

DVA TYPY RYOLITOV¹⁾ V OBLASTI ŽIARU nad HRONOM

JAROSLAV LEXA

Abstract.

Sur la base de la détermination chimique de l'âge absolu, sur celle de la position tectonique et de la structure géologique, on peut constater que dans la région étudiée, il y a deux types de rhyolites. Il s'agit d'un groupe de rhyolites situées au SE de Hliník nad Hronom lesquelles sont liées à la structure d'un vaste appareil volcanique occupant la région de Banská Štiavnica. Ces rhyolites se sont produites par la différenciation du magma andésitique. L'autre groupe de rhyolites situées au Sud de la montagne de Kremnické pohorie est produit par le magma acide indépendant. Quant au chimisme, ce magma est semblable à celui du volcanisme acide régionale fréquent en Hongrie du Nord et en Ukraine transcarpathique.

Produkty kyslého vulkanizmu sú dominujúcim prvkom geologickej stavby v oblasti Žiaru nad Hronom. Vytvárajú mohutný pruh medzi Vyhňami na juhu a Kremnicou na severe. Podľa FIALU (1956) a KAROLUSA, FORGÁČA, KONEČNÉHO (1968) je tento komplex budovaný extrúzióvnymi telesami ryolitov a ryodacitov i súvrstvím redeponovaných tufov a tufitov s polohami limnokvarcitov, ktoré leží v podloží extrúzióvných telies alebo je nimi prerázané. Celý komplex sa priradzuje III. ryolitovej fáze a vekove sa kladie do sarmatu. Po petrografickej stránke sú ryolity charakterizované variabilným zastúpením výrastlíc plagioklasu, kremeňa, sanidínu a biotitu. Základná hmota — podľa pomerov tuhnutia — je sklovitá, sférolitická, felsosférolitická, felsitická, alebo mikroaplitická.

Na základe posledných prác možno kyslé horniny v danom území rozdeliť na dve samostatné skupiny — skupinu ryolitov juhovýchodne od Hliníka nad Hronom, ďalej označovanú ako „hlinické“ ryolity a skupinu ryolitov a ryodacitov v južnej časti Kremnického pohoria plus masív „Gráfovskej“, ďalej označovanú ako „kremnické“ ryolity. K tomu nás vedú nasledovné dôvody:

1. Po chemickej stránke, hlavne v diagrame $\text{SiO}_2\text{--Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$, môžeme zreteľne rozlíšiť skupinu analýz spadajúcu do pokračovania diferenciačného trendu andezitov — analýzu „hlinických“ ryolitov a skupinu analýz bohatších na SiO_2 a chudobnejších na alkálie od poľa andezitov zreteľne oddelenú a neležiacu ani v pokračovaní ich diferenciačného trendu — „kremnické“ ryolity (Obr. 1).

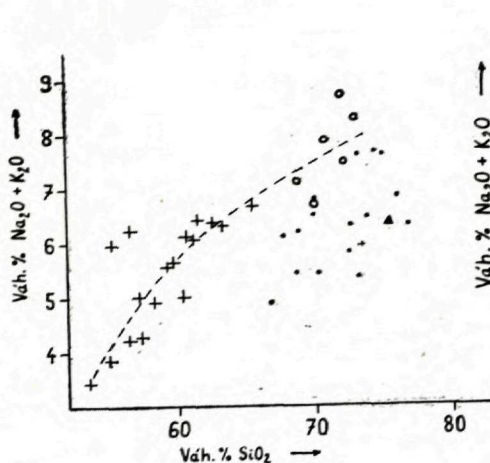
2. Ryolit telesa „Gráfovská“, ktorý spadá do poľa „kremnických“ ryolitov leží v nadloží tufov, ktoré prekrývajú východnú časť telesa Szabovej skaly patriacej do skupiny „hlinických“ ryolitov.

¹ — Termín „ryolit“ je tu chápaný v širšom slova zmysle a zahrňuje podľa klasifikácie A. L. Strecheisena (1967) ryolity a ryodacity.

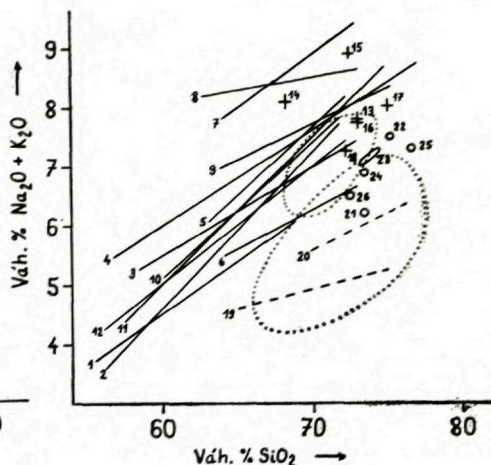
² — Ryolitové horizonty sú oddelené súvrstvím andezitových tufov a tufitov zodpovedajúcim pozíciou mladším pyroxenickým andezitom (IV. andezitová fáza) štiavnického aparátu.

3. Výsledky merania absolutných vekov (KONEČNÝ, BAGDASARJAN a VASS 1969) udávajú pre ryolit od Hliníka nad Hronom vek 16,2 mil. rokov a pre ryolit od Starej Kremničky („kremnické ryolity“) len 11,2 mil. rokov.

4. Podľa PULCA (1965) v Žiarskej kotline sú dva výrazné horizonty ryolitových tufov a tufitov, ktoré svojou pozíciou zodpovedajú predpokladanej pozícii horeuvedených ryolitových skupín.²



Obr. č. 1



Obr. č. 2

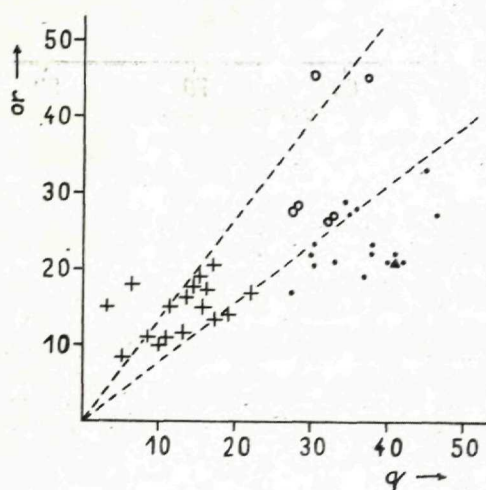
Obr. č. 1 – Diagram závislosti množstva alkálií ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) na množstve SiO_2 . Krížiky – priemerné analýzy andezitov, krúžky – „hlinícke“ ryolity, body – „kremnické“ ryolity, trojuholník – priemerná analýza štíavnických ryolitových dajok, čiarkovane – trend diferenciácie andezitovej magmy.

Obr. č. 2 – Diagram závislosti množstva alkálií ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) na množstve SiO_2 . Plné línie a krížiky – acidné časti vulkanických asociácií, kde acidné horniny sú považované za produkt diferenciácie bázeickej magmy: 1 – III. fáza, Zakarpatská Ukrajina (MALEJEV 1964), 2 – fáza, Zakarpatská Ukrajina (MALEJEV 1964), 3 – Aleutské ostrovy (BARTH 1956), 4 – kyslé diferenciáty lopolitov (HAMILTON 1960), 5 – Sredinij chrebet, Kamčatka (Erlich 1966), 6 – Východná Kamčatka (ERLICH 1966), 7 – San Juan Volcanics (BARTH 1952), 8 – Crandall Volcanics (BARTH 1952), 9 – Yellowstone (BARTH 1952), 10 – Crater Lake (Williams in TURNER and VERHOOGEN 1951), 11 – Medicine Lake (ANDERSON 1941), 12 – Lassen Peak (WILLIAMS 1932), 13 – South Sester (McBIRNEY 1968), 14 – Mt. Jefferson (McBIRNEY 1968), 15 – Newberry (Williams in TURNER and VERHOOGEN 1951), 16 – Stredná Amerika (McBIRNEY and WEILL 1966), 17 – Skaergaard (TURNER and VERHOOGEN 1951), 18 – Island (WALKER 1966), čiarkovane a krúžky – asociácie považované za produkty samostatnej acidnej magmy: 19 – I. fáza, Zakarpatská Ukrajina (MALEEV 1964), 20 – II. fáza, Zakarpatská Ukrajina (MALEEV 1964), 21 – Nový Zeeland (CLARK 1960), 22 – Stredná Amerika (McBIRNEY and WEILL 1966), 23 – Nový Zeeland, ignimbrity (STEINER 1960), 24 – granodiorit, South California Batholith (TURNER and VERHOOGEN 1951), 25 – granit, South California Batholith (TURNER and VERHOOGEN 1951), 26 – japonské granity s obsahom SiO_2 nad 65% (HATTORI & others 1960), bodkovane – ohraničenie polí „hliníckych“ a „kremnických“ ryolitov z obr. č. 1.

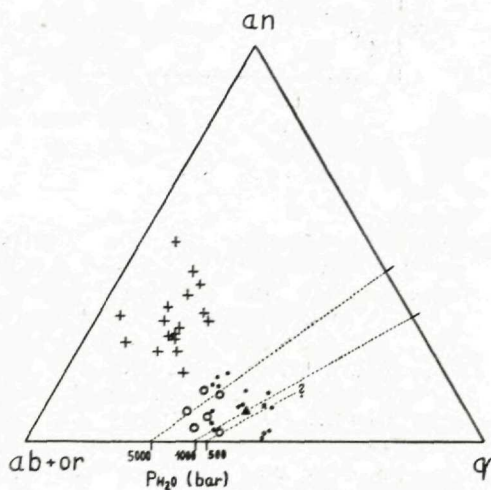
5. Vek „hliníkových“ ryolitov sa zhoduje s časom záverečnej aktivity na kruhovitej štruktúre amfibol-biotitických andezitov štiavnického aparátu (KONEČNÝ 1969), kde sa „hlinícke ryolity“ nachádzajú a môžu byť teda logicky priradené ku tejto štruktúre. Konkrétnejšie o tejto otázke pohovoríme nižšie.

Analyzujeme teraz podrobnejšie chemizmus obidvoch skupín z hľadiska ich novej genézy. Prvý pohľad na problém vrhá hore uvedený diagram SiO_2 – $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ (Obr. 1). „Hlinícke“ ryolity ležia v pokračovaní trendu diferenciácie andezitov (tento trend tu predstavujú priemerné analýzy andezitov štiavnickej a kremnickej oblasti) a môžu byť teda výsledkom diferenciácie andezitovej magmy, ryolity a ryodacity „kremnicke“ vytvárajú samostatné pole, ktoré poukazujú na samostatnosť ich matečnej magmy. Pre porovnanie uvádzam ten istý diagram acidných častí vulkanických asociácií, kde acidné horniny sa považujú za produkt diferenciácie bazaltovej alebo andezitovej magmy a acidných hornín s predpokladanou acidnou primárnou magmou.

Veľmi zaujímavý je obraz uvedených dvoch skupín ryolitov v diagrame normatívny ortoklas – normatívny kremeň (Obr. 3). Sú tu vynesené opäť aj priemerné analýzy andezitov. Všetky minerály prichádzajúce do úvahy pri



Obr. 3



Obr. 4

Obr. 3 – Diagram závislosti množstva normatívneho ortoklasu na množstve normatívneho kremeňa. Križičky – priemerné analýzy andezitov, krúžky – „hlinícke“ ryolity, bodky – „kremnicke“ ryolity, čiarkovane – ohraničenie poľa diferenciátov andezitovej magmy.

Obr. 4 – Diagram normatívny anortit – normatívny albit a ortoklas – normatívny kremeň, rez štvorkomponentným systémom An – Ab – Or – Q. Kotektická línia živce – kremeň pri rôznych tlakoch vodných pár je nakreslená podľa údajov TUTTLE and BOWEN (1958), JAMES and HAMILTON (1969) a BATEMAN & col. (1963) pre pomer $\text{Or}_{55}\text{Ab}_{45}$ (priemerný pomer v daných acidných horninách). Križičky – priemerné analýzy andezitov, krúžky – „hlinícke“ ryolity, bodky – „kremnicke“ ryolity, trojuholník – priemerná analýza štiavnických ryolitových dajok.

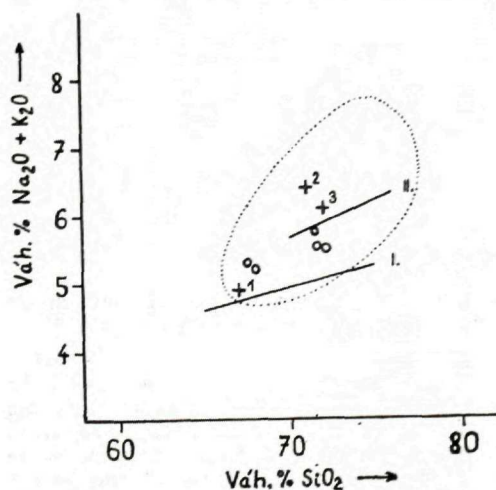
frakcionovanej kryštalizácii andezitovej magmy sa premietajú v tomto diagrame do počiatočného bodu. Kyslé diferenciáty andezitovej magmy teda budú ležať na predĺžení spojnice počiatku a priemetov analýz andezitov. Na diagrame je zrejmé, že v tomto poli ležia priemety analýz „hliníkových“ ryolitov, zatiaľ čo „kremnické“ ryolity sú značne posunuté v prospech voľného kremeňa. „Kremnické“ ryolity teda nemôžu vzniknúť normálnou diferenciáciou andezitovej magmy a je teda na mieste uvažovať o ich magmatickej samostatnosti.

Dalším diagramom, v ktorom môžeme výhodne analyzovať uvedené skupiny hornín, je diagram normatívny anortit – albit + ortoklas – kremeň, predstavujúci rez štvorkomponentným systémom An – Ab – Or – Q. Poznove sa tu opakuje situácia podobná predchádzajúcemu diagramu. Zatiaľ čo analýzy „hliníkových“ ryolitov ležia v pokračovaní trendu diferenciácie andezitov a nepresahujú kotektickú líniu živce – kremeň, skupina „kremnických“ ryolitov leží posunutá v prospech kremeňa, pri čom časť analýz leží v poli primárnej kryštalizácie kremeňa. Toto vylučuje možnosť vzniku týchto ryolitov krystalizačnou diferenciáciou z bazickej magmy a opodstatňuje názor na samostatnosť tejto acidnej magmy.

Z analýzy chemizmu teda vyplýva, že zatiaľ čo „hliníkové“ ryolity predstavujú pravdepodobne kyslé diferenciáty andezitovej magmy, tak „kremnické“ ryolity predstavujú produkty samostatnej kyslej magmy.

Analyzujeme teraz tieto závery z hľadiska vývoja andezitového vulkanizmu v danej oblasti a skúmame tiež možnosti prítomnosti samostatnej kyslej magmy.

Vývoj andezitového vulkanizmu štiavnického aparátu, ku ktorého štruktúre by „hliníkové“ ryolity mali patriť, definuje KONEČNÝ (1969). Spolu s absolútnymi vekmi (KONEČNÝ, BAGDASARJAN a VASS 1969) je nasledovný: formovanie mohutného stratovulkánu budovaného pyroxenickými a pyroxenicko-amfibolickými andezitmi v rozmedzí vekov 17,5–16,5 mil. rokov. Vznik kaldery a formovanie kruhovitej štruktúry amfibol-biotitických andezitov v rozmedzí



Obr. č. 5

Obr. č. 5 – Diagram závislosti množstva alkálií ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) na množstve SiO_2 . Plné čiary – I. a II. fáza ryolitového vulkanizmu Zakarpatskej Ukrajiny (MALEJEV 1964), krížiky – priemerné analýzy maďarských ryolitových tufových horizontov (PANTÓ 1962): 1 – spodný (helvet), 2 – stredný (torton), 3 – vrchný (sarmat), krúžky – analýzy východoslovenských ryolitov (KAROLUS 1958), bodkovane – pole „kremnických“ ryolitov z obr. č. 1.

Tabuľka č. 1: použité hodnoty chemických analýz.

číslo	SiO ₂	alkálie	or	ab	an	q
1	55,16	3,83	10,0	18,3	28,6	10,0
2	56,45	4,22	11,1	19,4	24,7	11,1
3	57,45	4,28	11,7	18,9	29,5	13,3
4	58,24	4,91	13,3	21,5	25,6	17,2
5	59,18	5,54	15,0	26,2	23,0	11,5
6	60,39	4,99	13,9	22,0	25,0	19,2
7	61,03	6,05	18,9	23,6	24,2	15,4
8	63,23	6,28	17,2	28,8	22,0	16,4
9	53,50	3,92	8,3	21,0	35,3	5,2
10	55,16	5,98	15,0	29,3	22,5	3,2
11	56,49	6,23	17,8	27,8	17,8	6,4
12	57,13	5,01	11,1	26,7	26,7	8,5
13	59,63	5,63	14,5	27,2	21,1	14,9
14	60,56	6,12	17,8	26,2	22,0	14,5
15	61,36	6,43	16,1	31,4	18,3	13,9
16	62,43	6,34	20,6	24,1	18,6	17,2
17	65,60	6,65	16,7	32,0	15,3	22,1
18	68,84	7,10	27,8	19,9	11,7	27,9
19	72,12	7,47	26,7	25,2	6,1	33,0
20	70,86	7,85	28,4	26,2	6,7	28,2
21	69,98	6,66	26,1	19,9	10,6	32,2
22	72,99	8,26	45,0	5,2	1,1	37,4
23	71,96	8,70	45,6	8,4	3,6	30,4
24	76,85	6,30	27,2	14,1	2,5	46,6
25	72,56	7,61	28,9	23,6	4,7	34,3
26	74,35	7,67	27,8	25,2	3,1	36,2
27	73,85	6,46	23,4	21,0	8,1	37,9
28	72,71	6,34	22,2	21,5	8,6	37,7
29	76,13	6,78	32,8	10,0	1,4	45,0
30	72,44	5,80	21,1	18,3	2,5	4,2
31	70,00	6,75	23,4	23,6	13,3	30,4
32	75,33	7,60	27,2	25,2	7,5	35,2
33	69,89	6,50	22,2	23,1	14,7	30,7
34	68,70	6,20	20,6	23,6	12,2	30,4
35	67,75	6,10	16,8	20,4	13,6	27,4
36	68,58	5,42	21,1	15,7	19,3	33,4
37	73,15	5,34	21,7	13,6	7,0	41,5
38	70,17	5,42	21,1	15,7	7,5	40,4
39	66,74	4,88	18,9	14,1	10,0	37,0
40	75,28	6,32	21,1	23,6	6,7	41,0

Text k tabuľke č. 1.:

1–17 – priemerné analýzy hornín II. a III. andezitovej fázy z oblasti Kremnického pohoria (1–8) a Štiavnického pohoria (9–17) podľa obsahu SiO₂. 18–21 – smolky a perlity zo Szabovej skaly (KAROLUS 1964). 22 – ryolit, kameňolom „Panská hora“ JV od Hliníka n/Hronom. (KAROLUS 1964). 23 – fluidálny ryolit, starý kameňolom JV od Panskej hory. Analyzoval V. Dvonč – GÚDŠ, Bratislava. 24 – ryolit, kameňolom Horné Opatovce (BELEŠOVÁ, DÁVIDOVÁ, MATHERNY 1963). 25, 26 – ryolit, Stará Kremnička – stanica. 27 – ryolit, Dol. Klapa južne od Kopernice. 28 – perlit, tunel „Kečka“ SV od Starej Kremničky. 29 – ryolit, južne od Bartošovej lehôtky. 31 – ryodacit, severozápadne od Slaskej. 32 – ryodacit, juhovýchodne od Kopernice. 33 – ryodacit, severozápadne od Krahúľ. 34 – ryodacit, severovýchodne

od Bartošovej lehôtky. 35 — ryodacit, severovýchodne od Slaskej. 36 — ryodacit, južný koniec Kopernice, 37 — priemer 3 analýz ryolitov — Horná Ves, 38 — priemer 6 analýz ryolitových tufov. 39 — ryolitový tuf, tunel „Kečka“ SV od Starej Kremníčky. Analýzy 25–39 z práce FIALA (1962). 40 — priemer 5 analýz ryolitov z dajok v oblasti Banskej Štiavnice s nezvýšeným obsahom K_2O .

16,5–16 mil. rokov. Aktivita pyroxenických andezitov okolo centrálnej zóny aparátu (IV. and. fáza) v rozmedzí 15,7–13,5 mil. rokov. Okrem záverečnej aktivity mladších pyroxenických andezitov tvoria horniny štiavnického aparátu plynulý diferenciačný rad od pyroxenických andezitov až po kyslé amfibol-biotitické andezity a dacity v rozmedzí vekov 17,5–16 mil. rokov. „Hliníkové“ ryolity, ktoré ležia na štruktúre s najmladšími a najkyslejšími členmi tohoto radu a ktoré pritom časove odpovedajú ukončeniu aktivity, môžu byť teda logicky považovať za záverečného člena tejto štruktúry. Dôvody zo stránky chemizmu boli diskutované už skôr.

Druhou otázkou je existencia samostatnej acidnej magmy. Existencia a aktivita takejto magmy je preukázaná v širšej oblasti východného Slovenska, severného Maďarska a Zakarpatskej Ukrajiny v časovom rozpätí burdigal až pliocén (PANTÓ 1962, MALEJEV 1964 a SLÁVIK, ČVERČKO a RUDINEC 1968). Chemicky sa „kremnické“ ryolity naprosto zhodujú s uvedenými acidnými horninami (Obr. 5) a nie je preto dôvod proti priradeniu týchto k danému typu magmatizmu a jeho aktivite. Samostatnosť v rámci stredoslovenských neovulkanitov podtrhuje značne mladší vek než majú tieto, samostatný tektonický systém — severojužné poruchové pásmo, neprítomnosť vzťahu ku starším vulkanitom oblasti a metalogenetická špecializácia — Au-Ag, formácia, ktorá je na tieto horniny viazaná.

Z hľadiska metalogenézy v štiavnickom rudnom poli je zaujímavý fakt, že ryolitové dajky tohoto rudného poľa svojim chemizmom prináležia do skupiny „kremnických“ ryolitov (Obr. 1, 3, 4) a je preto z tohoto hľadiska opodstatnený názor na samostatnosť Au-Ag formácie v tomto poli (BÖHMER a ŠTOHL 1967). Vzhľadom na fakt, že na tento typ acidného magmatu sú na Zakarpatskej Ukrajine viazané i polymetalické ložiská (MALEJEV 1964), treba pri riešení metalogenézy štiavnickej oblasti teoreticky počítať i s možnosťou, že celé zrudnenie oblastí je viazané na toto magma a že rozsiahly štiavnický vulkanický aparát je len prostredím.

Záverom ďakujem Dr. Konečnému z Geologického ústavu Dionýza Štúra v Bratislave za láskavé poskytnutie materiálu o štiavnickom vulkanickom aparáte, ktorý ešte nebol publikovaný.

Doručené: 19. 6. 1969.

Lektoroval: dr. Vlastimil Konečný

Geologický ústav Dionýza Štúra,
Bratislava

Použitá literatúra

- BATEMAN P. C. and col. 1963 — The Sierra Nevada Batholith, A Synthesis of Recent Work Across the Central Part. Geological Survey Prof. Paper 414-D, pp. D1 — D45.
- BELEŠOVÁ O., DÁVIDOVÁ S. a MATHERNY M. 1963 — Príspevok k petrografii a geochemii hornín banskoštiavnickej oblasti. Act. Rer. natur. mus. nat. Slov. vol. 9, Bratislava.

- BÖHMER M. a ŠTOHL J. 1967 — Obzor metallogeničeských uslovij sredneslovackovo neovulkaničeskovo kompleksa. V Sborníku „Nekotoryje problemy geologii metallogenii Zapadnyh Karpat“, Vydal Geol. ústav Univ. Komenského, Bratislava.
- FIALA Fr. 1956 — Geologické a petrografické poměry širšího okolí Kremnice. Sborník ÚÚG, svazek XXIII. — odd. geol., 2. díl.
- FIALA Fr. 1962 — Chemism of the Neogene Volcanites of the Kremnické hory. Geol. práce, Zprávy 25–26, str. 5–78.
- JAMES R. S. and HAMILTON D. L. 1969 — Phase Relations in the System $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8 - \text{KAlSi}_3\text{O}_8 - \text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 - \text{SiO}_2$ at 1 Kilobar Water Vapour Pressure. Contr. Mineral. and Petrol. vol. 21, No. 2, pp. 111–141.
- KAROLUS K. 1958 — Petrochémia východoslovenských neovulkanitov. Rukopis — Archív GÚDŠ, Bratislava.
- KAROLUS K. 1964 — Petrografia a petrochémia slovenských neovulkanitov. Rukopis, kandidátska práca — Archív GÚDŠ, Bratislava.
- KAROLUS K., FORGÁČ J. a KONEČNÝ V. 1968 — Neovulcanics of the West Carpathians. IGC, XXIII Session, Praha, Guide to Excursion 18 AC.
- KONEČNÝ V. 1969 — Vývoj vulkanického komplexu v oblasti Banskej Štiavnice. V tlači.
- KONEČNÝ V., BAGDASARJAN G. P. a VASS D. 1969 — Evolution of Neogene Volcanism in Central Slovakia and its Confrontation with Absolute Ages. Prednáška pre KBA v Budapešti.
- MALEEVE E. F. 1964 — Neogenovyy vulkanizm Zakarpatja. Moskva, vyd. „Nauka“.
- PANTÓ G. 1962 — The Role of Ignimbrites in the Volcanism of Hungary. Acta Geol., tom VI, fasc. 3–4, str. 307–331.
- PULEC M. 1965 — Závěrečná správa „Vnútrotné kotliny Západných Karpát“ — Archív GÚDŠ, Bratislava.
- SLÁVIK J., ČVERČKO J. a RUDINEC R. 1968 — Geology of Neogene Volcanism in East Slovakia. Geol. práce, Zprávy 44–45, str. 215–238.
- TUTTLE O. F. and BOWEN N. L. 1958 — Origin of Granite in the Light of Experimental Studies in the System $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8 - \text{KAlSi}_3\text{O}_8 - \text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$. Geol. Soc. Am. Memoir 74.

Two Types of Rhyolites Near Žiar/Hronom.

JAROSLAV LEXA

Résumé

Two types of rhyolites in this area were distinguished due to the following reasons: 1. in diagram $\text{SiO}_2 - \text{Na}_2 + \text{K}_2\text{O}$, a group of rhyolites included into the continuous differentiation of andesites („Hliník“ rhyolites) and a group considerably poorer in alkalis („Kremnica rhyolites“) may be distinguished — Fig. 1, 2. — in the area eastwards of Hliník/Hron r., rhyolite of Kremnica type rests in the overlier of rhyolite of „Hliník“ type. 3. Absolute age of „Hliník“ rhyolites was determined to 11,2 mil. years. 4. The position of rhyolite tuffs in Žiar depression corresponds to the division quoted. 5. Rhyolites of „Hliník“ type correspond chronologically and positionally to the activity of a circular structure of amphibole-biotite andesites of the Štiavnica apparatus. The rhyolites may then be referred to the circular structure.

Petrogenesis: rhyolites of „Hliník“ type rest in the continuation of the differentiation of andesites (Fig. 1), chemically equal with acid differentiates of basic rocks (Fig. 2) their position in diagram Or-Q (Fig. 3) corresponding to the position of acid differentiates of andesite magma, in diagram Au-Ab+Or-Q (Fig. 4) they lie on the border or in the field of primary crystallization of feldspars. For these reasons they are considered acid differentiates of andesite magma and a component part of the Stiavnica volcanic apparatus.

Rhyolites of „Kremnica“ type rest out of the differentiation trend of andesites (Fig. 1), in Or-Q diagram (Fig. 3) they lie on the places where the products of normal differentiation of andesites cannot lie, in diagram Au-Ab+Or-Q (Fig. 4) some rhyolites of this group rest in the field of primary crystallization of quartz, and eliminate the possibility of their rise by differentiation of andesite magma. The rhyolites are therefore considered a product of independent acid magma. As for chemism they may be referred to acid volcanism of Northern Hungary (Fig. 5).