

JÁN ILAVSKÝ

VÝSKYT PYRITOV NA STYKU PIENÍN S FLYŠOM LEVOČSKÉHO POHORIA

(Tab. XXVIII, ruské a nemecké resumé)

Paleogén okraja bradlového pásma Pienín tvorí flyš v súľovskom podhalskom vývoji (Andrusov, 1938). Východne od obce Haligovce v okolí obce Stráňany (predtým Folvark) má tento flyš dvojaký vývoj:

1. Bližšie k bradlovému pásmu je tu flyš skladajúci sa z bridlíc a piesčitých vápencov. Popri južnej hranici bradlového pásma tvorí pruh široký 500 až 1000 m. Pomenujeme ho stykovým.

2. Ďalej od bradlového pásma na juh prevláda normálny vnútrokarpatský flyš, ktorý tvoria bridlice s lavicami pieskovcov, v ústrednej časti Levočského pohoria pieskovce s vložkami bridlíc a slepencovými polohami.

Obidve fácie flyša sa vyznačujú osobitnými sedimentačnými podmienkami a ich styk v okolí Stráňan je tektonický.

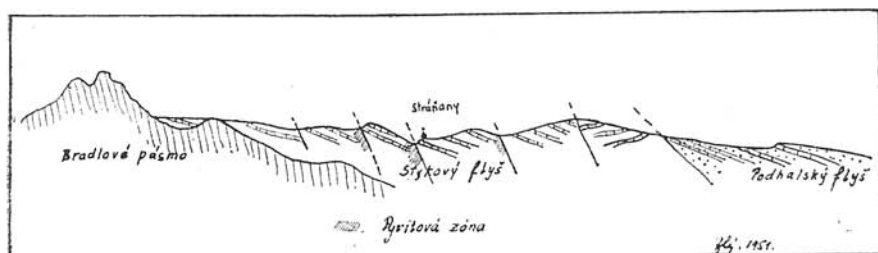
Aj samotné bradlové pásmo s vnútrokarpatským flyšom je v tektonickom styku. Podobne ako udáva Andrusov (1938), majú vrstvy paleogénu 30—45 stupňové úklony na juhovýchod. Smer vrstiev sa neshoduje so smerom južného okraja bradlového pásma. Pozdĺžne zlomy — najmä prešmyky diagonálne režu paleogénne súvrstvia. V dôsledku prešmykov nevystupujú tu na povrch bazálne vrstvy (haligovské slepence, lito-tamniové vápence). Napriek tomu, že Andrusov (l. c.) hovorí o prevrátených vrásach bradlového pásma na flyš smerom na juh, nepozorovať tento zjav pri Stráňanoch. Ide tu skôr o spätné prešmyky flyša na sever, vyvolané odporom bradlového pásma v hĺbke. To potvrdzuje aj prešmyk pieskovcovo-bridličnatého flyša cez vápenito-bridličnatý stykový flyš južne od obce Stráňany.

Stykový flyš je vyvinutý v bridličnato-vápenatej fáci. Charakteristické preň je striedanie bridlíc s lavicovitými polohami sivomodrých vápencov, ktoré ďalej od bradlového pásma pozvoľna prechádzajú cez piesčité vápence do vápnito-sľudnatých pieskovcov drobovej povahy.

Lavicovité vápence a s nimi sdružené bridlice usadzovaly sa v okrajovom plytkom mori. Prínos miestneho vápnitého materiálu bol intenzívny, čo sa odzrkadľuje na ich složení. Možno predpokladať, že sa tento flyš usadzoval po šelf. Sedimentačné podmienky na juh od tohto šelfu sa pod-

statne zmenily. Vyznačujú sa rapídnyim úbytkom vápnitej substancie v hlbšom mori. Náhle hlbkové zmeny pod šelfom spôsobili na jednej strane hromadné hynutie pobrežnej drobnej fauny, ktorá sedimentovala so suspendovanými ílovitými hmotami v mulde pod šelfom, na druhej strane väčšia hĺbka vplývala na chemickú koncentráciu morskej vody (salinita) ochudobnením na Ca a prechodom Fe do gélov (Strachov, 1948, Hejtmán, 1950).

Obidve tieto okolnosti mali rozhodujúci vplyv na spôsob sedimentácie v pásme južne od šelfu. Odumretá fauna, ktorá náhle sedimentovala s ílovitými hmotami do väčších hlbok, vytvorila na dne redukčné prostredie.



Schematický profil cez bradlové pásmo a vnútrokarpatský flyš pri obci Strážany (Folvark).

podporujúce rozklad organických látok. V dôsledku tohto procesu dochádzalo za spoluúčasti baktérií k vzniku iónov sírnych bezkyslíkatých slúčenín (azda sírovodíka). V zapätí alebo súčasne mohlo dôjsť podľa Strachova (1948) k dekarbonizácii vplyvom iónov $\text{CO}_3^{''}$ (ak ešte bol Ca v roztokoch) a zasa k redukcii iónov $\text{CO}_3^{''}$ spotrebovaním molekuly kyslíka baktériami a vytvorením plynného CO_2 . Týmito procesmi, azda uvoľnením H^+ iónov došlo k rozpadu sírovodíka tak, že prešli do koloidálnych slúčenín železa.

A v tejto fáze sa uplatnila druhá složka zmenených sedimentačných podmienok: Červené malmské vápence a sférosideritové slieky bradlového pásma poskytli morskej vode dosť železitých hmôt, ktoré sa dostali do mora vo forme suspenzií. Slanosť morskej vody spôsobila čiastočné usadenie hrubšieho klastického materiálu blízko brehov, takisto aj veľkej časti rozpusteného vápenitého materiálu, chemickou cestou. Ďalej od brehov, v našom prípade v priestore šelfu a od neho na juh, dostal sa len veľmi jemný materiál, v ktorom tvorily značnú časť roztoky železa vo forme gélu (Strachov, 1948).

Gély železa si treba predstavovať ako nestále slúčeniny železa, vodíka a kyslíka o premenlivom počte molekúl. Kyslík sa do nich dostal jednak z vôd povrchových (tieto sú veľmi reaktívne so železom) a potom nastalo obohatenie na vodík v redukčnom prostredí mýld pod šelfom.

Takto došlo pod šelfom k súčasnému usadzovaniu materiálu vzniknuteľného za redukčných pochodov blízko dna, dekarbonizovaného a bohatého

na látky sírne a uhľikaté s ílovito-železitým materiálom, rozpusteným vo vode vo forme gélu.

Týmto sme charakterizovali fáciu čiernych bridlíc a uviedli príčiny a okolnosti jej vzniku. Rozhodujúcim faktorom pre vznik melnikovitu bolo asi množstvo síry v morskej vode. Kým hojnosť síry určila vznik tmavých bridlíc s kockami pyritov aj ďalej od brehov mora, zatiaľ prevaha železa vytvorila v nadloží tmavých bridlíc (priestorove bližšie k brehom mora) hrdzavé bridlice so železitým tmelom.

Iba približne rovnovážny stav síry a železa dal vznik melnikovitu hneď pri sedimentácii, ktorý sa udržal v takejto koloidálnej forme až do diagenetickkej fázy a čo je pozoruhodné, ostal v tmavých bridliciach aj po ich spevnení, k čomu sa ďalej ešte vrátime.

Bridličnato-vápenatý vývoj stykového flyša je teda na veľmi krátkej vzdialenosti vystriedaný čiernymi bridlicami s uhoľným leskom. Bridlice tohto druhu ostatne nie sú v tomto okolí vzácne, tvoria veľké masy aj pri Haligovciach a priestorove odpovedajú tomu istému pruhu.

Za sedimentáciou nasledovala fáza *diagenetická*. Je dosť pravdepodobné, že sa pri takomto látkovom sostavení dotváraly gély amorfného melnikovitu ešte aj za tejto fázy, hoci z citácií niektorých autorov (Andrusov, 1946; Kettner, 1943; Hejtmán, 1950) vyplýva, že melnikovit sa vytvára výlučne pri sedimentácii tmavých bridlíc vo forme koloidálnej. O koloidoch však Slavík (1949) súdi, že majú veľmi kolísavé složenie, z čoho vyplýva, že súčasne usadený materiál nemusel sedimentovať hneď z roztoku v takom pomere, aby sa vytvoril FeS-melnikovit vo forme gélu.

O tom svedčí aj okolnosť, že sa pyritové kryštály nevytvorili všade v tmavých bridliciach, hoci pri chemických rozboroch je v nich síra dokázaná.

Druhá okolnosť, osvetľujúca vznik a migrácie melnikovitu za diagenetickkej fázy, je vytváranie jeho homoizochemitu kryštaloidu pyritu.

Ak si všimneme geografické rozšírenie aj geologickú pozíciu výskytov pyritu vo flyši Levočského pohoria, dôjdeme k poznatku, že geograficky sú pyrity viazané na okrajové pásmo flyša a vznikly blízko brehov paleogénneho mora (výskyty pyritových koncentrácií Švábovce, Stráňany, sírne pramene: Haligovce, kúpele Červený Kláštor, kyselky s obsahom H_2S — Gánovce, Kišovce, Hôrka) vždy v čiernych bituminóznych bridliciach. Čo sa týka geologickej pozície týchto výskytov, sú nepravidelne roztrúsené v bridliciach, tvoria v nich osamelé konkrécie, alebo sú v skupinách. Vidíme teda, že netvorila ani súvislé plošné pásmo, ani určitý stratigrafický horizont. Z toho vyplýva, že i keď fácia čiernych bridlíc pod šelfom obsahovala koloidálny melnikovit, nebolo ho všade toľko a nemal také složenie, aby sa z neho vytvoril pyrit. To značí, že ostal rozptýlený v koloidálnej forme v tmavých bridliciach aj naďalej. Nestála fyzikálno-chemická povaha pri rozličných geochemických podmienkach ho neprestajne nútila

i pri značne obmedzenej pohyblivosti a permeabilite pórmí hornín, hľadať stálejšiu formu. Dochádzame ku konštatovaniu, že k tvoreniu pyritu muselo dôjsť za zmenených fyzikálno-chemických podmienok. Takéto nastaly pri spevňovaní sedimentov a to zvlášť tým, že sa roztoky staly koncentrovanejšími a k spevňovaniu došlo za určitého tlaku nadložných hornín. Pritom unikala zo spevňovaných sedimentov voda a látky v chemických roztokoch (vtedy mohlo dôjsť napr. k úplnej dekarbonizácii čiernych bridlíc). Koloidálne látky a gély, ako to vyplýva z ich fyzikálno-chemickej povahy (Slavík, 1945), nemohly v tomto čase migrovať na veľkú vzdialenosť, pretože tvoria pomerne veľké, málo pohyblivé minerály v podobe plošnej mriežky, obdobne ako vysvetľuje Hejtmán (1950), mriežky koloidálnych minerálov ílovitých hornín montmorilonitu alebo sericitu. Vytlačaním vody zpod medzi plošných kryštálových mriežok melnikovitu a priľnavosťou dostaly sa bližšie k sebe. Takto sa vytvoril priestorove trojrozmerný útvar. Predpokladá sa, že železo v melnikovite je za tejto fázy dvojmocné a je nenasýtenou slúčeninou podobne ako pri markazite (Ježek, 1932).

Všeobecne má pyrit železo dvojmocné a trojmocné. Je teda viac ako pravdepodobné, že pevná väzba medzi plošnými mriežkami melnikovitu bola spôsobená trojmocným železom a takto vznikol z melnikovitu pyrit. Spojením dvoch plošných mriežok melnikovitu trojmocným železom vytvorilo sa kryštalizačné centrum o určitej príťažlivej kryštalizačnej sile, ktorá z najbližšieho okolia stiahla k sebe koloidálny melnikovit, pokiaľ sa tam vytvoril (Kettner, 1943). Že skutočne v tmavých bridliciach je, svedčia aj chemické analýzy okolitej bridlice, a to aj kompaktnejšej (č. 152), aj rozdrvenej (č. 153, 154) (pozri tabuľku). Posledné majú menší podiel Ca v dôsledku ľahšieho vyplavovania a vyšší obsah Fe v dôsledku prínosu látok, taktiež malé množstvá P a K, predstavujúce koncentrované stopy organickej činnosti v tmavých bituminóznych bridliciach. Nedostatok miesta v zpevňujúcej sa hornine neumožňoval vývoj pekných kryštálov. Tvorily sa len nepravidelne obmedzené konkrécie, vlastne pretiahnuté v smere vrstevnatosti horniny. Takéto podlhovasté konkrécie v smere vrstevnatosti sú veľmi časté v okolí Švábovíc a ich tvar sa dá vysvetliť tým, že v smere vrstevnatosti horniny je najmenší odpor trenia (Kettner, 1943) a permeability pre pomerne veľké súčiastky gélu melnikovitu.

Pri obci Stráňany (Folvark), ležiacej na št. hradskej zo St. Lubovne do Sp. St. Vsi, prichodia v čiernych flyšových bridliciach veľké kryštaly pyritu v hexaédroch, ktoré nám osvetľujú ešte bližšie povahu melnikovitu a poukazujú na to, že melnikovit ostal v pôvodnej koloidálnej forme v čiernych bridliciach aj po ich diagenéze a spevnení a že je v tejto forme v nich aj dnes.

Hexaédre pyritov v Stráňanoch sú pravidelne vyvinuté a ich dĺžka hrany dosahuje 2—3 cm. Tvorí veľmi často penetračné srastlice podľa plôch oktaédra alebo pentagonálneho dodekaédra. Inokedy majú krychľové plochy kostrovitý vývoj. Hexaédre pyritu sú typickej žltej farby, krehké

a stred býva radiálne lúčovitej stavby, čo svedčí o tom, že vznikly dorastením z konkrécií. Stred (nucleus) týchto radiálne lúčovitých konkrécií je obyčajne znečistený piesčito-ílovými látkami (pozri chemickú analýzu vzorky č. 151), ktoré sa podľa radiálnych výbežkov pyritu dostávajú aj ďalej k okrajom hexaédrov. Rast hexaédrov zrejme začal v jadre, pokračoval smerom navonok lúčovito a je ukončený hexaédrovými plochami. K úplnému popisu hexaédrov pyritu treba ešte dodať, že na hexaédrových plochách sú plošne pevne prirastené vrstevnaté šupinky tmavej bituminóznej bridlice. Striedajú sa s tenkými vrstvičkami pyritu, ktoré sú medzi sebou zubovite spojené.

Výskyty týchto hexaédrov pyritu sú viazané na silne tektonicky rozdrvené tmavé flyšové bridlice blízko porúch (prešmykov a poklesov) alebo v intenzívne detailne zvrásnených bridliciach. Odkryv v obci Stráňany ukazuje, že polohy bridlic sa v dôsledku väčšej plasticity zvrásnili intenzívnejšie ako tvrdé hrdzavé pieskovce so značným obsahom železitých hmôt. Kryštaly pyritu ležia voľne v rozdrvenej bridlici vo vzdialenosti niekoľko cm od seba, vcelku však predstavujú hniezdo o priestorovom rozsahu niekoľkých decimetrov, kde ich je niekoľko (5—10) kusov. Pritom sú tieto hniezda viazané na intenzívne rozdrvené čierne bridlice blízko porúch.

Pozoruhodným zjavom je blízkosť okrovolimonitických piesčito-hlinitých shlukov v blízkosti pyritových hniezd. Hexaédre pyritu sú tiež niekedy obalené okrovou zeminou a tieto nemajú obyčajne dokonale vyvinuté hrany a rohy. Z tohto zjavu nevyplýva dosť jasne, či ide o určitú fázu vývoja hexaédrov pyritu, alebo o ich rozpad (oxydáciu). Pravdepodobnejší je posledný prípad.

Z opisu výskytu v Stráňanoch možno vyvodiť uzávery o jeho vzniku: Z prvotných konkrécií, ktoré vznikly za diagenetickej fázy, vyvíjaly sa sekundárne hexaédre výlučne chemicky. V porušených čiernych bridliciach došlo k ich koncentrácii tam, kde bolo dosť miesta. Podobné druhotné výskyty, vzniknulé geochemickými zmenami druhotne, opisuje na albánskych ložiskách Č e c h o v i č (1936). Kostrovitý rast kociek by mohol svedčiť o niekoľkých priaznivejších etapách prínosu látok.

Z uvedeného rozboru pyritových výskytov vo flyši Levočského pohoria vidíme, že tu máme dve fázy tvorenia pyritu len chemicky, závislé od zmenených fyzikálnych podmienok: je d n a za diagenézy tlakom nadložných hornín, príľnavosťou a väzbou plošných mriežok melnikovitu vzniknulého chemicky vo fácií čiernych bridlic (výskyty tohto sú jemné impregnácie a plošné i nepravidelné konkrécie), d r u h á v dôsledku porušenia komplexov čiernych bridlic blízko dislokácií zlomového alebo prešmykového charakteru, kde dochádza k migrácii kolodiálneho melnikovitu na miesta voľnejšie a jeho narasteniu vo veľkých kockách alebo srastliciach.

Obidve poukazujú na сложitosť geochemických procesov, ktoré nebadaťne menia a „oživujú“ anorganickú časť prírody — pred našimi očami.

TABULKA CHEMICKÝCH ROZBOROV. VYKONANÝCH CHEMICKÝM
LABORATÓRIOM SŽB V RUDŇANOCH

Číslo vzorku	Názov	Fe	SiO ₂	S	CaO	P ₂ O ₅	K ₂ O	AlO ₂	H ₂ O
151	Hexaédre pyritu	45,54	0,50	52,08	—	—	—	0,15	—
152	Kompakt. čierna bridlica	3,62	45,25	1,27	5,40	—	—	10,85	0,02
153	Intenzívne rozdrvená čierna bridlica	5,25	58,86	1,31	0,58	0,01	1,12	13,80	—
154	Drvená čierna bridlica	4,71	53,58	0,59	0,52	stopy	1,05	12,25	—

20. X. 1951.

*Výskumné oddelenie Spišských
železorudných baní.*

LITERATÚRA — ЛИТЕРАТУРА — BIBLIOGRAPHIE

- Andrusov D., 1938: Geologický výzkum vnútorného bradlového pásma v záp. Karpatech. Rozpravy SGÚ IX. Praha.
- Andrusov D., 1945: Geologický výzkum vnútorného bradlového pásma v záp. Karpatoch. IV—V, PŠGÚ. Bratislava.
- Čechovič V., 1936: O druhotném původu některých měděných ložisk. Hor. věstník.
- Hejtmán B., 1950: Všeobecná a systematická petrografie. Praha.
- Ježek B., 1932: Mineralogie. Velký ilustr. přírodopis. Praha.
- Kettner R., 1943: Všeobecná geologie II. Melantrich. Praha.
- Slávik F., 1949: Úvod do všeobecné mineralogie. Melantrich. Praha.
- Strachov M. M., 1948: Распределение железа в осадках озерных и морских водоемов и факторы его контролирующие. Москва.

ЯН ИЛАВСКИЙ

НАХОЖДЕНИЕ ПИРИТА НА КОНТАКТЕ ПИЕНИН
С ФЛИШЕМ ЛЕВОЧСКИХ ГОР

(Таб. XXVIII)

Флишевая фация палеогена центральных Карпат, которая выступает в Левочских горах и Спишской Магуре, ограничена на севере зоной клипп. Там, где флиш находится в контакте с более древними единицами, на севере — Галиговце, курорт Червеный Клаштор (Haligovce, Kúpele Červený Kláštor), также как на юге — Гановце, Швабовце (Gánovce, Švábovce), наблюдаются две разных фации:

1. краевой флиш — сланцевато-известковый — близ существовавших во время его отложения морских берегов,

2. нормальный, сланцевато-песчанистый флиш.

Эти две фации находятся часто в тектоническом контакте.

Характерными образованиями краевого флиша являются черные сланцы, которые отлагались в более глубоких, чем континентальный шельф, частях моря, не подвергавшихся окислению. В эту зону моря пресные воды заносили с суши органические остатки, обезуглероженные суспензии и железистые вещества из мальмских известняков и сферосидеритовых мергелей.

Благодаря последовательному обезуглероживанию, восстановительным процессам и процессам первичного диагенеза вещества, находившиеся в водных растворах, перешли в гели и коллоиды непостоянного состава. Восстановительные процессы привели к обогащению H и S, а так как принос железистых веществ с суши продолжался, то создались благоприятные условия для образования коллоидального мельниковита в момент седиментации; сера и железо находились в коллоидах лишь приблизительно в состоянии равновесия.

При диагенезе количество мельниковита в общем не увеличилось, так как коллоиды мало подвижны. Мельниковит либо остался в породах в дисперсном состоянии, либо превратился, сконцентрировавшись, в пиритовые конкреции. Эти последние образовывались при изменившихся физико-химических условиях, когда при уплотнении осадков растворы становились более концентрированными, увеличивалось давление вышележащих слоев и растворы теряли воду. Благодаря силе сцепления плоскости решеток мельниковита сблизились. Присутствие трехвалентного железа привело к образованию прочной связи в решетках и превращение их в пространственные. Таков тип пиритовых конкреций первого этапа.

Близ сел. Страняны (Stránany) в зонах дислокаций наблюдаются гексаэдры пирита, грани которых достигают часто 2—3 см длины. Они образуют двойниковые сростания (см. таб. XXVIII); характерным для них является развитие в виде скелета. Эти гексаэдры пирита образовались из конкреций чисто химическим путем во время второго этапа: в зонах дислокаций произошла вторичная миграция дисперсного мельниковита и его отложение там, где было место. Благодаря силе сцепления решетки мельниковита развивались в гексаэдры. Существование скелетов кристаллов свидетельствует о том, что принос вещества происходил в нескольких этапах.

20. X. 1951.

Перевела В. Андрусова.

*Отделение геологической разведки
Спешских железных рудников.*

ОБЪЯСНЕНИЕ ТАБЛИЦЫ XXVIII

Фиг. 1. Кристаллы пирита. Страняны. Уменьшено вдвое. Фото Илавского.

Фиг. 2. Кристаллы пирита. Страняны. Уменьшено вдвое. Фото Илавского.

PYRITVORKOMMEN AN DER GRENZE DER PIENINEN MIT DEM FLYSCH DES LEVOČAER GEBIRGES

(Tab. XXVIII)

Der Autor führt zwei Etappen von Pyritbildung im paläogenem Flysch, gebunden an die Randfazies schwarzen Schiefers an:

Erste Etappe:

Bildung pyritischer Konkretien bei diagenetischer Phasis aus Gel-Melnikovit auf chemischem Wege. Melnikovit entsteht im Reduktionsmilieu durch Suspension organischer Stoffe und zugeführten Eisenmaterial durch mehrfache Dekarbonation und Reduktion. Es entsteht bei Sedimentation in kolloidaler Form. In seiner Form gleicht es einem flachen kristallographischen Gitter (ähnlich wie Montmorillonit oder Sericit). Bei geänderten physikalisch-chemischen Bedingungen, d. i. bei Festigung und Pression des Hangendes, adhären sie zueinander, und zwar so, daß es bei Diagenösis zur Solutionskonzentration und Wasserabsonderung kommt. Zur Verbindung flacher Gitter in Dreikantform kommt es durch Fe^{III} .

Zweite Etappe:

Bei dieser aus den Konkretionen entstehen sekundäre Pyrit hexaeder auf chemischem Wege in der Weise, daß es in der Störungszone zur sekundären Migration des in Schiefer ausgestrahlten Melnikovit kommt. Die Konkretionen wachsen einfach in Hexaeder gemäß Migration des Melnikovit. Bedeutend ist ihr skeletischer Wuchs, welcher dafür zeugt, daß in einigen günstigen Etappen Stoffe zugeführt wurden.

20. X. 1951.

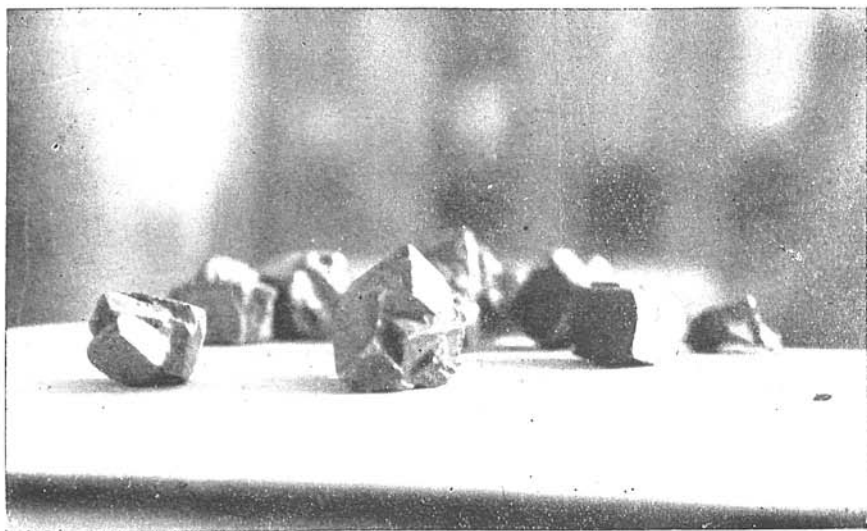
Übersetzte Ing. Mošál.

Forschungsabteilung
der Spißer Eisensteingrube.

ERLÄUTERUNGEN ZUR TABELLE XXVIII

Bild 1. Pyrite aus Stráňany. 2× verkleinert. Photo Ilavský.

Bild 2. Pyrite aus Stráňany. 2× verkleinert. Photo Ilavský.



Obr. 1. Pyrity zo Stráňan. Zmenšené 2×.

Foto Ilavský.



Obr. 2. Pyrity zo Stráňan. Zmenšené 2×.

Foto Ilavský.