

NAHAJALIŠČA MANGANOVE RUDE V MAROKU

Poročilo o študijskem potovanju

Marjan Dolenc

Uvod

Maroko je postal v zadnjem času pomemben v proizvodnji manganove rude, ki je v letu 1953 dosegla 480.000 t. S tem je prišel na peto mesto v svetovni proizvodnji manganove rude.

V Maroku razlikujemo dva glavna tipa nahajališč manganove rude:

- a) rudne žile z nad 50 % Mn; v glavnem v III. prekambriju v okolici Ouarzazate, delno v paleozoiku okolice Oujda; majhne zaloge,
- b) rudne plasti z okrog 50 % Mn ali manj v usedlinah III. prekambrija (Anti Atlas), spodnjega karbona (gor. viséen v okolici Oujda), kontinentalne permotriade, v obalnih formacijah liade (Bou Arfa, M'koussa) ali cenomana (Imini, Tasdremt); velike zaloge.

V okviru tehnične pomoči Združenih narodov sem obiskal tri rudniška okrožja in pri tem spoznal tri glavna nahajališča manganove rude v Maroku: Tiouine — plasti in žile v III. prekambriju, Bou Arfa — plasti in ležišča v liadi ter Imini — plasti v cenomanu.

Najprej bom opisal ta tri rudišča, nato bom podal še pregled o geologiji maroških nahajališč manganove rude.

Tiouine z okolico

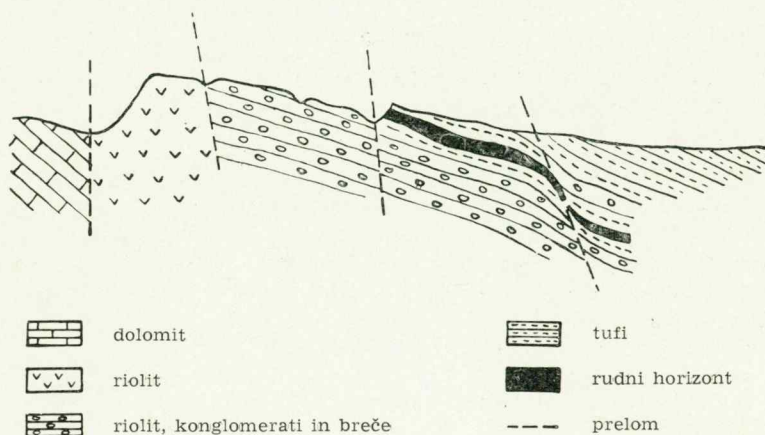
V okolici Ouarzazata na južni strani Visokega Atlasa je poleg številnih majhnih žilnih nahajališč tudi nekaj rudišč, kjer nastopa manganova ruda v plasteh. Najvažnejše takšno rudišče je Tiouine. Vsa okolica sestoji v glavnem iz vulkanskih kamenin III. prekambrija in spodnjekambrijskega dolomita (georgien). Poleg tega nahajamo še nekaj I. in II. prekambrija ter ostanke krede in mlajših pokrovov. Erozijska je zelo močna, ker ni vegetacije in so poleg tega klastični sedimenti III. prekambrija, krede in terciara slabo zlepljeni.

Ležišča manganove rude

III. prekambrij okolice Tiouine sestavljajo: peščenjaki in konglomerati, v začetku z ležami dolomita, rdeči tufi, debeli okrog 200 m, ki vsebujejo v spodnjem delu nepomemben gornji rudni horizont,

konglomerati, okrog 20 m,
rdeči tufi s sljudo in s spodnjim rudnim horizontom,
vulkanske breče, grobo- do drobnnozrnate,
riolitne in andezitne lave, okrog 200 m.

Gornji rudni horizont je gospodarsko brez pomena zaradi majhne debeline in slabe kakovosti. Spodnji rudni horizont pa sestoji iz 5—14 plasti oziroma leč; skupna debelina rude je 4—8 m. Med plastmi je 10—50 cm tufa. Talnina rude je v začetku iz enakega tufa, ki nato hitro prehaja v konglomerat s posameznimi prodniki rude. Gornji tuf je mestoma zelo drobnnozrnat, tako da ga moremo imenovati tufski skrilavec.



1. sl. Prerez nahajališča Tiouine po Calsonovi skici

Je zelo podoben rdečim skrilavcem jugoslovanske diabazno roženčeve formacije, od katerih se razlikuje le po tem, da ni toliko silificiran. Ruda nastopa kot izdanek v dolžini okrog 800 m, s smerjo NO—SW in z vpadom okrog 20—35° SO. Vsi kontakti med rudo in tufom so konkordantni in zelo ostri.

Rudišče je tektonsko malo porušeno. Opazujemo nekaj manjših skokov; izklinjavanje plasti v globini je verjetno posledica fleksure.

Ruda sestoji v glavnem iz drobnozrnatega braunita. Orceľ je našel tudi Ba-psilomelan ter nekaj polianita in koronadita. Bouladon in Jouravsky sta opazila tudi kriptomelan, o katerem mislita, da bo pomemben v sestavu rude.

Često opazujemo v rudi zrna kremena in kose lave, v kateri so steklasta osnova in vtrošniki glinenca mineralizirani. Ruda postane siromašnejša tudi na ta način, da prehaja v mineralizirane tufe in breče pri izklinjavanju rudnih leč in v tankih rudnih plasteh.

Ruda je kompaktna in zelo trda. Povprečna analiza je naslednja:

MnO ₂	64,07	Mn	48,45 %
MnO	10,78		
SiO ₂	9,86		
Al ₂ O ₃	1,87		
Fe ₂ O ₃	0,88		
BaO	5,22		
PbO	1,20		

Poleg pravih rudnih plasti opazujemo ponekod mineralizirane cone v tufu in breči; te so navadno v bližini rudnih plasti ali ob prelomih. V breči ruda nadomešča dolomitno lepilo, v tufu vidimo kot ostanke posamezna zrna glinenca, kremenca in sljude. Poleg tega opazujemo pravilne mineralizirane horizonte v riolitih spodnjega III. prekambrija; Mn-oksidi nadomeščajo steklasto osnovo, pri tem so ostali vtrošniki glincev še zelo sveži. Jouravsky navaja, da imamo iznad tega mineraliziranega horizonta konglomerat, ki vsebuje prodnike mineraliziranega riolita.

V bližini Tiouine imamo podobni rudni nahajališči v Migoudenu in Offremtu (4 km NO in 8 km O od Tiouine). V Migoudenu obstaja v glavnem rudnem horizontu samo ena rudna plast 50—70 cm. V Offremtu nastopajo izdanki v dolžini 400 m; tu imamo štiri rudne plasti, vendar je kakovost rude mnogo slabša (vsebina Fe), tako da so zaenkrat raziskave ustavili.

O genezi rudišč moremo reči naslednje:

a) Ruda je nastala singenetsko.

b) Iz oblike ležišč (plasti in leče) moremo sklepati na sedimentarni postanek, kakor so ugotovili tudi že drugi avtorji. Le Westerveld je postavil hipotezo o hidrotermalnem postanku.

Sedaj nastane vprašanje, kako je prišlo do te sedimentacije. Značilno je, da vsebuje III. prekambrij v celoti več mangana, kakor je to običajno; opazujemo ga po večini le v obliki impregnacij in recentnih prevlek. Birembaut je pri mikroskopskem raziskovanju vedno našel drobna zrna Mn-oksida.

Menjavanje lepo plastovitih vulkanskih sedimentov (tuf, breča z dolomitnim lepilom, konglomerat) s kontinentalnim konglomeratom z velikimi prodniki kaže na več transgresij in regresij. Zaradi ekshalacij, ki so nastajale pri močnem podmorskem vulkanskem delovanju v transgresivnih periodah, je bilo morje bogato z Mn. V ugodnih intervalih je bil dotok materiala za ostale sedimente, n. pr. za tuf, majhen, dočim je bila količina Mn-spojnin (kloridi) v ekshalacijah velika, tako da se je mogla sedimentirati ruda. Pri tem so prišla v rudo zrna kremenca, glincev in kosi breče. Tam, kjer se rudne leče izklinjajo, je bil dotok jalovega vulkanskega materiala že tako močan, da se je sedimentirala le siromašna ruda. Nadomeščanje v kosih breče in tufa, ki ga opazujemo v rudi, je verjetno posledica diageneze.

Odprta ostanejo še tri vprašanja. Prvič je znano, da morejo imeti pri sedimentaciji mangana v morju veliko vlogo mikroorganizmi (posebno v mezozoiku in kenozoiku). Iz prekambrija poznamo že radiolarije, ki bi mogle vplivati na ta proces. Bilo bi možno, da je vpliv organizmov pripomogel k nastanku rudišča v Tiouine, vendar dvomim v to. Jouravsky in Bouladon, ki sta mikroskopsko preiskovala rudo iz Tiouine, nikjer ne omenjata, da bi v preparatih našla ostanke organizmov ali njihovega delovanja. Poleg tega so rdeči tufski skrilavci iz gornjega III. prekambrija mnogo premalo silificirani, da bi mogli predpostavljati vlogo radiolarij.

Drugič je treba pojasniti, zakaj sestoji glavni del rude iz braunita. Ne v rudi ne v prikameninah nisem opazil pomembnih znakov močnejše metamorfoze. Ostaneta dve možnosti; braunit bi mogel nastati diagenetsko ali pozneje iz primarnega gela Mn-hidroksida zaradi spremembe, ki jo je povzročila talna voda blizu površine. To bi bilo možno, čeprav predpostavlja večina avtorjev, da more braunit nastati samo hidrotermalno ali pri metamorfozi. Schneiderhöhn-Ramdohr (1931) navajata, da v manganovih žilah, ki so nastale pri najnižjih temperaturah, braunit ni redek mineral; verjetno je nastal celo pri lateralno sekrecijskem nakopičenju pod vplivom površinskih voda iz gela psilomelana ali podobnih Mn-rud. Vendar je verjetnejša druga možnost, da je pri visokotemperaturnih podmorskih ekshalacijah Mn-klorid takoj oksidirал v braunit, ki se je sedimentiral kristalinsko brez vode.

Tretjič se postavlja vprašanje, kako so nastali mineralizirani horizonti v riolitih, pri čemer so ostali glinenci nespremenjeni. S tem je izključeno pneumatolitsko ali hidrotermalno orudenjenje. Behrend-Berg (1927) navaja Barnsove eksperimente, s katerimi je dokazal, da se steklo iznad 185° C obnaša proti vodi kot koloid, zaradi česar more v tem primeru adsorbirati znatne količine vode. Seveda mora biti pri tem pritisk tako visok, da voda ne zavre. Pri steklasti osnovi prodornin je za to potrebna temperatura višja. Pri podmorski erupciji v globini nekoliko sto metrov imamo ustrezne pogoje. Če je bila istočasno v morju potrebna koncentracija mangana, je možno, da je koloidalna steklasta osnova riolita obenem z vodo adsorbirala manganove soli, ki so nato diagenetsko nadomestile osnovo.

Na podlagi tega moremo rudišča Tiouine, Migouden in Offremt uvrstiti med podmorska ekshalacijsko sedimentna nahajališča.

Žile manganove rude

V vsej okolici Tiouine oziroma Ouarzazate nahajamo žile manganove rude, toda vedno le v vulkanski formaciji III. prekambrija. Teh žil je mnogo, vendar imajo le nekatere gospodarski pomen in še te v najboljšem primeru vsebujejo le nekaj tisoč ton rude.

Žile nastopajo vedno ob prelomih navadno s smerjo NO—SW in s skoraj navpičnim vpadom. Ponekod najdemo več vzporednih žil ali pa se ena žila viličasto razcepi v dve ali več drugih. Navadno so žile

v riolitih, dobimo jih pa tudi v vulkanskem konglomeratu, breči in tufu. Poznejša tektonika na žile ni mnogo vplivala.

Razlikujemo dve vrsti žil:

1. žile z dolomitno jalovino, ki dosežejo debelino 6—8 m, dolžino do 100 m in globino do 40 m,
2. žile brez dolomitne jalovine, ki so debele le 1—2 m, dolge nekaj 100 m in globoke okrog 40 m.

V dolomitnih žilah je debelokristalinski dolomit povečini nadomeščen z rudo. Braunit, ki je glavni sestavni del rude, tvori lepe pseudo-morfoze po dolomitu. Poleg tega imamo še nekaj kriptomelana, hausmanita, sekundarnega polianita in ponekod geode piemontita. Ruda vsebuje pod 1 % BaO, 5—10 % SiO₂ in do 5 % K₂O. Navzdol prehaja ruda v dolomit, ponekod v hematit.

V ostalih žilah imamo navadno v sredini kompaktno rudo, ki proti mejnim ploskvam prehaja v mineralizirano kamenino. Večkrat opazujemo tam riolitno brečo z Mn-lepilom, čeprav prikamenina ni breča (Agouni). V tem primeru gre za tektonsko brečo. Jalovino sestavlja debelokristalni barit, ki ga nadomešča braunit. Na zunanji strani najdemo večkrat rdečo glinasto plast. Ruda vsebuje do 10 % BaO, manj K₂O kakor v dolomitnih žilah in 7—10 % SiO₂. Poleg braunita imamo nekaj Ba-psilomelana, zelo redko malo sekundarnega polianita in ponekod nekaj piemontita. Samo v eni žili (Ighem N'Tissili) nastopa posebno v globljih delih kot najmlajši mineral fluorit.

V nobeni žili nisem opazil znakov metamorfoze, če izvezamo sledove lojevčevih mineralov ob mlajših prelomih.

Ruda vsebuje povprečno nad 50 % Mn; zato imajo te majhne žile gospodarski pomen.

Ne vemo, ali se žile navzdol izklinjajo ali prehajajo v baritno, dolomitno in hematitno jalovino, odkopavajo jih namreč samo do ekonomsko dovoljene globine. Vemo le toliko, da žile pod določeno globino niso orudenjene.

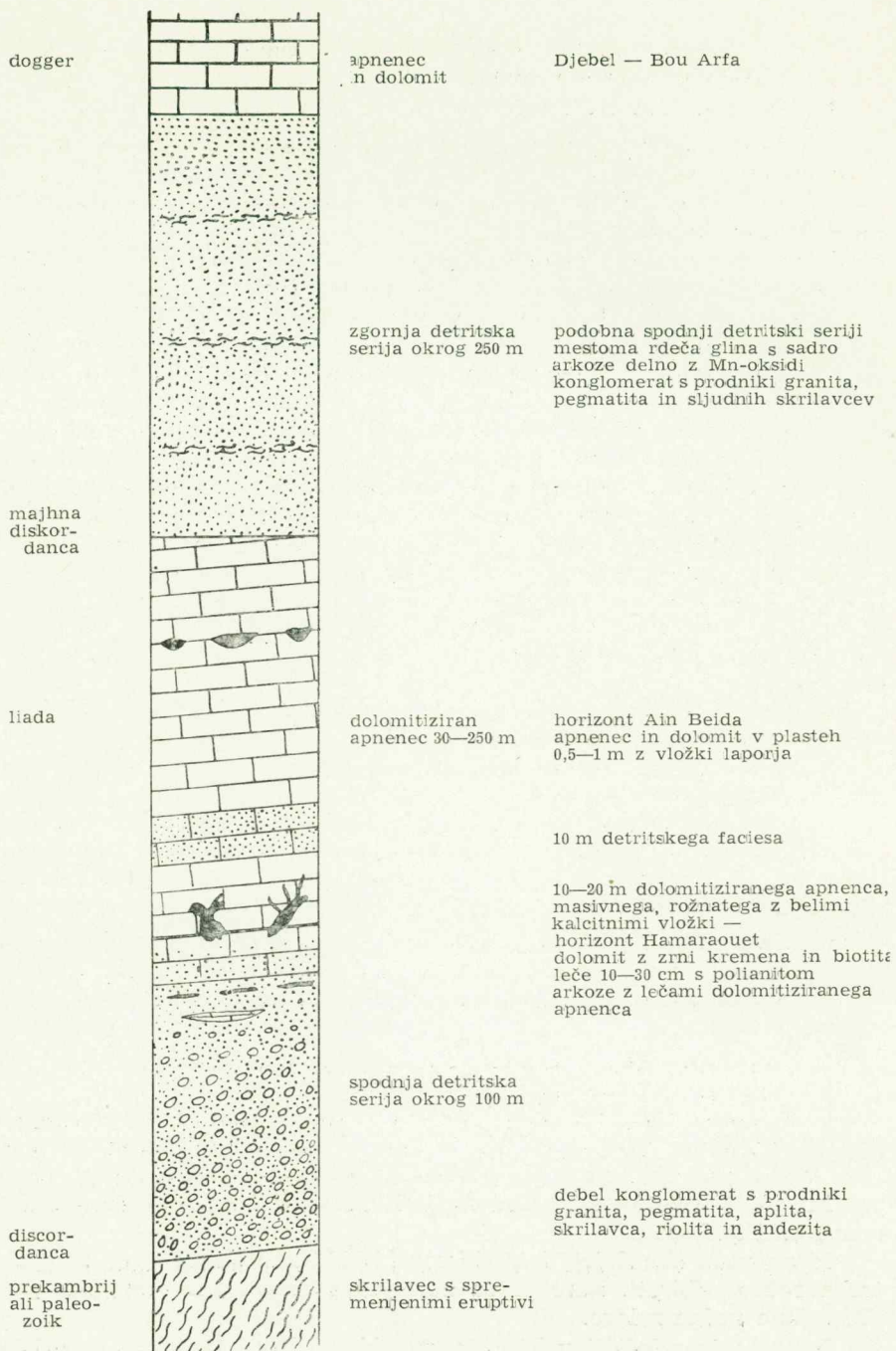
V začetku sem mislil, da predstavljajo vse žile površinske obogatitve v prelomnicah. Pozneje me je Jouravsky prepričal, da so žile nastale hidrotermalno. Jouravsky (1952) navaja za svojo trditev naslednje:

- a) Sedimentna Mn-ležišča leže stratigrafsko mnogo više kot žile.
- b) Nekateri žile vsebujejo hausmanit in fluorit.
- c) Razmerje MnO₂: MnO je pri žilnih rudah manjše kot v rudnih plasteh v Tiouine. To pomeni, da je ruda v plasteh bolj oksidirana kot ruda v žilah; če bi žile nastale površinsko, bi moralo biti obratno.

Pri tem je možno, da predstavljajo Mn-rude v dolomitnih žilah samo manganski klobuk.

Manganove žile dajejo letno okrog 10.000 t zelo dobre rude, ki jo je treba ročno odbirati. Delo je tu bolj priložnostno, ker vsebujejo žile premajhne rudne zaloge.

Drugače je z ležišči v Tiouine. Tu doseže letna proizvodnja 40.000 do 45.000 t rude. Rudni horizont je zaenkrat odprt od površinskega kopa



2. sl. Geološki prerez Bou Arfe

na koti 1422 do etaže na koti 1345 m v jami; razteza pa se še globlje. Sedaj poznane zaloge znašajo 180.000 t; obstajajo pa najboljši pogoji, da se povečajo. Možno je, da sega rudni horizont še v večjo globino; poleg tega je verjetno, da se rudišče nadaljuje onstran prelomnice ob reki Iriri proti severovzhodu in vzhodu. Podrobneje bi bilo treba raziskati rudišči Migouden in Offremt z okolico ter ugotoviti, ali obstaja zveza s Tiouine.

Debele kose rude prebirajo ročno, drobno rudo pa predelujejo mokro mehanično. Prodajna ruda vsebuje 40—48 % Mn, jalovina vsebuje po separaciji še 18 % Mn. Transport prodajne rude je težak, na kamionih jo prepeljejo preko Visokega Atlasa v Marakeš (okrog 200 km), od tam z vlakom v Casablanca, kjer jo nakladajo na ladje.

Bou Arfa

Bou Arfa leži v jugovzhodnem Maroku v bližini železniške proge Oujda—Colomb Béchar, s katero jo veže industrijski tir. Nahajališče manganove rude imamo na južnem pobočju vzhodnega nadaljevanja Visokega Atlasa. Glavni revirji od vzhoda proti zahodu so: Ain Beida, Hamaraouet in Hassi Fallet.

Geološke razmere kaže 2. slika.

Apnena serija srednje liade, v kateri nastopa manganova ruda, se izklinja proti vzhodu in zahodu ter polagoma izgine.

Ain Beida. Ruda nastopa v določenem horizontu v zgornjem delu srednjeliadnega dolomitiziranega apnenca, ki tvori antiklinalo s smerjo W—O. Severno krilo antiklinale, v katerem nastopa ruda, vpada pod kotom do 45° proti N. Rudni horizont označuje 2—5 cm debel vložek rdeče ali svetlozelene gline, ki ponekod vsebuje nekaj sljude. Ruda nastopa v dolgih, več ali manj vzporednih kanalih, ki se raztezajo proti NO, torej poševno na vpad plasti, toda vsi v eni plasti. Rudna telesa imajo naslednje dimenzije: širina 20—30 m, debelina 2—7 m, dolžina do 200 m (do sedaj poznano). Značilni prerezi kanalov kaže 3. slika.

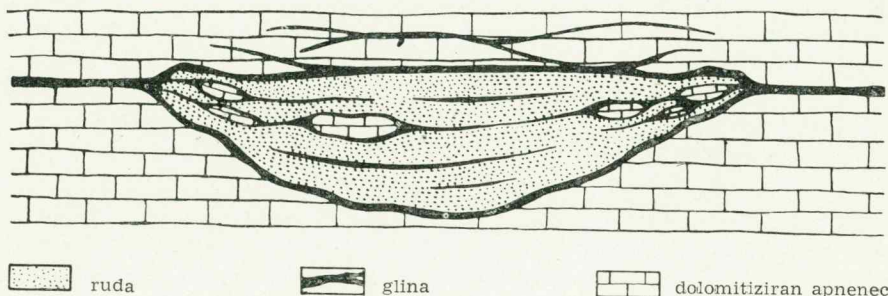
Talnina in krovina sestojita iz rdečkastorjavega dolomitiziranega apnenca s 3—7 mm velikimi, delno še votlimi geodami belega kalcita. Edina razlika med talnino in krovino je, da je krovina ponekod nekoliko svetlejša.

Vložek gline tvori mejo med talnino in krovino tudi v jalovih delih. Pri tem je značilno, da je mejna ploskev popolnoma ravna in da osnovna ploskev krovine kaže često zelo čudne poligonalne oblike, ki so podobne negativu razpok, nastalih pri sušenju gline; vendar so nabrekli deli v prerezu preveč okrogli. Te oblike verjetno predstavljajo kraške pojave.

Rudna telesa imajo v prerezu lečasto obliko, kar je razvidno iz 3. slike. Pri tem je krovina le nekoliko vzbočena navznoter razen v oglih, ki kažejo videz, da so se od njih odtrgali večji kosi apnenca. Nasprotno pa je usek v talnini mnogo globlji in manj pravilen; v glavnem je podoben rečni strugi. Talnina leži diskordantno proti rudnemu kanalu,

ki je torej nastal kasneje. Rdeč glinast vložek se v debelini 5—30 cm podaljšuje od mejne ploskve vzdolž sten kanala. Poleg tega so vsi kosi apnenca (v velikosti pesti do nekaj m³), ki leže v rudi, prevlečeni in med seboj povezani s to glino, tako da se apnenec in ruda nikjer neposredno ne stikata. Tudi v krovnino, in sicer samo nad rudnimi kanali, sega do 1 m globoko preplet žil iste gline; zaradi tega se krovnina ruši. Apnenčevi kosi, ki leže v posameznih vložkih v rudi, so verjetno zaradi korozije zaobljeni.

Ostali prostor v kanalih popolnoma zapolnjuje ruda, ki jo sestavljajo igličaste konkrecije polianita, psilomelan, nekaj piroluzita in manganita. V večji globini nastopa tudi hausmanit. Ruda vsebuje mnogo belega kalcita ali prekristaliziranega dolomita. Kalcit tvori nepravilne otočke ali preplete z geodami piroluzita. Najdemo tudi geode s kalcitnim jedrom, okrog katerega se menjavajo plasti polianita, psilomelana in kalcita. Vsebina Fe v rudi izvira od limonita, ki se v geodah tako hitro menjava z Mn-oksidi, da tvori z njimi pravo zmes.



3. sl. Prerez rudnih kanalov v Ain Beidi

Od izdankov na koti okrog 1380 m je ruda odprta do etaže 1248, ki leži v višini talne vode. Rudni kanali tu še obstajajo, vendar so drugače zapolnjeni. Vsebujejo mnogo več jalovine — gline in apnenca — v kateri nahajamo rudne vložke. Ruda pa je bogatejša; vsebuje tudi hausmanit, ki ga makroskopsko nisem mogel opaziti. Tu je selektivno izločen tudi že limonit, tako da se odkopavanje rude izplača.

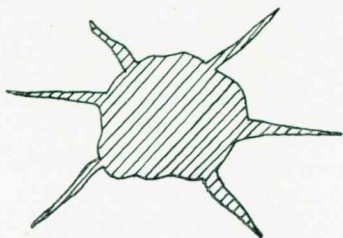
Proti vzhodu izgine ruda v periklinali. Proti zahodu sledimo horizont Ain Beida do iznad Hamaraoueta, kjer ga spoznamo po vložku rdeče gline z 10 cm siromašne rude, ki se hitro izgubi.

Hamaraouet — spodnji. Ruda nastopa v glavnem v nepravilnih oblikah v bazi srednjeliadnega dolomitiziranega apnenca, ki je tektonsko porušen; opazujemo številne skoke do nekaj m in sisteme prelomov.

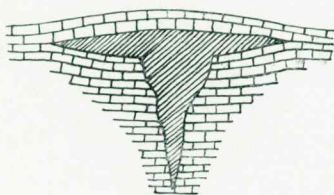
V bazi obstajata ena do dve rudni plasti ali ploščaste leče, ki se ponekod združijo. V tem primeru doseže njihova debelina 3—4 m. Na križiščih prelomnic se te plasti raziširijo predvsem navzgor v velika rudna telesa, ki dosežejo debelino do 5 m in širino 10—15 m. Iz teh teles

izhajajo do 2 m debele »apofize« po razpokah navzgor, včasih celo do horizonta Ain Beida.

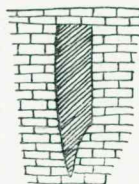
Pri spodnji rudni plasti opazujemo ponekod majhno diskordanco proti talnini. V kakršnikoli obliki nastopa ruda, vedno jo obdaja rdeča glina, ki vsebuje navadno mnogo sljude in zrn ali žilic belega kalcita. Zelo redko opazujemo v rudnih telesih velike, z glino prevlečene kosce apnenca.



4. sl. Vodoravni prerez rudnega telesa
Hamaraouet 3



5.a sl. Prerez rudnega kanala
Hamaraouet 9 in 4



5.b sl. Prerez rudnega kanala
Hamaraouet 9 in 4

Rudo sestavljata v glavnem polianit in Ba-psilomelan z nekaj piro-luzita in manganita, zelo malo je hausmanita. Fe-hidroksidi (limonit) so vedno selektivno ločeni od Mn-oksidov; navadno nastopajo v samostojnih geodah, velikih kot oreh pa tudi kot glava ali še večjih.

Hamaraouet 3. Iznad spodnjega Hamaraoueta imamo v istem dolo-mitiziranem apnencu veliko rudno telo s stranskimi apofizami; v vodo-ravnem prerezu imamo obliko, ki jo kaže 4. sl.

Limonit tvori do 80 cm velike geode z zelo lepo radialno žarkasto strukturo.

Rudno telo je že skoraj izčrpano, dalo je okrog 160.000 t rude.

Hamaraouet 9 in 4. Nekoliko dalje proti NW najdemo v enakem dolomitiziranem apnencu rudo, ki pa ni vezana na določen horizont; nastopa v vzporednih kanalih s prerezom, ki ga kaže 5. a, b sl.

Ruda je vezana na prelomnice. Širina in višina kanalov dosežeta nekaj m, dolžina do nekaj 100 m. Ruda je povprečno slabe kakovosti. Navadno vsebuje dovolj limonita in hematita, tako da se more uporabiti

kot dodatek v plavžih. Nekaterih delov zaradi slabe kakovosti sploh ne odkopavajo.

Hamaraouet 6. Proti NW se srednjeliadni dolomitizirani apnenec izklinja. Nekaj 100 m preden se konča apnenec, se začne v glavnem v spodnji detritski seriji mineralizacija. Arkoze in delno konglomerate (s prodniki do 2 cm) sestavljajo kremen, granit, pegmatit in sljuda. Mineralizacija je omejena na nekaj pasov, ki so konkordantno vloženi v serijo in se brez prehodov menjavajo s sterilnimi pasovi. Mineralizacijo sestavljajo manganovi oksidi in hematit oziroma železova sljuda. Vsečina Mn doseže 6—13 %.

Kjer se apnenec že izklini, najdemo mestoma ob prelomu W—O med obema detritskima serijama obogatitve z Mn in Fe. Ruda nastopa delno v plasteh, tu in tam pa v žepih. Vz dolž preloma leži navadno bogatejša ruda na siromašni, ki vsebuje precej hematita. Pri takih obogatitvah je ruda zelo čista in dobre kakovosti; od ostale rude Bou Arfa se razlikuje po tem, da vsebuje več SiO_2 , kar povzročajo kremenova zrna prvotne arkoze.

Geneza

Westerveld predpostavlja tudi za Bou Arfa hidrotermalni postanek. Vsi ostali avtorji, ki so pisali o tem rudišču, pa so enakega mnjenja, da so ta nahajališča sedimentarna, a so bila pozneje po tektonskih deformacijah matične kamenine — dolomitiziranega apnenca — preložena in spremenjena. Vendar nisem našel v literaturi, ki mi je bila dosegljiva, točne in jasne obrazložitve vseh teh procesov.

Najprej moramo poiskati izvor mangana. Kot smo videli sestojita spodnja in zgornja detritska serija iz granita, pegmatita, aplita ter iz skrilavca, riolita in andezita. Kamenin prve skupine sedaj ne najdemo v bližnji niti v širši okolici. Imamo pa prekambrijske ali paleozojske prodornine (riolit, andezit) južno od meje jurskega zaliva, nekako 50 km severno od Colomb Béchar. Prav tako najdemo na nekaj mestih v jurskem zalivu izdanke staropaleozojskih skrilavcev. Arkoze obeh serij vsebujejo navadno v konkordantnih polah — torej singenetsko — v manjši količini Mn- in Fe-okside. Zato moramo iskati izvor mangana najverjetneje v istih kameninah, ki so dale material za arkoze. V poštevek pridejo stari graniti, skrilavci, rioliti in andeziti. Kot smo videli pri opisu rudišča Tiouine, je prekambrijska vulkanska serija relativno zelo bogata z Mn; zato je zelo verjetno, da izvira mangan nahajališča Bou Arfa iz teh kamenin, t. j. iz riolitov.

V spodnjem Hamaraouetu imamo še 1—2 pravi plasti Mn-rude, ki vsekakor predstavljata enega izmed prvotnih sedimentacijskih horizontov mangana. Ti dve plasti sta brez dvoma singenetski; pri tem nas ne moti majhna diskordanca, ki jo ponekod opazujemo proti talnini.

Po gubanju so postale velike važnosti za potovanje mangana razpoke in presečišča prelomnih sistemov.

Najprej se moramo vprašati, od kod mangan za ta poznejša premešanja. Delno gotovo izvira iz prvotnih plasti in leč v apnenčevi seriji; to včasih lepo vidimo v Hamaraouet 9 in 4. Preseki rudnih kanalov, ki so podobni pinijam, v gornjem delu gotovo kažejo ostanke starejše rudne leče. Poleg tega je zelo verjetno, da je prišel del mangana v apnenčevo serijo v raztopinah iz spodnje in zgornje detritske serije.

Kako je nastalo rudišče v horizontu Ain Beida? Skoraj vzporedni kanali, ki potekajo poševno na os gubanja, kažejo na odvisnost od določenih pogojev. Na podlagi njihove smeri moremo domnevati, da so vezani na razpoke, ki so nastale zaradi napetosti pri gubanju. Preseki vseh kanalov imajo podobno obliko; to kaže, da so nastali na enak način. Ta oblika je značilna za podzemne vodne kanale na krasu. Krov kanala je le malo izdolben razen v obeh kotih; to kaže, da je bila gladina vodnega toka na meji med sedanjo talnino in krovino, ki jo označuje plast gline. Voda je izrabila zgoraj omenjene razpoke in si ob njih počasi izdelala kanale; gre za čisto kraški pojav. Na ta način nastale votline so bile pozneje zapolnjene.

Ni verjetno, da bi mogli na drug način razložiti nastanek tega rudišča. V poštev bi prišel še hidrotermalni in metasomatski (hidrotermalno ali descendentno) način. Za hidrotermalni nastanek ni nobenih znakov niti sledov dovodnih poti raztopin. Proti hidrotermalnemu in metasomatskemu načinu govore stalno podobna oblika kanalov, njihov presek, oblika glinastih vložkov, apnenčevi bloki v rudi in končno dejstvo, da ni nobenih ostankov nadomeščanja ali prehodov. S tem nočem reči, da ni nikakršnega lokalnega majhnega nadomeščanja, kar je zelo možno, vendar se da razložiti na drug način. Toda v splošnem ta način postanka ne pride v poštev.

Kot sem že omenil, moremo razložiti postanek le na ta način, da so se z rudo zapolnili že obstoječi vodni kanali. Rudna raztopina za nahajališče Ain Beida verjetno izvira iz gornje serije arkoz. Kot vemo, se mangan v vodi v prisotnosti CO_2 zelo lahko topi; nastaja Mn-bikarbonat, ki ob navzočnosti kisika prehaja v sol Mn-hidroksida ali pa izpade. Za dovoljne količine CO_2 je bila potrebna ob nastajanju rudišča toliko humidna klima, da je bila okolica dobro porasla z rastlinstvom. Ko so raztopine, nastale pri površinskem preperevanju, oziroma pronicajoče vode s solom Mn-hidroksida prispele v kanale, je mangan polagoma izpadel v obliki hidroksida. V to mangansko blato je kot produkt razpadanja talninskega apnenca prišlo tudi nekaj gela železovega hidroksida, karbonatov in gline. Za izpad gelov je morala voda dlje časa stagnirati; zato je bilo verjetno pobočje antiklinale s kanali takrat mnogo položnejše.

Med diagenozo je gelasta masa najprej izgubila vodo; nato so v fazi prekrystalizacije nastale lepe kristalne oblike in konkretije sedanje rude. Pri tem procesu so ostali samo sledovi primarnega Mn-hidroksida. V nasprotju s Hamaraouetom so se tu v konkretijah Fe-hidroksid in Mn-oksidi odlagali izmenoma; to dokazuje, da so se pogoji selektivne kristalizacije spreminjali.

Isto kažejo tudi konkrecije, v katerih se menjavajo skorje kalcita, polianita in psilomelana. Med prekristalizacijo je zelo verjetno prišlo do majhnega nadomeščanja apnenca.

Težko vprašanje predstavlja rdeča glina, ki tvori stalno mejo med rudo in apnencem, kakor tudi posamezne vložke v rudi. Večina avtorjev je mnenja, da je ta glina ostanek in situ razpadlega dolomitiziranega apnenca. Zelo verjetno je, da je ta glina ostanek razpadanja, toda dvomim, da leži in situ; vsebuje namreč ponekod sljudo, apnenec pa je v tem horizontu brez sljude. Poleg tega bi to govorilo za metasomatski nastanek nahajališča Ain Beida, kar je pa težko verjetno, kakor smo že zgoraj videli. Na ta način bi tudi težko pojasnili glinene vložke v rudi.

Po mojem mnenju je podzemna voda transportirala in nato odložila del gline, ki je zelo verjetno ostanek razpadanja apnenca. Voda je prinesla v glino tudi nekaj sljude. Drugi del gline, ki jo je vseboval gel manganovega hidroksida, je bil v procesu prekristalizacije potisnjen na robove.

Sedimentacija manganove rude v kanalih je potekala v več ciklih. Po diagenetski učvrstitvi rude in v zvezi s premeščanjem gline na robove in na površino so se od krova kanalov odkrušili posamezni bloki apnenca in padli na rudo. Periodično se je v kanalih nahajala voda, ki je zaradi korozije nekoliko zaoblila kose apnenca. Morda je voda prinesla tudi še nekaj gline, ki se je sedimentirala na rudo. Nato je sledil zopet cikel sedimentacije rude itd.

V spodnjem Hamaraouetu so razmere drugačne. Kot smo videli, imamo tam še ostanke ene ali dveh plasti Mn-rude. V različnih razpokah, posebno pa v križiščih prelomnih sistemov je prišlo do močne cirkulacije vode, ki je razširila razpoke kot v krasu. Pozneje so prišle raztopine mangana delno iz rudnih plasti, delno verjetno tudi iz mineraliziranih arkoz. Sedimentacija rude kakor tudi poznejši diagenetski procesi so podobni kakor v Ain Beidi, vendar ima tu lokalno nadomeščanje prikamenine večji pomen, posebno v manjših rudnih žilah vzdolž razpok. Pri procesu prekristalizacije se je limonit izločil v samostojnih konkrecijah.

Hamaraouet 3 je vsekakor vezan na presečišče prelomnih sistemov. Št. 9 in 4 sta nastali iz starejših rudnih leč s premeščanjem ob razpokah.

Mineralizirane arkoze v Hamaraouet 6 so singenetsko sedimentarnega nastanka in ne zahtevajo posebne obrazložitve.

Nahajališča v Bou Arfi moremo torej razvrstiti v dve skupini:

1. singenetsko sedimentne plasti in mineralizirane cone,
2. rudišča, ki so nastala zaradi razpadanja in premeščanja v ozki zvezi s kraškimi pojavi.

Pri drugi skupini bi mogli pomisliti še na descendetni postanek. Vendar sem mnenja, da bi v tem primeru prišlo do večjih nadomeščanj v karbonatni prikamenini. Ravno tako bi bilo težje pojasniti položaj apnenčevih blokov v rudi.

Splošno o Bou Arfi

Kakovost rude kažejo naslednje analize:

	Kemična ruda	Metalurška ruda	Sintrana ruda
MnO ₂	84,21		
MnO	0,21		
Mn	53,45	34,50 (30—36 ‰)	37,26 (35—40 ‰)
Fe	0,43	20,72 (15—25 ‰)	20,72 (20—26 ‰)
SiO ₂	0,54	3,05	4,18
As ₂ O ₃	0,01	0,03	0,07
Sb in Sn		—	—
Cu	0,01	0,07	0,15
Pb	sled	sled	—
Zn	sled	—	—
Al ₂ O ₃	0,16	1,52	3,31
CaO	4,20	10,50	10,75
MgO	0,43	2,48	2,16
S	0,096	0,07	sled
P	0,012	0,024	0,050
BaSO ₄	sled	—	—
H ₂ O kompl	9,25	26,93	21,35

Ruda v kosih iznad 12 mm se ročno odbira in sortira v kemično in metalurško rudo. Ruda izpod 12 mm (okrog 30 ‰ proizvodnje) gre v pnevmatsko separacijo (Table pneumatique Revelard-Berry); obogatitve znaša okrog 5 ‰. Jalovina, ki ostane pri odbiranju in separaciji, vsebuje še okrog 16 ‰ Mn. Koncentrat pnevmatske separacije se sintra (Dwight Lloyd System, Sintering Machinery Co.). Na izmeno se predela na traku za sintranje 80 t koncentrata v okrog 55 t sintrane rude. Pred sintranjem se dodaja koncentratu 8—9 ‰ črnega premoga iz Djerade in 8 ‰ vode. Za dobro sintranje je potrebno, da ruda ne vsebuje več kot 25 ‰ zrn izpod 1 mm. Temperatura pod žarilnim zvonom znaša okrog 1600° C, dalje na traku 900° C. Velikost zrn sintrane rude je:

iznad 25 mm		10 ‰
25— 5 mm		62 ‰
5— 0 mm		28 ‰

Proizvodnja v letu 1951:

metalurška ruda 33—45 ‰		54.260 t
sintrana ruda 36 ‰		15.091 t
kemična ruda		598 t
Fe — Mn ruda (15—20 ‰ Mn, 15—25 ‰ Fe)		16.666 t

Cene rude:

metalurška ruda	30—35 % Mn	256 Frc/0/0
	43 %	320 Frc/0/0
	48 %	339 Frc/0/0
	50—55 %	352 Frc/0/0
sintrana ruda		302 Frc/0/0
kemična ruda	95 % MnO ₂ , izpod 0,5 % Fe	15.795 Frc/t
	90 % MnO ₂ , izpod 1,0 % Fe	14.918 Frc/t
	85 % MnO ₂ , 1-2 % Fe	14.040 Frc/t
Fe — Mn ruda		1.800 Frc/t

Vidne in verjetne rudne zaloge znašajo sedaj okrog 1,500.000 ton.

Pri rudniku je zaposlenih 100 Evropejcev in 1300 domačinov, od teh okrog 700 v jami.

Imini

Nahajališče Imini leži prav tako na južni strani Visokega Atlasa v okolici Ouarzazate, nekoliko severneje od rudišča Tiouine. Največji del Mn-rude leži na zahodni strani reke Imini.

Zaradi skoraj horizontalnih mezozoiških in kenozoiških plasti ter zaradi zelo močne erozije, ki je posledica aridne klime, predstavlja vsa pokrajina visoko planoto z globokimi kanjoni. Taka zgradba kaže lepe geološke profile, ki nam dajo naslednjo sliko:

Eocen	Apnenec in peščenjak, malo konglomerata	Favna lutetien- ypresien
	majhna diskordanca	
zgornja kreda (senon)	rožnat peščenjak in apnenec z vmesnimi plastmi sadre	danien- maastrichtien
srednja kreda (turon in cenoman)	rožnat dolomit rožnat peščenjak	
	transgresivni konglomerat	
	diskordanca	
spodnja liada	nastopa zelo redko v majhnem obsegu	} ponekod manjka
permo-triada	temnovijoličast konglomerat in peščenjak	
	siv in rdečkast peščenjak z vmesnimi plastmi sadre	

diskordanca

kambro-ordovicij	sivozelen skrilavec in drobno-zrnat peščenjak z ONO žilami barita	redki graptoliti
kambrij	drobnozrnat, rdečkast peščenjak in kvarcit debelo-zrnat konglomerat sivordečkast dolomit (georgien)	
III. prekambrij	rdečkast skrilavec in tuf z lečami dolomita vulkanska breča riolit in andezit	

Tektoniko je Westerveld (1948) razdelil na naslednji način:

1. faza: neoprekambrijska, vidna v riolitih
2. faza: hercinsko gubanje ordovicijskih skrilavcev, NW—SO antiklinale v Imini
3. faza: postliadna — precenomanska; diskordanca cenomana na liadi, permotriadi ali ordoviciju
4. faza: kredna — manjša premikanja, ki so povzročila transgresijo proti jugu
5. faza: posteocenska, morda oligocenska — močnejša orogeneza, ki je povzročila strukture krednih in eocenskih sedimentov (slabo izražene gube, fleksure i. dr.)
6. faza: neogenska in kvartarna — vertikalna premikanja, zaradi katerih je nastal Atlas; na vsem ozemlju se je pričela erozija.

Zanimivo je, da postsilurski sedimenti ne kažejo vidnih znakov močnejše metamorfoze. Peščenjaki so slabo vezani, skrilavci so glinasti. Šele kambroordovicijski skrilavci so močnejše metamorfozirani in vsebujejo pasove blestnikov. Na podlagi tega sklepamo, da v bližini ni postkambrijskih intruzij in da postordovicijski sedimenti niso bili pod močnejšimi pritiski. Ravno tako lahko trdimo, da je bila erozija v vseh periodah zelo močna, in sicer zaradi aridne klime; to dokazuje velika količina klastičnih sedimentov in njihova rdeča barva.

Opis rudišča

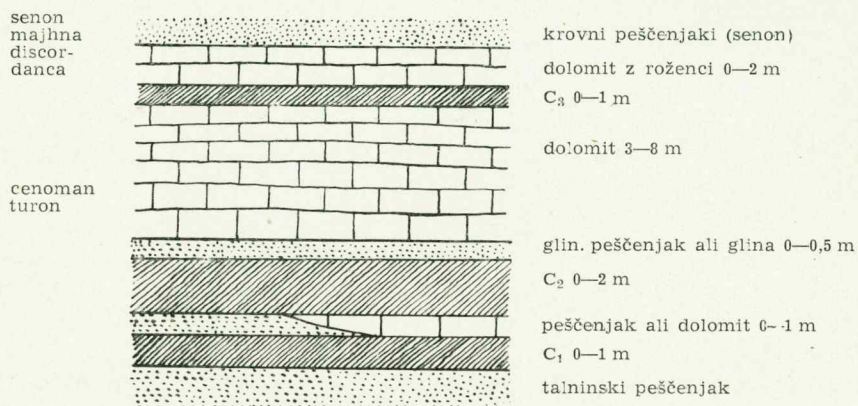
(po literaturi)

Manganova ruda v okolici Imini nastopa v sedimentih cenoman-turon v treh slojih, ki so označeni od spodaj navzgor kot C₁, C₂ in C₃. Sloji so pravzaprav zelo dolge, v smeri WSW—ONO razpoteegnjene leče. Izdanki nastopajo v tej smeri na dolžini preko 25 km od Oued Tidili

na zahodu, preko Boulgir, Bou Tazoult, Bou Azzer, St. Barbe do Bou Aggioun na vzhodu. Manjše izdanke, ki še niso raziskani, najdemo tudi južno in jugozahodno od te črte. Do sedaj poznane leče so široke 400 m, pri Bou Tazoult pa celo 1 km.

Sedimenti z rudo leže diskordantno na podlagi. Sestav plasti kaže 6. slika.

Talninski peščenjak (do 10 m) je rdečkast, podoben arkozi, slabo zlepljen, delno je še konglomeratičen z riolitnimi in kvarcitnimi prodniki. Proti severu se odebeli.



6. sl. Prerez nahajališča Imini

Na njem leži okrog 10 m belega do rdečkastega dolomita, ki je zelo čist; le v najnižjem delu vsebuje poleg sljude še kremenove in glinenčeve prodnike. Dolomit je zelo drobnozrnat (0,1 mm), kompakten, ponekod pa drobljiv. V tem dolomitu nastopajo tri plasti rude. Spodnja plast C_1 leži na bazi dolomita ali pa še v talninskem peščenjaku. Zgornja plast C_3 se nahaja v bližini ali na kontaktu s krovnim senonskim peščenjakom. Iznad srednjega sloja C_2 imamo navadno nekaj rdečerjave, delno peščene gline. Plasti C_1 in C_2 sta ponekod ločeni s peščenjakom (0,1—0,3 m), proti vzhodu pa z dolomitom (do 2 m). Kolikor debelejša je ta jalova vmesna plast, toliko tanjša sta rudna sloja. Proti zahodu se C_1 in C_2 združita. Isto opazujemo tudi proti jugu; pri tem pa se sloj polagoma izklini in preide v mineralizirani peščenjak. Zgornji sloj C_3 je navadno debel le 0,2—0,4 m. Ponekod je debelejši; tedaj ga loči od C_2 samo 0,2 do 0,6 m dolomita ali peščene gline. Odkopavajo le $C_1 + C_2$ (1—2,5 m).

Krovní senon sestoji iz drobljivega, rdečkastega peščenjaka z rdečo glino ter z vmesnimi plastmi apnenca in sadre.

Vsi ti sedimenti so dislocirani s fleksurami ONO ali OSO; višinska razlika znaša navadno 20—30 m, dvignjena je severna stran.

Mineraloško genetske značilnosti

1. Vse tri rudne plasti leže konkordantno v prikamenini.
2. Kjer so rudne plasti bogatejše in debelejšje, so kontakti zelo ostri. V siromašnih in tankih slojih ruda prehaja v impregniran peščenjak ali dolomit, v katerem se prepletajo rudne žile.
3. V krovlini in talnini ponekod opazujemo majhna kristalna zrna Mn-oksida. V glini iznad sloja C_2 imamo vložke vada.
4. Ruda v C_1 in C_2 sestoji povečini iz polianita in piroluzita z malo psilomelana in koronadita ter je zelo luskasta. Niže imamo več psilomelana, više pa več piroluzita. Ponekod najdemo tudi nekaj limonita.
5. Koronadit nastopa največ v C_3 , kjer je skoraj edini Mn-mineral.
6. Koronadit tvori v glavnem ledvičaste, sferoidalno-radialne agregate, piroluzit pa povečini debelo kristalaste, vlaknato lamelarne agregate z različno orientiranimi lističi.
7. V talninskem dolomitu imamo vzdolž razpok sekundarne žile Mn-oksidov (največ psilomelan in koronadit).
8. Mikroskopska raziskovanja (Zvereff 1936) kažejo naslednji vrstni red mineralov: dolomit in vadasti Mn-oksidi verjetno iste starosti, psilomelan, koronadit in kot najmlajši polianit oziroma piroluzit.
9. V Imini do sedaj še ni nihče našel Mn-mineralov v posameznih fragmentih ali ooidih. Tudi Mn-karbonat tu ni poznan.
10. Ruda v Imini je podobna po obliki, načinu kristalizacije, konkrecijah in dr. površinskim obogatitjem v žepih v dolomitiziranem apnencu jugozahodne Makedonije (n. pr. Malo Iljino); edina razlika je v tem, da vsebujejo makedonske rude več psilomelana in da nimajo koronadita.

Nastanek rudišča

O postanku rudišča Imini so mnenja različna. Največ avtorjev (Henry 1934, Maurin 1934, Dubois 1934) sodi, da je rudišče nastalo kot kemični sediment ob lagunski obali cenomanskega morja; pozneje je bilo spremenjeno in prekristalizirano verjetno pod vplivom vadoznih voda. Drugi mislijo, da gre za epigenetski nastanek; raztopine, nastale pri površinskem razpadanju, naj bi pronicale v obstoječe sedimente in jih nadomeščale. Ker govori oblika plasti proti takšnemu načinu, so si pomagali s teorijo o »predisponiranih« plasteh. Westerveld (1948) pa zopet predpostavlja hidrotermalni nastanek, in sicer na podlagi tega, ker v nekaterih manjših maroških nahajališčih, ki so zelo podobna Imini, nastopa nekaj braunita in hausmanita. Blondel in Bondon sta končno mišljenja, da rudišče predstavlja lateritno koncentracijo permotriadnih bazaltov, ki nastopajo v bližini.

Rudišče je gotovo kemično sedimentno in pozneje prekristalizirano. To je prvi ugotovil Henry (1934), ki pa takrat še ni izključeval možnosti epigenetskega nastanka z descendantnimi raztopinami. Po njegovem mnenju se je mangan sedimentiral kot vad v laguni vzdolž obale,

in sicer v oddaljenosti od obale, ki ustreza meji med sedimentacijo klastičnih in kemičnih sedimentov.

Po mojem mišljenju se je mangan izločil iz raztopin kot hidroksid. Kot dokaz za to navajam naslednje:

1. Manganova ruda nastopa v konkordantnih plasteh oziroma v dolgih lečah, ki so povečini ostro omejene.

2. Zrna Mn-oksido v talnini in krovlini dokazujejo, da so bile manganove raztopine med sedimentacijo tega materiala že v morju, vendar je še prevladovalo naplavljanje klastičnega materiala in sedimentiranje karbonatov.

3. Tudi najmanjši delci rude nimajo značaja fragmentov, torej je mangan moral priti v raztopinah.

4. Ruda je bila pozneje spremenjena in prekristalizirana, kar dokazuje njena struktura kakor tudi dejstvo, da prevladujejo Mn-oksidi, dočim Mn-hidroksid vsaj makroskopsko ne nastopa. To spremembo je povzročila diageneza kmalu po sedimentaciji ali pozneje vadozna voda. Druga možnost se mi zdi verjetnejša; v glini iznad C_2 vidimo namreč večkrat tanke konkordantne vložke vadu podobnih Mn-oksido v. Ti so se torej zaradi diageneze spremenili iz hidroksida v dioksid. Če bi bila prekristalizacija in sprememba rude v ostale oksidne oblike povsod le posledica diageneze, bi morali tudi v vmesnih plasteh v glini najti ostale okside. Ker teh ne najdemo, sklepamo, da je spremembo povzročila vadozna voda, ki pa ni imela dostopa v vložke v glini. Vendar pripominjam, da sem ta pojav opazoval le v enem primeru.

Zaradi sprememb rude je prišlo tudi do nadomeščanja prikamenine, v glavnem dolomita. To opazujemo zlasti v jalovih conah, kjer so ponekod v dolomitu rudnega horizonta pravi, »štokverku« podobni prepleti žil.

Henry in nekateri drugi mislijo, da je prihajal mangan tega nahajališča iz riolitov III. prekambrija, torej z juga (transgresija je prišla s severa). Toda pri tem ne morejo pojasniti, od kod izvira tako velika količina Pb, ki je omogočil tvorbo koronadita v tako velikem obsegu. Na podlagi podatkov Hevery in Daly so vzeli povprečno 0,13 % Mn na 0,0004 % Pb, torej v razmerju Mn : Pb = 325 : 1. To pa ne ustreza rudi v Imini, kjer imamo pri povprečni metalurški rudi C_1 in C_2 razmerje 64 : 1. V C_3 , ki sestoji skoraj iz čistega koronadita, se to razmerje zelo izpremeni; po Orclu znaša to razmerje za čisti koronadit iz Imini 1,534 : 1, za Pb-psilomelan pa 4,425 : 1. Zaradi tega je Henry (1951) že domneval hidrotermalni izvor Pb. Toda po Behrend-Bergu (1927) je v eruptivnih kameninah povprečna vsebina Mn in Pb v razmerju 47,5 : 1; pri maroških riolitih, ki so bogati z manganom, je gotovo večja. Poleg tega vemo, da vsebujejo rudne plasti vulkanske formacije III. prekambrija v Tiouin 0,5—2 % Pb. Zato je mnogo bolj verjetno, da so manganove raztopine nastajale pri razpadanju podobnih plasti; to bi mogli biti tudi tanki vložki v tufih.

Splošno o Imini

Rudne zaloge s povprečno 47 % Mn in 12 % SiO₂ znašajo okrog 6.000.000 ton.

Ruda se loči na:

1. bogato rudo z nad 50 % Mn
2. siromašno rudo s pod 50 % Mn

Bogato rudo ločijo na:

- a) metalurško rudo z najmanj 50—51 % Mn in največ 8—9 % SiO₂
- b) kemično rudo, pri kateri razlikujejo naslednje vrste:

	MnO ₂ %	SiO ₂ %	Fe %
RP 6	nad 92	pod 3	pod 0,5
RP 5	90—92	pod 4	pod 1
RP 4	84—87	pod 5	pod 1,5
RP 3	80—83	pod 6	pod 2
RP 2	75—80	pod 8	poljubno

Kot primer navajam dve povprečni analizi:

	metalurška ruda	kemična ruda RP 6
MnO ₂	79,445	93,400
MnO	2,918	1,278
Fe ₂ O ₃	1,987	0,414
Al ₂ O ₃	0,858	0,446
CaO	1,600	0,200
MgO	0,102	0,036
SiO ₂	7,000	2,430
BaSO ₄	1,577	0,427
CaSO ₄	0,052	0,065
P ₂ O ₅	0,110	0,057
TiO ₂	0,080	0,050
K ₂ O	0,203	0,063
Na ₂ O	0,238	0,053
ZnO	sled	sled
CuO	0,260	0,358
NiO in CoO	sled	sled
PbO	0,888	0,231
As ₂ O ₃	0,012	0,003
CO ₂	1,250	0,100
vlaga	1,400	0,350
	99,980	99,961
Mn	52,46	60,01
Fe	1,39	0,29
S	0,021	0,026(?)
P	0,049	0,025
Cu	0,208	0,286
Pb	0,824	0,214

Siromašno rudo (pod 50 % Mn) najprej ročno prebirajo in nato pnevmatično sortirajo (Tables à air Birthy). Obogatenje znaša okrog 8 % pri 81 % izkoristku. Jalovina po separaciji vsebuje še vedno 25 % Mn.

Rudo odkopavajo v dnevnem kopu in v jami. Dnevni kop se izplača do razmerja 4 m³ krovnine na 1 t rude.

Produkcija je bila v zadnjih letih naslednja:

	Produkcija v t	Učinek v t na moža na izmeno
1938—1946	74.864	0,125
1947	36.270	0,400
1948	102.802	0,850
1949	118.429	1,150
1950	174.870	1,100
1951	212.780	1,150
1952	276.839	?
1953	okrog 300.000	?

Od Imini do Marakeša (175 km) transportirajo rudo s kamioni. V najtežjem delu poti preko Visokega Atlasa (sedlo Tizi n'Ticha ima 2300 m) so zgradili žičnico.

Ker je ruda zelo krhka, se pri prevozu zelo drobi. Zato jo v Sidi-Maroufu pri Casablanci aglomerirajo, pri čemer se še nekoliko obogati.

Obstaja možnost, da najdejo nove rudne zaloge. Dosedanja raziskovanja so pokazala, da severno in južno od sedaj poznane smeri ni pomembnih rudnih pojavov. Zato bi bilo potrebno nadaljevati raziskovanja proti vzhodu in zahodu, posebno še, ker tudi tam obstaja na južni strani matična kamenina — vulkanska serija III. prekambrija. Krovnina postaja proti vzhodu in zahodu debelejša; smer orudenjenja se lahko spremeni; zato bi bilo priporočljivo poizkusiti z nekaterimi geofizikalnimi metodami.

Pregled manganovih rudišč v Maroku

Seznani smo se s štirimi glavnimi tipi manganovih rudišč v Maroku, ki jih razdelimo v naslednje skupine:

I. hidrotermalne žile

1. v vulkanski formaciji III. prekambrija

Okolica Ouarzazate

Gorovje Siroua (Anti Atlas) s podobnimi pojavi

Menahba SW od Bou Arfa

2. v paleozoiku

Okolica Oujda v skrilavcih in granodioritih
(Zekkara, Bourdine)
Oued Akrech (pri Rabatu)
Guemassa (pri Marakešu)

II. podmorska ekshalacijska sedimentna rudišča

1. v vulkanski formaciji III. prekambrija

Tiouine
Migouden
Offremt
Idikel (W Anti Atlas)

2. v skrilavcih in tufih v spodnjem karbonu (Viséen)

Glib en Nam (pri Oujdi)

III. sedimentna rudišča

1. v kontinentalni permotriadi ali kredi

Narguechoum (pri Oujdi)
Nekaj drugih, nepomembnih pojavov

2. v obalni formaciji liade

Tanourat (pri Oujdi)
Tizi n' Rechou (Srednji Atlas)
Jenane L'mes (Srednji Atlas)
Boulbab (pri Meknesu)

3. v obalni formaciji cenoman-turona

Imini
Tasdremt (SW od Imini, podobno kot Imini)

IV. Mešan tip sedimentnih rudišč in rudišč, ki so nastala pri preperevanju

1. v obalni formaciji liade

M'koussa (NO od Marakeša)
Bou Arfa

Pri obeh nahajališčih so ohranjeni le še ostanki pravih sedimentnih plasti.

Obravnavali bomo še razdelitev Pb v različnih nahajališčih:

- | | |
|---------|--|
| ad I. | 1. Pb = 0 ali sledovi |
| | 2. Pb = 0,6 |
| ad II. | 1. Tiouine Pb = 0,5—1, redko 2 |
| | Idikel Pb = 0,5 |
| | 2. Glib en Nam Pb = sledovi |
| ad III. | 1. Narguechoum Pb = 0,5 |
| | 2. Tanourat Pb = 0,15 |
| | 3. Imini Pb = 0,2—0,8; v C ₃ je večji |
| | Tasdremt Pb = 5—7 |
| ad IV. | 1. M'koussa Pb = 0,1 |
| | Bou Arfa Pb = 0 |

Odstotek svinca je največji v rudiščih Anti Atlasa, in sicer v ekshalacijsko sedimentnih (0,5—2 %) kakor tudi v sedimentnih (0,2—7 %) rudiščih. Količina Pb v Imini-C₃ in povprečno v Tasdremtu je tolika, da bi morali ti nahajališči prišteti k manganovo-svinčnim rudiščem. Zaradi visokega odstotka Pb so dela v Tasdremtu pred kratkim ustavili.

Pb in štirivalentni Mn spadata po ionskem potencialu v 3—10 skupino, ki v vodi pri zadostni količini kisika izpade kot hidroksid. Ta skupina ima tudi veliko adsorpcijsko moč, kar je za Mn-hidroksidgel posebno pomembno. Zaradi adsorpcije je verjetno prišel Pb v našem primeru v Mn-hidroksidgel, iz katerega je zaradi diageneze nastal Pb-psilomelan, iz tega pa koronadit.

Izvor Pb moramo iskati v ekshalacijah, pri katerih so nastala manganova rudišča ter manjši pojavi v III. prekambriju in karbonu.

Opazovanja v maroških manganovih rudiščih so pokazala naslednje:

1. mangan je zelo lahko topljiv in prav tako lahko izpade iz raztopine,
2. geli Mn-hidroksida so zelo spremenljivi, in sicer zaradi diageneze ali pod vplivom vadozne vode,
3. braunit in verjetno tudi hausmanit nista le hidrotermalna ali metamorfna minerala; nastaneta lahko tudi pri diagenezi in pod vplivom vadozne vode,
4. poleg železovih imamo tudi manganova podmorska ekshalacijska sedimentna rudišča, česar pa mnogi še ne priznavajo. V odvisnosti od temperature izhajajočih plinov more pri reakciji z vodo takoj nastati braunit, podobno kot pri železovih rudiščih tega tipa hematit (Lahn — Dill).

LES GISEMENTS MAROCAINS DE MANGANESE

En années précédentes l'auteur a fait des recherches efficaces des gîtes de fer et de manganèse en Macédoine. En désir de perfectionner sa connaissance, l'auteur a visité en cadre de l'Assistance technique de l'Organisation des Nations Unies entre les autres, aussi les trois provinces métallogéniques en Maroc: Tiouine, Bou Arfa et Imini. En étudiant les gîtes de manganèse l'auteur a prêté attention spéciale à problème de leur origine. De ce point de vue il distingue quatre types de gisements de manganèse en Maroc:

I. Gîtes filoniens

1. Dans les formations volcaniques du Précambrien III:

la région d'Ouarzazate, la montagne de Siroua avec des phénomènes analogues de ceux-ci de Ouarzazate, Menahba SW de Bou Arfa.

2. Dans le Paléozoïque:

En district d'Oujda, dans les schistes et granitodiorites (Zekkara, Bourdine), Oued Akrech (aux environs de Rabat), Guemassa (près de Marrakech).

II. Les gîtes stratiformes créés par l'exhalation submarine

1. Dans les formations volcaniques du Précambrien III:
Tiouine, Migouden, Offremt, Idikel (W Anti Atlas).
2. Dans les schistes et tufs de Viséen:
Glib en Nam (près d'Oujda).

III. Les gîtes interstratifiés

1. Dans les formations continentales du Permo-Trias et du Crétacé:
Narguechoum (Oujda) et quelques gîtes d'une importance subordonnée.
2. Dans les formations cotières du Lias:
Tanourat (près d'Oujda), Tizi n'Rechou (Atlas moyen), Jenane L'mes (Atlas moyen), Boulbab (près de Meknes).
3. Dans les formations cotières du Cénomano-Turonien:
Imini, Tasdremt.

IV. Combinaison des gîtes interstratifiés remariés

1. Dans les formations cotières du lias:
M'koussa (NO de Marrakech), Bou Arfa.

Dans tous les deux gisements on peut observer seulement les restes des couches stratiformes véritables.

Ensuite l'auteur traite l'origine du plomb paraissant dans les gisements de manganèse du Maroc. Le plus haut pour-cent de plomb on trouve dans les gisements d'Anti Atlas, dans les gîtes stratiformes créés par l'exhalation submarine (0,5—2 %) comme aussi dans les gîtes interstratifiés (0,2—7 %). A Imini et Tasdremt on rencontre une telle quantité de plomb qu'on devrait des gisements susdits classifier comme les gîtes de manganèse-plomb. A cause d'un pour-cent très haut de plomb à Tasdremt récemment l'exploitation a été arrêtée.

Du point de vue du potentiel ionique on mit Pb comme aussi Mn dans le 3—10 groupe. Celui-ci dans l'eau en présence d'une quantité suffisante d'air sort comme hydroxide. Le groupe traité a aussi une puissance très haute d'adsorption ce que présente quant à Mn-hydroxide-gel, une particularité importante. A cause d'adsorption, Pb probablement a été passé en Mn-hydroxide-gel, de quel c'est Pb-psilomélane qui résulte à cause de diagénèse. C'est le coronadite qui tire son origine de Pb-psilomélane.

L'origine de Pb on doit chercher dans les exhalations quelles ont causé la naissance des gisements de manganèse et dans les apparitions moins importantes en Précambrien III et en Viséen.

Après l'observation des gîtes de manganèse du Maroc on peut constater:

1. Le manganèse peut se dissoudre, comme même sortir de la dissolution très facile.

2. Les gels de Mn-hydroxide sont très variables, soit à cause de la diagénèse, soit sous l'influence des eaux atmosphériques.

3. Les minéraux braunite et probablement aussi le haussmanite ne sont pas seulement des minéraux d'origine hydrothermale et métamorphique; ils font leurs naissances aussi chez la diagénèse et sous l'influence des eaux atmosphériques.

4. A côté des gîtes des fer stratiformes créés par les exhalations submarines il y a aussi des gîtes de manganèse de même origine et de même caractère qui s'apparaissent, à quoi beaucoup des auteurs s'opposent jusqu'aujourd'hui. En fonction de la température de gaz sortant, c'est le braunite qui peut faire sa naissance aussitôt chez la réaction avec l'eau, analogiquement comme l'oligiste chez les gîtes du fer de même type (Lahn — Dill).

LITERATURA

- 1952, Géologie des Gîtes minéraux marocains. Edita, Casablanca.
Eyssautier, 1952, L'industrie minière du Maroc. Rabat.
Behrend-Berg, 1927, Chemische Geologie. Ferd. Enke. Stuttgart.
Schneiderhöhn-Ramdohr, 1931, Lehrbuch der Erzmikroskopie. Bornträger, Berlin.
Schneiderhöhn, 1941, Lehrbuch der Erzlagertstättenkunde. Fischer, Jena.
Schneiderhöhn, 1949, Erzlagertstätten. Piscator, Stuttgart.
Poldini, 1932, Neobjavljeno poročilo o Bou Arfa.
Salignac, 1934, Neobjavljeno poročilo: Etudes Minéralogique sur les minerais de Manganèse de Bou Arfa.
— 1934, Les Ressources minérales de la France d'Outre-mer II. Publications du Bureau d'Études géologiques et minières coloniales. Paris.
Neltner: Le Manganèse.
Ramdohr, 1954, Klockmann's Lehrbuch der Mineralogie. Enke, Stuttgart.
Marc-Jung, 1930, Physikalische Chemie. Fischer, Jena.
Raguin, 1949, Géologie des Gîtes Minéraux. Masson et Co., Paris.
De Launay, 1913, Gîtes minéraux et métallifères II. Béranger, Paris & Liège.
Westerveld, 1948, Neobjavljeno poročilo o Imini.
Henry, 1934, Neobjavljeno poročilo o Imini.
Henry, 1935, Neobjavljeno poročilo o Imini.
Henry, 1938, Neobjavljeno poročilo o Imini.
Henry, 1951, Neobjavljeno poročilo o Imini.
Maurin, 1934, Neobjavljeno poročilo o Imini.
Dubois, 1934, Neobjavljeno poročilo o Imini.
Birembaut, 1936, Neobjavljeno poročilo o Imini.
Zvereff, 1936?, Neobjavljeno poročilo o Imini.
Orcel, Neobjavljeno poročilo o Imini.
Bouladon-Meune, Le gisement de Tasdremt. Fortin-Moullot, Rabat.
Jouravsky, 1952, Remarques sur la composition minéralogique et chimique des minerais de manganèse. SEGM, Rabat.