

Mineralia slov.
14 (1982), 403—420

Minerálne zloženie a genéza ložísk ílových surovín na juhozápadnom okraji Kremnických vrchov

IVAN KRAUS*, EVA ŠAMAJOVÁ**, JÁN ZUBEREC***

* Katedra nerastných surovín PFUK, Žižkova 2, 811 02 Bratislava

** Geologický ústav PFUK, Zadunajská 15, 811 00 Bratislava

*** Geologický prieskum, n. p., 974 01 Banská Bystrica

(8 obr. a 6 tab. v texte)

Doručené 12. 1. 1982

Минералогический состав и происхождение месторождений глин на ЮЗ окраине Кремнических гор

В этом районе в результате изменения риолитов и риолитовых туфов верхнесарматского и панонского возраста образовались и были установлены четыре минералогические ассоциации: 1. монтмориллонитовая $\pm$ каолинит и кристобалит. 2. каолинитовая $\pm$ монтмориллонит, галлоизит и кристобалит. 3. смешанная иллито-монтмориллонитовыми минералами $\pm$ каолинит и кварц. 4. цеолитовая представлена морденитом и клиноптилолитом $\pm$ каолинит, монтмориллонит и кристобалит. В течении возникновения монтмориллонитовой и каолинитовой минеральных ассоциаций происходит комбинация эндогенных и экзогенных процессов, причём экономически интересными месторождениями бентонитов являются те, которые возникли действием экзогенных процессов. Минерал со смешанослойной структурой иллита — монтмориллонит возникает вероятно трансформацией монтмориллонита действием гидротермальных растворов в процессе К метасоматоза. Распределение минеральных ассоциаций имеет зональный характер от севера к югу.

Mineral composition and genesis of clay raw materials on SW periphery of Kremnické vrchy Mts.

In the area of altered Upper Sarmatian-Pannonian rhyolites and rhyolite tuffs, four mineral assemblages were distinguished: 1. montmorillonite $\pm$ kaolinite and cristobalite; 2. kaolinite $\pm$ montmorillonite, halloysite and cristobalite; 3. mixed-layer mineral illite-montmorillonite $\pm$ kaolinite and quartz; 4. zeolite assemblage comprising mordenite and clinoptilolite $\pm$ kaolinite, montmorillonite and cristobalite. The montmorillonite and kaolinite assemblages formed in the course of combined endogenous and exogenous processes but economically interesting bentonite deposits formed under the influence of exogenous factors. The mineral with mixed-layer structure illite-montmorillonite resulted most likely from transformation of montmorillonite under the influence of hydrothermal solutions in the process of K-metasomatism. Distribution of mineral assemblages show a tendency to zonation from the north to the south.

Výskum minerálneho zloženia a genézy ložísk ílových surovín viažúcich sa na premenu produktov ryolitového vulkanizmu na juhozápadnom okraji Kremnických vrchov potvrdil mineralogickú pestrosť a zložitosť podmienok ich vzniku. Do popredia vystúpila dôležitosť presne ich identifikovať podľa charakteru materských hornín, ako aj distribúcie premien v priestore a v čase. Získané výsledky sa stali východiskom predloženej klasifikácie surovín viažúcich sa na premenu produktov ryolitového vulkanizmu (tab. 1), ako aj na zostavenie mapy ílových surovín a zeolitov juhozápadného okraja Kremnických vrchov (obr. 1).

Takto koncipované bádanie významnou mierou pomohlo objaviť íl so zmiešanou vrstvou štruktúrou illit — montmorillonit v ložisku Dolná Ves, ktoré sa overuje v etape predbežného prieskumu, a poukázalo na existenciu kaolinizovaných ryolitov, ale najmä zeolitových tufov s prevahou mordenitu, ktorých aplikáciou sa v súčasnosti zaoberajú viaceré výskumné pracoviská CSR a SSR. Zároveň jednoznačne potvrdilo, že množstvo surovinových typov viažúcich sa na premenu produktov ryoli-

tového vulkanizmu na takom malom priestore a ich značný národohospodársky význam dovoľujú pokladať juhozápadný okraj Kremnických vrchov za jednu z najperspektívnejších oblastí nerudných surovín v Západných Karpatoch.

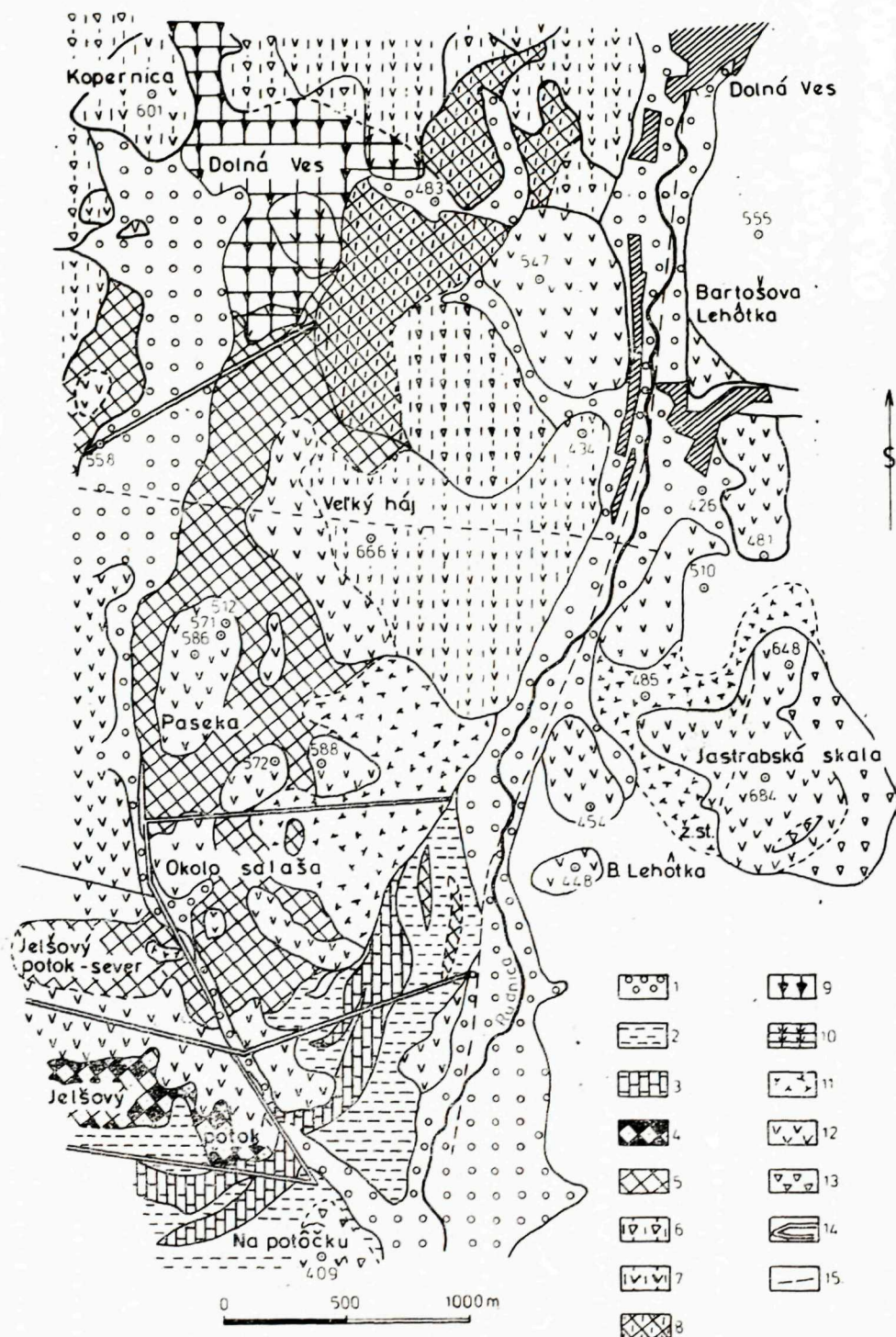
Poznámky ku geologickej stavbe a tektonike

Študovaná oblasť je pásmom približne smeru S—J na južnej periférii kremnického žilného systému západne od potoka Rudnica medzi Dolnou Vsou na S a Starou Kremničkou na J. Rozsahom sa približne zhoduje s geologickoprieskumnými prácami na lokalite Podháj, Na kotlíšti, Jelšovský potok, Jelšovský potok-sever, Okolo salaša, Paseka — Veľký háj a Dolná Ves, na ktorých sa zistili rozličné typy ílových surovín a limnokvarcity (Zuberec — Sýkora, 1980). V oblasti na V od Rudnice sa sústredila pozornosť iba do okolia kóty Jastrabská skala, v ktorej sa zistili polohy zeolitových tufov (Šamajová, 1979).

J. Forgáč et al. (1978) zaradili produkty ryolitového vulkanizmu sledovanej oblasti do tzv. štvrtého vývojového obdobia vrch-

Obr. 1. Mapa ílových surovín a zeolitov na JZ okraji Kremnických vrchov zostavená do podkladu geologickej mapy 1 : 5000 J. Zuberca (in Zuberec — Sýkora, 1980). 1 — sutina a štrk, 2 — íl a tufit, 3 — limnokvarcit, 4 — monominerálny bentonit, 5 — bentonit s prímiesou kaolinitu a cristobalitu, 6 — kaolinizovaný tuf, 7 — kaolinizovaný ryolit, 8 — kaolinitovo-montmorillonitový íl, 9 — íl so zmiešanou vrstvou štruktúrou illit — montmorillonit viažúci sa na premenu ryolitového tufu, 10 — íl so zmiešanou vrstvou štruktúrou illit — montmorillonit viažúci sa na premenu ryolitu, 11 — zeolitový tuf, 12 — nepremený felzitický ryolit, 13 — nepremený ryolitový tuf, 14 — obmedzenie ložiskových oblastí, 15 — predpokladaná zlomová línia

Fig. 1. Map of clay raw materials and zeolites on the SW periphery of the Kremnické vrchy Mts., compiled on the basis of the geological map S=1 : 5000 by Zuberec (in Zuberec — Sýkora, 1980). 1 — debris and gravel, 2 — clay and tuffite, 3 — limnoquartzite, 4 — monomineral bentonite, 5 — bentonite with admixture of kaolinite and cristobalite, 6 — kaolinized tuff, 7 — kaolinized rhyolite, 8 — kaolinite-montmorillonite clay, 9 — clay with mixed-layer mineral illite — montmorillonite associated with alteration of rhyolite tuff, 10 — clay with mixed-layer mineral illite — montmorillonite associated with the alteration of rhyolite, 11 — zeolite tuff, 12 — unaltered felsitic rhyolite, 13 — unaltered rhyolite tuff, 14 — boundaries of deposit areas, 15 — presumable fault line



nosarmatského až panónskeho veku, ale ryolity a ich vulkanoklastiká podrobnejšie nediferencovali. J. Lexa (1971) vyšiel z predstavy, že sa ryolitové telesá, predovšetkým extrúzie vyznačujú primárnou zonálnosťou, čo sa potvrdilo aj pri výskume perlitov (Lajčáková, 1980). Naproti tomu J. Zuberec — J. Sýkora (l. c.) v istej časovej postupnosti vyčlenili najprv červené felzitické ryolity, ktoré nepostihli premeny vedúce k vzniku ílových minerálov, a potom biele mikrogranitické ryolity, spravidla postihnuté premenami rozličného typu.

Naše bádanie potvrdilo existenciu dvoch variet ryolitov s odlišným stupňom premeny na ílové minerály. Jednou je ryolit s mikrosferolitickým, felzosferolitickým, resp. felzitickým vývojom základnej hmoty. Sféroility sú primárne a sú zo zmesi živcov, kremeňa, cristobalitu a tridymitu. V dutinách vystupuje chalcedón a opál. Porfyrické výrastlice nepresahujú 10 % z objemu horniny. Patrí medzi ne magmaticky korodovaný kremeň, K-živce, hlavne sanidín a plagioklasy. Felzitické ryolity sa často vyznačujú červeným sfarbením a nie sú postihnuté intenzívnejšou premenou na ílové minerály.

Druhou je ryolit s mikrogranitickou štruktúrou a niekedy s pórovitou alebo fluidálnou textúrou. Výrastlice sú zastúpené o niečo lepšie ako v predchádzajúcom type. Najviac je živcov, z ktorých plagioklasy sú intenzívne premenené na ílové minerály. K-živce sú zvyčajne čerstvé a najčastejšie ide o sanidín. V niektorých prípadoch sa dá potvrdiť adulár. Tento typ ryolitov je súčasne intenzívne silicifikovaný žilkami kremeňa hydrotermálneho pôvodu, nie formou primárnych sféroilitov.

Rozdielny stupeň premeny opisovaných ryolitov súvisí s ich odlišnou primárnou štruktúrou a výsledkom toho je rozličný obsah plagioklasov a vulkanického skla.

Nedostatočné odkrytie väčšiny ryolitových telies, ako aj malý počet vrto v vyhĺbených priamo v ryolitoch nedovoľujú zaujať jednoznačné stanovisko k vyčleneniu dvoch samostatných fáz ryolitov v zmysle koncepcie J. Zuberca — J. Sýkora (l. c.). Na druhej strane je nesporné, že tieto dve variety majú v sledovanej oblasti veľký význam pre prospekciu nerudných surovín viažúcich sa na premenu produktov ryolitového vulkanizmu.

Vplyv tektoniky na priebeh vulkanickej činnosti sa v súčasnej etape výskumu všeobecne uznáva (Konečný et al., 1978). V študovanom území predpokladáme existenciu systému paralelných zlomov približne smeru S—J. Z nich je najlepšie doložený zlom prebiehajúci údolím Rudnice od Bartošovej Lehôtky po severný okraj Starej Kremničky. Jeho priebeh možno stanoviť podľa geofyzikálnych aj geologických kritérií (Forgáč et al., l. c.).

Je pravdepodobné, že pozdĺž tohto zlomu územie západne od Rudnice v úseku medzi Dolnou Vsou a Starou Kremničkou pokleslo približne o 150 m (Lexa — osobná informácia). Táto oblasť je tektonicky exponovaným pásom v približnej smernej dĺžke 7,5 km a koncentrujú sa v nej skúmané produkty premeny ryolitového vulkanizmu. Jeho najvýraznejším prejavom je oblasť intenzívnej hydrotermálnej silicifikácie na lokalite Čertov vrch a už v minulosti známe prejavy antimonitovej mineralizácie pri Bartošovej Lehôtke, ktoré v súčasnosti potvrdil D. Peterec (1980).

Osobitný význam pripisujeme limnokvarcitovým telesám približne smeru S—J, ktoré v súlade s F. Fialom (1961) možno pokladať za produkty chemogénnej sedimentácie termálnych prameňov. Z uvedeného je zrejmé, že práve lokalizácia intenzívnych premien vo vymedzenej zóne indukuje hydrotermálnu aktivitu na južnej periférii kremnického Au—Sb ložiska v záverečnej fáze ryolitového vulkanizmu.

Minerálne zloženie premenených produktov ryolitového vulkanizmu

Podrobným mineralogickým štúdiom opierajúcim sa o rtg analýzu viac ako 500 vzoriek odobraných hlavne z vrtných jadier sa pri premene produktov ryolitového

vulkanizmu vyčlenili štyri minerálne asociácie: 1. montmorillonitová $\pm$ kaolinit a cristobalit; 2. kaolinitová $\pm$ montmorillonit, halloyzit a cristobalit; 3. minerály so zmiešanou vrstvovou štruktúrou illit — montmorillonit $\pm$ kaolinit a kremeň; 4. zeolitová, ktorú tvorí mordenit a klinoptilolit $\pm$ kaolinit, montmorillonit a cristobalit.

Veľký vplyv na distribúciu, genézu a technologické vlastnosti vyčlenených minerálnych asociácií má petrografické zloženie materských hornín. V študovanej oblasti sa už dávnejšie potvrdzuje poznatok, že vulkanoklastiká sú v porovnaní s ryolitmi premenené v omnoho väčšom rozsahu, ale hlavne intenzite. Z ložiskovo prospekčného hľadiska má zásadný význam, že sa existencia štyroch minerálnych asociácií odráža v akumulácii všetkých tu doteraz zistených surovinových typov, ako aj v ich osobitných technologických vlastnostiach. (Tab. 1).

Monominerálny bentonit

Patrí sem bentonit, ktorý má z ílových minerálov zastúpený len montmorillonit a neobsahuje cristobalit. V študovanej oblasti má zatiaľ ako jediný praktický význam. Ťaží sa z ložiska Jelšový potok, kde vznikol premenou ryolitových tufov s vitroklastickou, resp. vitro-litoklastickou štruktúrou. Z geologického, mineralogického, ložiskového a technologického hľadiska je o ňom najviac poznatkov (Slávik et al., 1971, Očenáš — Zuberec, 1972, Čičel et al., 1974, Kraus — Zuberec, 1976, Kraus et al., 1979 a i.).

Najväčšiu pozornosť sme venovali distribúcii monominerálneho bentonitu. Potvrdilo sa, že doteraz jediným predstaviteľom bilančného významu v celej skúmanej oblasti je ložisko Jelšový potok. Aj keď sa monominerálny bentonit zistil aj v istej časti vrtných jadier z Podhája, Jel-

*Prehľad minerálnych asociácií
a technologicko-surovinových typov na JZ
okraji Kremnických vrchov*
*Survey of mineral assemblages
and technological-raw material types on SW
periphery of Kremnické vrchy Mts.*

Tab. 1

Minerálna asociácia
Montmorillonitová $\pm$ kaolinit a cristobalit
Kaolinitová $\pm$ montmorillonit, halloyzit a cristobalit
Kaolinitová a montmorillonitová $\pm$ cristobalit, kremeň a živec
Minerálu so zmiešanou vrstvovou štruktúrou illit — montmorillonit
Zeolitová z klinoptilolitu a mordenitu $\pm$ kaolinit, montmorillonit a cristobalit
Technologicko-surovinový typ
monominerálny bentonit
bentonit s prímiesou kaolinitu a cristobalitu
montmorillonitizovaný ryolit
kaolín
kaolinizovaný ryolit
kaolinit-montmorillonitové íly
íl s minerálom so zmiešanou vrstvovou štruktúrou illit — montmorillonit
zeolitové tufy

šového potoka-sever a Okolo salaša, malý rozsah ani v jednom prípade nedovolil vyčleniť samostatný blok vhodný na výpočet zásob. Túto okolnosť treba brať do úvahy pri zámeroch dotýkajúcich sa jeho využívania v rozličných priemyselných odvetviach, ako aj pri investíciách na jeho úpravu.

Bentonit s prímесou kaolinitu a cristobalitu

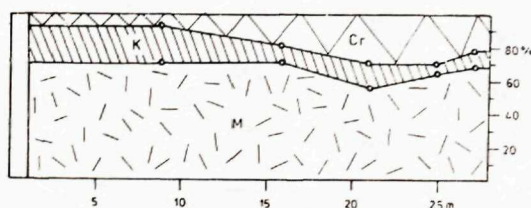
Vznikol premenou ryolitového tufu s vitroklastickou štruktúrou. Obsah kaolinitu stanovený semikvantitatívnou rtg analýzou neprevyšuje 30–35 %, a cristobalitu 15–20 %, zriedkavejšie 25 % (obr. 2). Príslušné koeficienty úmernosti na stanovenie množstva ílových minerálov a cristobalitu sú odvodené empiricky použitím vonkajšieho štandardu v zmysle L. G. Schultza (1964) a C. Craciuna (1976). V študovanej oblasti je táto minerálna asociácia najrozšírenejšia a v prípade potreby je reálna možnosť zaistiť zásoby suroviny v požadovanom množstve. Podstatne je zastúpená na lokalite Jelšový potok-

sever, Okolo salaša a Paseka — Veľký háj. V oblasti Dolnej Vsi sa vyskytuje v okrajových partiách najmä smerom na J, keď centrálnu časť tvorí íl so zmiešanou vrstvou štruktúrou illit — montmorillonit (obr. 1).

Pre možnú aplikáciu tohto bentonitu v keramickom priemysle má rozhodujúci význam vzájomný pomer medzi montmorillonitom, kaolinitom a cristobalitom. Relatívne dobré keramicko-technologické vlastnosti sa dosahujú aj pri pomerne vysokom obsahu montmorillonitu, ak je prímес ostatných dvoch minerálov stabilná. Prítomnosť montmorillonitu sa prejavuje negatívne najmä v prípade, keď výmenná kapacita dosahuje hodnotu nad 0,40 mol/kg. Ďalším nepriaznivým javom je častý vznik čiernych vytavenín, ktoré sa objavujú na tvárničkách po výpale na 1250 °C. Podstatnejšie to ovplyvňuje prítomnosť biotitu, ktorý zvyčajne nepodlieha úplnému rozkladu ani pri intenzívnejšej bentonitizácii. Pozitívny vplyv kaolinitu na keramicko-technologické vlastnosti sa prejavuje pri obsahu približne nad 10–15 %. Súčasne sa potvrdilo, že obsah kaolinitu v tomto type bentonitu sa smerom od J na S zvyšuje, čo platí predovšetkým o ložisku Okolo salaša a Paseka — Veľký háj.

Montmorillonitizovaný ryolit

Osobitné postavenie má minerálna asociácia s prevahou montmorillonitu, ak vznikla pri premene ryolitov. Zistila sa v ryolitovom telese Skalka na južnom okraji Starej Kremničky, v ryolitovom telese Klinčok tesne nad tunelom železničnej trate a v ryolitovom telese na JZ od Bartošovej Lehôtky na kóte 572. Ryolity postihnuté týmto typom premeny bývajú súčasne intenzívne silicifikované, majú pórovitú alebo fluidálnu textúru a vždy dobre zachovanú štruktúru materskej horniny. Nemajú charakter bentonitu a v tom-



Obr. 2. Minerálne zloženie bentonitu s prímесou kaolinitu a cristobalitu na základe semikvantitatívnej röntgenografickej analýzy. Frakcia pod 0,005 mm, vrt GV-63, Paseka. M — montmorillonit, K — kaolinit, Cr — cristobalit

Fig. 2. Mineral composition of bentonite with admixture of kaolinite and cristobalite as shown by semiquantitative X-ray analysis. Fraction < 0.005 mikrometer, borehole GV-63, Paseka. M — montmorillonite, K — kaolinite, Cr — cristobalit

to snere tvoria uprostred montmorillonitovej minerálnej asociácie výnimku (tab. 1).

Kaolín

Kaolín bol objavený ešte v prvej fáze prieskumných prác, keď sa overovali ložiská limnokvarcitu v okolí Starej Kremníčky (Ciesarik — Očenáš, 1964). Vo vrte ZP-5 na lokalite Podháj, na SV od Žiaru n Hronom, sa zistila jeho 22 m mocná poloha vystupujúca v podloží limnokvarcitu a redeponovaného bentonitu. V jej spodnej časti sa čiastočne zachovala štruktúra materskej horniny, ktorou je najpravdepodobnejšie ryolit porfyrickej štruktúry s hyalínovou, resp. mikrogranitickou základnou hmotou. Okrem prevládajúceho kaolinitu sa objavuje prímes montmorillonitu.

Podstatným znakom kaolínu lokality Podháj je vysoký obsah kaolinitu vo frakcii pod 0,02 mm, prevažne vyše 70 %, z čoho na frakciu pod 0,002 mm pripadá 50—60 %. Pomocou rtg analýzy interkalovaných vzoriek a pomocou kyselinovej rozpustnosti sa potvrdila jeho dobre usporiadaná štruktúra (Kraus — Horváth, 1978). Technologické vlastnosti sú pre kaolín veľmi netypické — má vysokú plasticnosť, väznosť a nízku žiaruvzdornosť. Je mimoriadne vhodný pre netermické technológie, v prvom rade ako náterový kaolín (Vtélenský — Šeba, 1972).

Najväčším a doteraz iba čiastočne objasneným problémom zostáva distribúcia kaolínu na tejto lokalite. Napriek extrémne vysokému stupňu premeny materskej horniny a veľkej moci overenej vrtom a šachticou ďalšie technické práce v bezprostrednom okolí analógiu nezistili. Z toho sa usúdilo, že ide o lokálny izolovaný výskyt kaolínu kapsovitého tvaru vyklňujúci na vzdialenosť niekoľkých m (Kraus — Zuberec, 1976).

Kaolinizovaný ryolit

V porovnaní s kaolínom ide o horninu s podstatne nižším obsahom ílových minerálov (kaolinit ± montmorillonit), ktorá je súčasne postihnutá aj intenzívnou silicifikáciou. Zatiaľ nemáme definitívnu predstavu o priestorovej distribúcii kaolinizovaných ryolitov. Tie sa zistili v niektorých vrtoch z lokality Okolo salaša, ale vrty siahali iba do hĺbky 20 m. Ďalej vystupujú v povrchových východoch ryolitových telies západne od Bartošovej Lehôtky, Dolnej Vsi a Hornej Vsi (Peterec, 1980). Tvoria tu viac-menej súvislé pásma smeru S—J prebiehajúce na západnom a východnom okraji ložiska Dolná Ves ilu so zmiešanou vrstvou štruktúrou illit — montmorillonit (obr. 1).

Kaolinizácia postihla výlučne ryolity svetlých farebných odtieňov s mikrogranitickou a hyalínovou štruktúrou. Základnú hmotu horniny postihla silicifikácia a premena na ílové minerály. Plagioklasy bývajú úplne rozložené, ale K-živce sú čerstvé. Časť z nich má autigénny pôvod a indikuje K-metasomatózu ryolitov počas zrudňovacích procesov v širšom okolí kremnického rudného poľa. Adulár sa v tomto type ryolitov zistil pomocou rtg analýzy na kóte Veľký háj, na JZ od Bartošovej Lehôtky (tab. 2).

Minerálne zloženie kaolinizovaných ryolitov je približne rovnaké. Prevládajúcim ílovým minerálom je kaolinit. Montmorillonit tvorí pravidelnú prímes, pričom jeho obsah s rastúcou hĺbkou klesá. Popri nich sa niekedy na mikrofotografiách zhotovených pomocou elektrónového mikroskopu objavujú trubičkovité častice patriace halloyzitu.

Na porovnanie uvádzame chemizmus hydrotermálne premenených acidných efuzívnych hornín, ktoré sa používajú v Číne, ale aj v Japonsku, v Kórei a v ostatnom období aj v ZSSR na výrobu porcelánu

a ostatných keramických výrobkov priamo, teda bez podstatnejšej úpravy (tab. 3). Najdôležitejším kritériom pre ich využívanie v keramickom priemysle je chemické zloženie. Obsah SiO_2 nemá prevyšovať 80 %, Al_2O_3 minimálne 12 % a suma alkálií nemá byť nižšia ako 1,5–2,0 % pri pomere $\text{K}_2\text{O} : \text{Na}_2\text{O} = 4 : 1$. Napokon suma farbiacich kyslíčnikov nemá prevyšovať

1,0 %, pri najkvalitnejších druhoch 0,5 %.

Doteraz nie je známe, či kaolinizovaný ryolit študovanej oblasti predstavuje väčšie a priestorovo rozľahlejšie akumulácie, alebo či ide len o výskyty nebilančného významu. Aj z technologickej stránky je netradičnou — neplastickou surovinou, s ktorej aplikáciou u nás niet väčších skúseností.

*Difraktografické údaje K-živcov (adulár).
Hodnoty d sú uvedené v nanometroch*

X-ray powder diffraction data of K-feldspar (adularia). The "d" values are in nanometres

Tab. 2

Veľký háj		Wairakei (Steiner, 1970)	
d [nm]	I	d [nm]	I
0.651	20	0.661	5
—	—	0.648	5
—	—	0.583	5
0.419	20	0.421	45
0.393	10	0.393	20
0.377	70	0.377	65
—	—	0.360	15
—	—	0.352	10
0.347	50	0.345	45
—	—	0.330	80
0.325	80	0.327	55
0.323	100	0.322	100
0.299	50	0.298	55
0.290	60	0.292	10
—	—	0.289	35
0.276	30	0.275	20
0.258	40	0.260	15
—	—	0.257	30
—	—	0.254	15
—	—	0.251	5
—	—	0.242	10
—	—	0.239	10
—	—	0.231	10
0.224	10	0.227	5
—	—	0.220	5
—	—	0.217	25
0.214	10	0.212	10
0.211	10	—	—
0.207	10	0.207	5
—	—	0.205	5
—	—	0.201	5
0.198	10	—	—
0.195	80	—	—
0.191	10	—	—
0.181	20	—	—

Kaolinit — montmorillonitové íly

Ide o íl, v ktorom sú približne v rovnakom pomere zastúpené dve minerálne asociácie — montmorillonitová a kaolinitová (tab. 1). Z ostatných minerálov sú stabilne prítomné živce a kremeň, iba lokálne pristupuje cristobalit. Kaolinitovo-montmorillonitové íly vznikajú premenou ryolitového tufu, zriedkavejšie tufobrekcií, prip. ryolitov a sú prejavom zložitých procesov, ktoré prebiehali v študovanej oblasti počas premien produktov ryolitového vulkanizmu. Vyskytujú sa hlavne v oblasti Dolnej Vsi na západnom a východnom okraji ílov so zmiešanou vrstvou štruktúrou illit — montmorillonit a tiež tvoria isté partie bentonitov s prímiesou kaolinitu a cristobalitu v ložisku Jelšovský potok-sever.

Technologické vlastnosti v uvedenom surovinovom type osobitne citlivo ovplyvňuje minerálne zloženie. Pri prípadnom použití suroviny v keramickej výrobe je kaolinit do istej miery schopný eliminovať niektoré nepriaznivé vlastnosti montmorillonitu. Na druhej strane sa v minerálnom zložení často prejavuje veľmi nerovnomerná distribúcia medzi kaolinitom a montmorillonitom (obr. 3). V jednotlivých vzorkovacích intervaloch sa potom vzájomný pomer medzi obidvoma minerálmi výrazne mení, čo má nepriaznivý vplyv na základné parametre tejto suroviny. Relatívne najpriaznivejšie technologické vlastnosti má kaolinitovo-montmorillonitový íl na západnom okraji ložiska ílu so zmie-

šanou vrstvou štruktúrou illit — montmorillonit Dolná Ves (obr. 1).

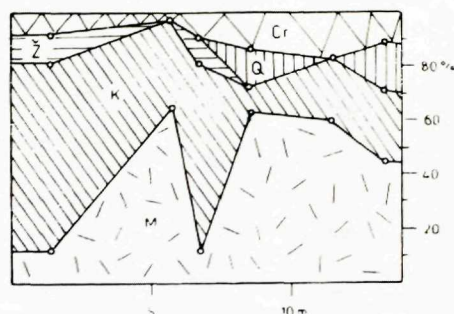
Il so zmiešanou vrstvou štruktúrou illit — montmorillonit

Najvýznamnejším objavom pri štúdiu premenených produktov ryolitového vulkanizmu na juhozápadnom okraji Kremnických vrchov je v súčasnom období zistenie minerálnej asociácie, v ktorej má vedúce postavenie minerál so zmiešanou vrstvou štruktúrou illit — montmorillonit. Jeho prvé indície na západnom okraji Dolnej Vsi (Kraus, 1967) sa stali podnetom do vyhľadávacieho prieskumu v tejto oblasti.

Minerál so zmiešanou vrstvou štruktúrou illit — montmorillonit sa viaže na premenu pemzových ryolitových tufov, len zriedkavejšie ryolitov (obr. 1). Sprievodnou premenou je intenzívna silicifikácia. Pomocou optického a rrtg štúdia sa zistila prítomnosť jemnozrnného kremeňa, chalcedónu a sporadicky aj tridymitu. Chýba cristobalit. Na niektorých miestach vystupujú telesá žilného kremeňa s príme-

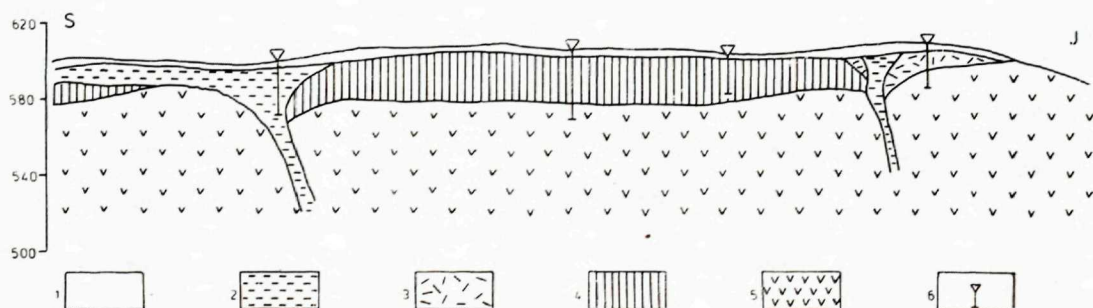
sou chalcedónu a opálu (obr. 4). Pravdepodobne predstavujú centrá výstupu hydrotermálnych roztokov. Spodnejšie partie lokálne impregnuje pyrit a markazit.

Minerál so zmiešanou vrstvou štruktúrou illit — montmorillonit vo vzorkách na-



Obr. 3. Minerálne zloženie kaolinitovo-montmorillonitového ílu na základe semikvantitatívnej röntgenografickej analýzy. Frakcia pod 0.005 mm, vrt GV-109, Dolná Ves. M — montmorillonit, K — kaolinit, Ž — živce, Q — kremeň, Cr — cristobalit

Fig. 3. Mineral composition of kaolinite-montmorillonite clay, shown by semiquantitative X-ray analysis. Fraction < 0.005 mm, borehole GV-109, Dolná Ves. M — montmorillonite, K — kaolinite, Ž — feldspars, Q — quartz, Cr — cristobalite



Obr. 4. Geologický profil ložiska ílu so zmiešanou vrstvou štruktúrou illit — montmorillonit Dolná Ves. 1 — skrývka, 2 — žilný kremeň s prímiesou chalcedónu a opálu, 3 — silicifikovaný ryolitový tuf, 4 — íl so zmiešanou vrstvou štruktúrou illit — montmorillonit, 5 — ryolitový tuf, 6 — vrt

Fig. 4. Geological cross-section through a deposit of clays with mixed-layer mineral illite — montmorillonite, Dolná Ves. 1 — overburden, 2 — vein quartz with admixture of chalcedony and opal, 3 — silicified rhyolite tuff, 4 — clay with mixed-layer mineral illite — montmorillonite, 5 — rhyolite tuff, 6 — borehole

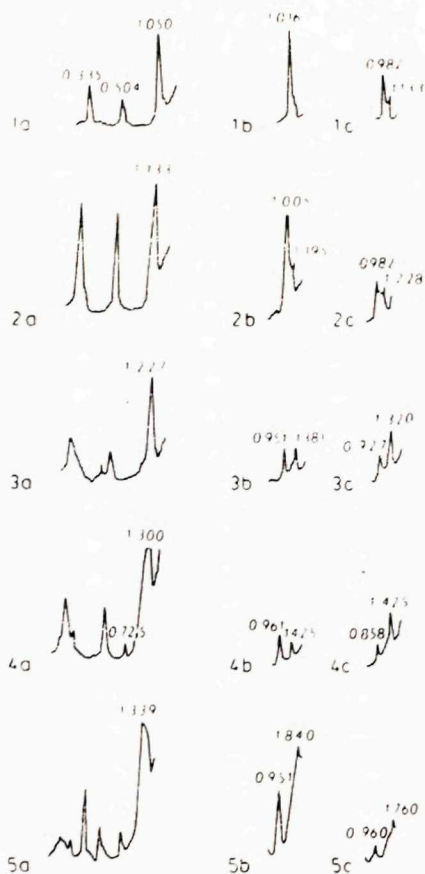
sýtených etylénglykolom obsahuje len nenapučiavajúce vrstvy illitového (1,00 nm) a napučiavajúce vrstvy montmorillonitového typu (1,68 nm; Kraus et al., 1981). Množstvo napučiavajúcich vrstiev sa pohybuje v relatívne širokom rozmedzí od 40 do 85 %. Na základe posunu bazálneho reflexu vzoriek nasycovaných glycerolom a etylénglykolom podľa postupu V. A. Drica — B. A. Sacharova (1976) možno stanoviť viac-menej plynulú sériu s variabilným zastúpením nenapučiavajúcich a napučiavajúcich vrstiev. V ložisku Dolná Ves prevládajú variety s podielom illitových vrstiev od 70 do 85 % (obr. 5, vz. 1, 2), ktoré sú podobné illitickému ílu z maďarského ložiska Füzérradvány (Nemecz — Varjú, 1970). V menšom množstve je zastúpená zmiešaná vrstvomá štruktúra illit — montmorillonit s podielom illitových vrstiev od 40 do 60 % (obr. 5, vz. 3, 4, 5), ktorá je prítomná iba v istých častiach skúmaných vrtných jadier.

Tejto okolnosti zodpovedajú aj dva morfológické typy častíc stanovené pomocou elektrónového mikroskopu. Dobre obmedzené častice pretiahnuté v jednom smere majú prevahu vo vzorkách s vyšším podielom nenapučiavajúcich, t. j. illitových vrstiev (obr. 6). Nedokonale obmedzené častice s rozplývavými okrajmi sú charakteristické pre minerál so zmiešanou vrstvomou štruktúrou s nižším podielom napučiavajúcich vrstiev (obr. 7).

Zastúpenie illitových a montmorillonitových vrstiev v mineráli so zmiešanou vrstvomou štruktúrou má rozhodujúci vplyv na chemizmus a technologické vlastnosti. S rastúcim podielom illitových — nenapučiavajúcich vrstiev sa zvyšuje obsah K_2O a klesá hodnota výmeny kationov (tab. 4). Takéto variety majú oproti tým, v ktorých podiel napučiavajúcich vrstiev klesá, nižšiu citlivosť na sušenie a pálenie, nižšiu pevnosť po vysušení, ale vyššiu nasiakavosť (tab. 5).

Zeolity

Ďalším prínosom štúdia premenených produktov ryolitového vulkanizmu na juhozápadnom okraji Kremnických vrchov je zistenie minerálnej asociácie, v ktorej majú vedúce postavenie zeolity (Kraus



Obr. 5. Rtg záznamy minerálu so zmiešanou vrstvomou štruktúrou illit — montmorillonit z ložiska Dolná Ves. a — vzorka v prirodzenom stave, b — vzorka nasýtená glycerolom, c — vzorka nasýtená etylénglykolom. Hodnoty d sú uvedené v nanometroch

Fig. 5. X-ray diffraction patterns of the mixed-layer mineral illite-montmorillonite from the deposit Dolná Ves. a — sample in natural state, b — sample saturated with glycerol, c — sample saturated with ethylene glycol. The "d" values are in nanometers

et al., 1978, Šamajová, 1979).

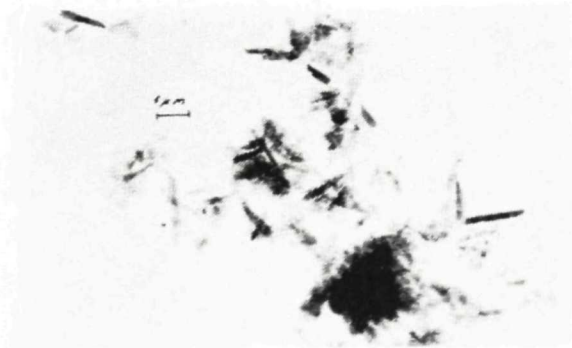
Zeolity sa viažu na premenu ryolitových tufov s typickým zelenkavým farebným odtieňom, len zriedkavo na premenu ryolitov. Vystupujú v súvislom pruhu smeru približne Z—V, ktorý prebieha zónou, pozdĺž ktorej sa produkty ryolitového vulkanizmu zmenili na ílové minerály (obr. 1). Z povrchových východov a z plytkých vrtoch sa doteraz mohlo usudzovať len o plošnom rozsahu zeolitizácie. O hĺbke, do akej zeolitizácia prebehla, sa nateraz nemôžeme hodnoverne vyjadriť, aj keď sa nepriamo predpoklady dajú robiť na základe mocnosti (100—120 m) značne erodovaných zeolitových vulkanoklastík v záreze železničnej trate pri železničnej stanici Bartošova Lehôtka.

Pomocou rtg analýzy a rastrovacieho elektrónového mikroskopu sa zistila prítomnosť mordenitu a klinoptilolitu v asociácii s ílovými minerálmi (montmorillonit, kaolinit) a cristobalitom. Zeolity zamieňajú v ryolitových tufoch úlomky vul-

kanického skla a pemzy, ale najintenzívnejšie základnú popolovitú hmotu. Obsah zeolitov sa v závislosti od textúry tufu pohybuje vo veľmi širokom rozmedzí od niekoľkých ‰ až do takmer 50 ‰.

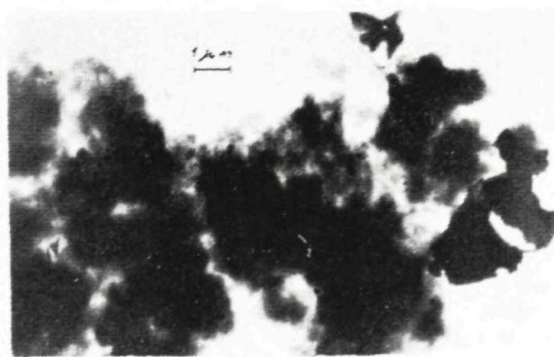
Pôvod premenených produktov s prevahou montmorillonitu

Monominerálne bentonity vznikali premenou ryolitového tufu vo vodnom prostredí jazerného bazénu. Ryolitové tuфы sa tu viacnásobne striedajú s polohami silicítov, ktoré sú prejavom nízkotermálnej aktivity počas ryolitového vulkanizmu a v tejto oblasti sa tradične označujú ako limnokvarcity. Vznikali prevažne chemo-génne, keď sa alkalické roztoky s vysokým obsahom $[\text{SiO}_2]_n$ dostávali do jazerného bazéna s nízkou hodnotou pH, kde rastlinné zvyšky zuhoľnateli. Pri tomto procese alkalické roztoky s vysokým obsahom $[\text{SiO}_2]_n$ zvýšili alkalitu vody v jazernom



Obr. 6. Minerál so zmiešanou vrstvou štruktúrou illit — montmorillonit s podielom nenapučievajúcich vrstiev od 70 do 85 ‰. Vrt GV-78, Dolná Ves. Transmisný elektrónový mikroskop, zväčš. 7000×. Vyhotovala H. Gerthofferová

Fig. 6. Mixed-layer mineral illite-montmorillonite with 70—85 ‰ of non-swelling layers. Borehole GV-78, Dolná Ves. Transmissive electron microscope, magn. 7000×. Made by H. Gerthofferová



Obr. 7. Minerál so zmiešanou vrstvou štruktúrou illit — montmorillonit s podielom nenapučievajúcich vrstiev od 40 do 60 ‰. Vrt GV-69, Dolná Ves. Transmisný elektrónový mikroskop, zväčš. 7000×. Vyhotovala H. Gerthofferová

Fig. 7. Mixed-layer mineral illite-montmorillonite with 40—60 ‰ of non-swelling layers. Borehole GV-69, Dolná Ves. Transmissive electron microscope, magn. 7000×. Made by H. Gerthofferová

bazéne. V takom prostredí sa zároveň usádzal ryolitový tuf, v ktorom sa vulkanické sklo menilo na montmorillonit. Hydratácia vulkanického skla mohla pokračovať aj po uložení celého komplexu tufov a limnokvarcitov pri cirkulácii vody atmosferického pôvodu v zmysle koncepcie, ktorú pôvodne predložil I. Kraus (1967) a D. Očenáš — J. Zuberec (1972). Podľa súčasných poznatkov je pravdepodobnejšie, že hlavný proces bentonitizácie spadá do obdobia vzniku limnokvarcitov.

Bentonit s prímiesou kaolinitu a cristobalitu vznikal prevažne pri premene ryolitového tufu na suši účinkom povrchového zvetrávania. Cristobalit sa tu mohol tvoriť pri uvoľňovaní $[\text{SiO}_2]_n$ počas premeny vulkanického skla na montmorillonit. Zdá sa pravdepodobné, že sa nevyskytuje tam, kde bentonitizácia vulkanického skla prebiehala vo vodnom prostredí v úzkej priestorovej spojitosti s limnokvarcitmi (Jelšový potok). Na tvorbu kaolinitu mala rozhodujúci vplyv hodnota pH

Chemické analýzy premenených kyslých vulkanických hornín
Chemical analyses of altered acid volcanic rocks

Tab. 3

	1	2	3
SiO ₂	75.08	75.34	48.16
Al ₂ O ₃	15.75	13.17	35.12
TiO ₂	0.14	0.11	—
Fe ₂ O ₃	0.57	0.87	0.96
CaO	0.04	0.72	0.69
MgO	0.41	0.82	0.20
K ₂ O	4.08	5.18	0.61
Na ₂ O	0.52	0.60	0.23
H ₂ O (—)	—	—	—
H ₂ O (+)	1.32	2.92	13.35
Suma	99.91	99.73	99.32

1 — „China stone“, San-Bao-Pen (Magidovič — Finko, 1975), 2 — Kaolinizovaný ryolit-Paseka, vrt ŽKV-61, 3 — kaolín — Podhája, vrt ZP-5

Chemické analýzy vyhotovili laboratória GP v Turčianskych Tepliciach

Chemické analýzy minerálu so zmiešanou vrstvou štruktúrou illit — montmorillonit, Dolná Ves

Chemical analyses of mixed layer mineral illite — montmorillonite, Dolná Ves

Tab. 4

	1	2	3
SiO ₂	77.00	66.83	70.19
Al ₂ O ₃	14.77	19.79	17.16
TiO ₂	0.14	0.15	0.16
Fe ₂ O ₃	1.32	2.18	1.62
CaO	0.70	0.56	0.41
MgO	0.60	1.11	0.71
K ₂ O	2.36	4.09	5.64
Na ₂ O	0.06	0.09	0.07
H ₂ O (—)	0.18	1.52	0.79
H ₂ O (+)	3.33	3.78	3.41
Suma	99.86	100.19	100.16

Vým. 0.206 mol/kg 0.073 mol/kg 0.010 mol/kg
 kap.

1 — minerál so zmiešanou vrstvou štruktúrou s podielom nenapučiavajúcich vrstiev okolo 40 %, vrt GV-70, 2 — minerál so zmiešanou vrstvou štruktúrou s podielom nenapučiavajúcich vrstiev okolo 60 %, vrt GV-82, 3 — minerál so zmiešanou vrstvou štruktúrou s podielom nenapučiavajúcich vrstiev okolo 85 %, vrt GV-78

Chemické analýzy vyhotovili laboratória GP Turčianske Teplice

infiltrujúcej vody počas zvetrávania.

Montmorillonitizovaný ryolit sa tvoril pôsobením nízkotermálnych alkalických roztokov počas ryolitového vulkanizmu. Jeho vznik časovo najskôr súvisel s hydrotermálnou aktivitou, počas ktorej sa v jazerných panvičkách tvorili limnokvarcity. Vzájomný vzťah medzi montmorillonitom a kaolinitom je tu determinovaný predovšetkým hodnotou pH pri prenikaní hydrotermálnych roztokov cez okolné horniny.

Pôvod premenených produktov s prevahou kaolinitu

V studovanej oblasti sú evidentné dôkazy, že sa pri kaolinizácii ryolitu kombinovali

endogénne a exogénne procesy. Primárnou bola hydrotermálna kaolinizácia počas ryolitového vulkanizmu, keď vznikali kaolinizované ryolity s relatívne nízkym stupňom premeny, v ktorých sa lokálne objavuje antimonit, kryštallický a žilný kremeň, ako aj chalcedón. Majú zvýšený obsah K_2O , spravidla nad 6 ‰, a indikujú K-metasomatózu počas hydrotermálneho procesu na južnej periférii kremnického Au—Sb ložiska. Kaolinizáciu potom dávame do súvislosti s tým istým alebo blízkym typom ryolitu, ktorému v kremnickom ložisku pripisuje M. Böhmer (1966) paragenetický vzťah so zrudnením.

Za vhodných podmienok účinkom intenzívnej cirkulácie atmosferickej vody lo-

kálne hypergénne zvetrával hydrotermálne kaolinizovaný ryolit. Prikladom je výskyt kaolínu na lokalite Podháaj, kde vznikla „kapsa“ mocná viac ako 20 m, ale s minimálnym plošným rozsahom. Ak v prípade hydrotermálne kaolinizovaných ryolitov je obsah K_2O vysoký, pri pôsobení hypergénnych činiteľov sa v kaolíne zachovalo iba stopové množstvo K_2O (tab. 3). Súčasne sa v spodnej časti profilu objavila prímes montmorillonitu a vznikol dvojzložkový profil s distribúciou ílových minerálov typickou pre kôru zvetrávania.

Kaolinitovo-montmorillonitový íl sa v minulosti pokladal za dôkaz o redepozícii primárneho bentonitu a kaolínu (Kraus — Zuberec, 1976). Neskôr sa ukázalo, že sa íl tohto zloženia môže vyskytovať aj na pôvodnom mieste vzniku (Kraus et al., 1978). Kaolinit a montmorillonit nevznikali súčasne, ale ich spoločný výskyt je výsledkom meniacich sa fyzikálno-chemických podmienok počas premeny ryolitového tufu. Nazdávame sa, že ide o polygenetický typ, v ktorom sa uplatňovali hydrotermálne aj hypergénne procesy. Hydrotermálne procesy mali svoje opodstatnenie tam, kde íl tohto typu tvorí súčasť vonkajšej zóny, v ktorej sa postupne od centra po perifériu zvyšuje obsah montmorillonitu. Takéto pomery sa dajú sledovať na východnom a západnom okraji ložiska ílu so zmiešanou vrstvou štruktúrou illit — montmorillonit Dolná Ves (obr. 8). Na väčšine iných miest môže byť kaolinitovo-montmorillonitový íl prejavom redepozície (Jelšovský potok-sever) alebo produktom zvetrávania primárnych bentonitov.

Pôvod ílu so zmiešanou vrstvou štruktúrou illit — montmorillonit

Minerál so zmiešanou vrstvou štruktúrou illit — montmorillonit pokladáme za produkt pôsobenia hydrotermálnych roz-

Vzťah medzi zastúpením nenapučiavajúcich vrstiev v mineráli so zmiešanou vrstvou štruktúrou illit — montmorillonit a niektorými technologickými vlastnosťami v ložisku Dolná Ves

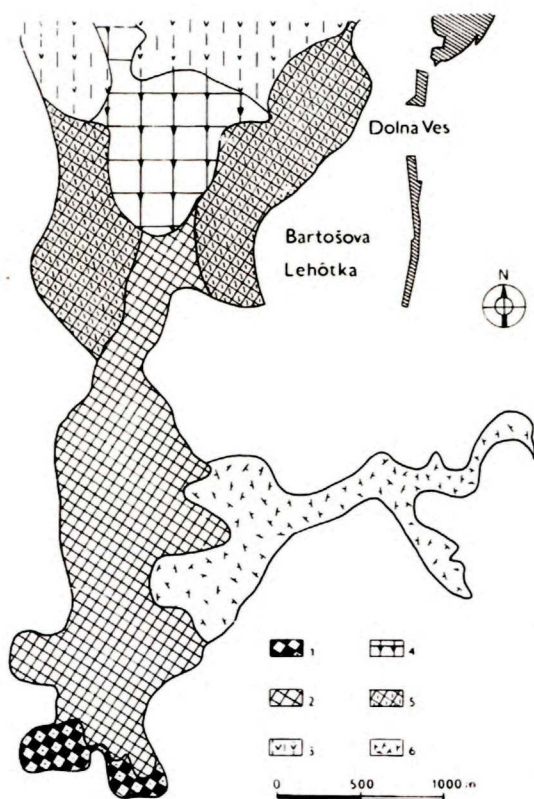
Relationship between percentage of non-swelling layer in mixed-layer mineral illite — montmorillonite and some technological properties on deposit Dolná Ves

Tab. 5

	1	2
roztváracia voda	24—30 ‰	30—45 ‰
zmrštenie sušením	4—8 ‰	8—10 ‰ až 14—16 ‰
celkové zmrštenie po výpale na 1250 °C	7—11 ‰	12—16 ‰
pevnosť v ťahu za ohybu po vysušení v megapascaloch	2—4 ‰	4—5 ‰ až 6—7 ‰

Technologické skúšky vykonali laboratória GP Turčianske Teplice

1 — Zmiešaná vrstvom štruktúra s podielom nenapučiavajúcich vrstiev od 70 do 85 ‰
2 — Zmiešaná vrstvom štruktúra s podielom nenapučiavajúcich vrstiev od 40 do 60 ‰



Obr. 8. Schéma distribúcie minerálnych asociácií na JZ okraji Kremnických vrchov viažúcich sa na premenu ryolitového tufu. 1 — monominerálny bentonit, 2 ± asociácia montmorillonit — kaolinit a cristobalit, 3 — asociácia kaolinit ± montmorillonit, halloyzit a cristobalit, 4 — asociácia zmiešanovrstvový mineral illit — montmorillonit ± kaolinit a kremeň, 5 — kaolinitová a montmorillonitová asociácia (kaolinitovo-montmorillonitový íl), 6 — asociácia zeolity ± kaolinit, montmorillonit a cristobalit

Fig. 8. Scheme of distribution of mineral assemblages on the SW periphery of the Kremnické vrchy Mts., associated with the alteration of rhyolite tuffs, 1 — monomineral bentonite, 2 — assemblage of montmorillonite ± kaolinite and cristobalite, 3 — assemblage of kaolinite ± montmorillonite, halloysite and cristobalite, 4 — assemblage of mixed layer mineral illite — montmorillonite ± kaolinite and quartz, 5 — kaolinite and montmorillonite assemblage (kaolinite-montmorillonite clay), 6 — assemblage zeolites ± kaolinite, montmorillonite and cristobalite

tokov na premenený ryolitový tuf, resp. ryolit. Výstup hydrotermálnych roztokov indikujú telesá žilného kremeňa s prímesou opálu a chalcedónu, v ktorých okolí prebieha premena materských hornín (obr. 4). Typický prejav hydrotermálnej mineralizácie — žilný kremeň s chalcedónom, opálom, antimonitom a rumelkou na lokalite Čertov vrch pri Kopernici sa vyskytuje na severozápadnom okraji ložiska Dolná Ves. Mikrogranitické ryolity a ich tufy v oblasti Dolnej Vsi, Kopernice a Lúčok v rozličnej miere postihla hydrotermálna silicifikácia a K-metasomatóza. Proces K-metasomatózy je osobitne charakteristický pre kremnické polymetalické ložisko, v ktorom je adulár, hydromuskovit polytypnej modifikácie $1M \gg 2M_1$ a sporadicky aj minerál so zmiešanou vrstvou štruktúrou illit — montmorillonit súčasťou žilnej výplne a premenených pyroxenických andezitov v okolí rudných žíl (Böhmer et al., 1969). Vysoký obsah K^+ v hydrotermálnom procese mal preto rozhodujúci vplyv na tvorbu minerálu so zmiešanou vrstvou štruktúrou illit — montmorillonit na južnej periférii kremnického rudného ložiska v oblasti Dolnej Vsi. V tejto spojitosti je zaujímavé zistenie dvoch draselných anomálií podľa výsledkov leteckej gamaspektrometrie (Štohl et al., 1981). Jednu reprezentuje kremnický rudný rajón a druhá sa kryje s priebehom ílu so zmiešanou vrstvou štruktúrou illit — montmorillonit v Dolnej Vsi. Výskyt adularizovaných ryolitov v tejto oblasti uvádza J. Forgáč (1981). B. Čičel — D. Machajdík (1981) nasycovaním montmorillonitu exogénneho pôvodu z Jelšovho potoka K^+ získali v laboratórnych podmienkach syntetický minerál so zmiešanou vrstvou štruktúrou illit — montmorillonit, v ktorom sa podiel illitových vrstiev stanovil na 54 %. Tento fakt spolu s charakterom distribúcie minerálnych asociácií (obr. 1, 8) vedie k náhľadu, že ryolitový

tuf v oblasti Dolnej Vsi podľahol v prvom štádiu prevažne účinku exogénnych činiteľov — bentonitizácii a kaolinizácii. Nasledujúci prínos K^+ prostredníctvom hydrotermálnych roztokov spôsobil transformáciu montmorillonitu na minerál s nepravidelne zmiešanou vrstvou štruktúrou illit — montmorillonit, v ktorom sa podiel illitových vrstiev podľa súčasných poznatkov pohybuje od 40 do 85 %.

Distribúcia minerálnych asociácií v priestore a čase

Najintenzívnejšie premeny v bádatej oblasti sa viažu na zónu približne smeru S—J, ktorá je pokračovaním kremnických rudných žíl. Jej priebeh kontroluje tektonika, aj keď priamo lokalizovať tektonické línie práve pomocou intenzívnych premien ryolitového tufu je ťažké. V severnej časti tejto zóny v priestore Kopernica — Čertov vrch — Dolná Ves sa produkty ryolitového vulkanizmu menili na súši, a to účinkom ako hydrotermálnych, tak aj hypergénnych procesov. V južnej časti tejto zóny, predovšetkým v oblasti Jelšovský potok a Jelšovský potok-sever, prebiehal rozklad ryolitového tufu v sladkovodnom prostredí bez priameho pôsobenia hydrotermálnych roztokov. Generálne možno v študovanej zóne od S na J pozorovať pribúdanie montmorillonitu na úkor kaolinitu. Dokumentujú to kvantitatívne vzťahy medzi montmorillonitom a kaolinitom v premenených tufoch aj v ryolitoch.

Laterálnu zonálnosť možno sledovať predovšetkým v oblasti Dolnej Vsi pri premene ryolitového tufu (obr. 8). Vo vnútornej zóne je prítomný minerál so zmiešanou vrstvou štruktúrou illit — montmorillonit s variabilnou prímiesou kaolinitu. V celej vnútornej zóne chýba montmorillonit. Vhodné podmienky na vznik minerálov vnútornej zóny sa vytvorili

v oblasti pôsobenia ascendentných roztokov bohatých na K^+ . Vo vonkajšej zóne, ktorá je vyvinutá na východnom, západnom a južnom okraji ložiska Dolná Ves, je prítomný kaolinitovo-montmorillonitový il a bentonit s prímiesou kaolinitu a cristobalitu. V celej tejto zóne chýba minerál so zmiešanou vrstvou štruktúrou illit — montmorillonit. Pri vzniku minerálov vonkajšej zóny sa uplatňovali najmä hypergénne procesy.

Zložité priestorové vzťahy medzi vyčlenenými minerálnymi asociáciami mali vplyv aj na ich časovú postupnosť. Predpokladaná alternatíva vychádza z geologickej pozície ryolitového vulkanizmu a jeho vzťahu k rudnej mineralizácii v kremnickom ložisku (tab. 6).

V prvej etape počas ryolitového vulkanizmu (vrchný sarmat — panón) sa na súši aj v limnicksom prostredí v závislosti

Schéma postupnosti vzniku premenených produktov ryolitového vulkanizmu na juhozápadnom okraji Kremnických vrchov

Scheme of succession of genesis of altered products of rhyolite volcanism on SW periphery of Kremnické vrchy Mts.

Tab. 6

etapa — vek	proces vzniku	minerálna asociácia
I	zvetrávanie	montmorillonitová
vrchný sarmat — panón	hydrotermálna premena	kaolinitová montmorillonitová zeolitová
II panón	hydrotermálna premena	minerálu so zmiešanou vrstvou štruktúrou illit — montmorillonit
III pliocén — kvartér	zvetrávanie	kaolinitová montmorillonitová

od fyzikálno-chemických podmienok uplatnila bentonizácia a kaolinizácia ryolitového tufu. Súčasne pôsobením nízkotermálnych roztokov spätých s aktivitou ryolitového vulkanizmu vznikali premenené ryolity a ryolitové tufy. V nich mohol mať dominujúce postavenie kaolinit (kaolinizované ryolity), montmorillonit (montmorillonitizované ryolity) alebo zeolity (zeolitizované tufy).

V druhej etape po skončení ryolitového vulkanizmu (panón) vznikla endogénna Au—Sb formácia známa z kremnického rudného ložiska. Významným prejavom hydrotermálnych procesov sa stala K-metasomatóza (Böhmer, 1966). Na južnej periférii kremnického ložiska prínos K^+ v hydrotermálnych roztokoch spôsobil v časti premenených ryolitových tufoch transformáciu montmorillonitu na minerál so zmiešanou vrstvou štruktúrou illit — montmorillonit.

V tretej etape (pliocén a kvartér) sa uplatnilo hypergénne zvetrávanie ryolitového tufu postihnutého premenami v predchádzajúcich etapách. Uplatnila sa lokálna kaolinizácia, resp. bentonitizácia. Ale to už na distribúciu minerálnych asociácií bádanej oblasti nemalo rozhodujúci vplyv.

Recenzoval V. Radzo

LITERATÚRA

- Böhmer, M. 1966: Ložiskové a paragenetické pomery zlatonosných žíl centrálnej časti kremnického rudného poľa. *Acta geol. geogr. Univ. Comen., Geol.*, 11, 123 s.
- Böhmer, M. — Gerthofferová, H. — Kraus, I. 1969: To the problems of alterations of Central Slovakian neovolcanites. *Geol. Zbor. Geologica carpath. (Bratislava)*, 20, pp. 47—63.
- Ciesarik, M. — Očenáš, D. 1964: Záverečná správa z podrobného prieskumu a výpočet zásob Stará Kremnička — limnokvarcit so stavom k 1. 8. 1964. *Manuskript — Geofond Bratislava*. 128 s.
- Craciun, C. 1976: The quantitative determination of cristobalite and montmorillonite from the colloidal fractions bentonites by X-ray diffraction. *Stud. tehn. si econ. (Inst. geol.) (București)*, 1, 13, pp. 7—11.
- Čičel, B. — Horváth, I. — Novák, I. 1974: Záverečná správa o výsledkoch výskumu bentonitu z lokality Jelšovský potok. *Manuskript — Ústav anorganickej chémie SAV Bratislava*. 30 s.
- Čičel, B. — Machajdík, D. 1981: Potassium and ammonium — treated montmorillonites. Part I. Interstratified structures with ethylene glycol and water. *Clays and Clay Miner. (New York)*, 29, pp. 40—46.
- Dric, V. A. — Sacharov, B. A. 1976: Rentgenostruktúrný analýz smesanoslojnych mineralov. *Trudy GIN (Moskva)*. 255 s.
- Fiala, F. 1961: Geologicko-petrografický výskum centrálnej a južnej časti Kremnických hôr za léta 1955—1960. *Manuskript — Geofond Bratislava*. 265 s.
- Forgáč, J. — Škvarka, M. — Brlay, A. 1978: Vysvetlivky ku geologickej mape 1 : 25 000, list Stará Kremnička. *Manuskript — Geofond Bratislava*. 85 s.
- Forgáč, J. 1981: O dvoch typoch ryolitov v Žiarkej kotline. *Mineralia slov.*, 13, s. 249—262.
- Konečný, V. — Lexa, J. — Šefara, I. 1978: Vzťah vulkanizmu k morfológickým štruktúram predvulkanického podložja. *Manuskript — Geofond Bratislava*. 63 s.
- Kraus, I. 1967: Petrograficko-mineralogické pomery a genéza ílových sedimentov Žiarkej kotliny. *Geol. práce, Spr. (Bratislava)*, 43, s. 25—52.
- Kraus, I. — Zuberec, J. 1976: Bentonites and kaolins at the SW margin of the Kremnické pohorie Mts., in the neovolcanic region central Slovakia. *7th Conf. Clay min. petrol., Karlovy Vary, Univ. Carol., Geol.*, pp. 391—399.
- Kraus, I. — Horváth, I. 1978: Mineralogy and age of Slovakian kaolins. *Schr. geol. Wiss.*, 11, pp. 125—136.
- Kraus, I. — Šamajová, E. — Gerthofferová, H. — Lajčáková, A. 1978: Minerálne zloženie a genéza ílových surovín, zeolitov a perlitov. *Manuskript — Geol. ústav PF UK Bratislava*. 300 s.
- Kraus, I. — Šamajová, E. — Zuberec, J. 1979: Mineral composition altered products of rhyolite volcanism at the SW margin of the Kremnické pohorie Mts. *8th Conf. Clay Min. Petrol., Teplice, Univ. Carol. Geol.*, pp. 137—144.
- Kraus, I. — Čičel, B. — Šamajová, E. — Machajdík, D. 1981: Genesis of clays resulting from alteration of rhyolite volcanic rocks in Central Slovakia (Czechoslovakia). *7th International Clay Conf., Book of abstracts*, pp. 159—160.
- Lajčáková, A. 1980: Mineralogicko-petro-

- štruktúrne štúdium perlitov v stredoslovenských neovulkanitoch. *Mineralia slov.*, 12, s. 155—176.
- Lexa, J. 1971: Formy rhyolitových telies v okolí Žiaru n/Hronom. *Geol. práce, Spr. (Bratislava)*, 56, s. 67—80.
- Magidovič, V., I. — Finko, V. I. 1975: Farforovyje kamni. *Novyje vidy nemetalických poleznych iskopaemych.* Moskva, Izd. Nauka, s. 46—62.
- Nemecz, E. — Varjú, G. 1970: Sárospatakit (Hidrotermális illitmontmorillonit) kémiai és szerkezeti sajátosságai. *Földt. Köz.*, 100, s. 11—22.
- Očenáš, D. — Zuberec, J. 1972: Ložisko bentonitu Jelšovský potok v Žiarskej kotline. *Mineralia slov.*, 4, 15, s. 135—144.
- Peterec, D. 1980: Štúdium premien produktov rhyolitového vulkanizmu na JZ okraji Kremnického pohoria. [Diplomová práca.] *Manuskript — Katedra nerastných surovín PF UK Bratislava.* 76 s.
- Slávik, J. — Hruškovič, S. — Očenáš, D. — Zuberec, J. 1971: Ložiská bentonitov na Slovensku. *Mineralia slov.*, 3, 12, s. 561—573.
- Schultz, L. G. 1964: Quantitative interpretation from X-ray and chemical data for the Pierre shale. *U. S. Geol. Surv. profess. Pap.*, 391-C, 31 p.
- Steiner, A. 1970: Genesis of hydrothermal K-feldspar (adularia) in active geothermal environment at Wairakei. *Mineral. Mag. (London)*, 37, 292, pp. 916—921.
- Šamajová, E. 1979: Zeolites in acid volcanoclastics of the Kremnické pohorie Mts., 8th Conf. Clay Min. Petrol. Teplice, Univ. Carol., Geol., pp. 267—275.
- Štohl, J. — Gnojek, I. — Dědáček, K. 1981: Využitie leteckej magnetometrie a gamaspektrometrie pre interpretáciu metalogenézy stredoslovenských neovulkanitov. *Žáp. Karpaty, sér. min. petrogr. geochem. lož. (v tlači).*
- Vtělenský, J. — Šeba, P. 1972: Atypisches Kaolin von der Lagerstätte Žiar-Podháj in der Slowakei. 5th Conf. Clay Miner. Petrol. Praha, Univ. Carol., Geol., pp. 155—160.
- Zuberec, J. — Sýkora, J. 1980: Záverečná správa a výpočet zásob. Žiarska kotlina — VP keramické suroviny, stav k 31. 12. 1979. *Manuskript — Geofond Bratislava.* 232 s.

Mineral composition and genesis of clay raw materials on SW periphery of Kremnické vrchy Mts.

IVAN KRAUS — EVA ŠAMAJOVÁ — JÁN ZUBEREC

Clays associated with alteration of the products of Upper Sarmatian — Pannonian rhyolite volcanism were studied in a 7.5 km long, approximately N—S striking belt. The clays are on the southern periphery of the Kremnica hydrothermal deposit of Au—Sb ores. On the ground of the results eight principal technological-raw material types were distinguished (Tab. 1) and a map of clay raw materials and zeolites was compiled (Fig. 1).

In the most frequent montmorillonite mineral assemblage resulting mainly from the alteration of rhyolite tuffs and scarcely from the alteration of rhyolites, three mineralogical-genetical types were distinguished:

Monomineral bentonite contains among clay minerals only montmorillonite without cristobalite admixture. The bentonite is only in the southern part of the studied area. There it is mined from the deposit Jelšovský potok.

Bentonite with kaolinite and cristobalite admixtures is most frequent in the area. The kaolinite admixture is not higher than

50—35 % and the cristobalite admixture does not exceed 15—20 % (Fig. 2). The kaolinite content increases in bentonite of this type from the south to the north.

Montmorillonitized rhyolite shows intense silicification, a comparatively low degree of alteration and it has not the character of bentonite.

In the kaolinite mineral assemblage resulting mostly from the alteration of rhyolites, scarcely of rhyolite tuffs, two mineralogical-genetical types were distinguished:

Kaolin contains up to 70 % of kaolinite in a fraction < 0.02 mm. It is occasionally present in isolated pocket-shaped beds ranging to 22 m in thickness. It has a high plasticity, high binding power and low refractoriness.

Kaolinized rhyolite contains substantially less clay minerals. Plagioclases are as a rule completely decomposed whereas K-feldspars are fresh. They are adulars in a part. (Tab. 2). Chemical composition of kaolinized rhyolites corresponds to that of acid effusives used in the production of porcelain in some countries (Tab. 3).

Kaolinite-montmorillonite clay is a particular mineralogical-genetical type. It contains the kaolinite and the montmorillonite assemblages in approximately equal proportion. But in boreholes the kaolinite/montmorillonite ratio is extremely variable (Fig. 3).

Most significant is the discovery of a mineral assemblage with the dominant position of a *mixed-layer mineral illite — montmorillonite* on the deposit Dolná Ves. Samples saturated with ethylene glycol only non-swelling layers of illite (1.00 nm) and swelling layers of montmorillonite (1.68 nm) types. On the deposit Dolná Ves dominant are varieties with the content of non-swelling layers ranging from 70 % to 85 % (Fig. 5, samples 1, 2). The mixed-layer mineral with 40 %—60 % (Fig. 5, samples 3, 4, 5) of non-swelling layers occurs in a smaller amount. In respect of this there are two different morphological types of particles, determined by electron microscope (Fig. 6, 7), different chemical composition (Tab. 4) and some different technological properties (Tab. 5).

The study of altered products of rhyolite volcanism resulted in another important find: zeolites in a continuous belt, approximately N—E striking, crossing the zone along which clay minerals formed (Fig. 1, Fig. 8). The content of zeolites is considerably variable in dependence upon the structure of tuffs.

Monomineral bentonites formed in aqueous environment of lacustrine basin together with silicites, traditionally denoted as limnoquartzites in this area. Bentonites with kaolinite and cristobalite admixtures formed at the alteration of rhyolite tuffs on dry land, under the influence of surface weathering.

Montmorillonitized rhyolites formed under the influence of low-thermal alkalic solutions during rhyolite volcanism.

Kaolinization of rhyolites proceeded as combined endogenous and exogenous processes. Hydrothermal kaolinization was primary during rhyolite volcanism when kaolinized rhyolites with a comparatively low degree of alteration formed. Surficial weathering of hydrothermally kaolinized rhyolites is secondary. It is local, due to intensive infiltration of atmospheric waters.

Mixed-layer mineral illite-montmorillonite is a product of the influence of hydrothermal solutions. The ascent of hydrothermal solutions is indicated by hydroquartzite bodies (Fig. 4). The process of K-metasomatism is characteristic of the Au—Sb deposit in Krem-

nica and of its southern periphery. There on the locality Dolná Ves occurs the mixed-layer mineral illite — montmorillonite. So the influence of high K^+ content in hydrothermal solution was decisive in its genesis. The rhyolite tuffs are presumed to have been mostly affected by the exogenous factors — bentonitization and kaolinization — after their formation. The following transport of K^+ by hydrothermal solutions caused transformation of montmorillonite into mixed-layer mineral illite — montmorillonite.

Lateral zonation may be followed at the alteration of rhyolite tuffs in the area of Dolná Ves (Fig. 8). In the inner zone is the mixed — layer mineral illite — montmorillonite with variable kaolinite admixture. Montmorillonite is absent.

In the outer zone on the eastern, western and southern margins of clays with the mixed — layer mineral illite — montmorillonite are kaolinite — montmorillonite clays and bentonites with the admixture of kaolinite and cristobalite. The mixed — layer mineral illite — montmorillonite is absent in the entire zone.

Complicated spatial relations among the distinguished mineral assemblages also affect their chronology (Tab. 6).

In the first stage, in the course of rhyolite volcanism, bentonitization and kaolinization of rhyolite tuffs in dependence upon physical-chemical conditions proceeded on dry land as well as in limnic environment. At the same time, altered rhyolites and rhyolite tuffs formed under the influence of low-thermal solutions and of the rhyolite volcanism. Kaolinite (kaolinized rhyolites), montmorillonite (montmorillonitized rhyolites) or zeolites (zeolitized tuffs) may have a dominant position in the altered rhyolites and rhyolite tuffs.

In the second stage, following the termination of rhyolite volcanism, the endogenous Au—Sb formation of the Kremnica ore deposit arose. On its southern periphery the transport of K^+ by hydrothermal solutions causes the transformation of montmorillonite into the mixed — layer mineral illite — montmorillonite in a part of the altered rhyolite tuffs.

In the third stage, local kaolinization or bentonitization of rhyolite tuffs — altered in the preceding stages — took place owing to weathering.

Preložila E. Jassingerová