

# **XI Kongres geologa Jugoslavije**

„DOPRINOS GEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA  
OSTVARIVANJU PROGRAMA  
EKONOMSKE STABILIZACIJE“



## **KNJIGA 4 MINERALNE SIROVINE**

T A R A, 1986.

## GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE SKARNOVSKOG Fe - LEŽIŠTA

" D A M J A N "

Rudno ležište Damjan nalazi se u centralnom delu rudnog reona Damjan-Bučim, locirano je na severnim padinama Smrdeš planine, odnosno na kontaktu kraljučasto horsta Damjana i Vardarske zone. Na lokalizaciju ležišta na ovom prostoru presudnu ulogu su imali tektonski predispozicija terena, magmatska aktivnost manifestovana tokom tercijera i litostratigrafska sredina. One su u mnogome doprinele to se Damjansko ležište danas ubraja u jednom specifišnom i interesantnom tipu ležišta, ne samo sa ekonomskog već i sa genetskog aspekta. To je jedno od retkih skarnovskih ležišta u svetu koje je nastalo na kontaktu andezita sa paleogenim fličom. Orudnjenje je smešteno u skarnovima i odlikuje se bogatim magnetitsko-hematitskim partinama (sadržaj Fe > 40%) u čemu se ogleda i ekonomski značaj ovog ležišta.

Ostaci starih rudarenja govore da je Fe-ležište Damjan bilo predmet eksploatacije još u srednjem veku. Međutim, detaljniji podaci o njemu poznati su tek sredinom ovog veka, kada je ležište počelo aktivno da se istražuje. Detaljniji istražni radovi u ovom području Damjana počela su 1950god. da bi se sa prekidima ležište istraživalo sve do 1967god. Sa strane T. Ivanovskog, M. Dolenca i dr. 1959god. sračunati su rudni rezervi koji su odgovarali A+B+C<sub>1</sub> kategoriji, da bi na bazi tih rezultata 1962god. rudnik otpočeo sa probnom eksploatacijom. Od 1962 do 1967god. istraživanja su nastavljena u cilju poboljšanja kvaliteta i kvantiteta mineralne sirovine. Na bazi novih rezultata 1968god. na drugi put je izvršen proračun rudnih rezervi i njihova preategorizacija, gde su A+B rezervi učestvovali sa 85% u ukupnim rezervama. Sa redovnom eksploatacijom rudnik je otpočeo u drugoj polovini 1968god. i do danas se ležište aktivno eksploatiše površinskim koncom. Otkopavaju se pretežno kompaktne magnetitsko-hematitske rude, koje predstavljaju važnu sirovinsku bazu Skopskoj železari.

-----  
 M-r Todor Serafimovski, Rudarsko-Geološki fakultet u Štipu

## GEOLOŠKI S' STAV TERENA

Tereni koji pripadaju Fe-ležištu Damjan bili su predmet proučavanja brojnim istraživačima. Međutim, podaci o geološkim karakteristikama u ovom području: Damjanskog ležišta, sreću se u radovima Dolence (1959), Ivanova (1965, 1982), Zarića (1977), Serafimovskog (1982) i dr. Na bazi podataka o dosadašnjim istraživanjima, konstatovano je da u gređi terena koji pripada ovom području ležišta Damjan učestvuju sledeće litološke tvorevine: jurski ultrabaziti, paleogeni flišni sedimenti, tercijerni fulkaniti i novostvorene kontaktno-metasomatske tvorevine-skarnovi. U daljem tekstu iznećemo osnovne karakteristike ovih stena, koje su imale značajnu ulogu za odlaganje Fe-mineralizacije na ovom prostoru.

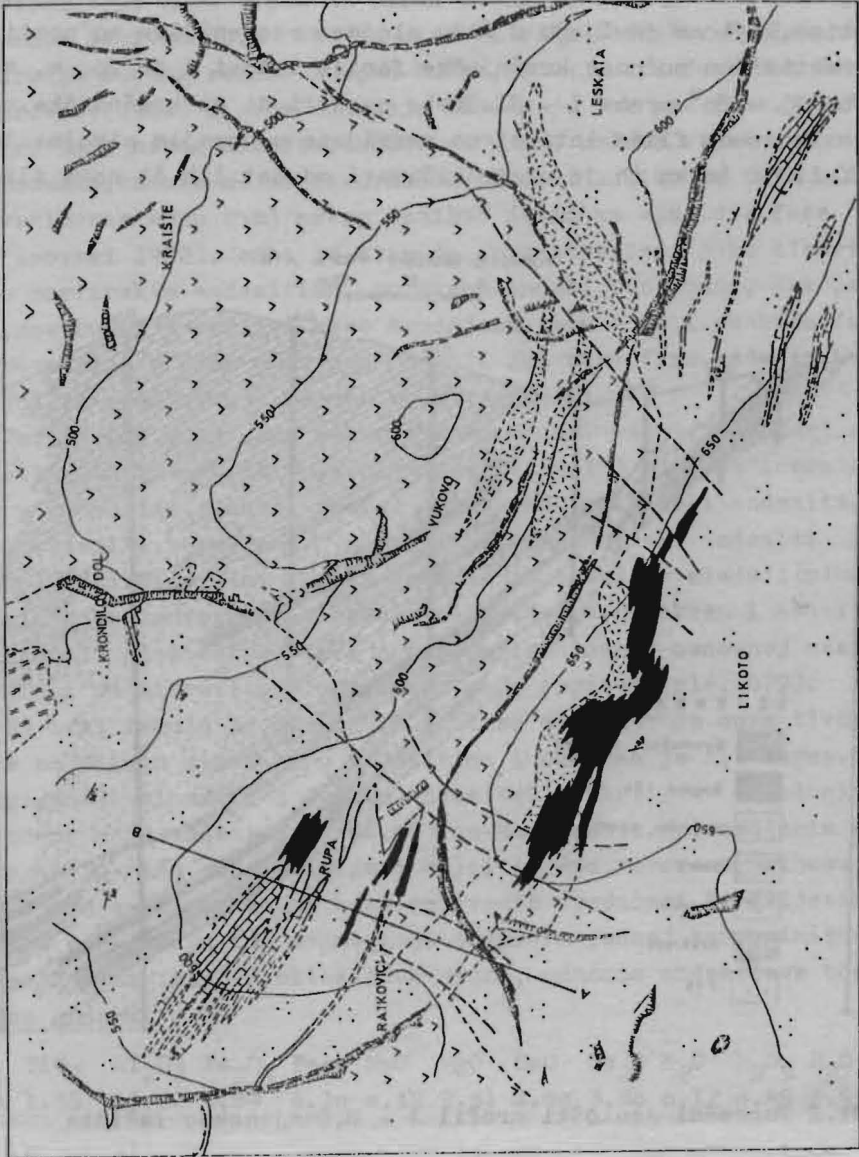
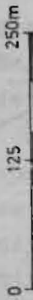
Ultrabaziti - su sasvim malo zastupljeni i to u severnim delovima ležišta Damjan (sl.1) i predstavljene su jednom serpentinskom trekom koja je nastala serpentinizacijom harzburgita. Karakteristika ovih serpentinita je što su zahvaćeni intenzivnom silifikacijom, opalitizacijom i talkizacijom, što je verovatno posledica intenzivne hidrotermalne aktivnosti, koja je dosta zastupljena na ovom terenu.

Paleogeni flišni sedimenti - Najveći deo prostora koji pripada Damjanskom ležištu izgrađen je od paleogenog fliša, koji je predstavljen facijama konglomerata, flišno tufoznih-sedimenata i krečnjaka. Jugozapadno od Ratkovići i oko Vukova (sl.1) ova sedimentna serija je probijena tercijernim vulkanitima, a većim delom je i pokrivena izlivima andezita mladih faza. Na kontaktu ovih proboja sa paleogenim flišom, stvorena je moćna skarnovska zona sa Fe-mineralizacijom.

Paleogena flišna serija počinje obično bazalnim konglomeratima koji su heterogenog sastava (izgrađeni od oblutaka škriljaca, granitoida, kvarca, krednih peščara, krečnjaka sa fosilima, rede amfibolita i dr.), a zatim se nastavlja postepenim prelazom prema flišoidno-tufoznim sedimentima, da bi u gornjem delu serije prelaz bio nešto oštrije prema krečnjačkoj faciji. Ovakvi odnosi su zapaženi u JZ-nom delu ležišta, a dobro se vide i na poprečnom profilu A - B (sl.2).

Facija flišoidno tufoznih-sedimenata je najzastupljenija u okviru paleogene flišne serije na ovom prostoru međutim, ona je većim delom prekrivena mladim izlivima vulkanita. Predstavljena je laporcima, glincima, peščarima, konglomeratima, laporovitim glincima, laporovitim krečnjacima i krečnjacima, koji se u vidu treka i slojeva naizmenično preslojavaju u vertikalnom profilu. Treba napomenuti da pojedini članovi ove facije (pretežno glinovito-laporovite)

GEOLOŠKA KARTA rudnika „DAMJAN“



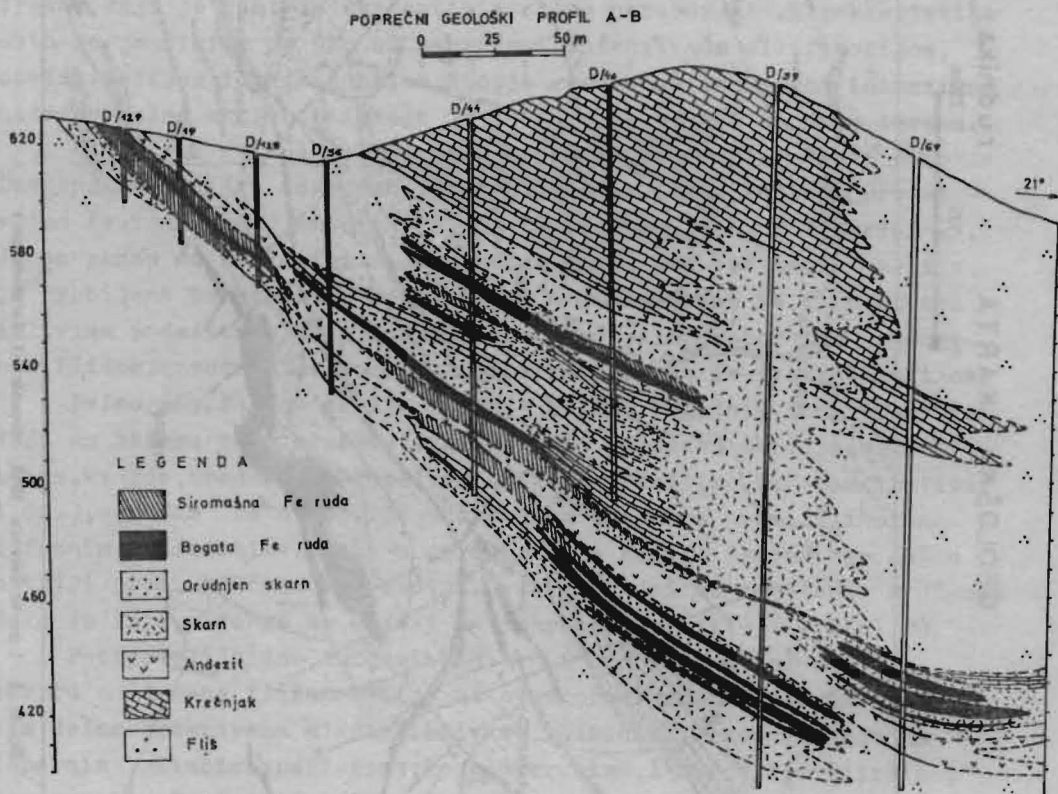
LEGENDA

- Fe ruda
- Skarn
- Andezit
- Krečnjak
- Fliš
- Ultrabaziti
- Granica: utrdena, pokrivena ili prepost.
- Rased: pokriven ili prepostavljen
- Elementi na pad
- Jaruge

Sl. br. 1 ( po: M. Dotencu 1959, dopunio - T. Serafimovski )

pretstavljaju veoma nepovoljan prostor za odlaganje rudnih komponenti jer se ponašaju kako ekran za rudonosne rastvore. Međutim, u milonitiziranim delovima i oko proboja andezitskih silova, gde je omogućena cirkulacija rudonosnih rastvora, nastaju intenzivne metasomatske promene naročito u krečnjačkim partijama ove serije.

Krečnjačka facija paleogenog fliša ima najveći značaj za obrazovanje skarnova i Fe-orudnjenja na ovom prostoru, jer su njihovi članovi veoma pogodni za metasomatsku zamenu. Ova facija je predstavljena krečnjacima, peskovitim krečnjacima i kalkarenitima, koji se javljaju u vidu slojeva promenljive moćnosti. Mestimično moćnost krečnjačke facije iznosi i do 200 m. sa padom od 15 - 30° prema I - SI. Treba navesti da su krečnjačke partije paleogenog fliša intenzivno razvijene u gornjim nivoima ležišta (sl.2) i teško ih je razgraničavati od ostalih članova flišne serije.



Sl.2 Poprečni geološki profil A - B, Damjanskog ležišta

Tercijerni vulkaniti - Magmatska aktivnost na području Damjana započela je krajem oligocena, utiskivanjem dajkova i silova andezit-skog sastava duž struktura razloma i ravni slojevitosti u paleogenom flišu. Takođe na ovom prostoru postoje i izlivi lava andezit-skog do latitskog sastava, koji su produkt mlađih faza vulkanske aktivnosti. Manji proboji u vidu silova utisnuti duž ravni slojevitosti u paleogenom flišu, primećeni su na više mesta u Damjanskom ležištu i, imaju veliki značaj za kontrolu orudnjenja (sl.2).

Tercijerni magmatizam na širem području Damjana karakteriše se višefaznom aktivnošću, na šta su ukazali više istraživača. Ivanov (1982), na području rudnog rejonu Damjan-Bučim, izdvaja tri faze, dok Ivanova i Dumurđanov (1981) u ovom području izdvajaju čak pet faza. Na užem prostoru Damjanskog ležišta, takođe se jasno uočava višefazna aktivnost. Međutim, nemože se sa sigurnošću tvrditi koliko je faza bilo. Na površinskom kopu Damjanskog ležišta jasno se vide dve faze (Serafimovski 1982). Jedna je starija, predstavljena jako alterisanim krupno porfirskim andezitima, po svemu sudeći rudonosna, dok je druga, mlađa, postrudna i probija kako orudnjenu zonu tako i stariju fazu. Najverovatnije u ovom prostoru postoji još neka faza, međutim, bez detaljnijih proučavanja nemože se i tvrditi.

Tercijerne vulkanske stene na području Damjana predstavljene su andezitima, trahandezitima, dicitandezitima i latitima. Mineraloški se mogu izdvojiti sledeće vrste: hornblenda-biotitski andeziti, biotitski andeziti, hornblend andeziti ređe sanidinski andeziti i biotitski latiti. Mineralni sastav vulkanskih stena je sledeći: plagioklas (andezin) hornblenda, biotit ređe sanidin, kvarc, piroksen i apatit. Fenokristali plagioklase leže u mikrokristalnoj osnovnoj masi koja se sastoji od mikrolita plagioklase ređe aurgita (Zarić, 1977).

Na bazi rezultata hemijskih analiza sračunat je normativni sastav pojedinih minerala u andezitima i određen je tip magme. Najzastupljeniji minerali u svežim andezitskim partijama su plagioklasi koji odgovaraju andezinu sa 46.46% an-komponente. U izmenjenim andezitima nešto više su zastupljeni kalciti, što govore o prinosu Ca i CO<sub>2</sub> u izmenjenim zonama. Na bazi dobivenih vrednosti Nigglijevih parametara određen je tip magme, koji odgovara jednoj kontaminiranoj bazičnoj magmi iz plagioklazitove grupe, odnosno andezit<sup>ni</sup>ove podgrupe.

Analiza andezita

SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Feo	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>
58.30	1.35	16.22	3.89	0.10	0.12	2.01	8.40	3.80	0.12	0.46	3.93	1.11

Niggli-evi parametri

si - 205 , al - 33.67 , fm - 21.5 , alk - 13 , c - 31.7, mg - 0.5, k-ool

Kada se uporede podaci dobijene hemijskim analizama Damjenskih andezita sa podacima Bučimskih (koje navodi Ivanov-1982) ili andezita sa Pilav Tepea (koje navodi Majer, 1965), uočava se, da su andezitske stene Damjana siromašnije alkalijama, a pokazuju veći sadržaj CaO, što se može objasniti kontaminacijom magme koja je prolazila kroz karbonatnu sredinu. Treba naglasiti da su magmatske stene na području Damjana inenzivno alterisane, pa je i to možda, jedan od razloga što su oni nešto siromašniji alkalijama u odnosu na ostale stene u okviru rudnog reona Damjan-Bučim.

Skarnovi - Skarnovske tvorevine na području Damjana karakterišu se time što su razvijeni na kontaktu tercijarnih vulkanita sa paleogenim flišnim sedimentima. Obrazovanje skarnova je u tesnoj vezi sa utiskivanjem andezitskih dajkova i silova, jer su oni poslužili kao dovodni kanali visokotemperaturnim postmagmatskim rastvorima, koji su se difuzno infiltrirali i izvršili su znatne metasomatske promene na ovom prostoru. Metasomatskim promenama su bili zahvaćeni kako flišni sedimenti tako i sami vulkaniti.

Infiltraciono-difuznom metasomatozom stvorene su velike mase skarnova, pretežno na samom kontaktu sa andezitima, dok se sa udaljenjem od kontakta stenen preobražaja smanjuje. Na ovakve odnose ukazuje i morfologija skarnovskih tela. Oni imaju izdužene forme u vidu pseudo slojeva i leže konkordantno u odnosu na ostale litološke članove paleogene flišne serije (sl.2,3).

Najveće mase skarnova obrazovane su u egzokontaktnim delovima na račun krečnjačkih partija paleogenog fliša, a delimično se sreću i u endokontaktima. To je uslovalo stvaranje i endo i egzo skarnova, stim što su egzo skarnovi daleko više zastupljeni. U zavisnosti od jačine procesa skarnizacije, mestimično je vršena selektivna metasomatoza u krečnjačkim partijama paleogenog fliša, što je ilustrovano na priloženom profilu (sl.2).

Imajući u vidu da su skarnovske tvorevine na području Damjana nastale metasomatozom krečnjačkih partija paleogenog fliša, oni pripadaju krečnjačkom tipu skarnova, na što ukazuje i njihova parageneza. Njih karakteriše trakasta tekstura, slojevitost, relikti fosila, kao i niz drugih obeležja koja karakterišu prvobitnu karbonatnu stenu

Mineraloški se mogu izdvojiti nekoliko vrsta skarnova; granatski, granatsko-piroksenski, granatsko epidotski, epidotsko-granatski, epidotski, epidotsko-coisitski i dr. Mineralni sastav skarnova je sledeći: granata, pirokseni, skapolit, volastonit i aktinolit, a zatim za vreme hidrotermalno-alteracionih procesa stvarani su još i pirofilit, sericit, hlorit, epidot, coisit, kalcit i dr. Treba da naglasimo da su u hidrotermalnoj aktivnosti skarnovski minerali mestimično potpuno uništeni, ili su ostali samo njihovi relikti.

Iz podataka hemijskih analiza dobijen je normativni sastav skarnova. Najzastupljeniji minerali su granati, čiji sadržaj se kreće od 30-40%, zatim kalcit od 5 - 15%, kvarc od 5 - 19% i dr.

Sadržaj pojedinih komponenti u skarnovima je u tesnoj vezi sa migrativnošću elemenata, odnosno njihovim prinosom i iznosom tokom metasomatskih procesa. Na bazi rezultata hemijskih analiza egzo skarna i paleogenog krečnjaka po kiseoničnoj metodi T. Barta, izvršen je proračun bilansa materije, koji je dat u sledećem prilogu.

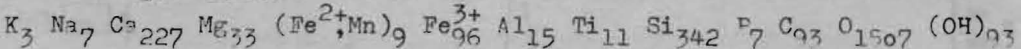
#### Analiza egzo-skarna

SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O
36.68	1.60	10.45	13.81	0.50	0.64	2.42	22.68	0.40	0.22	0.77	6.66	1.48

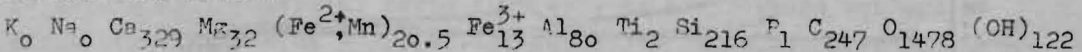
#### Analiza krečnjaka

SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O
25	0.37	7.91	1.87	2.91	0.18	2.48	35.45	-	-	0.22	20.9	2.10

Formula egzo-skarna:



formula krečnjaka:



Prinos komponenti

K	.....	3 jona	Ti	...	9 jona
Na	.....	7 "	Si	...	126 "
Mg	.....	1 "	P	...	6 "
Fe <sup>2+</sup> , Mn	..	11 "			
Fe <sup>3+</sup>	.....	83 "			
Al	.....	35 "			

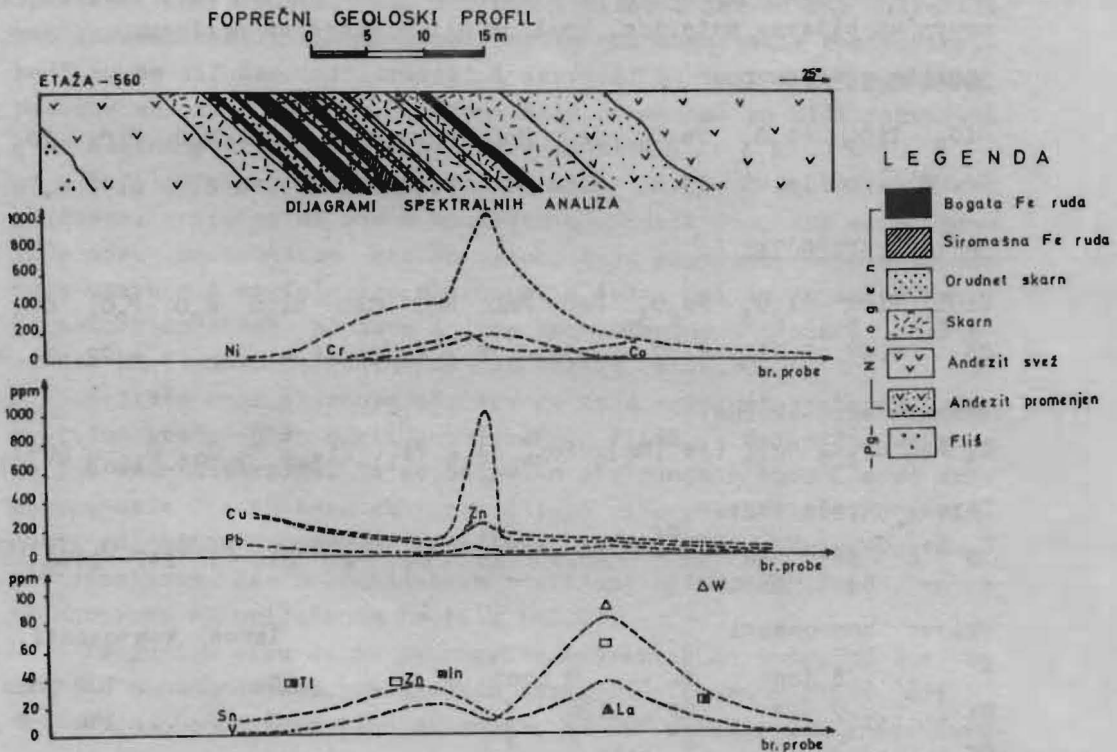
Iznos komponenti

Ca	.....	102 jona
C	.....	154 "



Iz navedenog pregleda se vidi da paleogeni krečnjak nije sasvim čist, već sadrži povećane količine silicije, aluminije i gvožđa, što govori da se radi o jednom silifikovinom i porovitom krečnjaku. Od iznetog pregleda za bilensku materiju vidi se, da su iz krečnjačkih partija tokom procesa metasomatoze iznešeni samo C i CO<sub>2</sub>, dok su sve ostale komponente prinete.

Značaj skarnova na području Damjana ogleda se u tome, što su u njima smeštene bogate partije Fe-orudnjenja. Oblici rudnih tela u najvećem broju slučajeva prate oblike skarnovskih tela. U okviru orudnjene zone u ovom ležištu česta su naizmenična smenjivanja između neorudnjenih skarnova, orudnjenih skarnova, siromašne Fe-rude, bogate Fe-rude, sa proslojcima fliša, što se jasno vidi i iz priloženog profila (sl.3).



Sl. 3. Poprečni geološki profil na etaži 560 rudnika Damjan

U okviru skarnovske zone utvrđen je i veći broj pratećih elemenata i elemenata primesa, čiji se međusobni odnosi vide iz priloženih dijagrama spektralnih analiza (sl.3). Povećani sadržaj ovih elemenata zapaža se u visokotemperaturnim kontaktnim zonama, dok se udaljavanjem od kontakta obično se pojavljuje neravnomeran raspored sa sniženim sadržajima. Skarnovsk zona u Damjanskom ležištu obrađena je po pružanju do 1km, a na padu do oko 250m, sa promenljivom moćnošću od oko 50m. Treba napomenuti da u SZ-nom delu ležišta skarnovska zona je tektonski poremećena i na ovom delu još nisu poznate njene prave konture.

#### TEKTONSKO GRANIČENJE

Tereni Fe-ležišta Damjan i njegove šire okoline kao područje aktivnih tektono-magmatskih zbivanja, odlikuju se brojnim plikativnim i disjuktivnim rupturama. Najmarkantnije rupture na ovom prostoru predstavljaju razlomne strukture pravca SSZ - JJI. One na ovom prostoru razdvajaju dve krupne geotektonske jedinice, Vardarsku zonu od Srpsko-Makedonske mase i imaju karakter dubinskih r zloma, koji su višestruko reaktivirani. Osim ove, vrlo česte na ovom prostoru su i neotektonske razlomne strukture, pravca skoro I-Z, koji poprečno presecaju delove Vardarske zone i Srpsko-Makedonske mase. Ove razlomne strukture imale su veliki značaj za strukturnu kontrolu i r zmeštaj orudnjenja u Damjanskom ležištu. Oni su takođe služile kao dovodni kanali tercijskim vulkanitima i rudonosnim rastvorima, iz kojih je formirano orudnjenje u Damjanu. Posebno su interesantna mesta njihovih presečišta, gde se formiraju tektonski čvorovi više i nižeg reda, koji su služile kao zamke za rudonosne rastvore.

Pored elemenata prerodne tektonike u okviru Damjanskog ležišta zapaža se i postrodna tektonika, koja se manifestuje razlomnim strukturama pravca SI - JZ (sl.1), duž kojih je došlo do većih i manjih pomeranja rudnih tela. Jasno se vide dva razlomna pravca, koji su ležište podelili na tri dela: Rud. sa zapadne strane, centralni deo (Tikoto i Vukovo) i Leska sa istočne strane (sl.1), pri čemu je centralni deo relativno spuštjen u odnosu na ostale. Pored ovih, postoji još čitav niz manjih r seda, čiji je intenzitet rasjedanja obično mali i kreće se od nekoliko centimetara do desetinu metara. Osim pomeutih rasjedanja, postrodna tektonika se manifestuje i brojnim prslinama, pukotinama i kliznim površinama, kao i mestimičnim pojavama milonitisanja.

Pored disjuktivnih struktura u SZ-nom delu ležišta u lokalnosti Rupa i JI-nom delu oko Leske, zapažaju se i plikativne strukture. U ovim delovima ležišta sačuvane su sinklinalne strukture, što govori o ubiranju flišnih sedimenata. Na više mesta se zapažaju i mikro ubiranja pojedinih članova paleogene flišne serije.

#### MORFOLOGIJA RUDNIH TELA

Orudnjena zona u Damjanskom ležištu praćena je na dužini od 1km po pružanju i do 250m po padu. Moćnost zone varira i iznosi oko 50m. Generalno posmatrano ova zona ima pravac proteganja SSZ - JJI, sa padom od 30 - 50° prema SI, što se poklapa sa glavnim razlomnim strukturama na ovom području. Strmiji padovi su zabeležani u zapadnom delu ležišta (sl.1), dok su u centralnom delu padovi nešto blaži ili obet u smeru SI.

Fe-orudnjenje je smešteno u skarnovima, a mestimično i u čisto krečnjačkim partijama paleogenog fliša, što je u neposrednoj zavisnosti od jačine metasomatskih procesa rudnog obrazovanja.

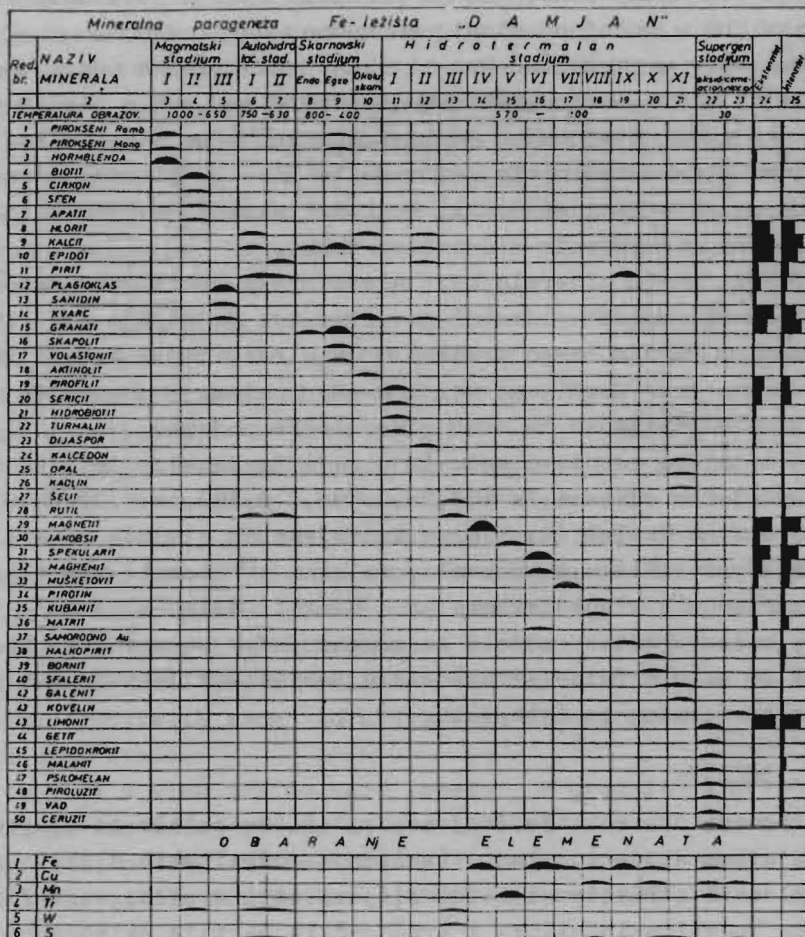
Oblik rudnih tela je u direktnoj zavisnosti od oblika litološkog sastava sredine u kojoj je stvarano orudnjenje. Rudna tela imaju oblik pseudo slojeva, odnosno najčešće su to oblici izduženih skladova ili sočiva, sa promenljivom moćnošću od nekoliko centimetra do 5m (sl.2,3). Mestimično su izražene veoma uske orudnjene trake, centimetarskih do decimetarskih dimenzija, koji se naizmenično preslojavaju sa flišnim i skarnovskim trakama.

Rudna tela nalaze se u konkordantnom odnosu sa članovima paleogene flišne serije, takođe i sa andezitskim silovima koji kontrolišu obrazovanje skarnova i orudnjenje. Isklinjevanjem andezitskih dajkova i silova isklinjavaju i skarnovska tela, praćena isklinjevanjem orudnjenih partija (sl.2). U Damjanskom ležištu vrlo su česta smenjivanja između skarnova, flišnih partija, orudnjenih skarnova, bogate rude i siromšne rude, tako da u vertikalnom profilu čitava orudnjena zona zadobija karakterističnu trakastu "makro teksturu" (sl.2,3). Zbog ovako čestih smenjivanja pojedinih članova orudnjene zone, sadržaj gvožđa u ležištu je dosta varijabilan.

#### MINERALNI SASTAV I PARAGENETSKI ODNOSI

Podaci o mineralnom sastavu i paragenetskim odnosima u Damjanskom ležištu do pre nekoliko godina su bili veoma oskudni. Međutim, u novije vreme u radovima Zerića (1977), Ivanova (1982), Serafimovskog (1982)

izneti su noviji podaci koji govore o kompleksnosti Damjanskog ležišta u pogledu mineralnog sastava i njihovih paragenetskih odnosa. Na bazi laboratorijskih ispitivanja u okviru ovog ležišta utvrđene su brojne mineralne vrste, grupisane u kompleksnim rudnim i nerudnim paragenezama. Mineralni sastav i sukcesije minerala u Damjanskom ležištu prikazan je u priloženom dijagramu.



Iz datog pregleda vidi se da je ležište Damjan kompleksno u pogledu mineralnog sastava. Međutim iz pregleda intenziteta i ekstenziteta se vidi, da veći deo od pobrojanih mineralni vrsta se javljaju kao mineraloške pojave.

Od Fe-minerala najzastupljeni su oksidi; magnetit, maghemit,

hematit, spekularit koji predstavljaju vodeće minerale u ležištu. Prostorni odnosi i učestalost pojavljivanja ovih oksida u pojedinim rudnim telima jako varira. Generalno posmatrano količinski se magnetit povećava sa dubinom zaleganja. Postoji određena zakonitost i u njihovom razmeštaju po određenim litološkim članovima. Izolovane partije magnetita često se nalaze u bivšim karbonatnim partijama orudnjene zone, gde je magnetit nastao metasomatozom krečnjaka još u početnom stadijumu rudnog obrazovanja.

Mešovite magnetitsko-hematitsko-spekularitske partije srećemo pretežno u karbonatno-silikatnim članovima, dok u bivšim silikatnim partijama dominantan je spekularit, praćen mikrokristalastim hematitom. U priobvršinskim delovima ležišta količinski najzastupljeniji su supergeni minerali; maghemit, martit, Fe-hidroksidi, često puta praćeni sekundarnim mineralima bakra.

Od sulfidnih minerala koji učestvuju u građi Damjanskog ležišta količinski najzastupljeniji je pirit, dok je učešće ostalih sulfida neznatno. Pirite često srećemo u lepo razvijenim kristalima ne samo u orudnjenim partijama već i u skarnovima. Što se tiče ostalih minerala, najčešće su to samo mineraloške pojave.

Sadržaj pojedinih elemenata u rudi Damjanskog ležišta ilustrovan je sledećim odnosom: Fe-40%, Mn-0.39%, S-0.18%, As-0.2%, Cu-0.01%, P-0.06%

U okviru Fe-ležišta Damjan izdvojene su sledeće mineralne parageneze: proilitiska, skarnovska, prelazna skarnovsko-hidrotermalna rudna parageneza, visokotemperaturna hidrotermalno-alteraciona parageneza, hidrotermalne rudne i supergene rudne parageneze. Treba naglasiti da su mineralne parageneze u Damjanskom ležištu stvarane u širokom temperaturnom intervalu.

## GENEZA LEŽIŠTA

Procesi obrazovanja Damjanskog ležišta počele su krajem oligocena-početkom miocena, nakon utiskivanja andezitskih dajkova i silova duž razlomnih struktura i ravni slojevitosti u paleogenom flišu. Na kontaktu andezitskih silova i krečnjačkih partija paleogenog fliša posredstvom visokotemperaturnih postmagmatskih rastvora obrazovana je moćna skarnovska zona. Proces skarnizacije manifestovan je stvaranjem visokotemperaturnim skarnovskim paragenezama, predstavljeni granatima, piroksenima, skapolitom, volastonitom, aktinolitom i dr.

Orudnjenje gvožđa u Damjanu je u tesnoj vezi sa obrazovanjem skarnova, oni predstavljaju različite stadijume jednog te istog procesa. Nakon završetka procesa skarnovsko obrazovanja, kasnije u

hidrotermalnoj aktivnosti dolazi najpre do manifestovanje prerudnih visokotemperaturnih alteracija, a zatim nastupa odlaganje Fe-orudnjenja praćeno sinrudnim i postrudnim alteracijama. Obrazovanje orudnjenja počinje izdvajanjem visokotemperaturnim mineralnim paragenezama, koje su predstavljene magnetitom-I, jakobsitom, šelitom praćeni magnetitom-II, hematitom, speksularitom i dr. Posle izdvajanja ove parageneze dolazi do rejuvenacije sa redukcijom fazom u kojoj se krupno listasti speksularit pretvara u magnetit (mušketovit). Proces se nastavlja izdvajanjem sulfidnih parageneza predstavljenih kubanitom, pirotinom, piritom, halkopiritom, bornitom, a na još nižim temperaturama obrazuju se pirit i halkopirit druge generacije, galenit, sfalerit i dr. Završna faza mineralizacionog procesa odvija se na relativno niskim temperaturama obrazovanjem kalcita kalcedona, opala i dr, koji zapunjavaju prslinsko pukotinske prostore. Na ovakvu mogućnost izdvajanja pojedinih mineralnih parageneza ukazuje i Ivanov (1982).

U supergennoj fazi dolazi do obrazovanja Fe-hidroksida (getit, limonit, lepidokrokot i dr.), zatim malahit, azurit, kovelin, martit i dr.

Formiranje skarnova i Fe-orudnjenja u Damjanu su u neposrednoj vezi sa metasomatskim procesima. Metasomatskim potiskivanjem krečnjačkih partija paleogenog fliša, stvorene su veće mase egzo skarnova. U hidrotermalnoj aktivnosti metasomatskim procesima pored krečnjačkih partija, gde su obrazovane skoro monomineralne kompaktno magnetitske rude, bile su zahvaćene i skarnovske partije. Rudni minerali su često puta u procesu metasomatoze stvarani na račun skarnovskih minerala. Pod mikroskopom se jasno vidi kako su granati potiskivani magnetitom, a mestimično se magnetit razvio po intersticijama granatskih zrna što ukazuje da proces rudnog obrazovanja nije išao do kraja.

Imajući u vidu sve do sada iznetog o orudnjenju gvožđa u Damjanu, možemo konstatovati da ovo ležište genetski pripada skarnovskom tipu, o čemu su identično shvatanje izneli i drugi istraživači (Ivanov, 1965, 1982; Petković, 1966; Janković, 1967, 1982 i dr.).

## Z A K L J U Č A K

Obrazovanje Damjanskog ležišta počelo je krajem oligocena utiskivanjem andezitskih dajkova i silova duž razlomnim strukturama i ravni slojevitosti u paleogenom flišu. Razlomne strukture pravca SSZ-JJI, kao i njihova presečišta sa neotektonskim strukturama pravca skoro I-Z, kontrolisale su razmeštaj pojedinih ma-

gatskih i rudnih tela. Oni su služile kao dovodni kanali tercijskim vulkanitima i postmagmatskim rudonosnim rastvorima iz kojih je tokom miocena odlagano Fe-orudnjenje u Damjanu.

Orudnjenje je smešteno u skarnovima koji su nastali na kontaktu andezita sa paleogenim flišom. Za obrazovanje skarnova presudnu ulogu su imali metasomatski procesi. Infiltraciono-difuznom metasomatozom stvorene su veće mase egzo skarnova na račun krečnjačkih partija paleogenog fliša i manji deo endo skarnova. Mineralni sastav skarnova je sledeći: kvanca, pirokseni, skapolit, volastonit, aktinolit i dr.

Stvaranje Fe-orudnjenja u Damjanu je u neposrednoj vezi sa obrazovanjem skarnova, oni predstavljaju različite faze jednog te istog procesa. Nakon završetka procesa skarnizacije, kasnije u hidrotermalnoj akciji vršeno je odlaganje rudnih parageneza. Vodeći rudni minerali su magnetit, hematit, spekulerit zatim slede magnetit, martit, muketovit, limonit, jakobsit pirit i dr.

Rudna tela su najčešće u obliku pseudoslojeva, sočiva, traka i leže konkordantno u odnosu na ostale članove paleogene flišne serije.

Na bazi genetskih, paragenetskih i dr. karakteristika Fe-ležišta Damjan pripada skarnovskom tipu ležišta.

## S U M M A R Y

The ore deposit Damjan takes the central parts of the ore region Damjan-Bučin, it is on the contact of the two large geotectonic units, the Vardar zone and the Serbian-Macedonian mass.

From a geologic point of view the Damjan deposit has a lot of characteristics. Its near vicinity is built of jurassic ultrabasites, paleogenic flysch sediments, tertiary volcanites and scarns. The most present lithological members are the flysch sediments which, on this part, are penetrated by andesite dykes, which caused the forming of scarns and later the forming of Fe-mineralization. Beside the lithological and the magmatic factors, the structural factor had also a large influence on the control of the mineralization. The fracture structures of the way NNW - SSE, as the neotectonic structures of the way E - W, served as inlet channels of the tertiary volcanites and postmagmatic ore solutions from which during the miocene came the Fe-mineralization in Damjan.

The mineralization is placed in the scarns which were formed on the contact of the tertiary andesites with the paleogenic flysch. With infiltration-diffusive metasomatism are formed larger mass of ergo-

scarns ( to the detrimen of the calcite parties of the paleogenic flysch) and smaller of endoscarns. The mineral structure of the scarns is: granates pyrocsenes (rhombic and monoclinical), scapolites, volastonite, actinolite etc.

The forming of the Fe-mineralization in Damjan is in direct connection with the scarns. They are different phases of one process. When the process of scarnization is finished, later on, in a hydrothermal action is performed the forming of the paragenesis. More important ore minerals are magnetite, specularite, hematite, and then come maghemite, mertite, muschketowite, limonite, pyrite etc. The mineralization is most oftenly showed in a compact ores, rarely in impregnations, and the ore bodies have shape of pseudo-layers, lens and lines, which lay concordantly towards the other lithological members.

The Fe-deposit Damjan belongs to the scarn type of deposits on the basis of the genetic-paragenetic characteristics.

#### L I T E R A T U R A

- Dolenc, M., 1959: Program investicione izgradnje rudnika magnetita Damjan-geološki deo, -Str.fond, Skopska železara - Skopje.
- Ivanov, T., Veličković, S. 1976: Geologija rudnog rejona Damjan-Bučim VIII jugoslovenski geološki kongres - Bled.
- Ivanov, T., 1982: Metalogenetska studija na rudniot reon Damjan-Bučim -Borov dol, -Str.fond, Geološki zavod - Skopje.
- Janković, S., Petković, M. 1974: Metalogenija i koncepcije geotektonskog razvoja Jugoslavije-Simpozijum metalogenija i koncepcije geotektonskog razvoja Jugoslavije - Beograd.
- Petković, M. 1966: Gemetski tipovi jugoslovenskih ležišta željeza-Referati VI-savetovanja geologa Jugoslavije, deo II - Ohrid.
- Serafimovski, T. 1982: Metalogenetske karakteristike Fe-ležišta Damjan Magistarski rad - Beograd.
- Zarić, P., 1977: Tipomorfne metalogenetske karakteristike magnetita Jugoslavije, - Doktorska disertacija - Beograd.
- Žarikov, V. A., 1968: Skarnovne mestorođenije. -u: Genezis endogenih rudnih mestorođenij, Nedra - Moskva.
- Šangireeva, R. D., 1975: Osobenosti magnetitov metasomatičkih rud železorusnih mestorođenij, -u: Metasomatizam i rudoobrazovanie Nedra - Moskva.