

## O SULFIDIH V POMURSKIH SLATINAH TER NJIHOVEM POMENU ZA NASTANEK SLATIN

*Ciril Šlebinger*

Letos sem imel priliko opazovati pri dveh slatinskih nahajališčih metamorfne kamenine, namreč pri rogaševski slatinski skupini in pri vrtini v bližini vasi Hrastje-Mota. Ker imata obe slatinski nahajališči važne skupne lastnosti, ki jih pri Radencih in pri slovenjegoriških slatinah ne opazimo, bi rad te posebnosti poudaril posebno še zato, ker jih doslej še nihče ni registriral, a še manj tolmačil.

V vrtini pri Hrastju-Moti izvira slatina že v metamorfnih kameninah, ki so prekrite z mlajšimi skladi. Podobne so razmere tudi v rogaševski slatinski skupini. Metamorfne kamenine so sicer na obeh krajih različne, vendar to ni važno za samo genezo slatin. Kameninske razlike bi morali upoštevati edinole pri podrobnejšem določanju kemizma slatin, krov mlajših nepropustnih kamenin pa zopet vpliva le na množino  $\text{CO}_2$  in ostalih plinastih sestavin. Poleg tega moramo še upoštevati, da imamo pri Moti material iz ene same vrtine; metamorfne kamenine pa se v dislociranem ozemlju hitro menjavajo; končno pa te kamenine tudi niso matične kamenine slatine.

Važni sta dve drugi ugotovitvi, ki nam mnogo povesta o genezi teh slatin.

Pri metamorfnih kameninah v Rogaševcih in Moti nastopajo na ploskvah majhni kristali pirita, ki so mlajši od kamenine in torej epigenetski. Take kristale pirita sem dobil n. pr. pri Sotini severno od Rogaševcev prav na zemeljskem površju, morda le 2 m od slatinskega izvira, ki se nahaja poleg potoka na strmem zahodnem pobočju doline. Izvir so domačini obdali z večjimi, grobo obdelanimi kosi metamorfnih kamenin. V strugi potoka zraven slatinskega izvira nahajamo sericitne skrilavce, ki so na površini precej mehki, spodaj svetli, zgoraj pa temni (zaradi vlage). Kjer so slatini najbližje, vpadajo proti SE za  $40^\circ$ . Cepijo jih strmo stoječe diaklaze, ki gredo približno pravokotno na smer vpada. Mesto, kjer sem opazoval to lego, leži na levem bregu potoka, nasproti slatine; nizvodno se lega plasti kmalu spremeni. V smeri diaklaz oziroma paraklaz v skrilavcih se vlečejo preko struge potoka vložki svetlega, trdega kvarcita ali podobne kamenine, skrilavci sami pa vsebujejo pirit. Da li se tudi slatinske žile vežejo na paraklaze, nisem mogel videti, ker bi moral za to razkopati obod vrelca.

Zahodnejša slatina v metamorfnih kameninah je v Ocinju, zelo blizu državne meje. Izvir prihaja na dan pod kolovozom v dolini in ga obdajajo zloženi kamni, a prekriva ga velika kamenita plošča. Nad slatino je odkop skrilavca, ki vpada proti NW za  $37^\circ$ , a proti severu preide v vrsto majhnih, ostrih gub. Tudi tu križajo kamenino diaklaze, ki vpadajo strmo proti jugu. Zdi se mi, da bi diaklaze pri ocinjski slatini mogel priključiti istemu sistemu diaklaz kot pri sotinski slatini, saj je njihova strma lega blizu navpične, tako da se lahko prevesijo na eno ali na drugo stran, ali pa bi oboje imel za odcepke navpične dislokacije v smislu Mohrovih ploskev. Pirita tu nisem opazoval; kamenina pa je bila ponekod močno limonitizirana. Kar se tiče limonitizacije, sem opazoval na drugih krajih, da nasleduje pirit; teh tvorb se mora tu precej nahajati, ker prihajajo iz pobočja marsikje na dan proge goste koloidne rjaste razstopine, medtem ko so zopet drugod izviri popolnoma bistri. Dobil sem pa plošče, kjer so ležala zrnca pirita z rjasto prevleko, a zraven njih rjaste, že popolnoma limonitizirane proge ali »brade«. Ker drugih spojin z železom tod nisem opazil in ker se pojavljajo limoniti poleg včasih že načetega pirita, se mi zdi upravičeno trditi, da limonit tu nastaja po razkrajanju pirita. Nekaj opazovanj, ki potrjujejo to mnenje, nam bodo nudile še slatine same.

Pripomniti moram, da se v Slovenskih goricah in po Murskem polju pojavljajo slične limonitne ali okraسته oborine pri marsikaterih slatinskih izviri v mladih usedlinah. Posebno čudno pa je, da najbližji vreli te oborine včasih ne kažejo ali pa le v malenkostni meri. Železo je torej precej nestalna sestavina tukajšnjih slatin, čeprav se morda kemizem bližnjih slatin ne loči dosti. Kaj bi bilo vzrok temu, da železo ponekod nastopa, drugod ne? Ali moramo zaradi tega sklepati na različne slatinske žile kljub temu, da te slatine izvirajo v neposredni bližini?

Preden odgovorim na to vprašanje, bi opozoril še na drugo kemično razliko, ki se pojavlja ravno tako med bližnjimi slatinskimi vreli, namreč to, da nekateri vsebujejo  $H_2S$ , a drugi ne. Dasi prisotnost ali odsotnost žvepla v vrelih ne koincidira s prisotnostjo ali odsotnostjo železa, se mi vendar zdita oba elementa v slatinah med seboj v genetski zvezi ali odvisnosti, in sicer ravno preko pirita oziroma sekundarnih limonitno-okrastih oborin v okolišnih kameninah.

Menim, da je pirit recentnega postanka. K temu mnenju me navajajo naslednje okoliščine:

Pirit je navadno svež. Ta svežost je naravnost presenetljiva spričo okoliščin, v katerih pirit nastopa: stalni pretok mineralizirane vode poleg njega, odprte ploskve, na katerih so vzbrsteli piritni kristali; često tudi pristop zraka — in končno prisotnost sekundarnih Fe-mineralov, ki so nastali na razkrojenih primarnih Fe-mineralih, najverjetneje ravno pirita.

Podoba je, da imamo v tem primeru pred seboj neprestano in razmeroma hitro nastajanje in razkrajanje mineralne snovi. Tako rekoč neprestano prihajanje in odhajanje. Oboje, nastajanje in razpadanje rudnin, pa je delo pretakajoče se vode, rudnice, oziroma slatine. Nasprotujoči si učinek rudne vode bi tolmačil s spremenljivo temperaturo pretakajoče se vode ter z zakonom učinkovanja mas, kar bi bistveno

vplivalo na koncentracijo in na obarjanje nekaterih sestavin in zopetno topljenje — pojav, kakor ga vidimo tudi pri rudnih žilah. Pojavljanje včasih že razkrojenega piritu pa nam lahko razloži, zakaj se pri nekaterih slatinskih vrelih čuti zadah po  $H_2S$ , pri drugih ne. Ravno tako moremo izvajati iz tega dejstvo, da se ob nekaterih vrelih pojavlja železnata oborina, pri drugih ne.

Kaj pa pot slatine — oziroma rudnice — iz globine do mesta, kjer se nahaja pirit?

Zopet nastane vprašanje, ali nimamo pred seboj različnih in med seboj primarno ločenih slatinskih žil glede na to, da se pirit ob nekaterih slatinskih žilah pojavlja, pri drugih ne. Zdi se mi, da moremo to vprašanje gladko zanikati spričo mnogih opazovanj po slatinskem ozemlju. Vedeti namreč moramo, da je dvoje sestavin v rudnicah ali slatinah posebno labilnih: prvič plini, drugič sóli — sestavine v koloidnem stanju. Torej dvoje skrajnosti, kar se tiče fizikalno-kemijskega stanja. Sredina med tema skrajnostima — prave, več ali manj ionizirane raztopine — pa je obratno najkonstantnejša.

Poroznost krovne kamenine, širina in hitrost pretoka pri slatini, vse to lahko povzroči, da se plini iz slatine v globini izgube do nezaznavnosti. Kar se tiče sólov moramo upoštevati kemizem kamenin, temperaturni gradient med slatino in kamenino ter z njim v zvezi različno naglo ohlajanje raztopine, zastajanje slatinskega toka, a v zvezi z vsem tem spremembo slatinske koncentracije; ves ta pisani in skoraj nepregledni kompleks fizikalno-kemijskih prilik lahko bistveno vpliva na nenadno obarjanje koloidov. Že zgolj morfološke prilike ali oblika poti slatinskega pretoka, oziroma posameznih slatinskih žil, nam na ta način modificirajo kemizem slatine, posebno pa njenih labilnejših sestavin.

V zvezi z nastopanjem piritu in  $H_2S$  pri slatinah bi za pomurske slatine vseeno zavrnil »piritno teorijo nastanka  $CO_2$ «. Zdi se mi, da je količina žvepla in njegovih spojin preneznatna v primeri z obilnimi ekshalacijami  $CO_2$ . To teorijo bi tudi zavrnil po analogiji s slatinami ob vzhodnem robu Alp (Gradiščanska, Gleichenberg), kjer jasno opazujemo izviranje slatin iz mladih magmatskih kamenin.

Druga ugotovitev se tiče pritiska, ki se pojavlja pri slatinah in njihovem  $CO_2$ , kadar jih na novo zajamemo ali navrtamo.

Pri pomurskih slatinah opazujemo vedno znova značilni pojav, da je v začetku pritisk visok, nato pa v kratkem popusti — včasih v nekaj dneh, včasih že v nekaj urah. Tak pojav poznajo drugje, tako pri vodi kakor pri nafti, kot bruhanje iz rezervoarja majhnega obsega. Če je krovina nepropustna, ne dopušča uhajanja; voda oziroma plin stoji v globini pod visokim pritiskom, iz globine pa se morda javlja še nov priliv. Vsaj pri pomurskih slatinah je tako. Te rezervoarje v globini si moramo predstavljati kot lege poroznih kamenin vmes med nepropustnimi plastmi. Pri klastični sedimentaciji tukajšnjih mladih geoloških tvorb (neogenkvartar) se izmenjavata prod in pesek s finejšim in gostejšim materialom, ki vode ne propušča, pač pa često  $CO_2$ , kot to lahko vidimo na mnogih primerih.

Katera bi bila matična kamenina slatin? Pri odgovoru na to vprašanje najprej pomislimo, da tvorba slatine ni enkratna, niti enoten pojav. Slatina nastaja nekako v etapah, kakor pač postopoma pridobiva svoje sestavine. Slatina često na svoji poti tudi oddaja neke snovi ali jih pa vsaj izmenjava. Za postanek in kroženje slatine pa je predvsem važno topilo, in sicer poleg visoko ionizirane vode plini — v našem primeru  $\text{CO}_2$ . Prav po izvoru tega plina se moramo vprašati, če hočemo govoriti o izvoru in matični kamenini slatine. Dejstva kažejo, da slatinski  $\text{CO}_2$  ne izhaja niti iz omenjenih metamorfnih kamenin (vrtina pri Moti, Dobra) niti iz mladih usedlin Murskega polja ter Slovenskih goric. Alkalne slatine Murskega polja in alkalne-zemnoalkalne slatine Slovenskih goric morajo izhajati le iz enakih mladih magmatskih kamenin kakor pri Gleichenbergu (bazalti: alkalne slatine; trahiti in andeziti: alkalne-zemnoalkalne slatine). Ustrezni dve magmatski telesi morata biti tudi tukaj in oddajati  $\text{CO}_2$  počasi, a stalno, čeprav sta že ohlajeni (fosilni plin!). Omenjeni manjši »slatinski rezervoarji« pa sestojijo iz plasti propustnih kamenin med nepropustnimi ter vsebujejo predvsem mnogo  $\text{CO}_2$ , ki počasi, a nenehno kipi tjakaj iz globin; zato doteka slatina oziroma  $\text{CO}_2$  najprej naglo in močno, a nato počasneje iz globin, če te rezervoarje načnemo in navrtamo.

K tehnični strani zajetja slatin v tukajšnji skupini hočem pripomniti naslednje:

Napačno je tu skonstruirati za slatine neke prelomnice, po katerih bi naj sledili slatino in  $\text{CO}_2$ . Glede njih je važna le ena proga na terenu, kjer je pritisk  $\text{CO}_2$  močan in stalen, in sicer je to proga Radenski vrh—Zemljičeva slatina (v Boračovi) — zabetonirana vrtina severozahodno od petanjske slatine (pod bivšo Voglerjevo vilo). Ta proga predstavlja sleme antiklinale in pod njenim nepropustnim krovom se nabira na vrhu  $\text{CO}_2$ . Čisti plin se tu pojavlja tako visoko, da ponekod celo ne pride več do tvorbe rudnih raztopin — torej do prave koncentrirane slatine. Tu je pritisk  $\text{CO}_2$  tudi konstanten. Vsi ostali izviri slatine in  $\text{CO}_2$  temelje edinole na petrografskih posebnostih tal — torej na lokalnem razporedu propustnih in nepropustnih kamenin. Kar je prelomnic, leže tu globoko v spodnjih plasteh ter jih zgornje že popolnoma zabrišejo. Od propustnosti tal zavise tudi izogase  $\text{CO}_2$ . Vse konstrukcije po umetno skonstruiranih prelomnicah in vrtanja, da bi dosegli veleobrate, ne bodo imele zaželenega in predvsem ne trajnega uspeha. Dognati pa moramo detajlno petrografsko-stratigrafsko sliko ozemlja.

Sprejel uredniški odbor dne 3. februarja 1956.

## ÜBER DIE SULFIDE IM MINERALWASSERGEBIETE DES UNTEREN MURTALES UND ÜBER DIE MINERALWASSERBILDUNG

Das von J. Höhn beschriebene Mineralquellengebiet des unteren Murtales befindet sich südlich von jenem von Gleichenberg und ist grösser als jenes von Gleichenberg, weist aber im Gegenteil zu ihm oberflächlich keine Eruptivgesteine auf. Über die Herkunft dieser Murtalesmineralwasserquellen hat man somit mehrere Hypothesen ins Feld geführt, deren eine, die »Pyrithypothese«, die Entstehung von  $\text{CO}_2$  auf die Wirkung von Schwefelmineralien an die Karbonatgesteine erklären will.

Die Mineralquellen treten grösstenteils in mürben, neogenen oder quartären Ablagerungen auf, doch findet man sie auch in metamorphen Gesteinen in ihrer Grundlage. Gerade bei diesen Quellen stiess ich an die Pyritbildungen, so z. B. bei Hrastje-Mota und bei Sotina.

Im Bohrloch von Hrastje-Mota, wo man in einer Tiefe von 395 m auf metamorphe Gesteine gestossen hatte, quoll aus derselben Tiefe ein stark mineralisiertes Sauerwasser hervor. Auf den Gesteinplatten konnte man kleine aufgewachsene Pyritkristalle beobachten. Dasselbe fand ich auch bei der Quelle von Sotina bei Rogaševci, welche jedoch zur Gleichenberger Mineralquellengruppe gehört. Neben frischen Pyritkristallen fand ich dabei auch mehr oder weniger limonitisierte. Die Pyrite habe ich als vorübergehende rezente epigenetische Bildungen betrachtet und ich erachte auch, dass mit ihnen auch  $\text{H}_2\text{S}$ -Gehalt der Quellen und deren ockerige Quellerze genetisch im Zusammenhange stehen. Diese Bildungen treten aber nicht bei allen Quellen, nicht einmal bei naheliegenden Quellen auf und sind nie in grösseren Mengen vorhanden. Für die Mineralwasserbildung aber wird das Fe- und S-Gehalt als belanglos und nur als ein späterer Bestandteil erachtet. Die Pyrithypothese der hiesigen Mineralwasserbildungen lehne ich damit ab. Für die Bildung dieser Sauerwässer ist  $\text{CO}_2$  massgebend, welcher als fossiler Gas aus der in der Tiefe verborgenen jungen Eruptivgesteinen entquillt und sich unterwegs mit Wasser mischt und sich mit gelösten Stoffen anreichert. Die ganze Gegend weist starke  $\text{CO}_2$ -Exhalationen auf. Die wasserundurchlässigen Sedimentlagen stellen die Dichtung dar, indem die Sand- und Schotterlagen Mineralwasser- und Gasreservoirs sind, welche bei ihren kleineren Ausmassen nur eine intermittente oder jedenfalls schwächere Mineralwasserzufuhr erlauben.

Eine flache Antiklinalaufwölbung in der Mitte des Radeiner Quellengebietes stellt aber eine besonders reiche und dabei auch konstante Gaszone dar, wo die Mineralwässer am gasreichsten, dagegen aber schwach mineralisiert sind.