. — **E. Fournier et A. Magnin**, Note sur la vitesse des eaux souterraines. Idem. T. XVII, 1903, P.-V., pp. 444—446. — **E. A. Martel**, Sur l'application de la fluoescéine à l'hydrologie souterraine. Idem. T. XVII, 1903, P.-V., pp. 475—478. — **E. van den Broeck et E. Rahir**, Expériences

sur la densité de la fluorescéine dissoute dans l'eau et sur la vitesse de propagation de cette matière colorante. Idem. T. XVII, 1903, P.-V., pp. 531—535. — **J. Du Fief**, Action de l'acide carbonique, du limon, du calcaire et de la lumière sur la fluorescéine. Idem. T. XVII, 1903, P.-V., pp. 536—540. — **Capitaine Rabozée**, Note sur l'opportunité d'emploi de la fluorescéine. Idem. T. XVII, 1903, P.-V., pp. 541—542. — **E. A. Martel**, Expériences complémentaires sur la fluorescéine. Idem. T. XVII, 1903, P.-V., pp. 543—548. — **H. Rabozée et E. Rahir**, Résumé synthétique de la discussion relative à l'emploi de la fluorescéine pour l'étude de la vitesse des eaux courantes souterraines et à l'air libre. Rapport présenté au nom du comité spécial de la fluorescéine. Idem. T. XVII, 1903, P.-V., pp. 620—635. — **E. van den Broeck et E. Rahir**, La Lesse souterraine. La traversée des deux boucles de la rivière à Furfooz démontrée au moyen de la fluorescéine. Idem. T. XVII, 1903, M., pp. 119—144, pl. III. — **M. Le Couppey de la Forest**, Quelques considérations complémentaires sur la propagation souterraine de la fluorescéine et sur l'emploi pratique de ce colorant. Idem. T. XVII, 1903, M., pp. 515—522. — **F. Diénert**, Des matières fluorescentes contenues dans les eaux. Idem. Tome XXIII. 1910. — De l'emploi de l'acoustèle en hydrologie. Idem. T. XXIII. Bruxelles 1910. — Emploi de l'esculine pour les recherches hydrologiques. Idem. Tome XXIII. 1910. — **L. Gerard**, Les indices de pollution des eaux alimentés par les apports d'eau superficielle (méthode d'analyse rapide). Idem. Tome XXI, (Procès — Verbal de la séance du 15. mai 1907). — **Friedrich Müller**, Resultate der Färbung des Höhlenflusses Reka mit Fluorescein. Mitt. d. Deutsch-Österr. Alpenvereins 1891, p. 230. — **H. Schardt**, Origine de la source d'Areuse. Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles. Tome XXXII. — Année 1903—1904.
