

KLIVAŽA — PREVLAJUJOČ STRUKTURNI ELEMENT V GRÖDENSKEM PEŠČENJAKU ŽIROVSKEGA VRHA

Antonije Antonijevič

Z 8 slikami

Ko so sredi leta 1960 odkrili uranovo rudo na Žirovskem vrhu pri Gorenji vasi, so opazili, da se orudeni grödenski peščenjak lepo ploščasto kolje in da razkolne ploskve vpadajo proti severovzhodu. V začetku so mislili, da gre za plastovitost. Toda že v prvih razkopih so se pokazali slabi znaki prave plastovitosti z nasprotnim vpadom. Vendar smo v ta podatek dvomili tako dolgo, dokler niso bile v raziskovalnem rovu plasti jasno vidne. Primarna ruda v glavnem nastopa v določenih nivojih sivega grödenskega peščenjaka.

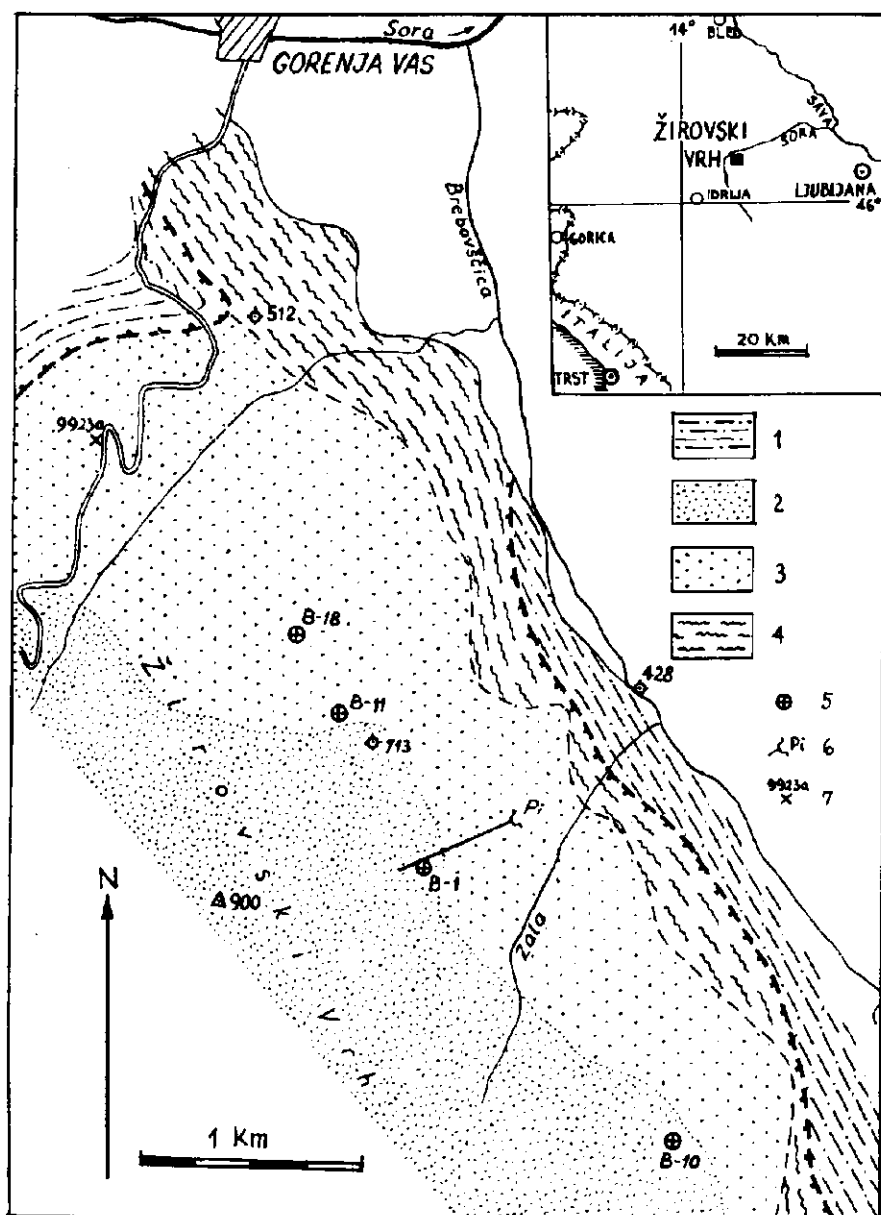
Kratek pregled zgradbe grödenskega peščenjaka

Grödenske plasti Žirovskega vrha so dobro raziskane in o njih je bilo objavljenih že več del. Sestoje iz glinastega skrilavca, meljevca, peščenjaka, konglomerata in breče, ki se v celotnem profilu med seboj menjavajo brez ostrih meja. To zaporedje plasti je debelo več sto metrov. Njegov spodnji del je v glavnem sestavljen iz sivega debelozrnatega kremenovega peščenjaka, ki vsebuje številne tanke in debele vložke konglomerata. V zgornjem delu pa prevladujejo vijoličasto rdeči drobnozrnati in fino zrnati sedimenti. Na grödenskih plasteh leži belerofonski apnenec. Splošne značilnosti celotnega zaporedja plasti so zelo podobne kot v klasičnem nahajališču Val Gardena (Gröden) v severni Italiji, kjer tudi nastopa uranova ruda.

Raziskovanja mikrostrukture

Pri geološko rudarskih raziskovanjih in pri geološkem kartiranju tega terena smo le redko mogli opazovati plastovitost, ki je zelo slabo izražena in poleg tega maskirana s klivažo. Konec leta 1961 je avtor vzel nekaj orientiranih vzorcev peščenjaka za strukturološka raziskovanja. V zbruskih peščenjaka je bilo vidno, da so sljude kljub precejšnji deformaciji ohranile svojo prvotno orientacijo v ravnini plastovitosti (v francoščini »litage«). Zato po njih lahko sklepamo na plastovitost tam, kjer ni vidna.

Leta 1962 smo vzeli še 17 orientiranih vzorcev v raziskovalnem rovu in na površju, povečini na krajih, kjer je bila plastovitost vidna. Praviloma



Sl. 1. Geološka karta Žirovskega vrha po P. Marinkoviću in S. Isailoviću

Fig. 1. Geologic map of Žirovski vrh after P. Marinković and S. Isailović

1. Triadni sedimenti
Triassic sediments
2. Rdeči gródenški peščenjak, večidel drobnozrnat
Red Gródenian sandstone, predominantly fine-grained

je plastovitost izražena v centimetrskem ali decimetrskem obsegu z vložki, bogatimi z barvnimi sestavinami (biotit, amfibol in podobno), ki so na ravnih ali poliranih presekih vidni kot temni trakovi (sl. 2). V decimetrskem obsegu je plastovitost izražena s sedimenti različne zrnavosti in barve, ki so se pri usedanju ritmično izmenjevali med seboj. Smeri plastovitosti in klivaže sta si bili v večini primerov zelo blizu, zato smo od vsakega vzorca raziskali samo po en zbrusek, rezan pravokotno na obe ravnini. Iz jeder vrtin smo naredili nekaj zbruskov vzporedno z osjo vrtine; pri tem smo lahko določili samo vpad, ne pa tudi smeri plasti.

Merili smo na teodolitni mizici tako, da smo določili položaj razkolnih ploskev sljud (muskovita in kloritiziranega biotita) in mikrorazpok. Da bi ohranili vzporedni položaj zbruska z glavno horizontalno osjo A_1 , smo na merskem krogu glavne vertikalne osi A_1 označili nekaj črt. Pri naravnavanju razkolnih ploskev, posebno pa mikrorazpok v vertikalni položaj, je možna napaka do 10° . Na vsakem zbrusku smo zmerili 100 do 120 razkolnih ploskev in okrog 40 klivažnih razpok. Pole teh ploskev smo nanесли na Schmidtovo mrežo, konture pogostnosti polov pa smo z ustrežno rotacijo privedli v pravi položaj glede na vpad pri površinskih vzorcih oziroma glede na os vrtine pri jedrih.

Na diagramih smo prikazali naslednje elemente: konture pogostnosti razkolnih ploskev sljud (brez osnovne konture do 3 ‰), konture pogostnosti ploskev razpok, posamezne pole sljud, označenih na mikrofotografijah in pole ploskev plastovitosti in klivaže, merjenih na krajih vzorčevanja (sl. 3, 4 in 5).

Slike kažejo tri značilne primere. Na sl. 3 je narisana položaj polov posameznih ploskev vzorca iz raziskovalnega rova Pi (na 259 m). Pol plastovitosti se precej dobro ujema z enim od maksimumov; merili smo jo približno deset metrov naprej od kraja, kjer smo vzeli vzorec. Plastovitost predstavlja mejno ploskev med sivim in rdečim peščenjakom. Nasprotni maksimum se ujema tako s konturami razpok kakor tudi s polom klivažne ploskve, merjenim na kraju samem.

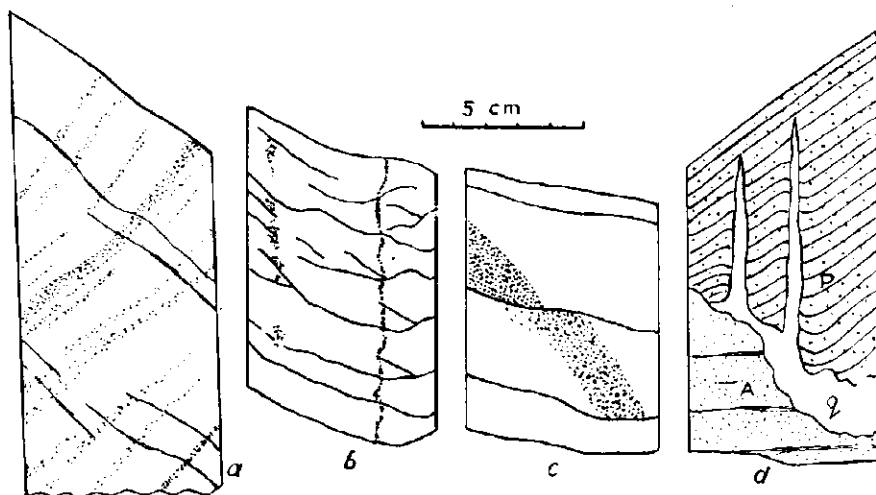
Centralni maksimum s povsem horizontalnim položajem sljud ni zadosti jasen in se morda nanaša na neki rezultatni položaj med prvotnim usedanjem sljude in poznejšimi deformacijami. Na vzorcu iz raziskovalnega rova Pi (259 m) sta vidna dva sistema klivažnih razpok, medtem ko klivaža, izmerjena na terenu, predstavlja rezultatno ploskev (sl. 3). Kot vidimo na mikrofotografiji tega vzorca (sl. 6), so sljude močno deformirane

3. Sivi grōdenski peščenjak, večidel debelozrnat
Gray Grōdenian sandstone, predominantly coarse-grained
4. Karbonski skrilavec
Carboniferous shale
5. Vrtina
Borehole
6. Glavni rov
Main adit
7. Lokacija vzorčevanja
Sampling point

in zato so poli precej razpršeni. Na diagramu vzorca iz kamnoloma v severnem delu terena vidimo izrazito spremembo elementov vpada (sl. 5). Plastovitost tu ni vidna, verjetno ima iste elemente vpada kot klivaža. V tej spremembi položaja in medsebojne lege strukturnih elementov se odražajo bolj komplicirana zgradba tega dela ozemlja in močnejše deformacije (sl. 8).

Strukturno kartiranje vrtin

Pri pregledu nekaterih vrtin smo opazili, da z detajlnim kartiranjem jeder kljub njihovi enosmerni orientaciji lahko dobimo mnogo zanimivih podatkov, predvsem o strukturi, ki jih pri prejšnjem čisto litološkem



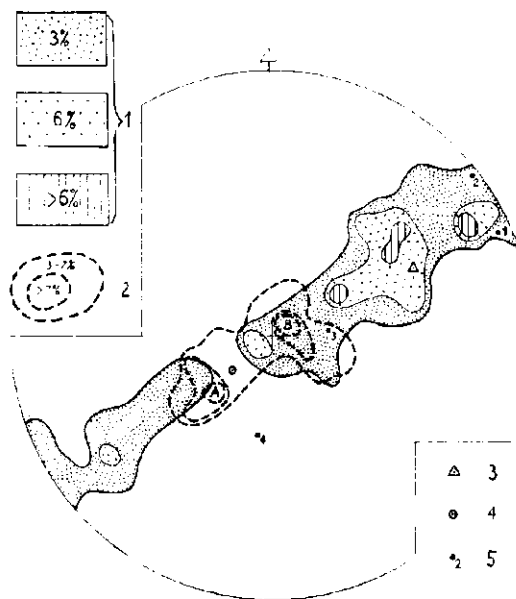
Sl. 2. Vzorci jeder z različnimi oblikami klivaže

Fig. 2. Core samples showing various kinds of cleavage

- a) Redke, pravilne klivažne razpoke niso porušile dobro razvite plastovitosti
- a) Rare, regular developed cleavage joints not disturbing the well developed bedding
- b) Dva sistema nepravilnih klivažnih razpok sta blago porušila vertikalno plastovitost
- b) Two system of irregular cleavage joints slightly disturbing the vertical bedding
- c) Strig ob klivažni ploskvi v grödenskem peščenjaku. Vrtina B-18, globina 321 m
- c) Shearing along the cleavage plane in Grödenian sandstone. Core sample from depth 321 m of the borehole B-18
- d) Razne oblike klivaže v različnih kameninah. P srednjezrnati peščenjak, A meljevec, q kremen. Vrtina B-10, globina 138 m
- d) Different kinds of cleavage in various rocks. P medium-grained sandstone, A siltstone, q quartz. Core sample from depth 138 m of the borehole B-10

kartiranju nismo zaznamovali. Zato smo leta 1962 detajlno pregledali jedra vseh vrtin; pri tem smo zbirali naslednje podatke:

1. vpadni kot klivaže in plastovitosti (vse vrtine so bile navpične z odkloni okrog 5°).
2. Medsebojno razmerje in razlika smeri klivaže in plastovitosti.
3. Značaj klivaže (dobro ali slabo izražene, goste ali redke, pravilne ali nepravilne in podobno).



Sl. 3. Diagram usmerjenosti različnih strukturnih mikroelementov, merjenih na vzorcu z 259 m rova Pi.

Fig. 3. Orientation diagram of various microstructure elements measured on the sample from the adit Pi at 259th meter.

106 merjenj measurements	klivaža cleavage	$52^\circ \cdot 16^\circ$	plastovitost bedding	$245^\circ \cdot 50^\circ$
-----------------------------	---------------------	---------------------------	-------------------------	----------------------------

1. Pogostnost polov sljudnih lističev
Density of poles to mica cleavage planes
2. Konture pogostnosti polov mikrorazpok. A starejši sistem, B mlajši sistem
Density contours of microjoint poles A 1st system, B 2nd system
3. Pol plastovitosti, merjene na kraju vzorčevanja
Pole of bedding plane measured at sampling point
4. Pol klivažnih razpok, merjenih na terenu
Pole of cleavage joints measured in the field
5. Poli razkolnih ploskev sljud in mikroskopskih razpok, označeni na sl. 6
Poles of mica cleavage and microjoints marked in fig. 6

4. Stopnja spremenjenosti in porušenosti jeder in podobno.

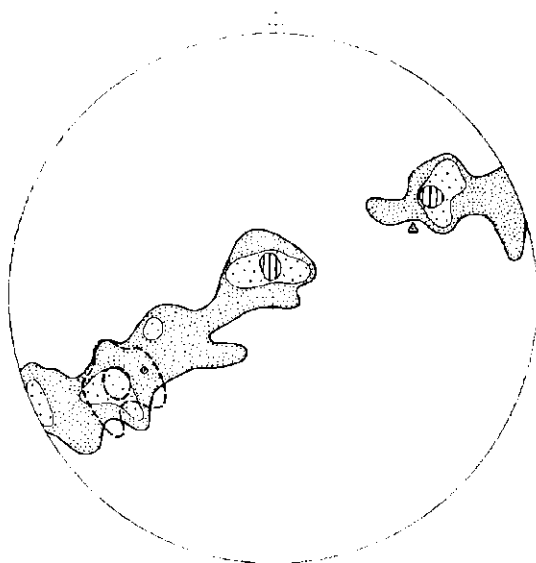
Podatke pod točko 1 smo statistično obdelali in dobili naslednje rezultate:

— Vpadni koti plastovitosti so v vseh vrtnah, tj. na vsem terenu med 40° in 50° .

— Jasno se razlikujeta dve skupini maksimalne pogostnosti vpada klivaže: v vrtnah v južnem delu terena znašajo 35° do 40° , v severnem delu pa 20° do 30° .

Klivaža in spremljajoči pojavi

Pri dopolnilnem kartiranju vrtin smo poskušali klivažne oblike opisati po določenem sistemu. Reducirali smo jih na šest tipov, ki smo jih večidel prikazali na sl. 2. Ta opis temelji na mikroskopsko vidnih oblikah,



Sl. 4. Diagram usmerjenosti mikrostrukturnih elementov, merjenih na vzorcu s 17 m hodnika H-12. Razlaga kot na sl. 3.

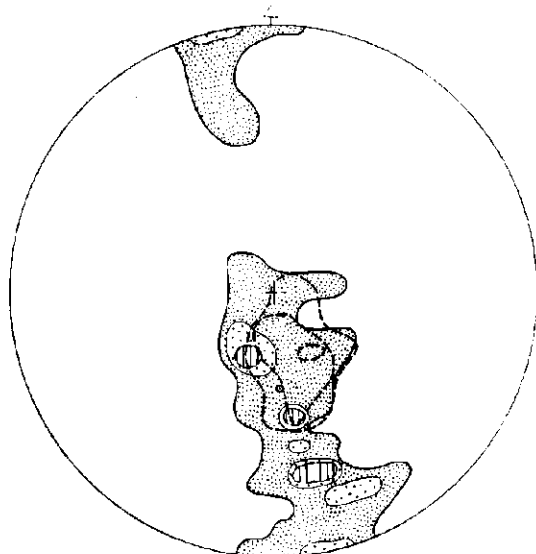
Fig. 4. Orientation diagram of microstructure elements for the sample from the gallery H-12 at 17th meter. Explanation as in Fig. 3.

118	merjenj	klivaža	60° . 47°	plastovitost	243° . 50°
	measurements	cleavage		bedding	

ki se očitno menjavajo glede na mnoge lokalne činitelje. Najvažnejša je pri tem litološka sestava, ki krepko vpliva na obliko in elemente vpada klivaže (sl. 2 d). Zelo verjetno je razpored napetosti v celotni zgradbi vplival na raznovrstnost klivažnih oblik. Zato opisna klasifikacija po makroskopsko vidnih oblikah ne more biti povsem smotna. Takšen sklep opravičuje mikroskopska slika klivaže, na kateri se ta navidezna razno-

likost precej izenači. Makroskopska slika klivaže je dejansko posledica drugih procesov, nastalih po formiranju klivaže; o tem bomo govorili pozneje. Šele z mikroskopskim raziskovanjem moremo dobiti jasnejšo sliko o teh deformacijah in njihovih posledicah.

V geološki literaturi so razlomne deformacijske oblike zelo različno sistemizirane, kar vidimo tudi iz rokopisne izdaje Dimitrijevičeve (1964) strukturne geologije. Ta avtor je poskušal v celoti sistemizirati



Sl. 5. Diagram usmerjenosti mikrostrukturnih elementov merjenih na vzorcu št. 9923. Kraj vzorčevanja je označen na sl. 1. Razlaga kot na sl. 3.

Fig. 5. Orientation diagram of microstructure elements for the sample No. 9923. Sampling point shown in fig. 1. Explanation in fig. 3.

114	merjenj	klivaža	354° . 30°
	measurements	cleavage	

razne vrste deformacij. Pri tem je vzel najosnovnejše geometrijske oblike kot bazo za raziskovanje bistva različnih procesov (Dimitrijevič, 1966). Za nas so zanimivi prikazi in definicije klivaže, skrilavosti in foliacije. Klivaža in skrilavost predstavljata površine mehaničnih prekinitev skladov centimetrске in decimetrске velikosti.

Tu obravnavamo deformacijske oblike v peščenjaku Žirovskega vrha glede na dinamiko ustreznih procesov in njihove prave slike v raznih velikostnih področjih.

V submilimetrskem področju opazujemo naslednje deformacije:

1. Mikroskopske ploskve mehaničnih prekinitev (mikrorazpoke); razporejene povečini planparalelno v medsebojni razdalji 0,1 mm do 0,5 mm (sl. 6, 7 in 8).

2. Deformacijo (fleksijo) listastih mineralov v mikrolitonu med dvema klivažnima ploskvama.

3. Pojave sericitnih snopov in sekundarnega kremenca v severnem delu terena.

Mikroskopska slika klivaže kaže, da je premikanje, čeprav minimalno, v celoti zajelo peščenjak Žirovskega vrha in da so ponekod nastale kamenine, ki so že zelo blizu metamorfnim kameninam.

V centimetrsko-decimetrskem področju so sistemi razpok jasno vidni na oko in kažejo precej večjo raznovrstnost. Premaknitve pa niso povsod vidne. V primerih vidnih premaknitev gre za blage deformacije plastovitosti (sl. 2 b) ali večje strige (sl. 2 c), ki imajo v večjem obsegu pomemben učinek (strižno nabrane plasti).

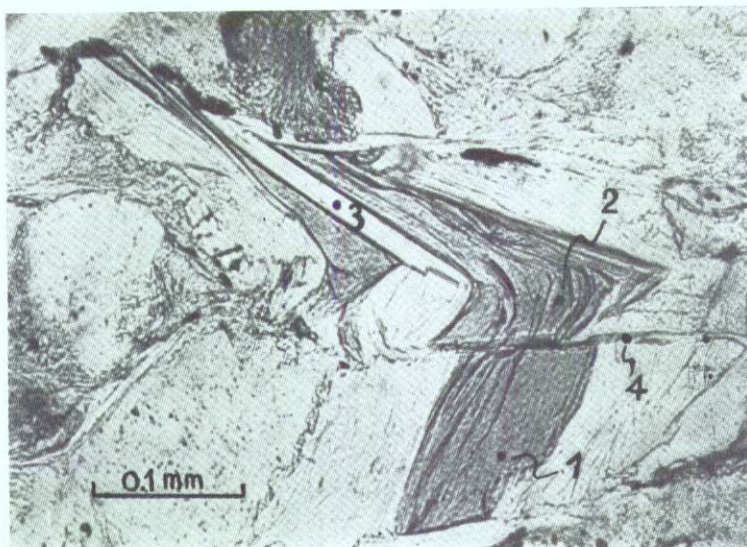
Po opisanih pojavih sklepamo, da gre na Žirovskem vrhu predvsem za klivažo. Na podlagi določenih podatkov, zbranih pri vrtanju in rudarskih delih, je O m a l j e v, rudarski geolog na Žirovskem vrhu, rekonstruiral poleglo, oziroma tako imenovano potopljeno gubo. Na podlagi tega in po značilnostih tektonskih premaknitev na tem območju lahko z gotovostjo govorimo o klivaži aksialne ploskve. Sistem klivažnih ploskev, tj. mehaničnih prekinitev (Sk) se jasno razlikuje od plastovitosti, tj. od ploskev litoloških prekinitev (ssj). Toda vzdolž klivažnih ploskev, vsaj ob posameznih, je prišlo do večjih premaknitev, verjetno med formiranjem osnovnih nagubanih struktur in po njem; zato so postale kamenine skrilave (S_a). To velja zlasti za makroskopsko vidne ploskve v centimetrsko-decimetrskem področju. Treba je pripomniti, da nastajajo vzdolž teh ploskev pravi prelomi v decimetrskem področju. Končno ima del peščenjaka določene lastnosti metamorfne kamenine, ker vsebuje sericit kot sekundarno nastali mineral; zato govorimo o nadaljnjem preoblikovanju klivaže v foliacijo (Sf). Položaj vseh mikroskopskih geoloških ploskev se tod ujema z elementi vpada določenih narivnih ploskev, najdenih v ožji in širši okolici. Vsekakor kaže klivaža take intenzitete na procese močnega gubanja in transporta na večje daljave.

Lahko sklepamo, da se je klivaža razvila v fazi gubanja peščenjaka, seveda v plastičnem stanju, verjetno v začetku diageneze. Skrilavost pa je nastala po konsolidaciji usedlin, medtem ko je foliacija posledica velikih napetosti, nastalih pri ponovnih premaknitvah, zaradi katerih je prišlo do narivov.

Moje delo predstavlja samo eno izmed osnov za nadaljnja preučevanja različnih deformacij v grödenskem peščenjaku Žirovskega vrha in širšega območja ter tektonskih premaknitev kot njihovega vzroka.

CLEAVAGE — PREDOMINANT STRUCTURAL ELEMENT IN GRÖDEN SANDSTONES OF ŽIROVSKI VRH (SLOVENIA)

In the uranium bearing assemblage of Gröden sandstones in Žirovski Vrh two main sequences can be distinguished. Gray, coarse-grained sandstone and conglomerate are the prevalent rocks in the lower part of this Permian formation. They are overlain by violet and red fine-



Sl. 6. Mikroskopska fotografija detajla vzorca s sl. 3. Številke pomenijo razkolne ploskve sljud, označene tudi na sl. 3.

Fig. 6. Microphotograph showing a detail of the sample presented in fig. 3. The numbers show the mica cleavage plotted in fig. 3.



Sl. 7. Klivažne razpoke v grödenskem peščenjaku. Mikroskopska fotografija jedra iz vrtnice B-11 na globini 404 m.

Fig. 7. Cleavage joints in Grödenian sandstone. Microphotograph of the core sample from depth 404 meters of the borehole B-11.



Sl. 8. Mikroskopska fotografija grödenskega peščenjaka. Dobro izražena klivaža z novimi minerali. *S* sericit, *q* kremen. Vzorec No. 9923 iz kamnoloma ob cesti na Žirovski vrh.

Fig. 8. Microphotograph of Grödenian sandstone showing well developed cleavage characterized by a certain amount of new minerals. *S* sericite, *q* quartz. Sample No. 9923 taken from the quarry near the road to Žirovski Vrh.

grained sandstone and mudstone interstratified by some layers of coarse-grained sandstone and conglomerate. The sandstone has undergone a penetrative shearing represented as a system of parallel planes in the manner of bedding planes, dipping to NE. Real stratification appears very rarely as thin belts of concentrated dark-colored minerals (amphibole, biotite) dipping toward SW. In a larger scale, bedding is evident by different layers of generally uniform grain size (conglomerate, sandstone, mudstone), alternating in the whole sequence.

The effects of the shearing were observed and measured in the oriented thin sections by the use of the universal stage. It was found that the rock is permeated by myriads of cleavage joints, forming a regular pattern of segments. The grains of muscovite and biotite show the flexion and different deformations. They are also cut and tilted along the cleavage joints. Poles of the cleavage planes of mica minerals show two trends: one to the real bedding, second to the cleavage joints (Figs. 3, 4, 5).

On the basis of certain results of the drilling and mining research work, geologist Omaljev has accomplished the reconstruction of a recumbent and plunged fold in the area of the Žirovski Vrh uranium deposit. According to this fact, and the characteristic tectonic pattern of the region, it was possible to establish with certainty the presence of the axial plane cleavage. The system of the cleavage planes, i. e. of the mechanical discontinuities (S_k) can well be distinguished of the bedding, i. e. the planes of lithological discontinuities (ss_i). However, along certain of the cleavage planes displacements of larger extent have occurred. This happened most probably during the main folding period and after it. Therefore, the rocks became schistose (S_s). This holds true especially for the macroscopic planes in the centimeter-decimeter range. It has to be remarked that along these planes faults occur in the decimeter range. Finally, a part of the sandstone displays by containing sericite as the secondary formed mineral, also some similarities with the metamorphic rocks. This can be regarded as a proof of the transition of cleavage into the foliation (S_f). The position of all the microplanes corresponds with the dipping of certain overthrust planes in the region. Anyway, the cleavage of such intensity clearly indicates the processes of intense folding and long-distance transports.

LITERATURA

Antonović A., 1963, Odnos slojevitosti i strukturnih deformacija na Žirovskom vrhu (S. R. Slovenija). Fond stručnih dokum. Instit. za geol. rud. istr. mineral. sirov. Beograd.

Dimitrijević M. D., 1964, Strukturna geologija. Skripta RGF. Beograd.

Dimitrijević M. D., 1966, O sistematici planarnih i linearnih sklopova. VI Savetovanje geologa, Ohrid.

Omaljev V., 1965, Razvoj gredenskih slojeva i uranove mineralizacije u ležištu Žirovski vrh. Radovi Instit. za geol. rud. istr. nuklear. i drugih mineral. sirov., br. 3, 1967.

Protić M., Radošević S., 1963, Proučavanje gredenskih pešćara u Posavskim borama, Žirovskom vrhu i Pohorju. Fond stručnih dokum. Instit. za geol. rud. istr. mineral. sirov. Beograd.