

*Prof. Carolatus J. Memu supstitutu i hokupi
na gube itronaji gure.*

JOSIP POLJAK

POJAVA STARIH KRŠKIH OBLIKA
I NJIHOVA VEZA SA RUDNIM
LEŽIŠTIMA
PODRUČJA DEBELJAKA NA
SJEV. VELEBITU

GEOLOŠKI VJESNIK
GOD. II-IV (1948-1950)

ZAGREB 1952.

Područje Debeljaka nalazi se zapadno Donjeg Pazarišta na sjevernom Velebitu, a uključuje brdo Pašinac (1468 m), Debeljak (1500 m), visoku ravan Klimentu (1116 m), Veliki Sunder, Žalinac (1449 m), Bijele Grede (1100 m), Klimentsko bilo s Crnom Gredom (1320 m) i Batačom (1068 m).

Geološka izgradnja ovog područja stoji u uskoj povezanosti s malim trijadičkim prodorom kamenja uz izvorište Popovače potoka zapadno Donjeg Pazarišta. Maleni trijadički prodor obuhvaća samo taložine srednjeg i gornjeg triasa, koje su okružene naslagama Jure. Najstarije naslage toga područja pripadaju srednjem trijasu i to *buhenštajnskim naslagama* (11.), koje se javljaju na površini počam od južnog podnožja Negnjilove kose u visini između 800—1000 m, odatle polaze prema jugu širokim pojasom jugoistočnim pravcem sve do sjevernog podnožja Verošić brda (971 m) zadržavajući uvijek istu visinu. Sastoje se od modrosivih uslojenih crveno išaranih vapnenaca s kvrgama kresivca i s ulošcima pietra verde, pa od pješčenjaka i konglomerata tamnije boje. (11.) U istom položaju preko njih leže jugozapadno Donjeg Pazarišta obostrano Popovače potoka do Skradeline na sjeveru, Marića bare na zapadu i podno Petrove ploče na jugu tamni škrljavci s glavonošcima, zatim pločasti vapnenci i tamni pješčenjaci *vengenskih naslaga* (11.). Buhenštajnske se naslage završuju vapnencima svijetle boje i gromadaste teksture, pa nezamjetno prelaze u gromadaste bijele, kadkada žučkaste ili ružičasto pjegave *diploporne vapnence kasijanske stepenice* gornjeg ladinika. Nekoji pisci poput ARTHABERA, DIENERA i drugih drže, da kasijanske naslage Alpa pripadaju gornjem trijasu. Prema njima svrstava i SALOPEK (13) diploporne vapnence Velebita u gornji trijas. Kako ova promjena starosti kasijanskih naslaga nije općenito priznata, to ćemo se u našem razmatranju držati dosadašnje razdiobe srednjeg trijasa t. j. pribrajati ćemo diploporne vapnence gornjem ladiniku.

Radi gromadaste teksture diplopornih vapnenaca teško je ustanoviti njihov položaj prema starijim buhenštajnskim naslagama. Na temelju mjerenja slojeva jednih i drugih naslaga u širem području

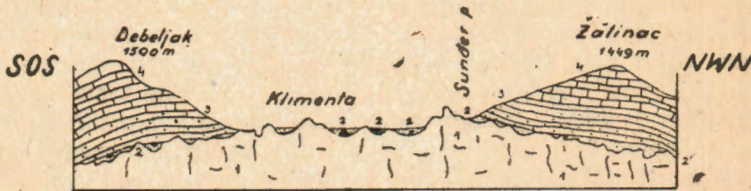
njihovog raširenja izgleda, da je njihov međusobni položaj nesuglasan (diskordantan), pošto buhenštajnske naslage Otešice potoka zapadno Kalinovače padaju prema NE, a diploporni vapnenci iznad Jovanovića padeža južno Štirovače prema W. Debljina diplopornih vapnenaca na području Debeljaka doseže do 320 m. U svima tim naslagama nalazi se razmjerno malo okamina. U buhenštajn-vengenskim naslagama dolaze neki glavonošci u dolini Popovače potoka zapadno Donjeg Pazarišta, među kojima prevladuju rodovi *Dinarites* i *Halilucites* (13.), dok su u diplopornim vapnencima dosada nađene samo vapnene alge vrste *Diplopora annulata* i *annulatissima* (7).

S obje strane ovog malenog prodora srednjeg trijasa naslanja se uski pojas naslaga *karničke stepenice* u obliku *rabeljskih naslaga*. Od Štirovače, gdje od srednjeg trijasa dolaze još samo diploporni vapnenci, dijele se rabeljske naslage u dva niza. Zapadni niz polazi u neprekidnom slijedu do Sunderske Lokve, odakle se nastavlja uz sjeverno podnožje Debeljaka i Pašince, gdje skreće prema jugu preko Bubinice i Raspavice do južno Grgin Brijega, nastavljaajući se s manjim prekidima sve do Jadovna. Istočni niz polazi od Štirovače uz znatne prekide od Crnog Padeža do južno Žalinca. Zaokružuje njegovo jugoistočno i istočno podnožje i u luku se spušta do u Jasenovac potok i odavle preko Velike Plane do južnog podnožja Šuntinovice. Odavle prema jugu slijed je prekinut, pa se još javlja u manjem raširenju jugozapadno Kalinovače uz desnu obalu Otešice potoka, pa kod Petrovice južno Bužima i kod Poderaja sjeverno Trnovca. Sastoje se ponajviše od zelenkastosivih i crvenkastosmeđih laporastih škrljavaca, od smeđih pješčenjaka, tamnih konglomerata i raznobojnih jaspisa. Bazu tih naslaga čini smeđi, lako drobljivi pješčenjak srednje veličine zrna, preko kojega leže laporasti škrljavci, među kojima pretežu oni crvenkastosmeđe boje (Sunderska Lokva, Jasenovac potok), dok su zelenkasto sivi manjeg razvoja (Šuntinovica, Čemerikovac). Iznad njih dolazi na mjestima kao u Sunderskoj Lokvi tamni konglomerat, a gotovo diljem njihovog raširenja dolaze u škrljavcima raznobojni jaspisi. U oba pojasa padaju rabeljske naslage prema zapadu, do po prilici Bubinice vrela, a odavle prema jugozapadu, dok u trijaskom prodoru Štirovače padaju prema sjeveru. Na okaminama su rabeljske naslage ovoga područja vanredno siromašne, kao i diljem rabeljskog pojasa Velebita, izuzev Močila na južnom Velebitu, gdje je nađeno nešto stapčara, školjkaša i puževa.

U području trijaskoga prodora izvorišta Popovače potoka na sjevernom rubu brda Čemerikovca i na Baškom putu južno D. Pazarišta nađeno je manje raširenje mlađeg vulkanskog kamena *bazalta*, koji je probio rabeljske naslage Čemerikovca, i buhenštajn-vengenske naslage hrpta, kojim polazi Baški put. Uz vanjske rubove rabeljskih pojaseva naslanja se široki pojas glavnog dolomita noričke stepenice. Taj je pojas prekinut na istim mjestima na kojima su prekinuti i rabeljski pojasevi. Dolomit je svijetlo ili tamnije sive boje, kadšto

prutast, no obično je jednoličnog, zrnatog sastava (11.). Po njegovoj površini razvijeni su sistemi ponikava, koje su osobito dobro razvijene na ravnici iznad vrela Bubinice. Tu dolaze uz ponikve obične veličine i takve ljevčkaste ponikve, čiji promjer iznaša 300 i više metara, što je rijetkost za dolomitno kamenje. U takvoj jednoj eliptičnoj ponikvi s duljom osi od 700 m, a kraćom od 300 m, koja se nalazi zapadno Bubinice vrela, a istočno podnožja Javornika (1464 m) dolazi na njenoj sjeverozapadnoj strani malo slojno vrelo, koje nakon kratkog tijeka ponire na jugoistočnoj strani ponikve. Krška ravnica iznad Bubinice vrela svakako je vrlo lijep primjer, da je i u dolomitu moguć dobar razvoj krških oblika uz stanovite teksturne i strukturne osobine dolomita.

Naslage glavnog dolomita u području Debeljaka obično su bez okamina, a u koliko ih ima, vrlo su slabo sačuvane. Naslage gl. dolomita leže konkordantno preko rabeljskih naslaga, a oboje su lagano valovito borane. Položaj pak rabeljskih naslaga prema diplopornom vapnencu vrlo je teško ustanoviti radi grebenastog razvoja diplopornog vapnenca na području Debeljaka. Razmještaj trijaskih naslaga područja Debeljaka je takav, da diploporni vapnenci zapremaju Bijele Grede, obje krške ravnice, Klimentu zalinačku i sundersku, pa sjeverno podnožje Debeljaka i Pašince do južnog podnožja Žalinca. Iznad diplopornog vapnenca sjevernog podnožja Debeljaka i Pašince, pa dio užnog i istočno podnožje Žalinca, sačinjavaju rabeljske naslage, dok su vrhovi Debeljaka i Pašince kao i pretežni dio trupine Žalinca, od glavnog dolomita. (Vidi priloženi profil sl. 1.).



Sl. 1. Geološki presjek debeljačke ravnice u pravcu Debeljak—Zalinc. Srednji trias: 1 = diploporni vapnenac sa starim krškim oblicima; gornji trias: 2 = rabeljski pješčenjak; 3 = raznobojni rabeljski škriljavci; 4 = glavni dolomit; 5 = (crno) impregnacija hematita u rabeljskom pješčenjaku.

Već je dulje vremena bilo poznato, da se na području Debeljaka nalazi ležište crvene željezne rudače ili hematita. Tako KIŠPATIĆ (10) spominje »da se u Debeljaku nalaze naslage gromadastog hematita, gdje leže na vapnencu, iz kojega su po svoj prilici metamorfozom postale. Naslage ove, kako se čini protežu se velikim prostorom, no da li će one biti od praktične vrijednosti, pokazati će kasnija istraživanja«. U tumaču geološkoj karti Karlobag—Jablanac kaže F. KOCH (11.) za hematit Debeljaka ovo: »Najznatnije nalazište hematita je u okolišu Debeljaka. Ovdje tvori hematit kontaktni ležaj na

granici rabeljskih naslaga i diplopornog vapnenca. Ležaj je mjestimice po nekoliko metara debeo, a hematit je gotovo posve čist i za metalurgiju prvoklasan materijal. Ovaj hematit postao je metasomatozom diplopornog vapnenca u kojeg je mineralna solucija postepeno prodirala na kontaktu sa rabeljskim pješčenjacima i škriljavcima.

God. 1939. vršeci geološka istraživanja na području Debeljaka našao sam ravnice na sjevernom podnožju Debeljaka i Pašince svu prekopanu, što je potjecalo od iskorišćavanja željezne rudače, koje se je vršilo nekoliko godina prije toga. Pregledavajući to prekopano područje na ploči diplopornog vapnenca, kao i područje uz istočno podnožje Žalina ustanovio sam, da jame tih područja imaju oblik ponikava, a između njih se nalaze dublji ili plići jarci. Jame u obliku ponikava promjera su 3—5 m, dubljine 150 cm do 2,5 m, a dna su redovno, razmjerno, dosta širokoga. Diploporni vapnenac, koji sačinjava stijene jame, bojadisan je crvenosmede, a po stijeama dolaze dobro razvijene škrape, koje u više slučajeva sežu od ruba jame do dna. Širina škrapa koleba između 5—16 cm, a gotovo su toliko i duboke. Unaokolo jama i jaraka nalaze se porazbačani brojni komadi smeđeg i crvenosmeđeg pješčenjaka, između kojih se nalaze veći ili manji komadi lijepa hematita. Nadzornik rudnog polja na Debeljaku rekao mi je, da taj materijal potječe iz tih jama i jaraka iz kojih se vadio hematit. Pregledao sam sve te jame i nekoliko jaraka, i svagdje sam našao iste značajke kao na prvoj jami podno Debeljaka. Na temelju svih danih značajki zaključio sam, da su one široke i ljevkaste udubine ili jame, kao i dio onih jaraka prirodna pojava, a ne ljudskom rukom iskopane jame i jarci. Moram naglasiti, da su jarci samo u jednom dijelu pokazivali prirodni postanak, dok je njihov drugi dio pokazivao jasne tragove odlamanja kopanjem. Prema tome su ljevkaste jame, i dijelovi jaraka tipske krške pojave t. j. *ponikve* i *prirodne pukotine*, koje su nastale na ploči diplopornog vapnenca prije taloženja rabeljskog pješčenjaka, pa nam prikazuju *sačuvani stari krški reljef* na području Debeljaka. Rudača pak, kao i pješčenjak bili su samo ispunici ponikava i pukotina, kojima su se tako sačuvale stare krške pojave debeljačke ravnice. Uz ove fosilne ponikve dolaze na području Debeljaka brojne mlađe ponikve, koje su postale na ploči diplopornog vapnenca nakon orogenetskih pokreta, koji su oblikovali današnji gorski reljef Velebita. Te su ponikve znatno većih dimenzija, pa su bez ispunaka, a samo na dnu njihovom nalazi se nešto kamenog kršja i humusa. Fosilnim oblicima pribrojio bih još čudno razvijene ponikve na sjeveroistočnoj strani Klimenteskog bila. U strmo odlomljenom diplopornom vapnencu dolaze 2—3 m široke i 30—40 m duboke bunaraste ponikve (*light holes*), čije su strane izdubene unaokolo dubokim i vrlo širokim škrapama, koje sežu gotovo do dna ovih ponikava. No među hrptovima tih škrapa, nalaze se mlađe već dosta duboke i široke nove škrape, koje obzirom na svoju veličinu i

na gustoću diploporne vapnenca pripadaju sadašnjem razvojnom stupnju krškog reljefa Velebita, dok su naprotiv one široke škrape daleko starije, pa njihov razvoj vjerojatno teče od vremena, kada su se počele stvarati na diplopornoj vapnenačkoj ploči prve pojave krša u obliku spomenutih fosilnih ponikava i prirodnih pukotina.

Iz tih činjenica proizlazi, da je nakon povlačenja (regresije) gornjotrijaskog mora t. j. nakon taloženja diploporne vapnenca odmah uslijedilo subaeričko djelovanje erozije na površini diploporne vapnenca područja Debeljaka, koje se je očitovalo stvaranjem krških pojava u obliku škrapa, ponikava i pukotinskih škrapa. Razvojno stanje kakvo pokazuju fosilni oblici na krškoj ploči Debeljaka pokazuje, da je započeti proces skršavanja diploporne vapnenačke ploče morao potrajati dulje vremena, kada je krška erozija i korozija mogla stvoriti onakvo razvojno stanje krških oblika kakvo se nalazi na debeljačkoj krškoj ploči. Tek nakon dugog vremenskog razmaka, nastupila je poplava (transgresija) plitkim rabeljskim morem, čije su taložine prekrile diplopornu vapnenačku ploču Debeljaka, a s njom i nastale krške oblike. Osnovna rabeljska taložina pješčenjak prekrila je diplopornu vapnenačku kršku ploču, a preko njega su slijedile taložine laporskih škriljavaca i ostali članovi rabeljskih naslaga. Preko njih taložen je debeo pokrov glavnog dolomita i jurskih naslaga.

Ovako prekrivena diploporna vapnenačka ploča Debeljaka ostala je sve do prelaza u diluvij, kada je uslijed orogenetskih pokreta, napose onih u okomitom smjeru došlo do kidanja i izdizanja svih spomenutih mezozojskih taložina. Tom prilikom stvoren je i srednjo trijadički prodor izvorišta Popovače potoka i srednjo trijadički prodor Štirovače, pa je tom zgodom ponovno došla na površinu stara diploporna vapnenačka ploča područja Debeljaka u nekim svojim dijelovima. Velik dio starog krškog reljefa bio je subaeričkom denudacijom uništen, a zaostao je do danas samo onaj dio, koji je bio zaštićen ispunjkom rudače odnosno pješčenjaka, a to su ponikve i pukotinske škrape na području Debeljaka.

Pojava fosilnih ponikava uopće, kao i onih s rudnim ispunjcima zapažena je već više puta na područjima raznih krških krajeva. Tako spominju CRAMER (1.) i TRUSHEIM (16.) fosilne ponikve na izravnanom kretacijskoj timorskoj ploči južnog Franken Alba, koje su djelomično ispunjene morskim cenomanom. U istom gorju našao je DORN (3.) u ponikvama frankendolomita i gornjotitonskih vapnenaca cenomanske pješčenjake, šljunke i gline. Oni spominju i druga brojna nalazišta fosilnih ponikava s cenomanskim i turonskim rudačama, između kojih se osobito ističu fosilne ponikve kod Gredinga, koje su ispunjene bobovcem. WALDSCHMIDT (17.) opisuje fosilne ponikve srednje devonskog vapnenačkog područja Wuppertala, HOLZAPFEL (8.) ponikve ugljenog vapnenca na sjevernom obronku Eifela, koje su ispunjene donjim miocenom A. HEIM (6.) spominje fosilne ponikve u Švicarskoj juri ispunjene s eocenskim bobovcem

itd.. Svi nam ovi primjeri pokazuju, da postoje fosilne krške pojave na vapnenačkom kamenju raznih formacija, i da su se te pojave počele razvijati odmah nakon taloženja odnosnih slojeva, pa su se razvijale sve do vremena dok nisu preko njih taložene mlađe naslage.

Prema tome fosilni krški oblici debeljačke ploče pokazuju, da se je proces skršavanja na Velebitu započeo davno prije neogena, a ne da je tek od toga vremena započet. Na prelazu neogena u diluvij zbili su se jaki orogenetski pokreti, koji su stvorili u Dinarskim planinama vanredno povoljne uvjete za brži i jači razvoj krških oblika, jer je vapnenačko kamenje boranjem, izdizanjem i usjedanjem pretrpjelo znatnih promjena, koje su bile od presudnog utjecaja na razvoj današnjih krških oblika Dinarskih planina. No to još ne znači, da su sve Dinarske planine postale samo u jednom vremenskom razdoblju i od jednih u tom razdoblju izvedenih orogenetskih pokreta, kako to misli GRUND (4.), CVLJIĆ (2.), KATZER (9.) drugi, za južnodinarske planine, što prenašaju i na sjevernodinarske gorske nizove. Prema njihovim nazorima zbili su se glavni orogenetski pokreti u Dinarskim planinama u oligomiocenu ili u miocenu ili na granici pliocena i diluvija. Primjenimo li ova vremenska razdoblja kao glavna doba orogenetskih pokreta u Velebitu, vidimo, da neodgovaraju činjeničnom stanju, jer u Velebitu dolaze na pr. gornjo oligocenske promina naslage na primorskoj strani razlomljene i izdignute s krednim naslagama na kojima leže do preko 1000 m. (Vujinac, Markov Kuk) (11.). Izljev bazalta na podnožju Čemerikovca i na Baškom putu svakako pripada pojavi jakih orogenetskih i epirogenetskih pokreta. Kako su bazalti mlado vulkansko kamenje, i kako je ustanovljeno sa sigurnošću, da su naši bazalti (Lončarski vis, Vis i Bedem grad) postmiocenske starosti, to je i izljev velebitskog bazalta sigurno te starosti, t. j. pada u doba jakih tektonskih pokreta mlađeg neogena. QUITZOW (12.) je dokazao, da je stvaranje Promina planine palo u doba između donjeg srednjeg eocena i gornjeg lutecijana, dakle nakon taloženja alveolinskih vapnenaca, a prije taloženja promina slojeva. Ovo srednjo eocensko predboranje zahvatilo je prema QUITZOWU još samo uski obalni pojas od Novigradskog mora do Splita, dok u vanjskom obalnom pojasu Dalmacije posve manjka, što se očituje u potpunoj konkordanciji svih slojeva počam od krede do najgornjeg paleogena. Tektonski pokreti, koji su se zbili koncem diluvija uz zapadno podnožje Velebita, t. j. uz današnje obalno područje uvjetovali su komadanje velebitskog predbrežja i postanak današnjih otoka i među njima ležećih kanala. Tragova tih pokreta nalazimo diljem obale u odlomljenim diluvijalnim bujičnim kršnicima, u kojima se nalaze sačuvane kosti raznih diluvijalnih sisavaca. Tih kršnika nalazimo i na raznim otocima sve tamog do skrajnjeg zapadnog otoka Dugog. Tragova tih diluvijalnih pokreta nije zapaženo do danas na kontinentalnoj strani Velebita. Iz tih primjera proizlazi, da Dinarske planine nisu postale od jednog jedinog gorskog stvaranja, nego da su stvarane u razdoblju

od gornjeg eocena do na izmak diluvija, kada je nastupilo glavno oblikovanje dinarskih planina. Da između tih razmaka nije ni denudacija mirovala o tome nema sumnje, tim više što su iza svakog pokreta stvoreni stanoviti preduvjeti, koji su pogodovali jačem razvoju krških oblika, dok početak razvoja krških oblika kako to pokazuju fosilni oblici područja Debeljaka, i drugih područja Velebita pada daleko prije t. j. u doba iza taloženja pojedinog vapnenačkog kamenja.

Razvoj krških oblika na ploči diplopornog vapnenca područja Debeljaka bio je obustavljen transgresijom plitkog rabeljskog mora, čija je prva taložina pješčenjak, ispunio sve neravnosti krške ploče debeljačke. Time je prestalo djelovanje krške erozije i korozije, a na mjesto toga je počelo posve novo stanje prirodnog djelovanja, koje se je očitovalo stvaranjem nove rudne tvorevine od rabeljskog pješčenjaka. Nakon taloženja pješčenjaka došlo je do postepenog prodiranja rudne otopine u rabeljski pješčenjak, koja je prouzrokovala potpunu izmjenu njegovog rudnog i strukturnog sastava. Pod utjecajem rudne otopine pretvoren je pješčenjak u rudu hematit, ili crvenu željeznu rudaču. Prema nalazu na području Debeljaka vidi se, da su samo neki dijelovi pješčenjaka potpuno pretvoreni u hematit, dok su neki samo djelomično bili natopljeni prodirućom rudnom otopinom, pa je u takvim dijelovima promjena strukture kao i rudnog sastava provedena tek djelomično ili nepotpuno. Znatian dio pješčenjaka pokazuje svoj prvobitni rudni sastav i strukturu, što znači, da taj dio uopće nije bio izvršen utjecaju rudne otopine. Ovakav način promjene rudnog i strukturnog sastava označuje SCHNEIDERHÖHN (14.) kao postupak prožimanja ili impregnacije, za razliku od prave preobrazbe u kojoj je cijela kamena tvar izmjenila svoj rudni i strukturni sastav. Taj se način potpune preobrazbe označuje kao metasomatoza ili istiskavanje (Verdrängung). Impregnacija je značajan postupak za kremenno kamenje, a metasomatoza za vapnenačko kamenje. Obje pojave smatraju SCHNEIDERHÖHN (14.) i CRAMER (1.) za pojavu krša, jer drže, da vode koje su vršile otapanje pripadaju kružnom kolanju krških voda. Pošto je rabeljski pješčenjak pretežno sastavljen od kremenog kamenja, to je postupak po kojem je on pretvoren u hematit impregnacija ili prožimanje, a ne istiskivanje ili metasomatoza. KOCH (11.) je označio hematitni kontaktni ležaj Debeljaka metasomatozom, što je valjda zaključio na temelju površinskih odnosa stratigrafskih članova na područja Debeljaka, jer u vrijeme kada je KOCH bio na Debeljaku nije bilo izvršenih nikakvih istražnih radova, prema kojima bi bio mogao uočiti stanje u odnošaju hematita prema pješčenjaku i diplopornom vapnencu. Tek nakon što su izvršeni stanoviti istražni radovi moglo se je sigurno utvrditi, da na Debeljaku ne postoji metasomatoza diplopornog vapnenca, nego impregnacija rabeljskog pješče-

njaka. Ovo se dobro zapaža na dodirnim mjestima između pješčenjaka i diplopornog vapnenca, gdje se vidi kako je na mjestima jačeg priticanja otopine došlo na granici diplopornog vapnenca i pješčenjaka do slabije promjene diplopornog vapnenca i njegovog rudnog sastava. No i u tim slučajevima nije nikada došlo do potpune promjene rudnog sastava diplopornog vapnenca. U ostalim slučajevima uvijek su stijene diplopornog vapnenca ponikava i pukotinskih škrapa tek samo na površini crvenosmede obojene. (Sl. 2.). Da hematit Debeljaka, kao



Sl. 2. Komad diplopornog vapnenca iz ponikve na sjevernom podnožju Debeljaka u kontaktu s djelomično impregniranim rabeljskim pješčenjakom. Impregnacija seže do kontaktne zone s diplopornim vapnencem, koji je tek nešto malo smeđecrveno obojen, a sam pješčenjak zadržao je svoju prvotnu zrnatu strukturu.

i ostalog područja Velebita nije postao metasomatozom diplopornog vapnenca pokazuje i ovaj slučaj. Sjeverozapadno Velike Plane nedaleko Donjeg Pazarišta nađen je ležaj hematita u jednoj ponikvi diplopornog vapnenca. Kako su taj slabi sloj hematita držali za izdanak jačeg hematitnog ležaja u diplopornom vapnencu, to je u visini hematita iz ponikve položen podkop u diploporini vapnenac. Taj je podkop dugačak oko 100 m, ali unatoč te znatne duljine, nije dužinom toga podkopa nađen ni najmanji trag hematitu. Obzirom na naše prijašnje tumačenje, to je i posve razumljivo, jer hematit koji je nađen u ponikvi diplopornog vapnenca, potjecao je od impregnacije pješčenjaka, koji je bio u ponikvi taložen, a ne od metasomatoze diplopornog vapnenca.

Debljina hematitskih ležaja područja Debeljaka ovisna je bila o jakosti pridolaženja rudne otopine, kao i o vremenu njenog zadržavanja na pojedinim mjestima. Tamo, gdje je rudna otopina jače pridolazila, i gdje se je mogla dulje zadržati, impregnacija je potpuna, pa na takvim mjestima dolazi čist i za metalurgiju prvorazredan hematit. Takva su mjesta u prvom redu ponikve, u kojima je impregnacija pješčenjaka bila najjača, jer se u njima skupljalo mnogo rudne otopine, a i dulje je mogla vršiti kemijsku pretvorbu, pošto nije mogla iz ponikve dalje otjecati, pa su stoga ležaji hematita u ponikvama debeli 1 m, a na mjestima i više. Kod pukotinskih škrapa ispunjenih pješčenjakom rudna je otopina prolazila kroz pješčenjak dužinom pukotine, pa je stoga impregnacija u njima slabije provedena t. j. nepotpuna, a samo na mjestima, gdje je pukotina bila dublje izjedena došlo je do potpune impregnacije pješčenjaka.

To je razlogom, da hematit ne dolazi na području Debeljaka, kao i na ostalim područjima uz rabeljski pojas Velebita u većim i suvislim ležajima, nego samo u pojedinačnim jačim ležajima u ponikvama, ili u manjim komadima u pukotinskim škrapama. Ovaj potonji način pojave hematita običan je izvan područja Debeljaka uzduž sjeveroistočnih padina sjevernog Velebita od Velike Plane do Crnih Greda jugozapadno Donjeg Pazarišta, pa dalje južno okq Dukinog vrela sjeverno Trnovca. Svuda su ti komadi hematita vezani na pojas rabeljskih naslaga, i to samo tamo, gdje je pješčenjak došao do površine, jer na mjestima kao u Jasenovcu potoku i na području Sunderske Lokve, gdje dolaze samo rabeljski laporasti škriljavci, nema hematitnih komada. Velika većina hematitnih komada potječe iz pukotinskih škrapa, jer je pješčenjak raztrošbom bio uništen, a zaostali su samo komadi hematita, kao otporni materijal protiv rastrošbe. Rastrošeni pješčenjak odnijele su oborinske vode, što pukotinama u podzemlje, što niz obronke u nizinu, dok su hematitni komadi zaostali po raznim visinama ispod svoga prvotnog ležišta. Na nekim mjestima kao kod Vodice ispod Baškog vrha, pa na Čemerikovcu ispunjene su i danas pukotinske škrape rabeljskim pješčenjakom, koji je djelomično pretvoren u hematit, djelomično nepotpuno impregniran, a u pretežnom dijelu nije uopće bio zahvaćen rudnom otopinom. Ta nam mjesta najbolje razjašnjavaju cijeli postupak prožimanja pješčenjaka u pukotinskim škrapama, a ujedno daju tumačenje postanka i nalaza hematitnih komada uz rabeljski pojas Velebita. Raznešeni komadi hematita na sjevernom Velebitu uz pojas rabeljskih naslaga, bili su razlogom, da je KIŠPATIĆ (10.), kao i drugi pisci stekao uvjerenje o velikom prostornom raširenju hematita na spomenutom području sjevernog Velebita.

Da li je podrijetlo otopine, koja je izvela prožimanje rabeljskog pješčenjaka u hematit descendento ili hidrotermalno, vrlo je teško odrediti prije nego što se obave temeljita istraživanja rudnim mikroskopom i spektrografom. Pošto je hematit tvorevina

visokog hidrotermalnog stupnja moglo bi se na temelju toga zaključiti na hidrotermalno podrijetlo rudne otopine područja Debeljaka. No kod Velike Plane nalazi se uz hematit još i limonit, pirit i malahit, a na Čemerikovcu uz hematit dolazi i mangan, što bi opet dalo naslućivati na descendentno podrijetlo rudne otopine. To su tek naslućivanja, pa prije izvršenja spomenutih istraživanja ne može se ništa sigurnoga reći o pravom podrijetlu rudne otopine, koliko područja Debeljaka, toliko i ostalog područja Velebita na kojem se javlja hematit.

Po svome visokom postotku na željezu, hematit Velebita, a napose onaj s područja Debeljaka, prvorazredna je rudača za metalurgiju, ali nažalost njegove količine i način njegovog pojavljivanja ne daju mogućnosti za veće i dulje iskorišćavanje rudače.

LITERATURA:

1. CRAMER H.: Die Systematik der Karstdolinen. Neues Jahrb. f. M. G. u. P. Beilage Bd. 85. Abth. B. 1941.
2. CVIJIC J.: Das Karsthänpomen. Pencks Geograph. Abhandl. Bd. V. Hft. 3. Wien. 1898.
3. DORN P.: Die Farberdlagerstätten Bayerns. München. 1929.
4. GRUND A.: Die Karsthydrographie. Geograph. Abhandl. Pencks. Bd. III. Hft. 3. Wien. 1903.
5. GRUND A.: Beiträge zur Morphologie des Dinarischen Gebirges. Pencks Geograph. Abhandl. Bd. IX. Hft. 3. Leipzig. 1910.
6. HEIM A.: Geologie der Schweiz. Bd. I. Leipzig. 1914.
7. HERAK M.: Ladiničke Dasycladaceae Jugoslavije i njihovo stratigrafsko značenje. Rad Jugoslavenske Akademije znanosti i umjetnosti. Knjiga 280. p. 115. Zagreb. 1950.
8. HOLZAPFEL E.: Geologie des Nordabfalles der Eifel mit besonderer Berücksichtigung der Gegend von Aachen. Abhand. geol. Landesanstalt, Berlin. Bd. 66. 1910.
9. KATZER F.: Karst u. Karsthydrographie. Zur Kunde der Balkanhalbinsel. Hft. 8. Sarajevo. 1909.
10. KIŠPATIĆ M.: Rude u Hrvatskoj. Rad Jugoslav. akadem. znan. i umjet. Knj. 147. Zagreb. 1901.
11. KOCH F.: Tumač geološkoj karti Karlobag—Jablanac. Izdanja geološkog zavoda u Zagrebu. Zagreb. 1929.
12. QUITZOV H. W.: Das Alttertiär des Promina Berges und eine Mitteleozäne Gebirgsbildung in Dalmatien. Berichte d. Reichsstelle Bodenforschung. Jahrg. 1941. Hft. 10/12. Wien. 1941.
13. SALOPEK M.: O ladiničkim škriljavcima Doljnjeg Pazarišta. Prirodoslov. istraživanja Hrvatske i Slavonije. Izd. jugosl. akadem. Sv. 13. Zagreb. 1918.
14. SCHNEIDERHÖHN H.: Lehrbuch der Erzlagerstättenkunde. Bd. I. Jena. 1941.
15. SCHEIDERHÖHN H.: Beiträge zur Kenntniss der Erzlagerstätten und der geologischen Verhältnisse des Otaviberglands Deutsch-Südwestafrika. Abhandl. Senckenberg. naturfor. Gesell. Frankfurt a. M. 1921.
16. TRUSHEIM F.: Die geologische Geschichte Südostdeutschlands während der Unterkreide und des Cenomans. Neues Jahrb. f. M. G. u. P. Beil. Bd. 75. Abth. B. Stuttgart. 1935.
17. WALDSCHMIDT E.: Die fossile Karstlandschaft bei Elberfeld. Mitt. berg. Komitees f. Naturdenkmalpflege. Hft. 1. Eberfeld. 1913.

ZUSAMMENFASSUNG

Josip Poljak

 ÜBER DIE ERSCHEINUNG VON FOSSILEN KARSTFORMEN UND
 IHREN ZUSAMMENHANG MIT DER ERZLAGERSTÄTTE AM
 DEBELJAK IN NÖRDLICHEN VELEBIT

Am nördlichen Velebit im Raume von Debeljak-Pašinac-Klimenta und Žalinac westlich von Donje Pazarište wurde durch einen Zufall ein fossiles Karstrelief entdeckt. Die Umgebung von Debeljak war schon längere Zeit als Erzlagerstätte bekannt, aber zur Ausbeutung der Lagerstätte kam es erst von einigen Jahren. Im Jahre 1939. besuchte ich die ausgeführten montanistischen Ausgrabungen am Debeljak, und fand eine Reihe von Gräben woraus das Eisenerz gewonnen wurde. Sämtliche Gräben wurden untersucht, und es wurde festgestellt, dass das Eisenerz in den Gräben eingelagert war, und dass die Gräben im Diploporen-Kalke nicht durch Menschen ausgegraben sind, sondern dass sie Naturformen darstellen. Einige von ihnen hatten eine ausgesprochen Trichterform, und andere waren kluffartiger Natur. Die trichterförmigen Gräben hatten glatt erodierte Wände, welche mit gut entwickelten Karren versehen waren. Diese charakteristischen Merkmale zeigten deutlich, dass die trichterförmigen Gräben tatsächlich Karstdolinen, und jene langen und schmalen Gräben Naturklüfte sind, welche als Reste eines alten Karstreliefs, der durch Bedeckung mit Sandstein und Erz bis auf den heutigen Tag erhalten geblieben ist. Diese alten Karstformen deuten auf einen Karstzyklus hin, welcher gleich nach der Ablagerung des Diploporen-Kalkes eingesetzt wurde. Die subaerische Karsterosion an der Hochfläche von Debeljak dauerte ziemlich lange Zeit, was man auch aus den Dimensionen der Karstformen erschliessen kann. Die Dolinen besitzen einen Durchmesser von 3—5 M, und eine Tiefe von 1,5—2,5 M, und der Boden der Dolinen ist flach und ziemlich breit. Die Karren an den Dolinenseiten verlaufen vom oberen Rande bis beinahe an den Boden der Doline, und zeigen eine Breite und Tiefe von 5—16 cm.

Die weitere Entwicklung der Karstformen an der Hochfläche von Debeljak wurde durch die Transgression des karnischen Meeres abgebrochen, und die Hochfläche, als auch die an ihr entstandenen Karstformen wurden von Raibler- und Hauptdolomit-Schichten überlagert.

Erst durch die orogenetischen Bewegungen, welche am Übergange ins Diluvium stattfanden, gelangte die alte Karstfläche des Diploporen-Kalkes teilweise wieder an die Oberfläche. Es entstand ein neuer Karstzyklus an der Fläche, welcher die alten Karstformen teilweise vernichtete, und neue Formen schuf. Ein Teil der alten Karstformen blieb unter der Raibler Sandsteindecke erhalten, und dies sind die Dolinen und Naturklüfte im Diploporen-Kalke der Hoch-

fläche von Debeljak. Im Raume der Karstfläche von Debeljak finden sich auch zahlreiche neue Dolinen die insgesamt keine Ablagerung an den Böden aufweisen. Gewöhnlich findet man nur etwas Humus und Gesteinsschutt von den Dolinenseiten, wogegen die fossilen Dolinen und Naturklüfte ständig mit Sandstein und Erz bedeckt sind.

Nach der Ablagerung des Raiblersandsteins wurde dieser durch Eindringen einer Minerallösung teilweise in Hämatit umgewandelt. Die Umwandlung des Raibler-Sandsteins wurde nur teilweise durchgeführt. Am besten wurde die Umwandlung in den Dolinen und in den Naturklüften durchgeführt, und man findet in den Dolinen Hämatitlagen, welche 1 M und mehr mächtig sind. Weniger mächtig ist der Hämatit in den Naturklüften, wo der grösste Teil des Sandsteins überhaupt nicht von der Minerallösung angegriffen war. Das beweist, dass die Intensität der Verdrängung oder Umwandlung schwach war, und der Sandstein in den Dolinen und Naturklüften nur zum geringen Teil verdrängt, und der Hämatit in den Sandstein eingesprenkt war. Der Diploporen-Kalk, worin die Dolinen und Naturklüfte ausgebildet sind, ist nur an den Kontaktstellen mit dem Sandstein etwas rotbraun gefärbt, und nur an den Kontaktstellen mit dem Hämatit teilweise umgewandelt, aber nie vollkommen mineralisiert. Aus diesen Tatsachen ist ersichtlich, dass der Hämatit von Debeljak durch eine Imprägnation des Raibler-Sandsteins und nicht durch eine Verdrängung oder Metasomatose des Diploporen-Kalkes entstanden ist, wie das KIŠPATIĆ (10.), und KOCH (11.) angenommen haben.

Auch die Annahme einer mächtigen und weitverbreiteten Hämatit-Lagerstätte im Bereiche der Raiblerschichten am Debeljak, wie auch an anderen Teilen des Velebit-Gebirges ist nach dem oben gesagten unwahrscheinlich. Hämatite kommen zwar auf grösseren Flächen längs der Raiblerzone zerstreut vor. Diese Roteisenstücke stammen gewöhnlich aus dem Sandsteine der Naturklüfte, aus denen der Sandstein verwittert und abgetragen wurde, hingegen der Hämatit als widerstandfähigeres Gestein blieb, und von den Niederschlagsgewässern seinen jetzigen Lagern transportiert wurde. Man findet solche mit Sandstein und Hämatit ausgefüllte Naturklüfte am Baški put bei Vodice, und am Berge Čemerikovac südlich von Donje Pazaršite. An diesen Stellen kann man den Vorgang der Imprägnation des Sandsteins in allen Umwandlungsphasen sehr gut beobachten.

Über die Herkunft der Minerallösung ist schwer etwas zu sagen. Da der Hämatit eine hochthermale Bildung ist, konnte man auf hydrothermalen Ursprung schliessen, da aber bei Velika Plana und bei Čemerikovac auch andere Minerale vorkommen, könnte man auch eine deszendente Erzlösung in Betracht ziehen. Die Lösung dieser Frage wird erst nach erzmikroskopischen und spektrographischen Untersuchungen möglich sein, wodurch man mehrere und bessere Anhaltspunkte für richtige Beurteilung bekommen wird.