

SEDIMENTNE STIJENE SANSKOG
PALEOZOIKA U RUDNOJ OBLASTI LJUBIJE

S 10 tabla (2 u tekstu i 8 u prilogu)

Literatura o sanskom paleozoiku je obilna i s mnogo detaljnih radova, koji se bave proučavanjem geoloških, paleontoloških, mineraloških, i naročito rudno ležišnih pojava i problema.

Iscrpnije prikaze o geologiji sanskog paleozoika u užoj oblasti Ljubije (karta na tabli X), s osobitim osvrtom na rudne pojave, dali su F. K a t z e r (1910 i 1925) i L. N ö t h (1952). K a t z e r je u tom području utvrdio karbon i perm, analogan karbonu i permu jugoistočne Bosne, izgrađenim od glinenih škriljaca filitskog habitusa, pjeskovitih škriljaca, pješčenjaka, konglomerata i vapnenaca. L. N ö t h piše, da su u užoj okolini Ljubije paleozojski sedimenti izgrađeni od svijetlih, žućkastih ili crvenkastih kvarcnih pješčenjaka, razvijenih samo mjestimice, a pripadaju vjerojatno permu; od lokalno šarenih, pjeskovitih škriljaca s ostacima bilja, koji pripadaju mlađem gornjem karbonu; zatim glinenih škriljaca i finih pješčenjaka, u krovini sa sivim bituminoznim dolomitima, kao gornji karbon; pretežno pjeskovitih grupa s debelim slojevima krupnozrnastih pješčenjaka, koji nisu svagdje razvijeni, a pripadaju gornjem karbonu; fosilifernih glinovitih škriljaca i fino-zrnih pješčenjaka, koji se smjenjuju s ulošcima leća tamnih vapnenaca, koji odgovaraju različitim horizontima gornjeg karbona, i konačno tamnih glinovitih škriljaca, s tvrdim debelim slojevima konglomerata i pješčenjaka gornjeg karbona. Neobično je, napominje L. N ö t h, pojavljivanje albita u rudi na Kozinu, kao i mjestimice u pješčenjaku, koji neposredno graniči s rudnim tijelom. Genetski, problem albita još nije razjašnjen.

Sanski paleozoik u *rudnoj oblasti Ljubije* izgrađuje debela serija sedimentata s megaskopski zamjetljivim facijelnim promjenama. To su klastični silikatni sedimenti i kalcitske zoominerogene, dolomitske, sideritske i ankeritske stijene, zahvaćene s površinske strane dublje ili pliće, do pedološke dubine, trošenjem, uz razvitak niza hipergenih minerala, oksidata, hidrata i eflorescentnih minerala. Uz rudne parageneze željeznih minerala nalazi se mjestimično i žična svita oksidata, karbonata, sulfata, sulfida, vrlo rijetko i silikatnih minerala.

Paleozojski silikatni sedimenti se pojavljuju u više facijesa s obzirom na mineralni sastav, teksturu i strukturu. Tako kao glineni škriljac ili

argilošist, kvarcni pješčenjak i kvarcni feldspatski pješčenjak tipa sub-grauvake, kvarcni kalcitski sericitski pješčenjak, ortokvarcit kao gotovo čist mikrogranularni kvarc, kvarcni sideritski i ankeritski sericitski mikropješčenjak, vapnenac i vapneni dolomit, sideritski glineni škrljac ili argilošist, sideritski i ankeritski vapnenac i masivni siderit. Prate ih pored žičnih sulfida, karbonata, sulfata i oksidi željeza tzv. facijes »gossana«, koji su mjestimično i pretaloženi.

Prema teksturi i strukturi pelito-psamita i pojavama tzv. »Rippelmarka«, pored matriksa u kome se jasno vide tinjci, sericit, rjeđe i klorit, jasno kristaliziran kalcit i prividno izotropni dijelovi s »glinenim mineralom«, može se zaključiti na brže smjenjivanje vertikalnih facijesa, kao genetske osobine za oscilirajuće pliče i dublje bazene sedimentacije.

U rudnom području Ljubije nalazimo kao glavni i osnovni sediment sivkasto-crni škrljac s pješčenjakom i tamno-sivkast vapnenac. U oblasti hipergenih procesa odrazile su se sekundarne promjene i u mineralnom sastavu i teksturi ovih stijena, naročito pak u boji tamo, gdje su migrirale otopine s lakše migrativnim ionima Fe, Mg i Ca.

Promjena boje škrljaca i pješčenjaka i rekristalizacija karbonatskih stijena zamjetljiva je naročito u pojasu kontakta rudnih masa s poremećenim slojevima spomenutih stijena. Pelito-psamitska struktura škrljaca i pješčenjaka, mjestimično i tekstura, očuvane su relativno dobro, dok je dodirna površina karbonatskih stijena dobila s površinske strane bijelu pelitsku prevlaku od rekristaliziranog kalcita.

Na otvorenim etažama dnevnog otkopa *Brdo* nalazi se sivkastocrni škrljac iverastog loma, koji se cijepa u tanje i deblje pločice. Pod rudnim tijelom ima prevlaku od limonitske supstance, koja je ispunila i makro-pukotine škrljaca.

Pod mikroskopom zapažamo kvarc relativno čist, proziran, angularna oblika, često nazubljen i s valovitim potamnjenjem, promjer zrna je najviše 50 μ , zatim značajnije količine listićavog muskovita slabo lineiranog rasporeda, ali zamjetljivo planarno foliiranog (sl. 1). Uloženi su u vrlo gustu, gotovo izotropnu masu sa n oko 1,54, kao glavnim dijelom matriksa. Termoanalitička i rentgenoskopska istraživanja su pokazala, da je glavni dio matriksa od ilita. U gustoj masi ilita nalaze se igličasti i poput snopova okupljeni, pa koljenčasti sraslaci rutila, tipski za gline ne škrljce u zapadnoj Bosni i Hrvatskoj. Rijedak je kristalić cirkona s terminalnim plohama, zatim turmalin razlomljen i nazubljen duž baze. Siva i crna boja je od organske materije, a žućkasti kolorens od limonitske supstance.

Takav tipski glineni škrljac je mjestimično promijenjen u niz razno bojenih sivih, svjetlo-sivih, žutih, svjetlo-žutih i gotovo sivo-bijelih varijeteta sa glinenim mineralom visokog stepena disperziteta.

Uzorak žućkastog »glinovitog materijala« s rasjeda okomitog na Jazavački rasjed na drugoj etaži *Brda*, podvrgnut je rentgenoskopskoj, diferencijalno-termijskoj i termo-gravimetrijskoj analizi. Rezultati ukazuju na ilit s primjesom kvarca i getita. Krivulja termograma ima karakterističan oblik za ilit između 300–700° (tabla I).

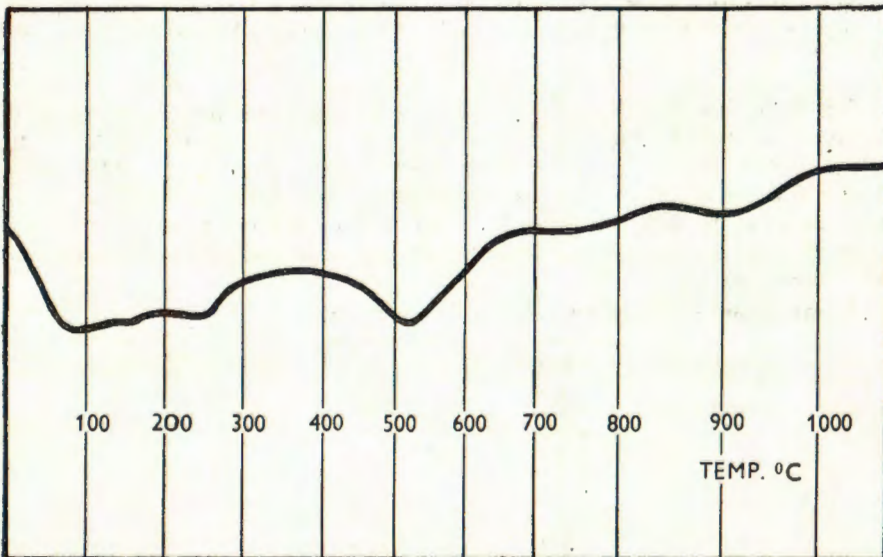
Intenziteti linija ilita i kvarca su podjednaki i minerali su okupljeni u manje i veće agregate te čine glavni dio matriksa. Prema tome stijena je pravi glineni škriljac.

Brdo

Tabla - Plate I.

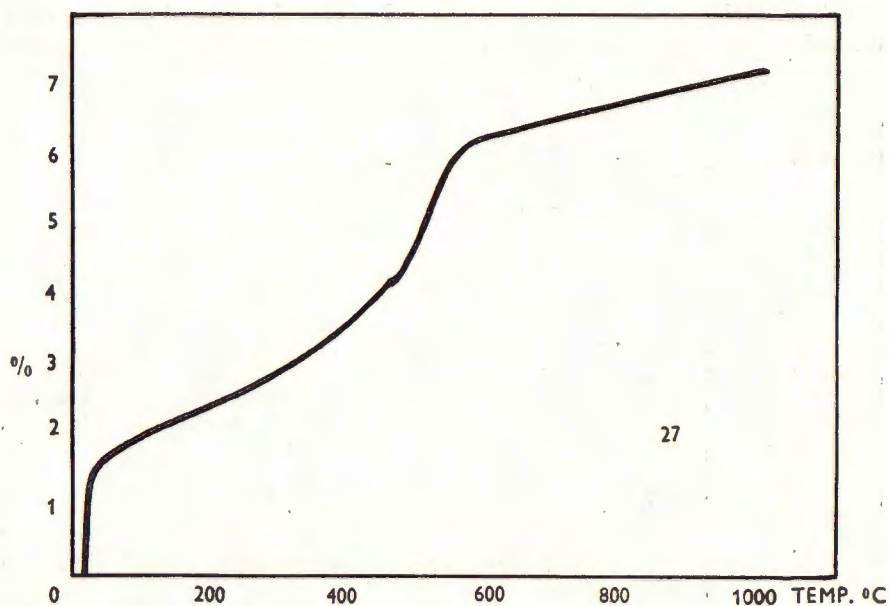
d (Å)	Intenzitet linija - Intensity	Mineral
4,45	srednji - medium	Illit - Illite
4,22	srednji - medium	Kvarc - Quartz
3,86	slab - weak	Muskovit - Muscovite
3,71	slab - weak	Muskovit - Muscovite
3,35	jak - strong	Kvarc (Illit 3,33) - Quartz (Illite 3,33)
3,20	vrlo slab - very weak	Illit, muskovit - Illite, Muscovite
2,99	slab - weak	Illit, muskovit - Illite, Muscovite
2,56	srednje jak - middle strong	Illit, muskovit - Illite, Muscovite
2,46	srednje jak - middle strong	Kvarc, ilit - Quartz, Illite
2,38	slab - weak	Illit - Illite
2,24	slab - weak	Illit - Illite
1,50	srednje jak - middle strong	Illit - Illite
1,38	slab - weak	Illit - Illite
1,37	srednji - medium	Kvarc - Quartz
1,29	slab difuzan - weak diffuse	Kvarc, ilit - Quartz, Illite
1,25	slab - weak	Kvarc, ilit - Quartz, Illite

(Cilindrična komora ϕ 90,2 mm. Zračenje Cu Ka. - Cylindrical comore ϕ 90,2 mm. Radiations Cu Ka.)



DTA: endoeffekat na 280° C (getit) i dvostruki efekat na 550° C-580° C, koji odgovara ilitu i kvarcu.

Differential thermal curve shows endo-effect on 280° C (Goethite) and a double effect on 550°-580° C (Illite and Quartz).



TGA: glavni gubitak se pojavljuje na 400°-550° C, što odgovara ilitu.

Thermobalance curve shows the main deficit on 400°-550° C (Illite).

Sve rentgenske analize, DTA i TG analize izvršene su u Institutu za kemiju silikata u Zagrebu. Radove su izveli C. Jelačić, ing. E. Tkalčec, M. Stanisavljević i dr. S. Ščavničar.

Na Brdu, na etaži Bosna, obraćena je pažnja fino lameliranom tamnosivom do plavkastom škrljcu s »anklavama« crne boje (sl. 2). Crni oštro oivičeni uklopak (»anklava«) je od tipičnog glinenog škrljca uložnog u gustu masu kvarca, tinjca, glinenog minerala i siderita u zrnastim agregatima i relativno dobro razvijenim oblicima romboedra veličine $10 \times 15 \mu$, te opakoga zrnastog željeznog hidroksida i crne organske supstance.

Kemijskom analizom smo dobili ove rezultate:

Si O ₂	44,60%
Ti O ₂	0,88
Al ₂ O ₃	15,42
Fe ₂ O ₃	3,75
Fe O	14,08
Mn O	1,07
Mg O	1,81
Ca O	0,47
Na ₂ O	1,07
K ₂ O	3,65
P ₂ O ₅	tr.
H ₂ O ^{+110°}	3,11
H ₂ O ^{-110°}	0,38
C O ₂	9,53

99,82%

Preračunavanjem na normativni mineralni sastav, uzevši kao komponente pored standardnih minerala, sericit ($6\text{SiO}_2 \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{K}_2\text{O} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), magnezijски i željezni klorit ($5\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} + 5\text{FeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), zatim $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ i diaspor, dobili smo:

kvarc	22,50%
rutil	0,88
albit	8,91
sericit	31,08
klorit-magnezijski	4,50
klorit-željezni	0,66
siderit	22,39
rodohrozit	1,73
kalцит	0,80
limonit	4,51
diaspor	0,90
vlaga	0,38

99,24%

Na osnovi ovih podataka karbonati čine približno 25% ovoga sideritiziranog glinenog škriljca.

Sideritizirani glineni škriljac predstavlja značajan facijelan član u seriji paleozojskih sedimenata, u kome je siderit singenetski mineral. To upućuje na dalja genetska istraživanja i u užem i širem području paleozoika okoline Ljubije.

Pored glinenih škriljaca srećemo u ovoj paleozojskoj seriji i pješčenjake razne veličine zrna, boje i prostornog rasporeda. U zasjecima svih etaža dnevnog otkopa Brda nalazimo mikroznaste i makroznaste kvarcne pješčenjake, koji pojavom feldspata prelaze u grauvakne tipove, a pojavom karbonatskih minerala u kvarcne karbonatske pješčenjake. Pojavljuje se i gotovo čist kvarcit, tip ortokvarcita, pored subgrauvaka.

Na svježoj površini sivkastog pješčenjaka sa druge etaže Brda vide se listići muskovita jednosmjerno orjentirani, ali bez izrazite folijacije. Pod mikroskopom se ističu angularna zrna kvarca i agregirana zrna kvarcita te mnogo crnog opakog minerala (željeznog hidroksida). Matriksa ima gotovo više od polovine mase (sl. 3).

Ovaj sivkasti pješčenjak je podvrgnut kemijskoj analizi, koja je dala ove rezultate:

Si O_2	68,64%	Ca O	3,39
Ti O_2	0,87	Na_2O	1,76
Al_2O_3	12,39	K_2O	1,68
Fe_2O_3	0,52	P_2O_5	tr.
Fe O	2,58	$\text{H}_2\text{O}^{+110^\circ}$	1,51
Mn O	0,06	$\text{H}_2\text{O}^{-110^\circ}$	0,28
Mg O	1,79	C O_2	4,47

100,44%

Preračunavanjem normativnog sastava uzevši kao i u ranijem primjeru pored standardnih minerala sericit, klorit, diaspor i željezni oksid, dobili smo:

kvarc	50,40%	magnezit	0,25
rutil	0,88	kalcit	6,10
albit	14,67	hematit	0,48
sericit	14,14	diaspor	3,99
klorit-magnezijski	4,50	vлага	0,28
siderit	4,29		
			99,98%

Karbonati čine preko 10,5%. Modalni feldspat je predstavljen odlomcima polisintetskih sraslaca vrlo uskih lamela, a čini oko 15% mineralnog sastava stijene.

Na osnovi detritarnog matriksa sastavljenog od kvarca, muskovita, klorita, bez kemijskog cementa, osim autigenog kalcita, zatim odlomaka kvarca, starijih sedimentita tipa kvarcita i kvarcnih pješčenjaka i konačno kiselog plagioklasa u matriksu, možemo ovu stijenu nazvati subgrauvaknim pješčenjakom. Relativna svježina mineralnih sastojaka i strukturni oblici ove subgrauvake ukazuju na brzu sedimentaciju i smjnjivanje interkalacijom u pelitne facijese glinenog škrljca.

Na Brdu u seriji pješčenjaka nalazimo deblji proslojak smeđasto-sive boje, u kome megaskopski zapažamo kalotine kalcita do 1 mm u promjeru i smeđastu masu oštra opipa. Pod mikroskopom se vidi da je stijena pravi pješčenjak sastavljen od angularnog kvarca, grafitnog škrljca, mikropješčenjaka, kalcitskog sericitskog kvarcnog škrljca, glinenog škrljca, sa mnogo pseudomorfnog željeznog hidroksida po piritu, rjeđe kojeg odlomka svježeg plagioklasa i mjestimično krupno iskristaliziranog kalcita. Matkris je kalcitsko-sericitski, koga ima više od 50%. To je vapneni sericitski kvarcni pješčenjak subgrauvaknog tipa.

Pješčenjaci, pod ovim općim imenom, su negdje slabije, negdje jače, obogaćeni željeznim hidroksidom, sadržavajući i siderit u šupljinama i pukotinama kao i glineni škrljci u koje su uloženi.

Pored škrljaca i pješčenjaka nalazimo u građi ovih rudonosnih terena i crne, sive i tamnosive vapnence. Ima masivnih i pločastih varijeteta, a s obzirom na postanak i strukturu pelitskih minerogenih, mikrobrečastih zoogenih i makrobrečastih minerogenih varijeteta. Na prelazu u seriju škrljaca vapnenci su milonitizirani, pri čemu je došlo do međusobnog uklapanja, mjestimice i kemijskog potiskivanja škrljca po rekristalizovanom kalcitu. Šupljine su ispunjene starijim ankeritom i mladim kalcitom tako, da vijenac ankerita u šupljini obuhvata mladi kalcit (sl. 4).

Sa vapnencima se pojavljuju dolomitični vapnenci i dolomiti s karakterističnim strukturnim odlikama i oštrouganim poligonalnim odlomcima. Zatim u značajnoj mjeri siderit i ankerit, koji se razlikuju mjestimično i po produktima trošenja i veličini zrna.

Vapnenci *Redka* i *Bregova* sadržavaju mnoštvo dobro očuvanih fosila, pa siderita i ankerita, koje je zahvatila slabija ili jača oksidacija. Oksidacija je napredovala duž pukotina kalavosti ankerita, koje su ispunjene željeznim hidroksidom. Tamnije partije su organska bitumi-

nozna supstanca, koja se izdvojila pri dijagenezi vapnenca. Ankeritski vapnenci nose žice i spletove žica limonita. Proces oksidacije ankerita je znatno napredovao ne samo duž pukotina savršene kalavosti nego i po konhoidalnim i subkonhoidalnim površinama lomljenja, koje su posljedica tektonskih poremećaja ovih stijena. Žice mlađeg kalcita sijeku ankeritizirani vapnenac, a također i žice i spletove žilica željeznog hidroksida (sl. 5).

Istovrsne stijene kao u užem području dnevnog otkopa Ljubije nalazimo i u jugozapadnom pravcu, gdje je otvoren dnevni otkop *Nova Litica, Trešnjica i Donja Nova Litica*.

Glineni škrljci čine i ovdje glavnu petrografsku građu. Sadržavaju na mnogo mjesta proslojke kvarcnog pješčenjaka, zatim sivi vapnenac i siderit. Glineni škrljac ima izraženu šistoznu teksturu i pelitsku neorientiranu strukturu, gdje glinena komponenta i aglomerati kvarca sa sericitom tvore matriks među rjeđim zrnima kvarca i nepravilnim listićima muskovita.

U glinenom škrljcu ima sivih proslojaka i leća sa šistoznom teksturom, čiji je materijal podvrgnut rentgenografskoj, diferencijalno-termijskoj i termo-gravimetrijskoj analizi (tabla II).

Rezultati tih analiza pokazuju, da je ilit glavni mineral, pored kvarca, muskovita i feldspata u sivim proslojcima u glinenom škrljcu.

Nova Litica

Tabla - Plate II.

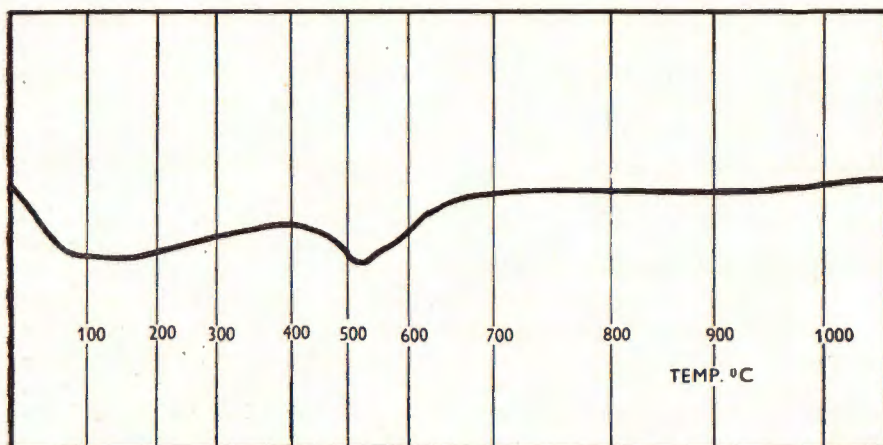
d (Å)	Intenzitet linija - Intensity	Mineral
5,00	slab - weak	Muskovit, ilit - Muscovite, Illite
4,47	srednji - medium	Muskovit ilit (4,46) - Muscovite, Illite (4,46)
4,29	srednje jak - middle strong	Kvarc, ilit - Quartz, Illite
4,15	slab - weak	Feldspati - Feldspars
3,49	slab - weak	Muskovit - Muscovite
3,35	jak - strong	Kvarc - Quartz
2,57	srednji - medium	Ilit, muskovit - Illite, Muscovite
2,46	srednji - medium	Kvarc, ilit - Quartz, Illite
2,30	srednji - medium	Kvarc - Quartz
2,23	srednji - medium	Ilit (2,24), kvarc (2,22) - Illite, Quartz
2,14	srednji - medium	Ilit (2,12) - Illite
1,82	srednji - medium	Kvarc - Quartz
1,67	srednji - medium	Kvarc, ilit - Quartz, Illite
1,55	srednji - medium	Kvarc - Quartz
1,51	srednji difuzan - medium diffuse	Ilit - Illite
1,37	jak - strong	Kvarc, ilit - Quartz, Illite
1,26	srednji - medium	Kvarc - Quartz
1,24	slab - weak	Ilit - Illite

Linije feldspata su vrlo različite i javljaju se u područjima:

4,09 - 4,20 Å
3,81 - 3,94
3,73 - 3,77
3,01 - 2,97
2,61 - 2,67
2,40 - 2,41

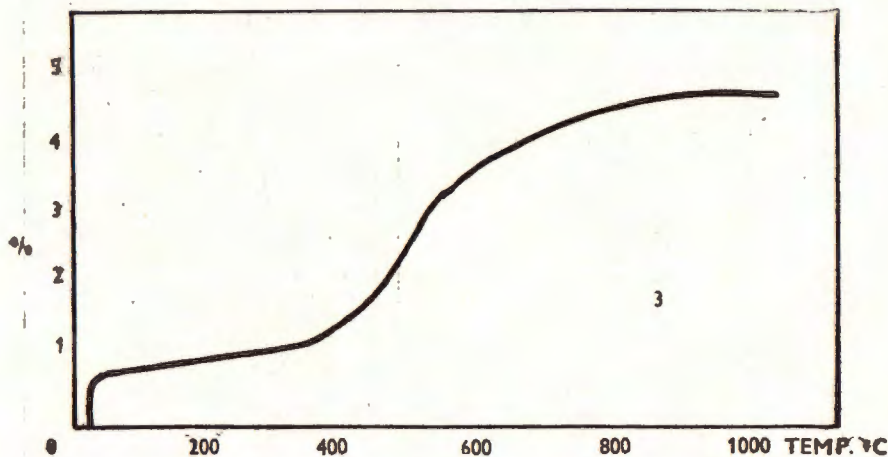
Intensities of Feldspars are very different, and appear in the ranges:

(Cilindrična komora ϕ 90,2 mm. Zračenje Cu K α . -
Cylindrical comore ϕ 90,2 mm. Radiations Cu K α .)



DTA: pokazuje dvostruki endoeffekat na oko 550° C, koji potvrđuje prisustvo illita i kvarca.

Differential thermal curve shows a double effect on about 550° C (Illite and Quartz).



TGA: glavni gubitak težine na 400°-550° C, koji odgovara illitu.

Thermobalance curve shows the main deficit on 400°-550° C (Illite).

Pješčenaci su predstavljeni svjetlijim sivo-žutim i svedim varijetom, s limonitskim matriksom u sitnozrnastim odlikama (sl. 6), i ilitom i sericitom, kao matriksom u krupnije zrnastim odlikama. U matriksu je mikrodetritaran dio od odlomaka glinenog škrljca i kalcita dijagenog postanka.

Ovdje srećemo i masivan siderit sive boje, sa mnogo žica mlađeg siderita svijetlo sive boje. Duž pukotina kalavosti je hipergeno izmjenjen, oksidiran. Pored mlađeg siderita ima i sulfidnih minerala, pirita i galenita.

Na Trešnjici i Donjoj Novoj Litici su istovrsne stijene kao na Novoj Litici, s razlikom, da ovdje ima više vapnenca, i da su škriljci dublje zahvaćeni hipergenim promjenama.

Baščine, Jakarina kosa i Jerkovača obuhvataju teren između Nove Litice i glavnog puta iz Ljubije na jug. Ovdje je serija paleozoika dobro razudena, sa duboko zasječnim i otvorenim profilima.

Na Baščinama smjenjuju se relativno naglo facijesi glinenog škriljca i kvarcnog vapnenca i dolomita, i slabije ili jače oksidiranih ankeritiziranih vapnenaca.

Jakarina kosa se nastavlja na Baščine, u čijem produženju prema jugozapadu nalazimo u glinenim škriljcima krupnozrnasti facijes kvarcnog pješčenjaka sa matriksom od željeznog hidroksida, sericita i vrlo malo kalcita (sl. 7). Dosta otporni prema egzogenim silama ističu se ovi pješčenjaci svojim oblicima, poput dolomita, sa obadvije strane glavnog puta iz Ljubije.

Jerkovača obuhvata prostrano slivno područje u jugoistočnom pravcu od Baščina i izgrađena je uglavnom od karbonatskih stijena i nešto silikatnih pelito-psamita. Među izbušenim materijalima iz raznih dubina srećemo ankeritiziran vapnenac-dolomitski vapnenac (?) sa karakterističnom poligonalnom strukturom i od mjesta do mjesta mnogo željeznog hidroksida (sl. 8). Ankeritiziran i dolomitičan vapnenac pokazuje jake kataklastične pojave, odnosno mikrobrečaste strukture.

Južnije odavle u području *Kozina* i *Bjeljevca* motrimo seriju glinenih škriljaca i kvarc-subgrauvaknih pješčenjaka s ulošcima jako fosilonošnog vapnenca sive boje. Glineni škriljac ima izrazito tabličast habit, homogenu pelitsku i mikrolistićavu teksturu te tabličasto-iverast lom.

Pod mikroskopom zapaža se jednoličan raspored angularnog kvarca, listićava muskovita, glinenog minerala i klorita u nakupinama veličine 5–15 μ , zrnca ankerita, s eksponentom loma oko 1,68, izrazito većim od muskovita pored kojeg se nalazi (za razliku od siderita, koji ima indeks loma do 1,85); i manje ili veće nakupine organske (ugljevite) supstance. Struktura je tipska pelitska.

Uzorak ove stijene podvrgnut je kemijskoj analizi, koja je dala slijedeće rezultate:

Si O ₂	51,04%	Ca O	0,88
Ti O ₂	0,87	Na ₂ O	1,55
Al ₂ O ₃	25,45	K ₂ O	5,39
Fe ₂ O ₃	0,74	P ₂ O ₅	tr.
Fe O	5,10	H ₂ O ^{+110°}	3,51
Mn O	0,71	H ₂ O ^{-110°}	0,58
Mg O	2,76	C O ₂	1,52
			100,10%

Preračunavanje normativnog sastava kao i u prva dva primjeca dalo je, zbog upoređivanja s ranijim rezultatima, ove podatke:

kvarc	16,64%
rutil	0,88
albit	13,10
sericit	45,43
klorit-magnezijski	7,00
klorit-željezni	7,92
siderit	0,93
rodohrozit	1,15
kalcit	1,60
hematit	0,64
diaspor	3,24
vlaga	0,58

99,11%

Sericit čini blizu polovinu od cjelokupne mase ovoga glinenog škriljca, što se vidi i iz većeg postotka kalijskog oksida.

Pri preračunavanju normativnog sastava kemijskih analiza nismo uzeli ilit kao normativni glineni mineral iz slijedećeg razloga: U literaturi o ilitu kemizam se kod pojedinih autora vrlo razlikuje. Tako po *Kerru* (1959, pag. 413) ilit (hidromuskovit) ima kemizam $KAl_2(OH)_2 [AlSi_3(O, OH)_{10}]$, a po *Betehtinu* (1956, pag. 452) skoro analogan $K_{<1}Al_2 [(Si, Al)_4 O_{10}] [OH]_2 \cdot nH_2O$. Po *P. Ramdohru* (1954, pag. 609) kemizam je slijedeći $K_2 (Al_2, Fe^{III}, Mg_5) [(Si_{4.7} Al_7) O_{10}]$ s hidroksidnim skupinama i vodom. *Grim* (1953, pag. 36) daje kemizam $(OH)_4 K_7 (Si_{8.7} \cdot Al_7) (Al_4, Fe_4, Mg_4, Mg_6) O_{20}$, a *Ch. M. Warshaw* (1960, pag. 304) $[K_{0.5-0.7} (H_3O)_{0-0.3}]_{0.5-1.0} [Al_{2.0-1.7} Mg_{0-0.3}]_{2.0} [Si_{3.0-3.3} Al_{0.4-0.7}]_{4.0} O_{10} (OH)_2$. Iz kemijskih analiza ilita koje daje *Grim* (1953, pag. 372), *U. G. Whitehouse* i drugi (1960, Tabla II) vidljivo je, da iliti u svom sastavu osim elemenata navedenih u kemizmu mogu sadržavati i željezo. Zbog toga ilit ne možemo uzeti kao normativni mineral, nego je predstavljen dijelom sericitom, a dijelom feromagnezijskim mineralom kloritom. Radi toga se modalni sastav analiziranih sedimentnih stijena razlikuje od normativnog po tome, što ima ilita, izraženog normativnim sericitom i kloritom. Takvim preračunavanjem smo se najviše približili stvarnom sastavu, za koji ipak ne možemo dati međusobni odnos ilita, sericita i klorita, koji su utvrđeni bilo optičkim ili rentgenoskopskim, diferencijalno-termijskim i termogravimetrijskim metodama.

Kao ulošci u glinenim škriljcima Kozina i Bjeljevca nalaze se kvarcni subgrauvakni pješčenjaci razne veličine zrna i nepravilnog prostornog rasporeda. Sastavljeni su od angularnog kvarca, odlomaka polisintetskih plagioklasa, odlomaka jedne stijene s vrlo škriljavom teksturom i mnogo sericita u matriksu, zatim biotita s izrazitim pleohroizmom (uporedo dužini listića smeđasto-žut, a okomito blijeđe žut), klorita i feldspata s

pojkillitskim kvarcom. Ima uklopaka škrljaste stijene sa pseudomorfozama željeznog hidroksida po piritu u kvadratičnim prerezima (sl. 9). Ovi pješčenjaci sadržavaju znatnije količine željeznog hidroksida u rupturnim zonama, gdje se oko većih agregata nalazi vijenac klorita, mjestimice slično pseudomorfozama po magnetitu (sl. 10).

Genetski značajnom smatramo ovdje pojavu kiselog plagioklasa u ankeritskom-sideritskom-vapnencu Kozina. To su sraslaci po albitskom zakonu, sa više lamela, negdje sa dvije dobro očuvane lamele (podesne za optička mjerenja), negdje slabije ili jače korodirane, potiskivane karbonatima do zrna posve nepravilnog oblika. Za mjerenje je bilo malo individua, koji su relativno dobro očuvani, sa slabim deformacijama optičke indikatriše, i dovoljno veliki (veličine $1 \times 0,2$ mm), da smo mjerenja na teodolitnom stoliću mogli sigurno provesti. Mjerenjem prema sraslačkom šavu, pukotinama kalavosti i sraslačkoj usi dobili smo albit sa 2% an i $2 V_x = 95^\circ$. Feldspat je niskotemperaturski albit (sl. 11).

Postanak albita u ankeritu, odnosno njegovo porijeklo, nije još sada moguće jednoznačno riješiti. Albit je mehanički na rubovima lomljen, ali kao da je i korodiran, potiskivan ankeritom. Može se pretpostaviti, da je i alogen u ankeritu, poput odlomaka kvarca, sericitsko-muskovitskog i glinovitog matriksa, koji su sačuvani i uklopljeni u ankeritu, ukazujući na istovremeno taloženje sa kristalizacijom ankerita. Da bi pak i albit kristalizirao kao autigen, sinhrono s ankeritom, ostaje pretpostavka. Sa novim materijalima bit će istraživanja nastavljena u tome pravcu.

Južno od Kozina i Bjeljevca nastavljaju se u područje *Gradine* paleozojski sedimenti po habitu jednaki ranije proučenim stijenama. Glineni škrljci su glavni član serije, a pješčenjaci i vapnenci kao proslojci i pokrivači (kape) sa površinske strane, negdje manjeg a negdje većeg prostranstva. Mjestimično su rudarskim radovima na otvorenim galerijama, ankeritizirani vapnenci i sideriti sa limonitom prosječenjeni do njihove podine, koja je od škrljaca ili pješčenjaka. Vapnenci pak tamo, gdje se nalaze u podini limonita, imaju zakaršćenu površinu, koja je po obliku prava fizionomija paleoreljefa.

Dok su glineni škrljci kao na Kozinu i Bjeljevcu, dotle su pješčenjaci sa više dijagenog kalcita, i to u matriksu, u kome pored glinenog minerala-ilita motrimo znatnije količine sericita i listićava muskovita. U pješčenjacima krupnijeg zrna je matriks detritaran, sa cijelim fragmentima glinenog škrljca zajedno sa silt-pelitskim detritusom u samom matriksu (sl. 12).

Među kvarcnim i vapnenim pješčenjacima ovoga područja nalazimo i subgrauvakni pješčenjak, s odlomcima kiselog plagioklasa i željeznim hidroksidom u međuprostorima odlomaka minerala i stijena. Limonit je najmlađi član parageneze, jer obuhvata sve fragmente subgrauvake.

Rudarskim radovima na Gradini neposredno ispod limonita zasječen je pojas promijenjenog glinenog škrljca (>maceriziranog škrljca<), koji lateralno prelazi u konglomerat, ukazujući na taloženje u obalnom području. Glinoviti materijali ispod željeznog hidroksida imaju tek-

sturu primarne matične stijene, glinenog škrljca, samo su gotovo bijeli, sa svijetlo-žučkastim tonom boje. Glinoviti materijal je kompaktniji od limonita, koji također ima habitus sedimentita. Ovaj glinoviti materijal je izgrađen od ilita i getita.

Jugozapadno i južno od Gradine nastavlja se područje *Paljevina* i *Ukulje-Drenovca*.

U području *Paljevina* izvršena su dublja bušenja na više mjesta, sa sačuvanim jezgrama, između kojih smo proučili jezgre nekih bušotina, gdje su glineni škrljci habitom i sastavom istovjetni sa ranije proučenim istovrsnim stijenama užeg i šireg područja Ljubije.

Ovdje smo obratili pažnju prvenstveno ankeritima, specijalno ankeritu iz bušotine B-128 sa 46 m, s tipično razvijenim romboedarskim oblicima u ankeritskom detritusu. Ankerit je sivkaste boje, krupnije iskristaliziran, prilično homogen i gust. U mikroskopskom preparatu zapažamo tipične oblike romboedra sa neprozirnim srednjim dijelom, jezgrom punom finog praha (?) i čišćim rubom (borduram). Indeks loma $\omega =$ cca 1,72. U pukotinama kalavosti ima malo kalcita.

U istoj bušotini na dubini cca 61,5 m nalazi se ankerit sivkaste boje, vrlo gust, mjestimično raspucan, sa željeznim hidroksidom u pukotinama. Ovaj uzorak podvrgnut je kvantitativnoj kemijskoj analizi, koja je dala slijedeće rezultate:

Si O ₂	4,58%
Al ₂ O ₃	1,39
Fe ₂ O ₃	0,98
Fe O	19,57
Mn O	1,97
Mg O	6,19
Ca O	25,69
C O ₂	39,46
vлага	0,27

100,10%

Preračunavanjem na ankerit tipa tzv. »Ferroan dolomite« dobili smo: Ca (Fe_{0,59} Mn_{0,06} Mg_{0,35}) (CO₃)₂. Budući da je Fe > Mg, predstavlja species ankerit, ulazeći u trokutu Ca Fe (CO₃)₂ — Ca Mg (CO₃)₂ — Ca Mn (CO₃)₂ u polje tipskih ankerita (D a n a, 1951, pag. 208).

U bušotini B-135 sa 46–60 m naišlo se na siv, gust, sitnozrnast ankerit, koji nosi od mjesta do mjesta albiske sraslace, gotovo uvijek korodirane. Kao i na Kozinu, i ovdje su sraslaci bili pogodni za mjerenja. Prema sraslačkom šavu i sraslačkoj osi to su albiti sa 1% an, 2 V_x = 92,5 do 93,5°. Srasli su po karlovarskom zakonu. Pripadaju niskotemperaturnom albitu.

Ankerit graniči vrlo nepravilno prema glinenom škrljcu, u kome je prstoliko uklapan (sl. 13).

Vrlo gust, siv i homogen ankerit iz ove bušotine podvrgnut je kvantitativnoj kemijskoj analizi, koja je dala slijedeće podatke:

Si O ₂	2,09%
Al ₂ O ₃	0,12
Fe ₂ O ₃	0,26
Fe O	19,09
Mn O	1,43
Mg O	8,66
Ca O	26,46
C O ₂	41,34
vlaga	0,29
	99,74%

Preračunavanjem ankerita dobili smo: Ca (Fe_{0.53}, Mn_{0.64}, Mg_{0.43}) (CO₃)₂ dakle ankerit, bliz ranije istraženom ankeritu.

Pošto ankeriti sanskog paleozoika predstavljaju vrlo interesantan problem, bit će posebno proučavani i objavljeni u posebnoj studiji.

U području Vukulje i Drenovca nalazimo tipske glinene škriljce u osnovi sedimentne serije, na koje slijede finožrni kvarcni i vapneni pješčenjaci, koji navise prelaze u jako fosilonosni facijes vapnenaca.

Veliko područje *Tomašica-Točak i Uelika Gradina*. u sklopu sanskog paleozoika, iako sa glavnim morfološkim i fiziografskim osobinama stijena jednakim kao u užem i širem području rudnog bazena Ljubije, ima i svoje facijelne i mineraloško-petrografske karakteristike, zbog kojih će biti potrebno i proširiti i produbiti mineraloško-petrografska ispitivanja ovih terena.

Do sada je utvrđeno, da glavnu petrografsku građu predstavljaju glineni škriljci i kvarcni pješčenjaci subgrauvahnog tipa i crni vapnenci. Pokriveni su dijelom glinovitim i pjeskovitim talozima mladeg tercijara ili kvartara (?).

Značajno je na Točku pojavljivanje ankerita, koji habitom i veličinom zrna nalikuje ankeritu Paljevina. Ankerit je sitnozrnast, ujednačene veličine zrna, sa pojavama kataklaze i crnog opakog minerala u romboedrijskim konturama (sl. 14). Sadrži resorbovanih relikata, koji potsjećanju konturama na raniji feldspat. Pored toga ima u ankeritu i sericitiziranih dijelova, koji liče na ostatke paleozojskog škriljca, odnosno pješčenjaka.

ZAKLJUČAK

Petrografska i petrogenetska istraživanja stijena sanskog paleozoika, sa pojavama željeznih minerala u užem i širem području rudnika Ljubije, daju sa mineraloško-petrografskog stanovništva sliku mineralno i facijelno jedinstvene i kontinuirane serije paleozojskih sedimenata.

Pelito-psamiti škriljavog i pješčenjačkog facijesa te vapnenci i dolo-miti, predstavljaju petrološki sedimente plićeg, mjestimice i obalnog facijesa (konglomerati!), koji se smjenjuju u dosta nepravilnom ritmu po

veličini zrna, pri čem mineralni sastav ukazuje uvijek na isti primarni i izvorni mineraloško-petrografski karakter iskonske okoline oko područja sedimentacije.

Kvarc, muskovit, reliktni kiseli plagioklasi i pretežno ilit-glinena komponenta, kao i njihovi agregati, ostaju i vertikalno i lateralno glavni petrogeni sastojci ove debele serije paleozojskih sedimenata. Prate ih akcesorni »grafitoidni«, bituminozni sastojci, rjeđi minerali kao turmalin, rutil, cirkon, sfen, kloriti, i naročito istaknuta parageneza minerala željeza, izvanredno značajna u cjelokupnom ciklusu sedimenata ovoga dijela terena.

Vapnenci i dolomiti, kao prosljoci, zauzimaju značajno mjesto u lateralnom i vertikalnom rasporedu i raširenju ovoga cijelog paketa sedimenata. Stratigrafski značaj vapnenaca s obzirom na dobro očuvanu fosilnu faunu u njima je neocjenjivo važan. Međutim pojava dolomita i ankerita genetski, vertikalno i lateralno, zajedno sa sideritom, predstavlja krupan problem, čijem se rješavanju pristupa kao najvažnijem zadatku petro-i minerogeneze ovoga područja.

Prema analitičko-kemijskim podacima, za sada još vrlo skromnim, može se zaključiti, da je ankerit tipa željeznog dolomita, sa ne velikim oscilacijama glavnih komponenata Fe^{II} , Mn^{II} , Mg i Ca .

Prateći ankerit u ispitivanom području čini se, da predstavlja određeni strat u cjelokupnoj seriji sedimenata, s lateralnim isklinjavanjem. Postanak ankerita nije međutim još jasan i jednoznačno riješen, upravo tako kao i odlomke kvarca, sericit-muskovit i glinoviti mineral – ilit u obliku agregata, analogno kvarcnim pješčenjacima ovoga područja, koji su se razvili kao subgrauvake, također sa kiselim plagioklasima, kvarcom, sericit-muskovitom i ilitom. Kako se razabire, mineralne parageneze se gotovo ne razlikuju.

Pored toga smatramo vrlo značajnim u ovim ankeritima i pojavu feldspata, kao većih individua, bez velikih deformacija optičke indikatriše, niskotemperaturnih albita. Nalazimo ih rijetko u ankeritu, upravo tako kao i odlomke kvarca, sericit-muskovit i glinoviti mineral – ilit u obliku agregata, analogno kvarcnim pješčenjacima ovoga područja, koji su se razvili kao subgrauvake, također sa kiselim plagioklasima, kvarcom, sericit-muskovitom i ilitom. Kako se razabire, mineralne parageneze se gotovo ne razlikuju.

Kako su feldspati pješčenjaka subgrauvacknog tipa alogeni sastojci, relikti starih faza, koji su kao takvi dijelom zadržani u njima, tako bi i albit, koji je u novim uslovima ravnoteže kemijski i korodiran, dok je za vrijeme predepozitacije mehanički lomljen, mogao biti također alogen sastojak u ankeritu. Pitanje porijekla, odnosno postanka albita ostaje otvoreno, kao dio budućih sistematskih istraživanja i proučavanja geneze ankerita ovoga cijelog rudnog područja.

Primljeno 24. 06. 1960.

*Zavod za mineralogiju, petrologiju i rudišta,
Tehnološki fakultet, Zagreb, Kačićeva ul. 26.*

LITERATURA

- Betehtin, A. G.: Kurs mineralogii. Izdanije vtoroje. Moskva 1956.
- Dana, J. D. and E. S.: The system of mineralogy, Vol. II., seventh edition. New York 1951.
- Grim, R. E.: Clay mineralogy. New York 1953.
- Katzer, F.: Die Eisenerzlagerstätten Bosniens und der Herzegowina. Wien 1910.
- Katzer, F.: Geologie Bosniens und der Herzegowina. Erster Band. Sarajevo 1925.
- Kerr, P. F.: Optical mineralogy. Third edition. New York 1959.
- Nöth, L.: Die Eisenerzlagerstätten Jugoslawiens. Symposium sur les gisement de fer du monde. Tome II, pag. 529-564. XIXe Congrès géologique international. Alger 1954.
- Ramdohr, P.: Klockmann's Lehrbuch der Mineralogie. Vierzehnte umgearbeitete Auflage. Stuttgart 1954.
- Spravočnoje rukovdstvo po petrografii osadočnih parod. Tom pervij, glava X. Minerali osadočnih parod, pod obščeje redakcijej V. B. Tamarskova. Leningrad 1958.
- Warshaw, Ch. M.: Experimental studies of illite, Clays and clay minerals. Monograph No. 5. Earth science series, pag. 303-316. London 1960.
- Whitehouse, U. G., Jeffrey, L. M. and Debbrecht, J. D.: Differential settling tendencies of clay minerals in saline waters. Clays and clay minerals. Monograph No. 5. Earth science series, pag. 1-79. London 1960.

L. MARIĆ and B. CRNKOVIĆ

THE SEDIMENTARY ROCKS OF THE SANA PALAEOZOIC IN THE ORE REGION OF LJUBIJA

The Sana Palaeozoic in the ore region of Ljubija is made up of a thick series of sediments with megascopically perceptible facial changes. The sediments occur in several facies in due of the texture, mineral composition and structure. They are clayey schists or argyloschists, with quartz sandstones and quartz feldspatic sandstones of the subgraywackian type, quartz calcite-sericite sandstones, orthoquartzite as an almost pure microgranular quartz, quartz-siderite and ankerite clayey schists, siderite and ankerite limestones and limestone-dolomite. They are accompanied besides hypogene veinous sulphides, carbonates and hypergene sulphates also by iron oxides, which are in places re-deposited.

The clayey schists are greyish-black in colour, of chiplike fracture and split into thinner or thicker lamellae. Under the microscope it is possible to observe an angular, frequently indented quartz, as well as a lamellar muscovite, which is perceptibly planarily foliated. The main part of the matrix is made up of illite. In the matrix it is possible to find rutile, rarely zircon, tourmaline, furthermore organic matter, which gives a dark colour, as well as limonite. Such a typical schist has in places - most particularly in the belt of contact with the ore masses as well as fault zones - been changed into a series of variously coloured varieties, with a high dispersed clayey mineral. A specimen of yellowish »clayey material« from the fault zone at Brdo was submitted to X-ray, Differential thermal and Thermobalance analyses. The results point to illite with an admixture of quartz and goetite (Table I.). The clayey schist from Nova Litica was likewise submitted to X-ray, Differential thermal and Thermobalance analyses, which showed that besides quartz, muscovite and feldspars, illite is the main mineral in the matrix (Table II.).

A conspicuous facial member is represented by the sideritized clayey schist, which contains approximately 25% carbonate, of which 22% siderite (see analysis on p. 146 and 147). Siderite is here a syngenetic mineral.

In addition to clayey schists we encounter sandstones of various grain sizes, colours and spatial distribution, which are inbedded into the clayey schists. They are

more or less rich in iron hydroxide, while in the cavities and fissures they contain siderite, while some of them contain larger quantities of iron hydroxide in the zones of rupture. These rocks are represented by quartz sandstones, which with the occurrence of feldspars go over into graywackian types, and with the occurrence of carbonate minerals go over into quartz-carbonate sandstones.

The subgraywackian sandstones are made up of detrital particles of older sediments of the types of quartzite and quartz sandstones, quartz and acid plagioclase. The detrital matrix is composed of quartz, muscovite, chlorite and autigenic calcite without chemical cement. According to the chemical analysis (see on p. 147 and 148) they contain about 10% carbonates and about 15% normative plagioclase.

The calcareous sericite-quartz sandstone of the subgraywackian type is to be found in the series of sandstones as a thicker intercalation brown-grey in colour. It is composed of detrital particles of angular quartz, graphitic schist, microsandstones, clayey schist, rarely of some fresh plagioclase, with large quantities of iron hydroxide originating of the pyrite, and in places coarsely-crystallized calcite. The matrix is calcite-sericitic with upwards of 50%.

In the material of this region we can find massive or plate thin bedded black, dark grey or grey limestones, dolomite-limestones and dolomites with characteristic structural properties. In places the limestones contain quantities of well-preserved fossils. In the belt of contact with the ore masses it is possible to perceive a re-crystallization of the carbonate rocks, so that the contact surface of the carbonate rocks has acquired on the surface side a white pelitic coating of re-crystallized calcite. At the transition into clayey schists the limestones are milonitized, whereby there was produced a finger-like mutual alternation, in places also a chemical replacement of the schists by the re-crystallized calcite. On some sites (Gradina), where they are to be found in the deposits of limonite, the limestones possess a karstified surface, which, by its form, is a true physiognomy of the palaeorelief.

The observed members of this series are sideritic and ankeritic limestones, siderites and ankerites, which represent syngenetic formations. They are involved in a weaker or stronger oxidation, while in places they show stronger cataclastic phenomena. Genetically in them is conspicuous the sporadic occurrence of acid plagioclase (Kozin), which is crystallo-optically defined as a low-temperature albite. At the edges the albite is mechanically broken, but it also seems to be corroded and replaced by ankerite. It is possible to assume that it is an allogenic constituent in ankerite, as well as fragments of quartz and a clayey matrix, pointing to a simultaneous deposition with crystallization of ankerite. There remains, however, also the assumption, that albite would crystallize as an autigen, synchronously with ankerite. The ankerite is of the »Ferroan dolomite« type on the basis of the computed analyses (see p. 154 and 155). On the clayey schist the ankerite borders very irregularly, and in it is included fingerlike.

The pelito-psamites of the schistous and sandstone facies, furthermore the limestones and dolomites represent petrologically the sediments of a shallower, in places coastal facies (conglomerates), which alternate in a rather irregular rhythm as to the size of the grains, where the mineral composition always points to the same primary and original mineralogic-petrographic character of the source area of depositional environment.

Quartz, muscovite, the relict of acid plagioclase and illite as well as their aggregates remain vertically and laterally the principal petrogenous components of this thick series of Palaeozoic sediments. They are accompanied by accessory »graphitoid«, bituminous constituents, more rarely by minerals such as tourmaline, rutile, zircon, sphe, chlorite, and an especially prominent paragenesis of the iron minerals, which is extraordinarily conspicuous in the whole cycle of sediments of this part of the Sana Palaeozoic.

Received 24. 06. 1960.

*Institute of Mineralogy, Petrology and
Ore Deposits, Technological Faculty,
Zagreb, Kačićeva 26*

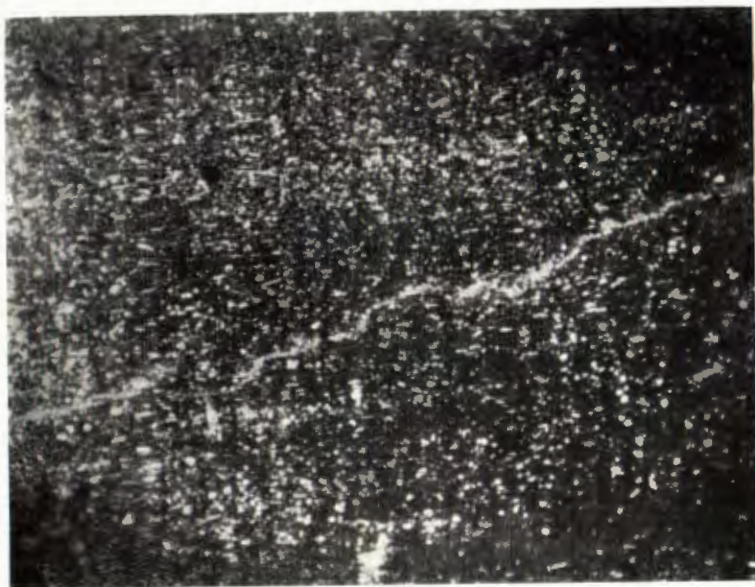
TABLA III - PLATE III

Sl. 1. Tipski glineni škrljac, Brdo. Jedan nikol. Povećanje 23 ×

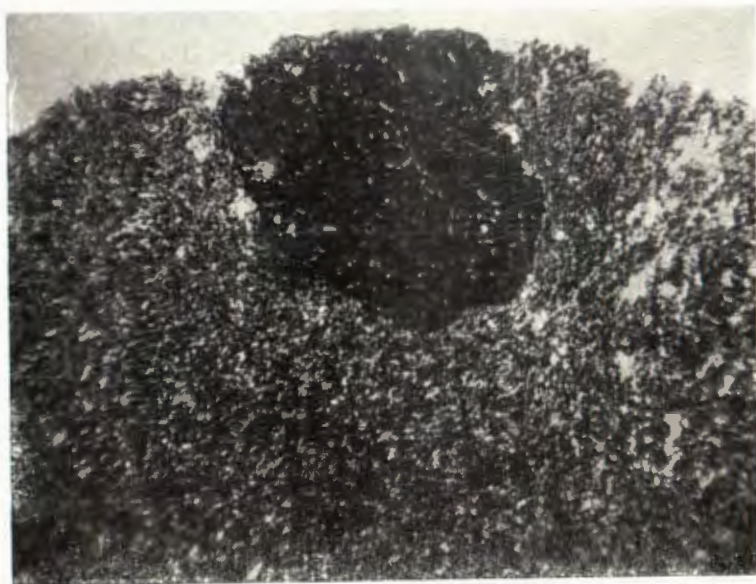
Fig. 1. Typical shale, location Brdo. One nicol. Magn. 23.

Sl. 2. »Anklava« crnog glinenog škrljca u tamnosivom škrljcu, Brdo. Jedan nikol.
Povećanje 40 ×

Fig. 2. »Enclave« of blacke shale in dark-grey shale, location Brdo. One nicol.
Magn. 40.



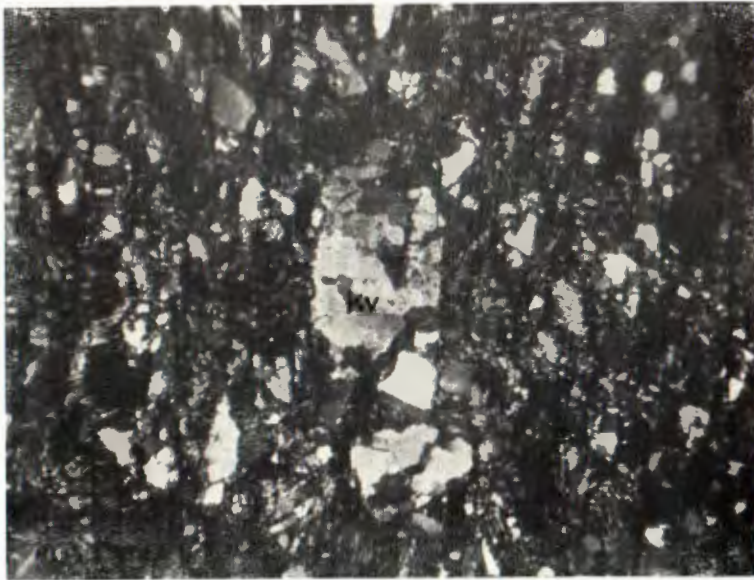
1



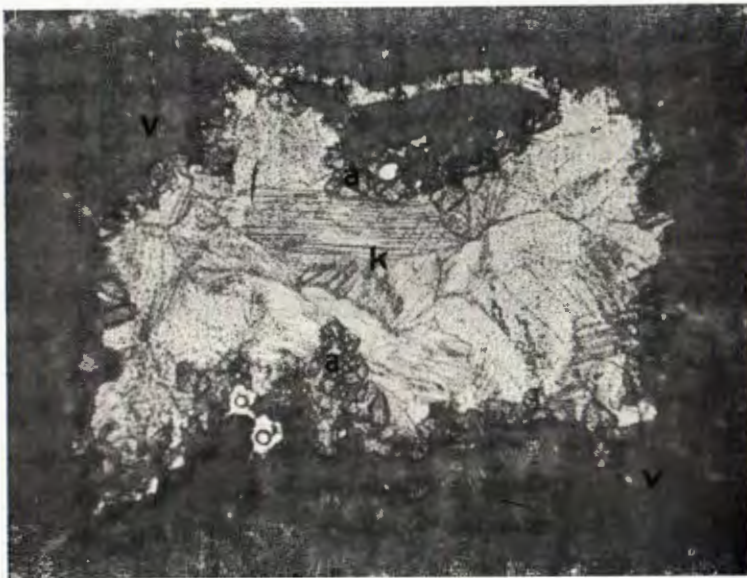
2

TABLA IV - PLATE IV

- Sl. 3. Sivkasti pješčenjak s odlomkom kvarcita (kv), Brdo. Nikoli +. Povećanje 23 ×
Fig. 3. Greyish sandstone with fragment of quartzite (kv), location Brdo. Nicols +.
Magn. 23.
- Sl. 4. Stariji ankerit (a) i mladi kalcit (k) u šupljini vapnenca (v), Brdo. Jedan nikol.
Povećanje 23 ×
Fig. 4. Older ankerite (a) and younger calcite (k) in the hole of limestone (v), location
Brdo. One nicol. Magn. 23.



3



4

TABLA V – PLATE V

- Sl. 5. Spletovi žica limonita s mladim kalcitom. Redak. Jedan nikol. Povećanje 18 ×.
Fig. 5. Interlaceds of veins of limonite with younger calcite, location Redak. One nicol. Magn. 18.
- Sl. 6. Pješčenjak s limonitskim matriksom, Nova Litica. Jedan nikol. Povećanje 25 ×.
Fig. 6. Sandstone with limonitic matrix, location Nova Litica. One nicol. Magn. 25.



5



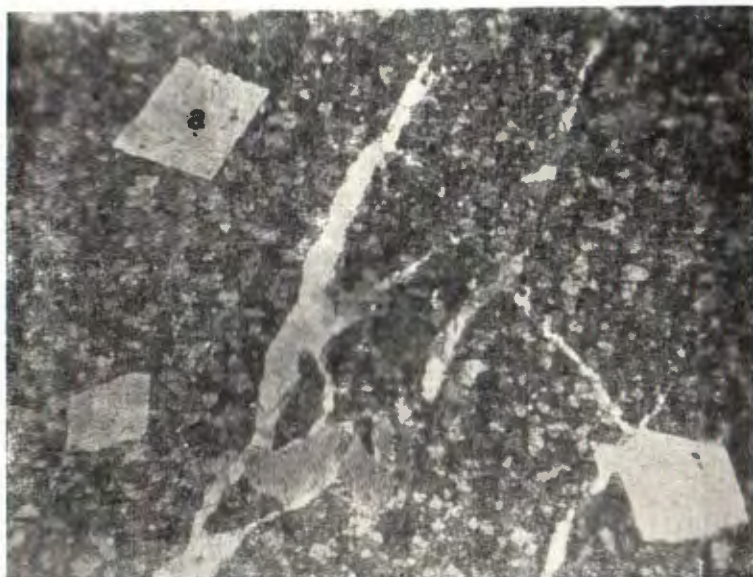
6

TABLA VI - PLATE VI

- Sl. 7. Kvarcni pješčenjak sa matriksom od željeznog hidroksida, sericita i malo kalcita, Jakarina kosa. Nikoli +. Povećanje 25 ×
- Fig. 7. Quartz-sandstone with matrix of ferro-hydroxide, sericite and a little calcite, location Jakarina kosa. Nicols +. Magn. 25.
- Sl. 8. Ankeritski vapnenac s ankeritom (a) Jerkovača. Jedan nikel. Povećanje 25 ×
- Fig. 8. Ankerite limestone with the ankerite (a), location Jerkovača. One nicol. Magn. 25.



7

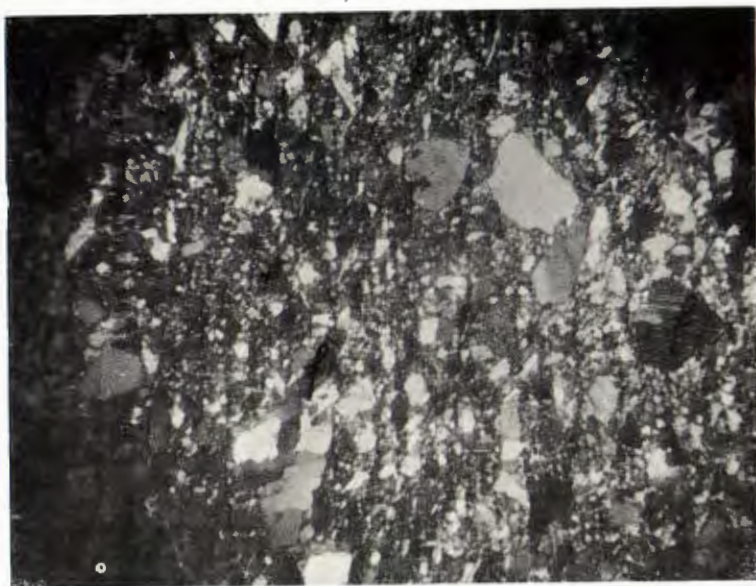


8

† TABLA VII - PLATE VII

Sl. 9. Subgrauvakni pješčenjak s plagioklasom (f), Kozin. Nikoli +. Povećanje 28 ×.
Fig. 9. Subgraywackian-sandstone with the plagioclase (f), location Kozin. Nicols +.
Magn. 28.

Sl. 10. Pješčenjak s rupturnom zonom, Kozin. Jedan nikol. Povećanje 23 puta.
Fig. 10. Sandstone with rupture zone, location Kozin. One nicol. Magn. 23.



9



10

TABLA VIII - PLATE VIII

- Sl. 11. Ankeritski-sideritski vapnenac s albitom (f), Kozin. Nikol. +. Povećanje 24 ×.
Fig. 11. Ankeritic-sideritic-limestone with albite (f), location Kozin. Nicols +.
Magn. 24.
- Sl. 12. Pješčenjak, Gradina. Jedan nikel. Povećanje 24 ×
Fig. 12. Sandstone, location Gradina. One nicol. Magn. 24.



11



12

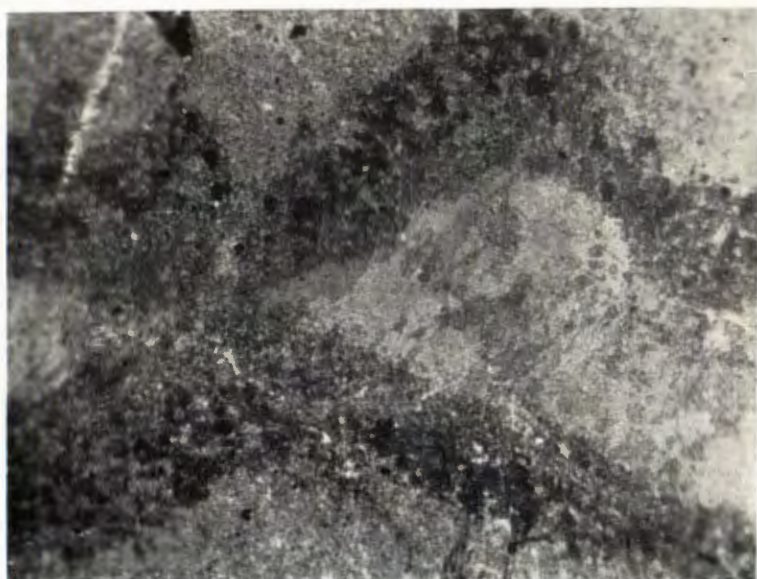
TABLA IX - PLATE IX

Sl. 13. Ankerit u glinenom škriljcu. Paljevine. Jedan nikel. Povećanje 24 ×

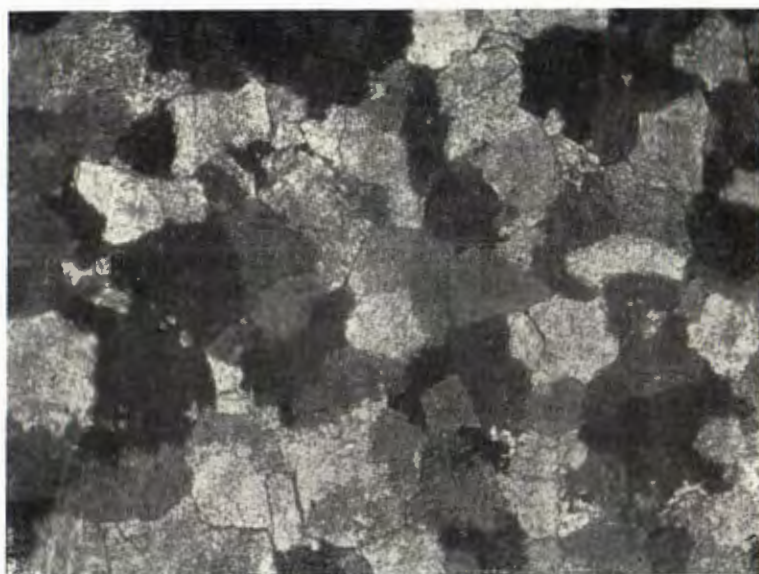
Fig. 13. Ankerite in shale, location Paljevine. One nicol. Magn. 24.

Sl. 14. Ankerit, Točak. Nikoli +. Povećanje 70 ×

Fig. 14. Ankerite, location Točak. Nicols +. Magn. 70.



13



14

