

- Masse). Nova Acta Leopoldina, N.F., 224, Bd. 45, 67–82, Halle/Saale 1976a.
- Ein westvergenger kaledonischer Deckenbau im niederösterreichischen Waldviertel? — *Jahrb. Geol. B.—A.*, 119, 75–81, Wien 1976.
 - Zum Deckenbau und Achtenplan des Moldanubikums der Südlichen Böhmisches Masse (Österreich). — *Jahrb. Geol. B.—A.*, 126 (4), 513–523, Wien 1984.
 - Bl. Gross-Siegharts d. Geolog. Karte der Rep. Österr. 1:50.000, Wien (Geol. B.—A.) 1987.
- Thiele, O. Fuchs, G. et al.: Übersichtskarte des Kristallins im westlichen Mühlviertel und im Saualpe, Oberösterreich 1:100.000. — Wien (Geol. B.—A.) 1965.
- Tollmann, A.: Grossräumiger variszischer Deckenbau im Moldanubikum und neue Gedanken zum Variszikum Europas. — *Geotekt. Forsch.*, 64, 91 p., Stuttgart 1982.
- *Geologie von Österreich. Band II.* — 710 p., Wien (Deuticke) 1985.
- Van Breemen, O., Aftalion, M., Bowes, D.R., Dudek, A., Misař, Z., Povondra, P., Vrána, S.: Geochronological studies of the Bohemian massif, Czechoslovakia, and their significance in the evolution of Central Europe. — *Transact. Royal Soc. Edinburgh, Earth Sc.*, 73, 89–108, Edinburgh 1982.
- Waldmann, L.: Das ausseralpine Grundgebirge Österreichs. — In: F.X. Schaffer: *Geologie von Österreich, 2. Aufl.* 1–105, Wien (Deuticke) 1951.
- *Führer zu geologischen Exkursionen im Waldviertel.* — *Verh. Geol. B.—A.*, Sonderh. E, 1–26, Wien 1958.
- Zaydan, A., Scharbert, H.G.: Petrologie und Geochemie moldanubischer metamorpher Serien im Raume Persenbeug (südwestliches Waldviertel). — *Jahrb. Geol. B.—A.*, 126 (1), 181–199, Wien 1983.
- Zwart, H.J., Dornsiemp, U.F.: The Tectonic Framework of Central and Western Europe. — *Geol. en Mijnbouw*, 57 (4), 627–654, Delft 1978.
- Zoubek, V. et al: Tectonic Development of Czechoslovakia (Collected papers and the tectonic Map 1:1,000,000). — 226 p., Nakladatelství Československé Akademie Věd, Prag 1960.

Abstrakt

Řada současných publikací interpretuje moldanubikum jako integrální část hercynského orogénu. To znamená, že vnitřní příkrovová stavba moldanubika je hercynská, stejně jako vnitřní stavba moravika.

Na rozdíl od tohoto názoru autor předkládá doklady, že moldanubikum představuje intramontánní blok evropských hercynid.

1. Moldanubická pásma v j. Čechách o průběhu SV-JZ jsou v pravém úhlu uřata bavarikem s celkovým trendem SZ-JV. V tomto hercynském pásmu jsou moldanubické struktury smazány a rotovány do nového směru.
2. Ve Waldviertlu a na Moravě je moldanubikum nasunuto na moravikum podél přesmyku hercynského stáří, upadajícího k Z. Tato plocha utíná vnitřní struktury moldanubika, upadající k V, diskordantně. V této okrajové části je moldanubikum postiženo retrogradní metamorfózou a převrácením.
3. Starší intruziva moldanubického plutonu jsou vůči moldanubickému komplexu posttektonická, v hercynském bavariku jsou synorogenní.
4. Granulity, které vznikly jako tektonity podél intramoldanubických střížných ploch, naznačují, že tyto pohyby probíhaly bezprostředně po vzniku velkých těles granulitů a gföhlských rul, které jsou datovány jako kaledonské.
5. Wolfshofský syenit byl zaklíněn podél intramoldanubických přesmykových ploch v době, kdy nebyl ještě ve zcela pevném stavu. V současnosti byl datován 430 ± 15

Zusammenfassung

In einer Reihe neuerer Arbeiten wird die Meinung vertreten, daß der interne Deckenbau des Moldanubikums variszisch wäre wie der des Moravikums.

Im Gegensatz dazu argumentiert der Autor dafür, daß das Moldanubikum eine Zwischengebirgsmasse in den europäischen Varisziden bildet:

1. Die NO-SW-streichenden Zonen des Moldanubikums Südböhmens werden von dem NW-SO-verlaufenden Bavarikum im rechten Winkel geschnitten. In dieser variszischen Zone wird der moldanubische Gesteinsbestand aufgelöst, umgewandelt, und die älteren Strukturelemente in die neue Richtung umge-regelt.
2. Im Waldviertel und in Mähren überschiebt das Moldanubikum das Moravikum an einer gegen W abtauchenden variszischen Bewegungsfläche — der moldanubischen Überschiebung. Diese Bewegungsfläche schneidet die ostfallenden internen Strukturen des Moldanubikums diskordant. Im Randbereich wird dabei das Moldanubikum umgefaltet und von rückschreitender Metamorphose betroffen.
3. Die älteren Intrusiva des variszischen moldanubischen Plutons erweisen sich als posttektonisch gegenüber dem moldanubischen Gneis-komplex. Im variszischen Bavarikum sind sie hingegen synorogen.
4. Entlang innermoldanubischen Bewegungsflächen bildeten sich Granulite als Tektonite. Dies spricht dafür, daß die Bewegungen während hochgradiger Regional-

milióny let, což dokumentuje kaledonské stáří příkrovové tektoniky.

Všechna tato fakta vedou k závěru, že moldanubikum představuje staré jádro, pouze okrajově přepracované v průběhu hercynské orogeneze. Domnívám se, že ve smyslu Behra (1978) byla kadomská kůra rejuvenována podél kaledonských zón subfluence, což vedlo ke vzniku moldanubika. To tvořilo zárodečný nukleus, pod který se ze všech stran podél okrajů podsunula mobilní hercynská pásma. Kaledonské subfluence se omezily na infrakrustální komplexy, kdežto hercynská orogeneze postihla i suprakrustální komplexy. Orogenní pásmo jeví akreci z vnitřních a starších částí přikládáním vnějších a mladších zón.

metamorphose, wohl unmittelbar nach der Bildung der großen Granulit- und Gföhler Gneismassen erfolgten. Diese Gesteine wurden als kaledonisch altersbestimmt.

5. Der Wolfshofer Syenit wurde an innermoldanubischen Überschiebungen eingeschichtet, als er noch nicht in festem Zustand war. Er wurde kürzlich mit 430 ± 15 m. a. datiert, woraus ein kaledonisches Alter der Überschiebung folgt.

Alle diese Tatsachen führen zu dem Schluß, daß das Moldanubikum einen älteren Kern darstellt, der während der variszischen Orogenese nur randlich überprägt wurde. Im Sinne von BEHR (1978) bin ich der Meinung, daß cadomische Kruste durch kaledonische Subfluenzonen reaktiviert wurde, was zur Bildung des Moldanubikums geführt hat. Dieses bildete einen Kern in den Varisziden, der an seinen Rändern durch die mobilen variszischen Zonen unterschoben wird. Die kaledonischen Subfluenzen haben zunächst die Unterkruste betroffen, während die variszische Gebirgsbildung auch die Oberkruste erfaßt hat. Das Orogen wuchs von seinen inneren, älteren Teilen nach außen durch die Angliederung neuer, äußerer Zonen.

Rb-Sr SYSTEMATICS OF INTRUSIVE ROCKS FROM THE MOL DANUBICUM AROUND JIHLAVA

Susanne Scharbert, *Geologische Bundesanstalt, Wien, Austria*
Marta Veselá, *Geindustria Praha, závod Jihlava, Czechoslovakia*

We report here about the work of the last years that was performed in cooperation of GEOINDUSTRIA Jihlava with the Geologische Bundesanstalt. The study is the continuation of research work that has been started on the Austrian part of the Moldanubian pluton (SCHARBERT 1987, 1989). The area around Jihlava was of special interest because in its vicinity the Monotonous and Varied Groups are cropping out, accompanied by magmatites of very contrasting composition, which are the topic of this paper. The Jihlava and Třebíč Massifs are composed of melanocratic biotite, amphibole, and pyroxene rich rocks and the Central Moldanubian Pluton of light coloured biotite-muscovite bearing granites. Fig. 1 shows the situation of the massifs as well as the sample localities from which Rb-Sr data are presented below.

The Central Moldanubian Pluton (Eisgarn Massif)

The part of the pluton as shown in Fig. 1 extends over a distance of approximately 100 km in NE — SW direction. The maximum width of more than 20 km at the boundary between Austria and Czechoslovakia diminishes to the south and to the north to attain there the shape of apophyses not more than 3 km broad (Fig. 6). It crops out as a body of greater width (Massif of Melechov) NW of Havlíčkův Brod. According to MOTTLOVÁ (1982) the granite is of relatively small thickness in its central parts dipping to

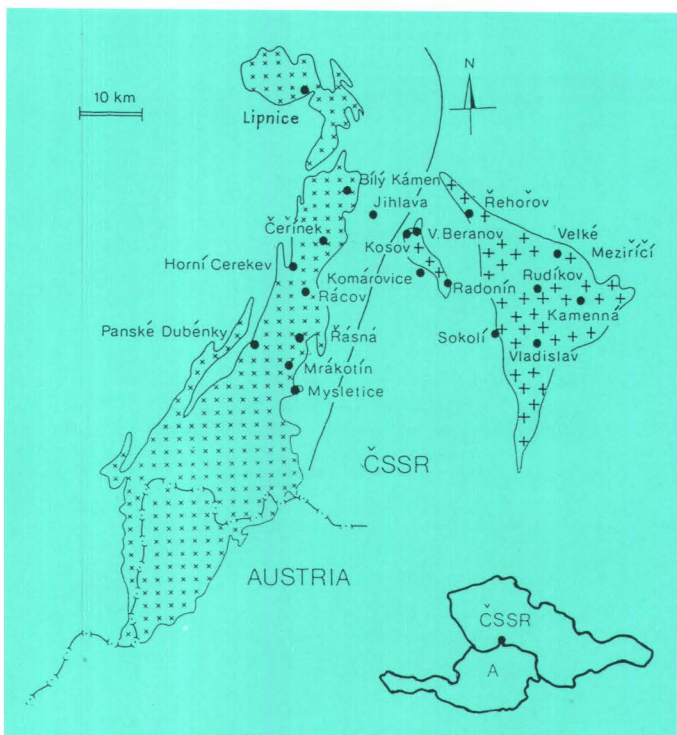
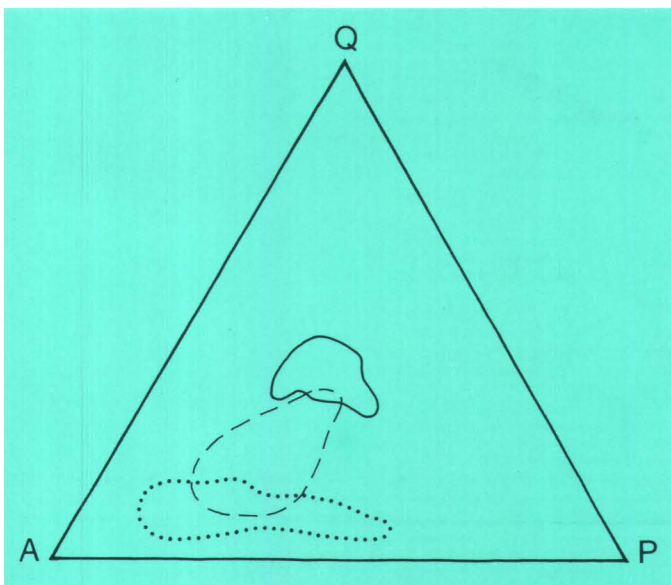


Fig. 1: Geological sketch map of the Central Moldanubian Pluton (oblique crosses) and the Jihlava and Třebíč Massifs (heavy crosses). Black dots are sample localities.

the west. The contacts are sharp and cut discordantly the country rocks of the Monotonous and Varied Groups.

The pluton is composed of Eiscarn type granite. This term comprises Eiscarn type granite s.str. (WALDMANN 1951) as it is exclusively exposed on Austrian territory, and at least three different types in Czechoslovakia: Mrákotín (KOUTEK 1925), Čiměř, and Landštejn type (ZOUBEK 1949, DUDEK et al. 1962). The names are given to textural varieties which often cannot be separated clearly, the criteria being the size and amount of the tabular alkali feldspar phenocrysts and grain size (Plate 1). All types are identical in mineralogical and chemical composition (DUDEK et al.

Fig. 2: The composition of rocks investigated in the STRECKEISEN diagram. Full line: Central Moldanubian granites, dotted line: Jihlava Massif, broken line: Třebíč Massif.



1962, BENEŠ et al. 1963, D'AMICO et al. 1982, and SCHARBERT 1966). They contain perthitic microcline, oligoclase, quartz, biotite, muscovite, accessory zircon, apatite, ilmenite, and most typically andalusite, often sillimanite and in places cordierite or its pseudomorphs. Eiscarn type granite s.str. does not contain as much andalusite as Czech varieties and is free from sillimanite and cordierite. According to its composition the granite is ranged among the peraluminous granites (CLARKE 1981).

According to our concept the intrusion proceeded from SW to the NE rising also to higher crustal levels, the part of the massif SW of Jihlava belonging to the apical parts. From southwest to northeast the number and size of enclaves of paragneiss increases, best seen in the quarries of Mrákotín and Rásov. In the latter outcrop the granite grades into pegmatite when it gets in contact with an obviously cool block of cordierite bearing gneiss. In its youngest apical parts the intrusion is accompanied, beside a rich aureole of lamprophyric dykes (NĚMEC 1975), by numerous ore veins, which are part of the Pelhřimov and Jihlava ore district with Pb, Zn, Cu (\pm Ag, Au) mineralization. Other evidence for "high" level intrusion are muscovite — quartz — greisens, in places mineralized by scheelite, wol-

Table 1: Rb — Sr data from the Central Moldanubian Pluton

Sample	Locality	Rb ppm	Sr ppm	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
3/88	Mysletice	297	79.0	10.9 ₈	.76483 \pm 7
13/83	Mrákotín	267	83.4	9.33	.75782 \pm 14
24/87	Mrákotín	291	71.4	11.9 ₀	.76913 \pm 12
2/88	Panské Dubénky	320	67.8	13.8 ₃	.77802 \pm 8
23/1/87	Rásov	319	60.7	15.3 ₇	.78424 \pm 10
23/2/87	Rásov	307	65.9	13.6 ₃	.77583 \pm 8
10/84	Rásov	317	74.4	12.4 ₄	.77159 \pm 6
1/88	Horní Cerekev	345	69.1	14.5 ₉	.77895 \pm 4
C 1	Čerinec	364	47.4	22.4	.81359 \pm 12
C 3	Čerinec	355	46.7	22.2	.81363 \pm 8
AB 135	Bílý Kámen	314	58.0	15.8 ₆	.78602 \pm 15
45/85	Bílý Kámen	331	53.6	18.0 ₆	.79591 \pm 8
46/85	Bílý Kámen	341	51.2	19.4 ₈	.80172 \pm 8
47/85	Bílý Kámen, Sr enriched	355	73.0	14.2 ₂	.77453 \pm 5
49/85	Bílý Kámen	345	72.3	14.3 ₇	.77542 \pm 7
AB 136	Bílý Kámen	295	81.5	10.5 ₇	.75922 \pm 20
AB 139	Bílý Kámen	289	108	7.82	.74462 \pm 6
AB 138	Bílý Kámen	275	210	3.80 ₅	.72355 \pm 20
AB 134	Bílý Kámen	259	260	2.89 ₆	.71862 \pm 6
AB 137	Bílý Kámen	260	289	2.61 ₅	.71739 \pm 13
50/85	Boršov	230	159	4.19 ₆	.72685 \pm 6
26/1/87	Boršov	224	168	3.87 ₂	.72554 \pm 8
26/2/87	Boršov	226	160	4.11 ₂	.72650 \pm 10
26/3/87	Boršov	221	159	4.03 ₄	.72615 \pm 5
27/87	Pavlov	201	493	1.187	.71068 \pm 6
33/86	Lipnice	311	138	6.57 ₀	.74168 \pm 9
34/86	Lipnice	307	80.3	11.1	.76619 \pm 11

framite, and cassiterite, found SW, W and NW of Jihlava in a fine-grained variety (Bílý Kámen type). In the surroundings of Bílý Kámen, xenoliths of cordierite migmatite, granulitic gneiss and amphibolite are sunken into the granite (VESELÁ 1976) indicating its position close to the roof.

The homogeneity in chemical composition is reflected in the rather uniform distribution of the trace elements Rb and Sr (Table 1). All varieties of Eiscarn type granite are characterized by high Rb and low Sr content. Nevertheless, Eiscarn type granite s.str. and the other types show two distinct trends in the Rb vs. Sr diagram (Fig. 3), indicating two suites of granites.

For this reason the age of the Eiscarn type granite s. str. was recalculated, rejecting the samples C1 and C3 which obviously belong to the second suite (Scharbert 1987).

The newly calculated age is given now with 318 ± 7 m.y. with an initial Sr isotope ratio of $.7143 \pm 7$. Samples from the northern part of the pluton (see Fig. 1 and 4), slightly lower in Rb, lie on an isochrone defining an age of 303 ± 6 m.y., which is significantly different from the age of the southern portion of the pluton. The high initial Sr isotopic

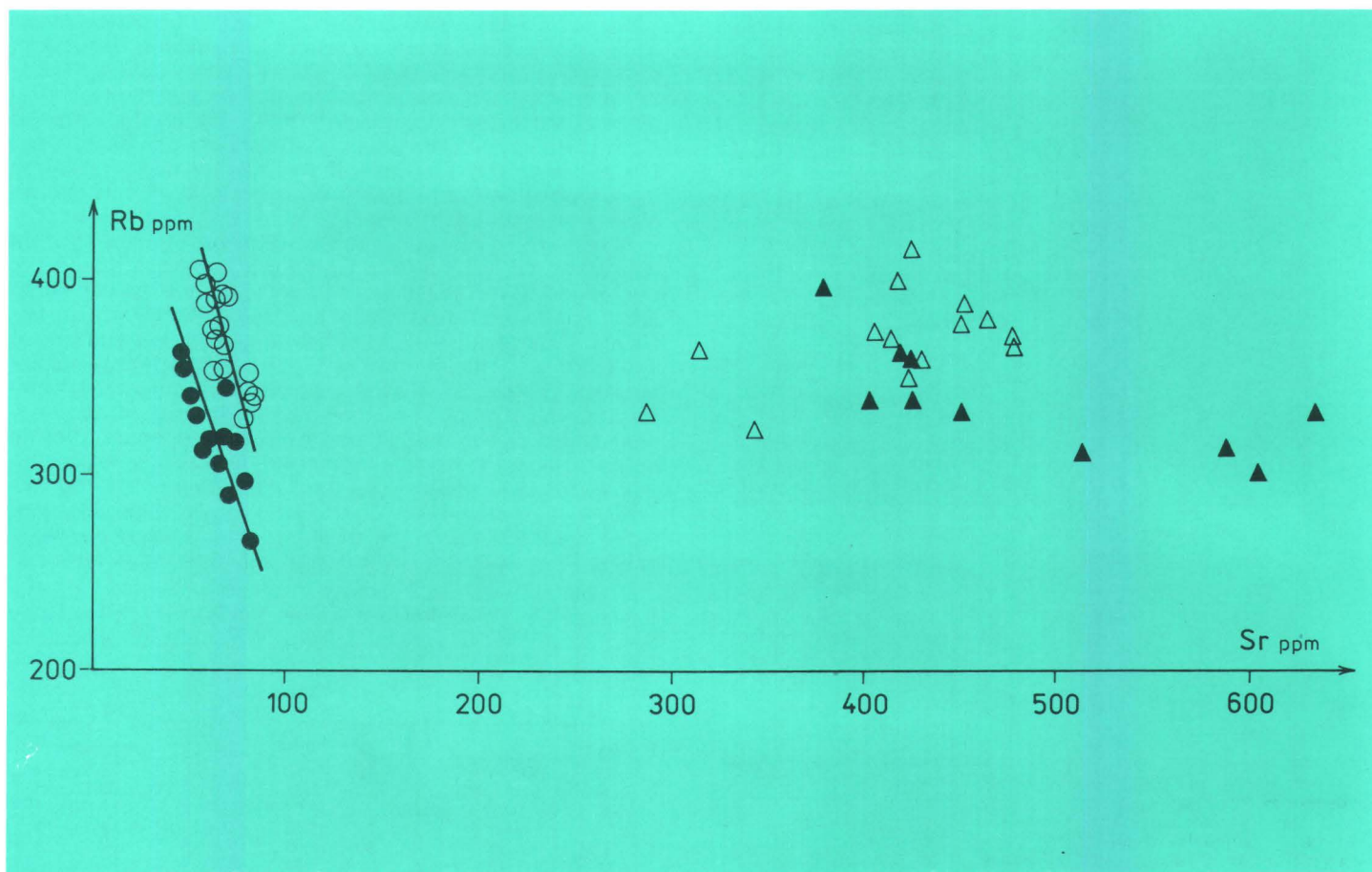
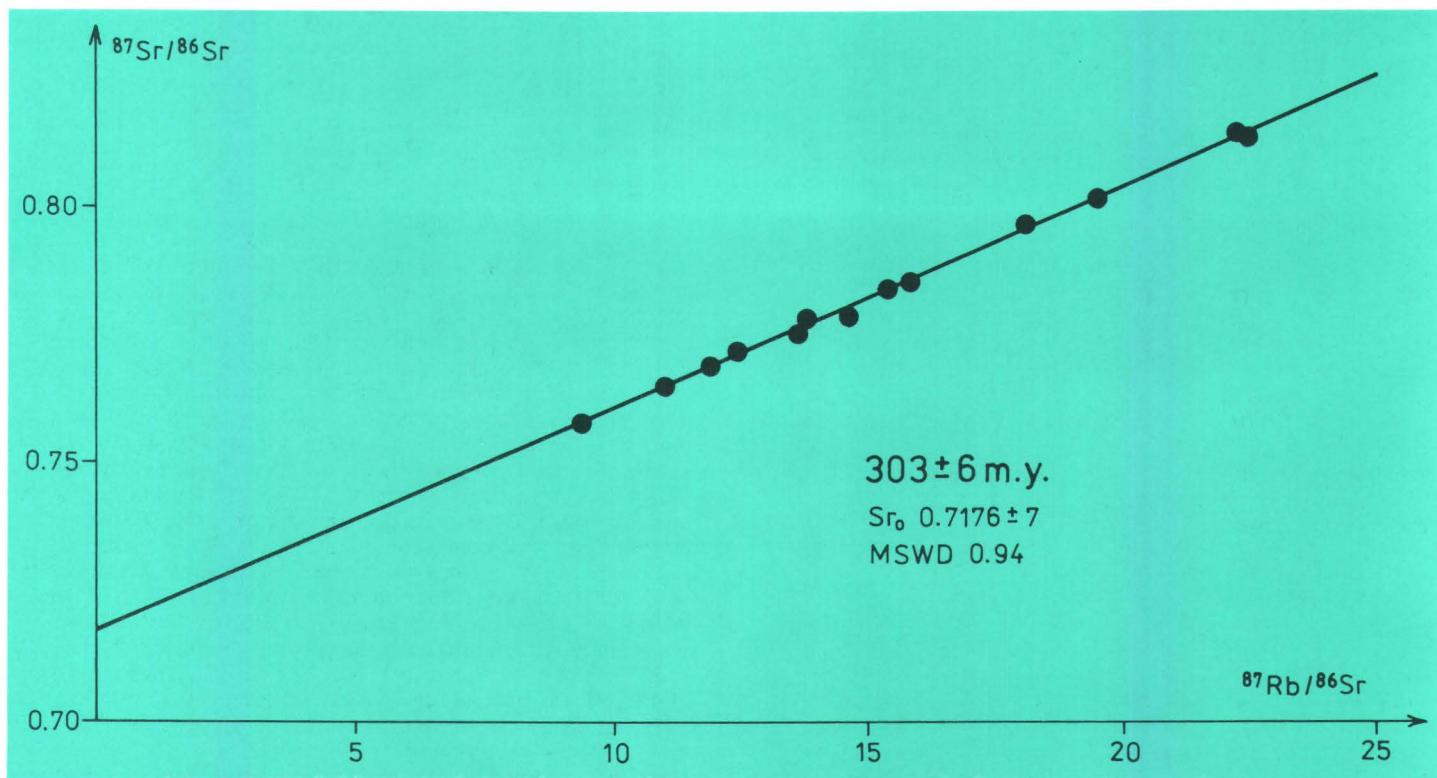


Fig. 3: Rb vs. Sr diagram. Eisgarn type granites from the Czech part of the Central Moldanubian Pluton (full circles) show a different trend than Eisgarn type granite s. str. (open circles). Rocks from the Jihlava Massif (full triangles) and the Třebíč Massif (open triangles) are highly enriched in Rb and Sr.

Fig. 4: Sr evolution diagram of Eisgarn type granite from the Czech part of the Central Moldanubian Pluton.



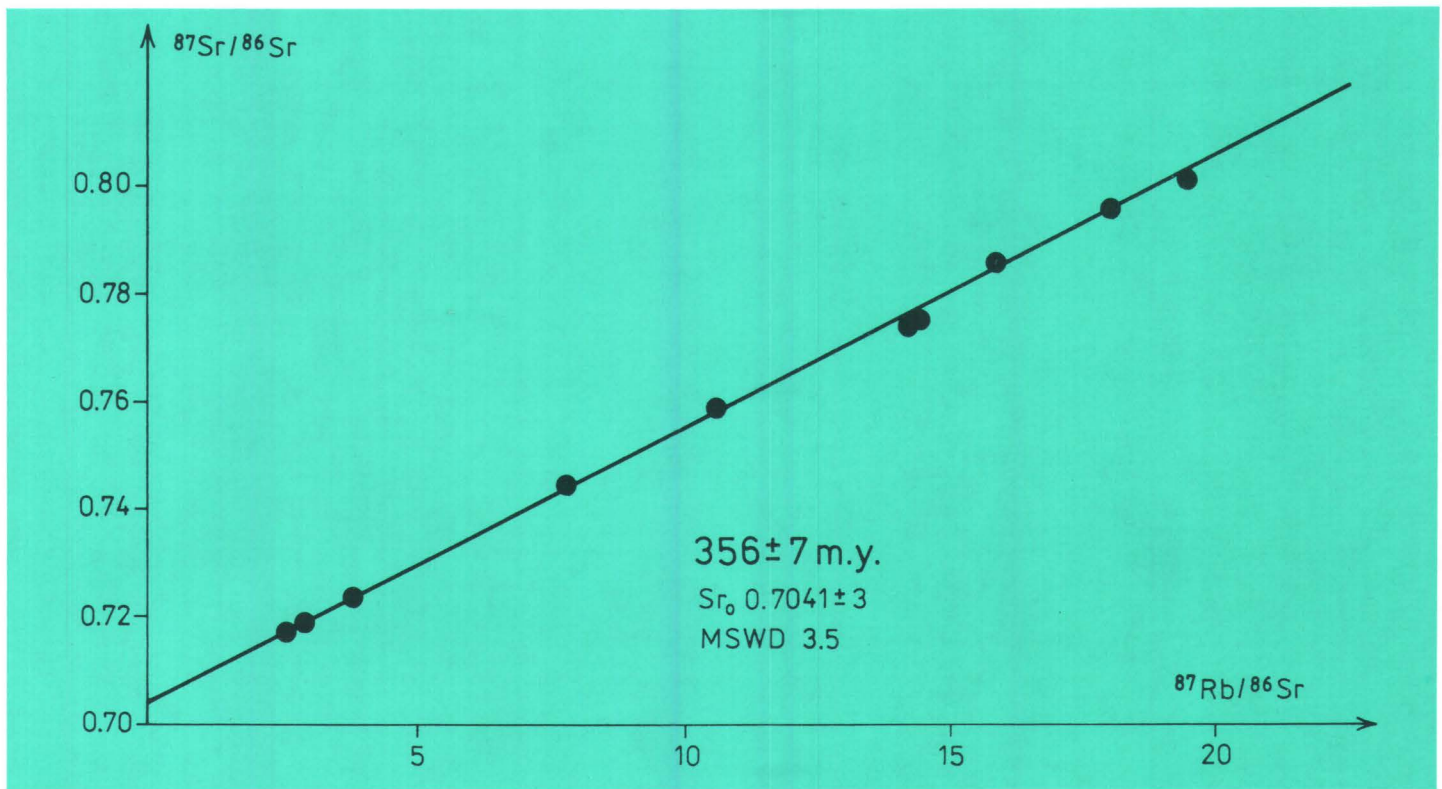


Fig. 5: Sr evolution diagram of biotite — muscovite-andalusite bearing granite from Bílý Kámen quarry. Most of the samples are enriched in Sr which leads to an unrealistic high age, that is, like the low initial Sr ratio erroneous. Three samples with the highest Rb/Sr ratios have been used for construction of the isochrone of Fig. 4.

ratio of $.7176 \pm 7$, the Rb and Sr concentrations (Table 1) and the content of aluminosilicates reflect the provenance from molten sedimentary gneisses and places these intrusives among S-type granites.

A peculiar case of disturbance in the Rb-Sr household could be found in the fine-grained granite from Bílý Kámen quarry. In places, the fresh looking samples show deviations from the average Rb and Sr content. In thin sections they exhibit altered feldspars. This hydrothermal alteration certainly is in connection with NW-SE and NE-SW striking faults along which the light granite changes to pinkish grey and greenish grey colour. Due to metasomatic alteration the Rb content slightly decreases, while Sr is highly enriched (Table 1). Nevertheless all samples are linearly arranged in a Sr evolution diagram (Fig. 5), and an age of 356 m.y. can be calculated, which is absolutely meaningless. Following points argue against a geological significance of this date: Eiscarn type granite has a uniformly low Sr content, the low initial Sr isotopic ratio of $.7041 \pm 3$ which would point to low crustal or mantle origin, is in severe contradiction to the content of andalusite, sillimanite, and muscovite.

With the dating method applied we could not resolve age differences of varying textured granites. They are either too small or more likely the granites are contemporaneous and 15 million years younger than Eiscarn type granite s.str. in the southern part of the pluton. Even where texturally different granites are exposed like in Řádná quarry (Plate 1) we do not see a relative sequence of intrusion. There is a sudden change in texture from almost equigranular to porphyric.

Our data are in good agreement with the lead model age of 290 m.y., LEGIERSKY (1973) has given as the time of mineralization connected with the intrusion of the pluton. A great discrepancy arises if we compare our data with those given by GOROCHOV et. al. (1983). The isochrone they present obviously is a mixing line of different types of

granitic rocks. From their data we identify fine-grained Lipnice, Pavlov and Boršov intrusives, which certainly come from sources with different Sr isotope compositions.

In the northern part of the pluton we sampled granitoids (Fig. 6) which — with the exception of one Lipnice sample — are geochemically different from Eiscarn type (Table 1). So far we have not been successful in dating these rocks.

Cordierite bearing anatectic migmatite

In the cover of the Central Moldanubian Pluton in the Jihlava area we find cordierite bearing migmatites of the phlebite-stromatite type. While blastic recrystallization occurred in the substratum, anatexis without separation of the mobile portions led to the formation of migmatites of granitic composition (hybrid granites after KRUPIČKA 1968). Sometimes — due to the increased plasticity of the environment — they are of intrusive character. In places they contain rotated inclusions of biotite bearing migmatites, cm to dm large xenoliths of fine-grained biotite and pyroxene bearing paragneisses, and of amphibolites. The xenoliths are oval with or without sharp boundaries (VESELÁ et al. 1988).

We sampled cordierite bearing anatectic migmatite with discordant contacts to the phlebite-stromatite type migmatite from the highway construction site W of the town of Jihlava (Fig. 6). It is macroscopically very similar to granite, but is a very irregularly granular rock. The texture is granitic, in places the feldspars tend to grow as porphyroblasts up to ten mm in size. Quartz and plagioclase form a granoblastic mosaic. Quartz varies from 30 — 50%, plagioclase up to 20%, potassium feldspar 3 — 8%, muscovite 1 — 10%, and biotite up to 10%. Strongly pinitized cordierite is present up to 3%. Accessory minerals are sillimanite, garnet, spinel, zircon, apatite, monazite and ore minerals.

ŠMEJKAL (1964) reported K-Ar ages of 348 m. y. on micas from a locality 30 km NW of Jihlava near Humpolec

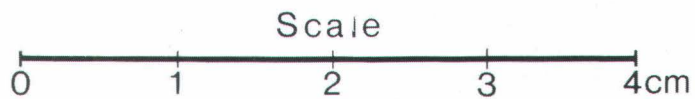
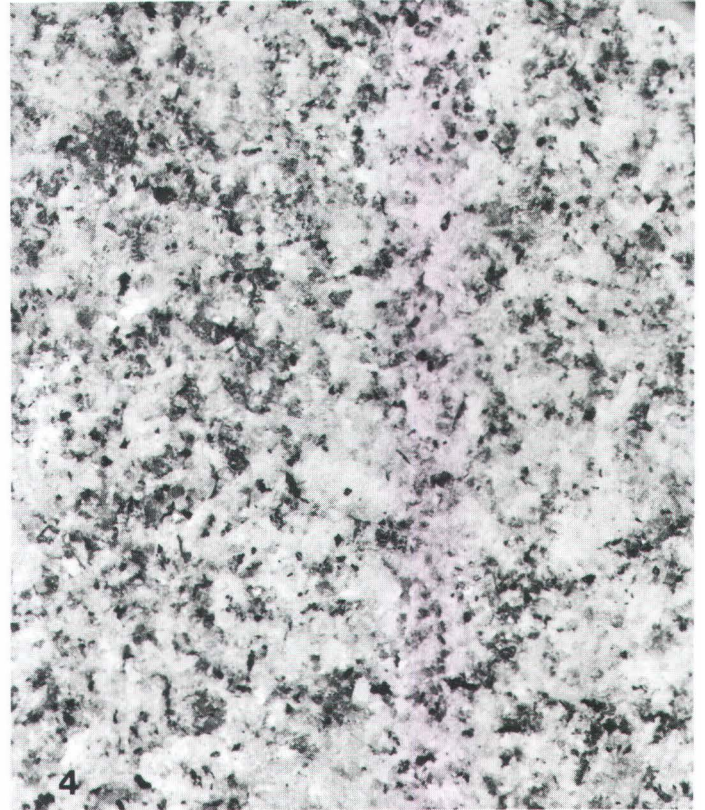
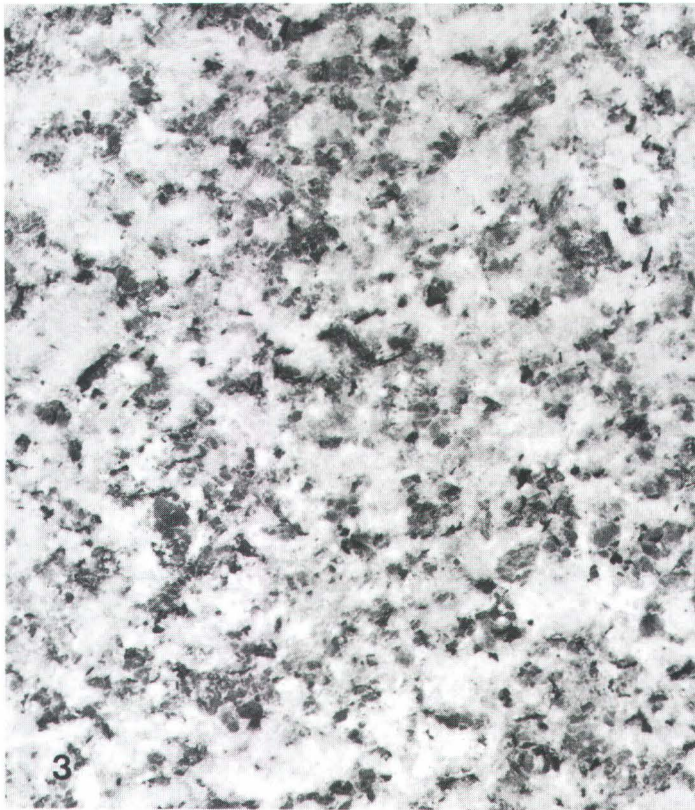
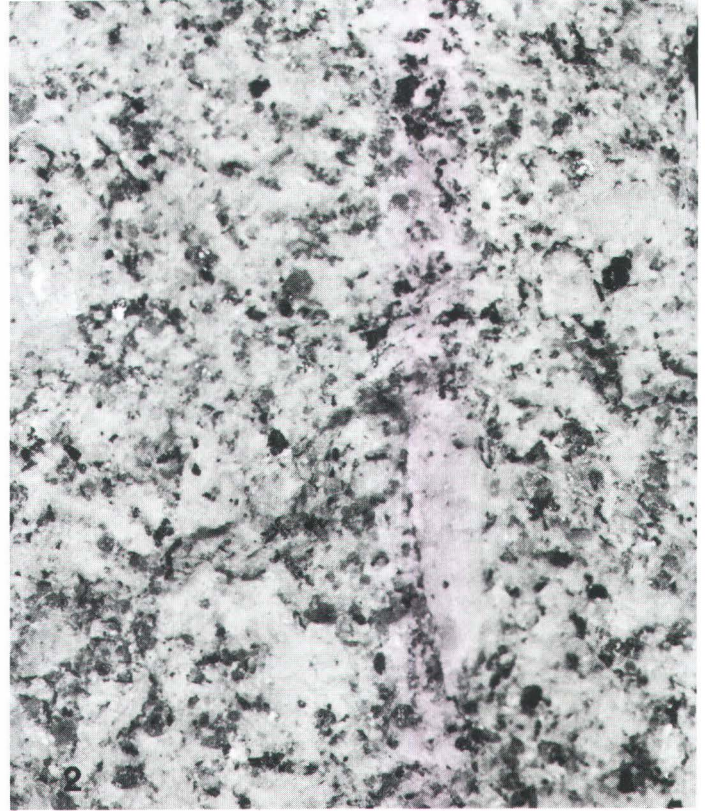


Plate 1: Textural variation of Eiscarn type granite. 1: Eiscarn type granite s. str. from Aalfang (Waldviertel, Austria), 2: sample from the quarry near

Mrákořín, 3: "porphyritic" variety, quarry near Řásná, 4: "nonporphyritic" variety, quarry of Řásná.

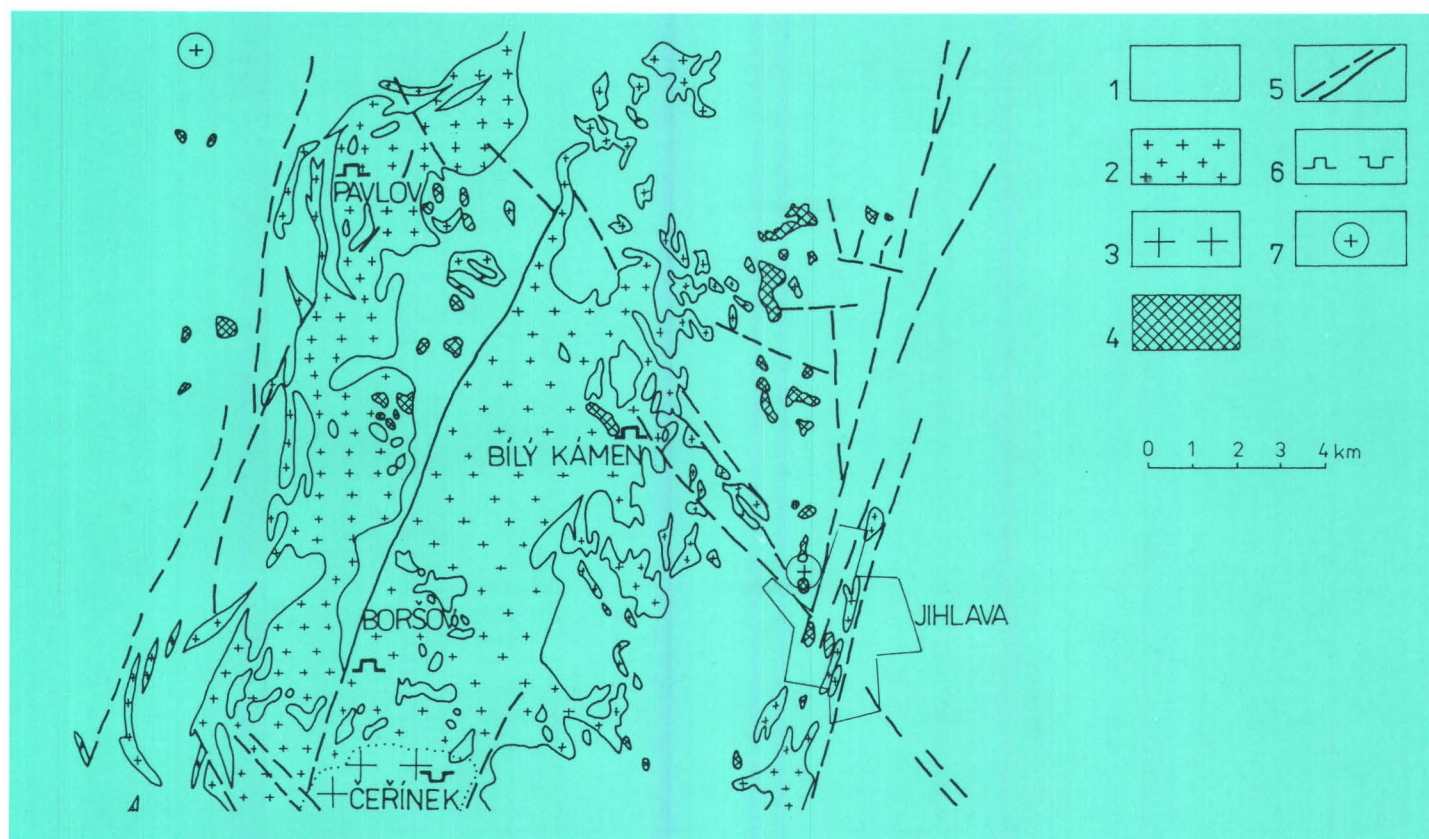


Fig. 6: Geological sketch map based on the new geological map 22–23 Jihlava 1:50 000 by M. VESELÁ 1988. 1: Moldanubian crystalline schists, undifferentiated. 2: Two-mica granites of the Central Moldanubian, Pavlov – Slavnič, and Bílý Kámen type. 3: Two-mica granite of Čeríněk type, texturally most closely related to Eisgarn type granite s. str. 4: Anatectic cordierite-bearing migmatite. 5: Significant faults. 6: Quarry in operation and abandoned. 7: Sampling site of anatectic cordierite-bearing migmatite.

(Fig. 6). Recalculation with the constants of STEIGER & JÄGER (1977) gives 335 m. y. Our Rb-Sr analyses on whole rock samples and an apatite from Jihlava yielded an age of 335 ± 3 m.y. (Table 2, Fig. 7). We interpret this age as the peak of Variscan metamorphism in this area.

The Jihlava Massif

The Jihlava Massif is situated in the Varied Group. It intruded an antiform structure of NW – SE direction, dipping to the E. The contact to the country rocks are sharp, in places discordant, partly concordant. At some sites the contact planes are tectonically rejuvenated. Notably at the eastern contact cordierite migmatites occur (VESELÁ 1988). Inclusions of basic diorite, dm to tens of meters in size are found in the central parts of the massif, also xenoliths of the metamorphic country rocks, sometimes indicated by relict clusters of garnet and sillimanite. The melanocratic rocks are rich in biotite and pyroxene, sometimes amphibole bearing. They can be classified as quartz monzonites to syenites (Fig. 2). The rocks are massive, grey to greyish green in colour and fine grained. The texture is hypidiomorphic-granular, in places slightly porphyritic. The mineral content comprises andesine, potassium feldspar, quartz, hypersthene, diopside, amphibole and accessory apatite, zircon, sphene, rutile, orthite, and ore minerals. SMEJKAL (1964) reports K – Ar ages on biotite of 330 m.y., the age of the Jeclov pegmatite was determined (TONIKA 1970) to be 300 m.y.

Samples for Rb – Sr age determinations were taken from the quarry in Jihlava river valley 1.3 km NE of Kosov, from the excavation of water piping 0.5 km SW of Velký Beranov and from an outcrop in the river valley 1 km NNE

Table 2: Rb – Sr data from the anatectic cordierite-bearing migmatite west of Jihlava

Sample number	Rb ppm	Sr ppm	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
15/83	153	171	2.592	$.72439 \pm 10$
16/83	111	149	2.175	$.72237 \pm 6$
17/83	122	169	2.098	$.72197 \pm 7$
18/83	143	182	2.287	$.72285 \pm 15$
19/83	104	151	1.998	$.72151 \pm 7$
19/83/Apatite	3.98	153	.075 _s	$.71236 \pm 15$

of Radonín. The rock is characterized by high Rb and Sr contents (Table 3, Fig. 3). The spread in Rb/Sr ratios is poor and the samples scatter around an errorchron (Fig. 8), that was constructed including one apatite sample. Due to the scatter it is not possible to determine a precise age, a best estimate is 325 m.y. with an initial Sr isotope ratio of $\sim .712$.

In the quarry of Kosov dykes of tourmaline bearing aplite and of granitic composition had been sampled as well. Aplite yielded an age of 314 ± 3 m.y. with a high initial Sr ratio of .7180 (Fig. 9, Table 3). The granitic samples (Fig. 10, Table 3) produced an age that is older than the host rocks. This date of 357 m.y. and the Rb and Sr content point to a close relationship to Bílý Kámen type granite that was interpreted as being metasomatically altered, and thus is an erroneous age. From the vicinity of the Jihlava Massif, S of the community of Komárovice a sample of baryte was investigated, that accompanies the Pb, Zn, Cu mineralization. Nothing clear can yet be said about the provenance of the material with regard of the Sr isotope ratio.

Fig. 7: Isochrone of whole rock samples and one apatite from anatectic cordierite-bearing migmatite.

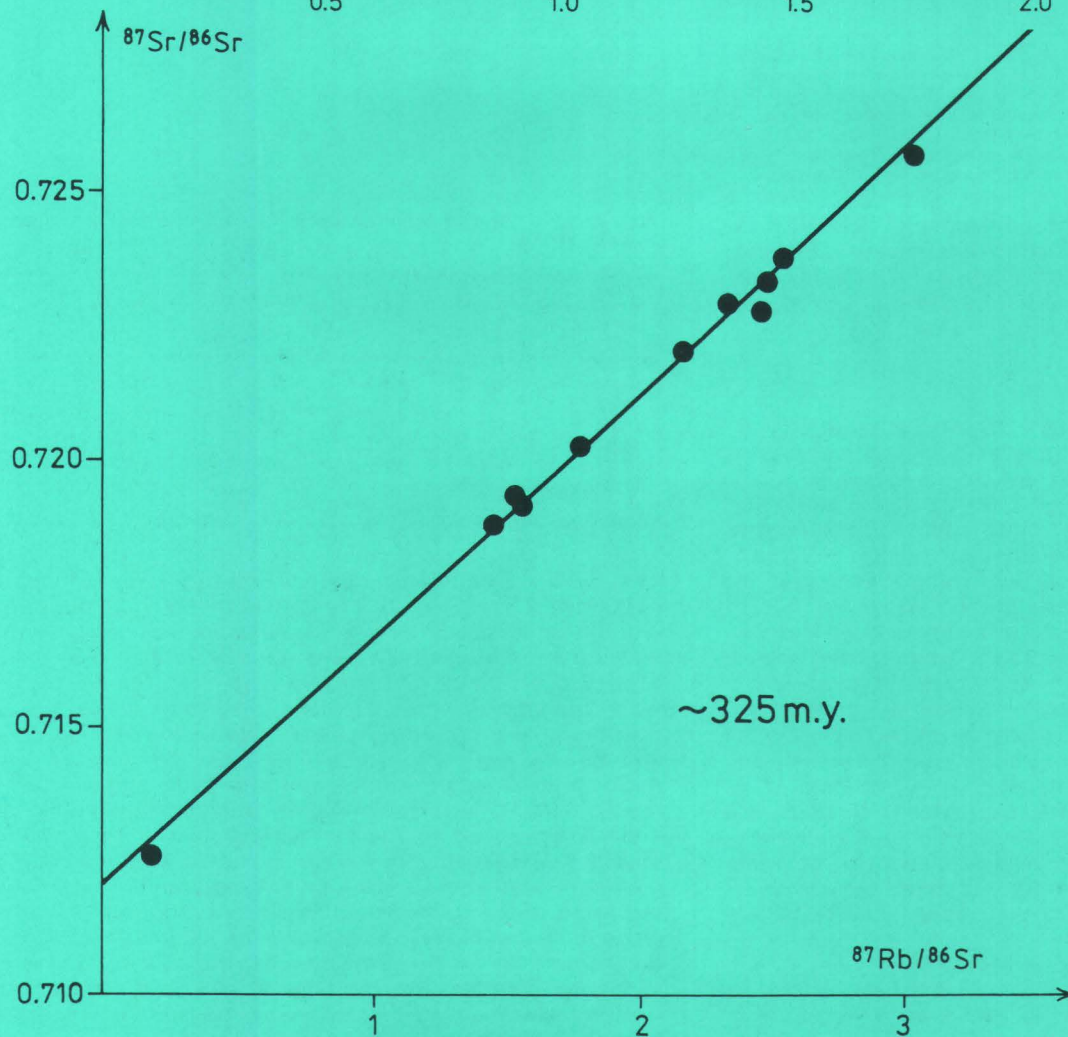
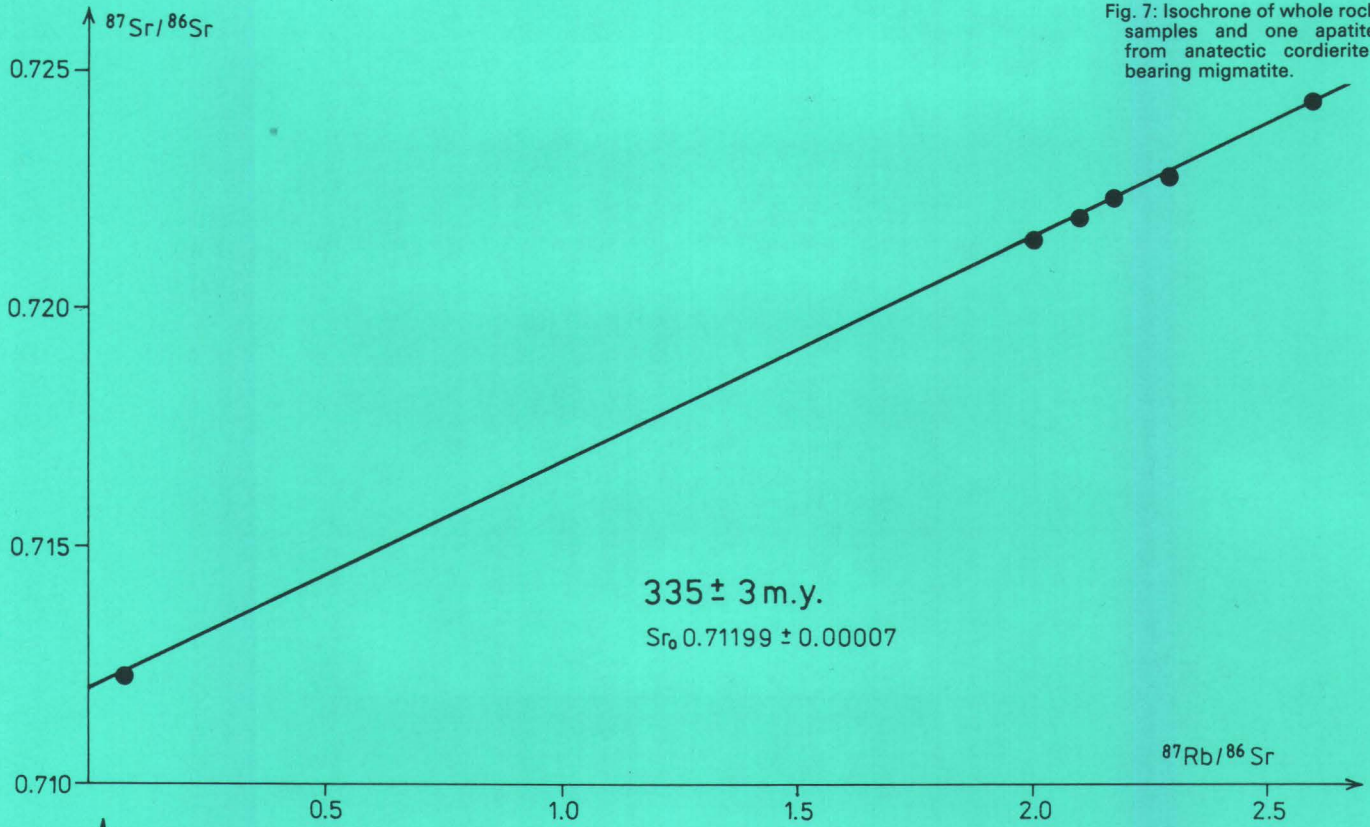


Fig. 8: Sr evolution diagram of ten whole rock and one apatite samples from the Jihlava Massif. The best estimate on age is 325 m. y., but must be regarded with reservation.

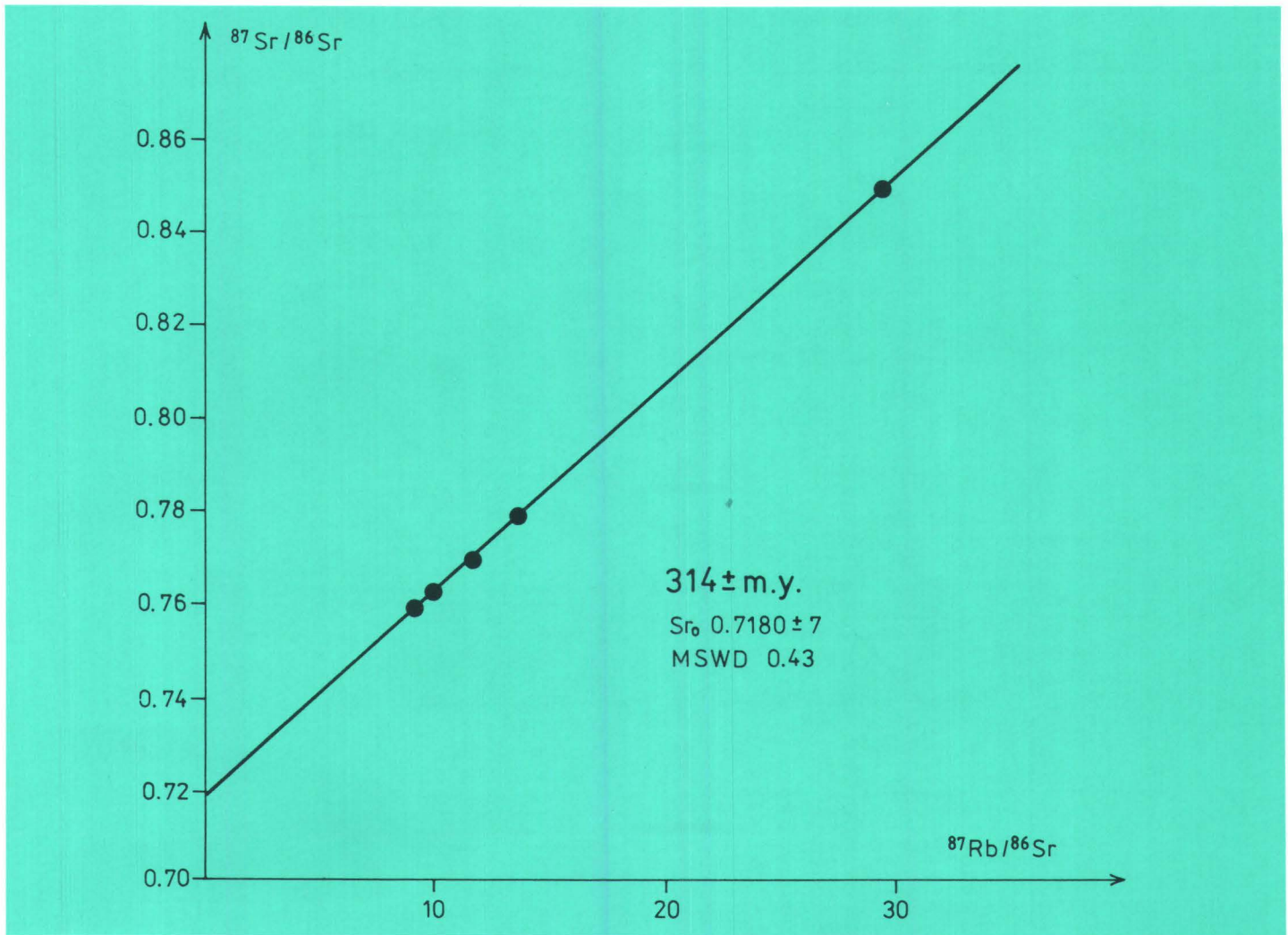


Fig. 9: Isochrone of tourmaline bearing aplites from the quarry of Kosov.

The Třebíč Massif

It forms a triangular shaped body, which discordantly penetrates at the western margin the rocks of the Varied Group (VESELÁ 1986). The bulk composition is very variable. Porphyric melanocratic amphibole and biotite bearing granites to melanocratic quartz syenites prevail. They consist of K-feldspar, plagioclase (oligoclase to andesine), quartz, biotite, and amphibole with accessory apatite, sphene, zircon, orthite, often epidote, and ore minerals. In places syenites with rare rhombic pyroxenes are frequent. The coarse-grained and porphyric granitic varieties contain feldspar phenocrysts up to four cm in size, more basic types of 1.5 – 2 cm size. In the border zones and inside the massif occurs a fine-grained facies with potash feldspars of mm size and isolated phenocrysts one cm long, and irregularly dispersed plagioclase grains. In the massif comparatively large blocks of crystalline schists along mylonite zones can be mapped. There occur also numerous dark streaks and schlieren which can not unequivocally be proved as being the rests of assimilated country rock material. Near the margins of the massif elongate, lenticular melanocratic inclusions of metabasite were observed, many of dioritic composition.

The geochemical composition of the Třebíč Massif varies. BUBENÍČEK (1968a, 1968b) reports a decrease in acidity from S to N and from W to E. He assumes that the northern and northwestern halves belong to higher parts of the body, which have taken up and assimilated material, while

S of the town of Třebíč uncontaminated and therefore more acid material crops out. We observe a similar trend in Rb – Sr geochemistry: samples close to the northern border are rich in Sr. Sr decreases going south to Rudíkov and Kamenná, being lowest in Vladislav. Rb obviously decreases only slightly (Table 4, Fig. 2).

We took samples from the following localities: Řehořov, road cut 1 km NNE (fine-grained basic facies and basic inclusion) and 3 km NNE of the community; Velké Meziříčí, road cut N of the city, quarry of Kamenná, boulders 1 km S of Rudíkov, and quarry of Vladislav, 3 km E of Třebíč. Iso- tope analyses of Sr failed to produce geochronological data (Fig. 11). From the geological description we know that the rocks are of most heterogeneous composition. Obviously many parts of the massif represent “mixed” rocks of basic composition low in radiogenic Sr and Rb (samples AB 184 – 187) and granitic material. The high concentration of Rb along with a high Sr content is a unique geological feature not often encountered within granitoid rocks. These rock types exposed in the Třebíč and also in the Jihlava Massif put the problem on the origin of granites which are highly enriched in Rb, K, and Mg (HOLUB 1988). In cases like these the Rb – Sr method has reached the limits of applicability, and other methods of dating must be envisaged.

Methods

Rb and Sr have been determined by isotope dilution techniques. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ was calculated from spiked samples. For isotope ratio measurements a VG MM 30 solid source mass spectrometer was used. For calculations the con-

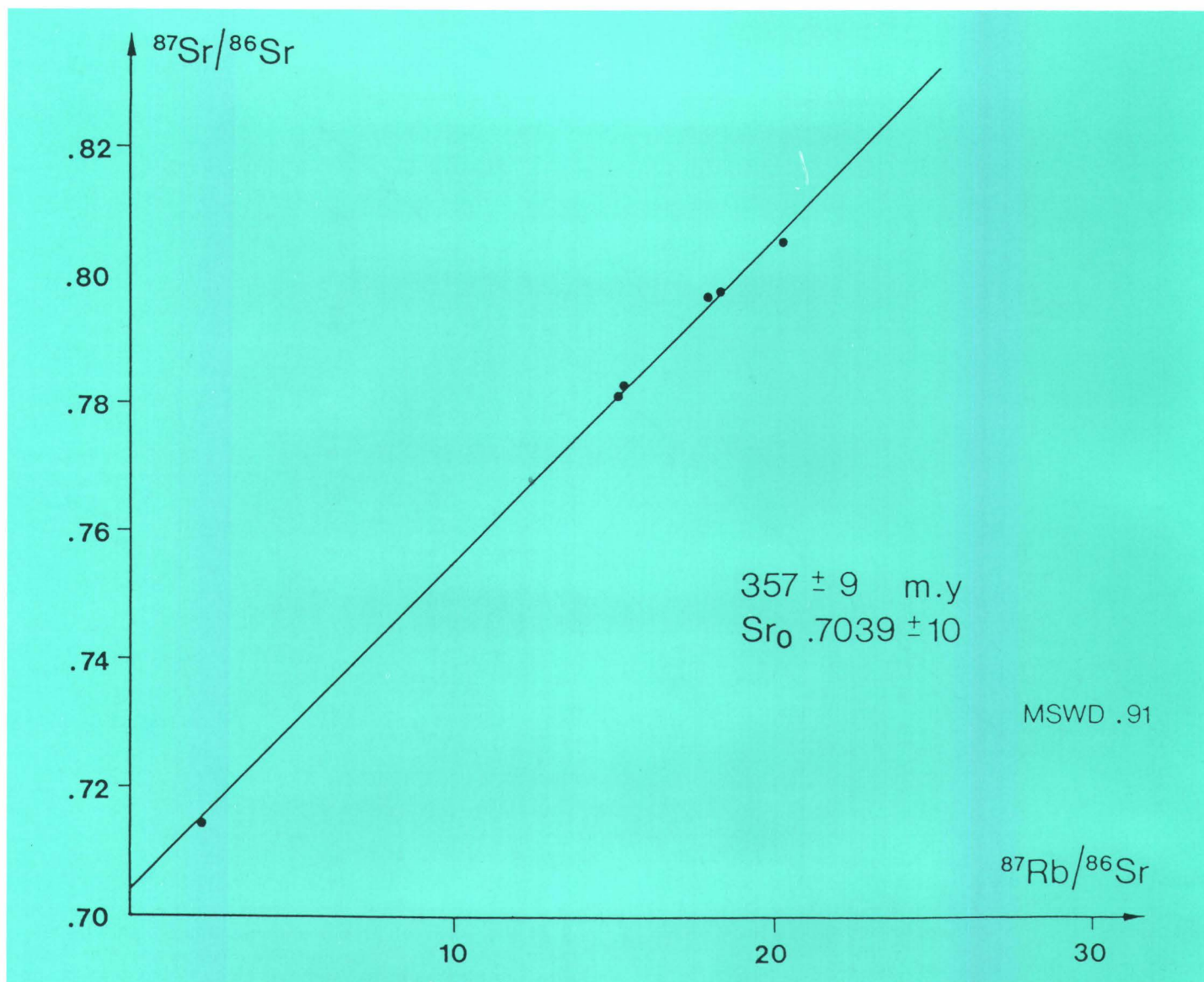


Fig. 10: Isochrone of granitic rocks from the quarry of Kosov, exhibiting the same peculiarities like Bílý Kámen type granite (Fig. 6). For the same reasons this "age" must be rejected.

stants given in STEIGER & JÄGER 1977 have been used, with $\lambda^{87}\text{Rb} = 1.42 \times 10^{-11} \text{ a}^{-1}$. The isochrones are calculated by the method of YORK 1969 following the program of McSAVENNY in FAURE 1977, using model 1, where all sample points are weighted equally. All errors quoted are on the 95% confidence level (2σ). Errors on $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ are assumed to be 1%, 2σ errors on $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ are the standard error on the mean.

Acknowledgement

We would like to express our gratitude to Dr. P. Květon for continuing support of our work. Ing. M. Jelenc did a fine job in the chemical laboratory. S. Laschenko, A. Jilka and G. Schnürer had much patience in preparing the drawings and photographs.

References:

- D'Amico, C., Rottura, A., Bargossi, G. M. & Nannetti M. C. (1982): Magmatic genesis of andalusite in peraluminous granites. Examples from Eisgarn type granites in Moldanubicum. — *Rendiconti Società Italiana di Mineralogia e Petrologia*, 38, 1, 15–25, Milano
- Beneš, K. et al. (1963): Explanation to the geological map of ČSSR, 1:200 000, sheet M–33–XXII—Jihlava, ČSAV, Praha

- Bubeniček, J. (1968a): Geology and petrography of the Třebíč Massif. — *Sbor. geol. Věd. geol.*, 13, 133–164, Praha
- Bubeniček, J. (1968b): Distribution of some trace elements in the Třebíč Massif. — *Čas. Mineral. Geol.*, Praha
- Clarke, D. B. (1981): The mineralogy of peraluminous granites: a review. — *Canadian Mineralogist*, 19, 3–17, Toronto
- Dudek, A. et al. (1962): Explanation to the geological map of ČSSR, 1:200 000, sheet M–33–XXVIII—Jindřichův Hradec, ČSAV Praha
- Faure, G. (1977): Principles of Isotope Geology. — John Wiley & Sons, New York
- Gorocho, I. M., Melnikov, N. N., Varšavskaja, E. S. & Kutjavin, E. P. (1983): Rb–Sr dating of magmatic and metamorphic events in the eastern part of the Bohemian Massif. — *Časopis Mineral. Geol.*, 28, 4, 349–361, Praha
- Holub, F. V. (1988): Potassic mafic magmatism of the Bohemian Massif. — Abstract, Conference on the Bohemian Massif, ÚÚG, Praha
- Koutek, J. (1925): O mrákotinské žule. — *Rozpravy Čes. Akad. věd*, 34, 18, Praha
- Krupička, J. (1968): The contact zone in the north of the Moldanubian Pluton. — *Krystalinikum*, 6, 7–40, Academia, Praha
- Legierski, J. (1973): Model ages and isotopic composition of ore leads of the Bohemian Massif. — *Čas. Mineral. Geol.*, 18, 1, Praha
- Mottlová, L. (1984): The deep structure of the Central and Melechov massifs interpreted on the basis of alternative solutions of inverse gravity problems. — *Věst. Ústř. úst. geol.*, 57, 6, 351–363, Praha
- Němec, D. (1974): Lamprophyrische und lamproide Gesteine im Nordteil der Böhmischo-mährischen Höhe. — *Verh. Geol. B.–A.*, Jg. 1974, H. 2–3, 223–268, Wien
- Scharbert, S. (1966): Mineralbestand und Genesis des Eisgarn Granits im niederösterreichischen Waldviertel. — *Tscherm. Min. Petr. Mitt.*, XI, 3–4, 388–412, Wien

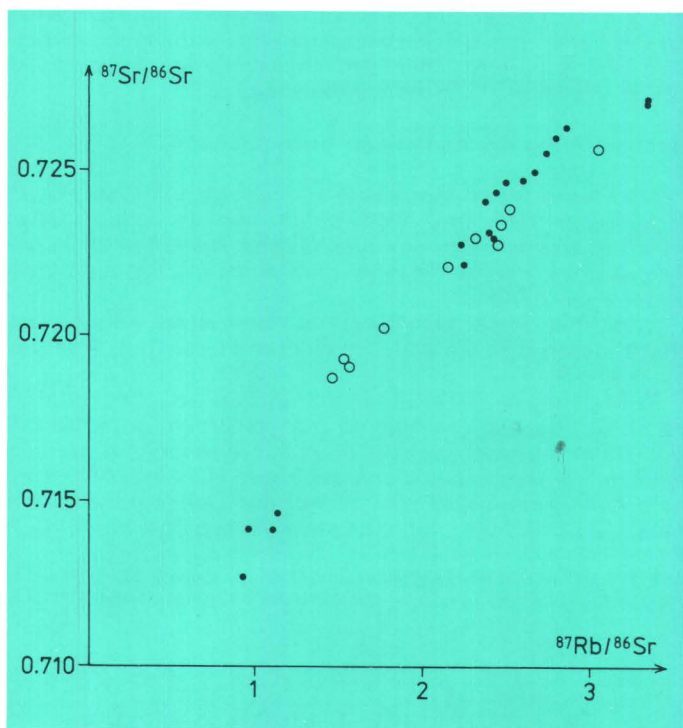


Fig. 11: Sr evolution diagram of rocks from the Třebíč Massif (black dots). The linear alignment of sample points is very poor and no age can be calculated. It seems that the rocks have originated by mixing of material with differing radiogenic Sr. For comparison samples from the Jihlava Massif (open circles) are plotted.

Table 3: Rb — Sr data from the Jihlava Massif

Sample	Locality	Rb ppm	Sr ppm	⁸⁷ Rb/ ⁸⁶ Sr	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr
Syenite					
AB 142	Kosov	315	586	1.55 ₇	.71908 ± 10
AB 143	Kosov	304	603	1.45 ₈	.71875 ± 11
AB 144	Kosov	334	634	1.52 ₉	.71927 ± 14
AB 145	Kosov	361	425	2.46 ₈	.72336 ± 6
AB 146	Kosov	339	425	2.32 ₁	.72296 ± 3
AB 179	Kosov	313	513	1.77 ₃	.72023 ± 8
AB 181	Kosov	363	419	2.51 ₈	.72381 ± 12
AB 183	Kosov	333	450	2.15 ₃	.72206 ± 14
7/84	Beranov	398	379	3.04 ₇	.72565 ± 21
36/86	Radonín	340	403	2.45 ₃	.72276 ± 14
AB 143/Apatite	Kosov	6.3 ₂	98.6	.18 ₆	.71261 ± 10
Tourmaline-bearing aplite, Kosov					
G 1		152	32.6	13.6 ₃	.77921 ± 14
G 3		144	36.3	11.6 ₁	.76941 ± 10
G 4		137	43.0	9.2 ₇	.75957 ± 8
G 5		177	17.7	29.4 ₈	.84894 ± 21
AB 140		143	41.5	10.0 ₆	.76271 ± 15
Granitic dykes, Kosov					
Gr 1		324	51.9	18.2 ₉	.79744 ± 14
Gr 2		314	59.7	15.3 ₈	.78242 ± 4
Gr 3		202	274	2.13 ₉	.71458 ± 5
Gr 4		312	59.8	15.2 ₇	.78160 ± 6
Gr 5		349	50.4	10.2	.80541 ± 13
Gr 6		325	52.9	18.0 ₂	.79665 ± 5
41/86/Barite	Komárovice	79 ₉	4438	.0005	.71407 ± 6

Table 4: Rb — Sr data from the Třebíč Massif

Sample	Locality	Rb ppm	Sr ppm	⁸⁷ Rb/ ⁸⁶ Sr	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr
VM 1	Velké Meziříčí	417	415	2.86 ₀	.72630 ± 7
VM 2	Velké Meziříčí	381	465	2.38 ₄	.72404 ± 10
VM 3	Velké Meziříčí	389	453	2.50 ₀	.72463 ± 19
VM 4	Velké Meziříčí	379	452	2.43 ₇	.72432 ± 15
VM 5	Velké Meziříčí	401	418	2.79 ₀	.72599 ± 8
AB 147	Řehořov	360	430	2.43 ₄	.72291 ± 20
VM 6	Řehořov	371	415	2.60 ₀	.72471 ± 12
VM 7	Řehořov	374	406	2.67 ₇	.72494 ± 13
8/84	Řehořov	372	478	2.25 ₈	.72214 ± 9
9/84	Řehořov	351	424	2.40 ₈	.72307 ± 15
52/85	Řehořov	367	479	2.22 ₈	.72273 ± 9
AB 184	Řehořov, basic inclusion	171	541	.92 ₇	.71272 ± 10
AB 185	Řehořov, basic inclusion	168	429	1.13 ₉	.71466 ± 12
AB 186	Řehořov, basic inclusion	131	395	.96 ₁	.71416 ± 13
AB 187	Řehořov, basic inclusion	171	447	1.11 ₃	.71415 ± 15
37/86	Rudíkov	365	315	3.36 ₅	.72701 ± 13
25/87	Kamenná	324	344	2.73 ₈	.72551 ± 11
38/86	Vladislav	333	288	3.36 ₁	.72704 ± 9

Scharbert, S. (1987): Rb—Sr Untersuchungen granitoider Gesteine des Moldanubikums in Österreich. — Mitt. Österr. Min. Ges., 132, 21—347, Wien

Scharbert, S. (1989): Rubidium—Strontium systematics of granitoid rocks of the South Bohemian Pluton. (In press.)

Šmejkal, V. (1964): The Absolute Age of some Igneous and Metamorphosed Rocks of the Bohemian Massif determined by the Potassium — Argon Method (Part II, English summary of Czech text). — Sbor. geol. Věd., Geol., 4, 121—135, Praha

Steiger, R. H. & Jäger, E. (1977): Subcommittee on geochronology: Convention on the use of decay constants in geo- and cosmochronology. — Earth Planet. Sci. Letters, 36, 359—362, Amsterdam

Streckeisen, A. L. (1967): Classification and Nomenclature of Igneous Rocks. — N. Jb. Miner. Abh., 107, 2 and 3, 144—240, Stuttgart

Tonika, J. (1970): Geology and Petrology of the rocks of the Jihlava Massif (English summary of Czech text). — Sbor. geol. Věd., Geol., 17, 105—119, Praha

Veselá, M. (1976): The Jihlava Furrow in the geological structure development of the Jihlava environs (English summary of Czech text). — Sbor. geol. Věd., Geol., 28, 189—205, Praha

Veselá, M. (1986): Explanation to the new geological map 1:50 000 sheet 23—42 Třebíč. — Manuscript, Geoindustria Jihlava

Veselá, M. (1988): Explanation to the new geological map 1:50 000 sheet 23—23 Jihlava. — Manuscript, Geoindustria Jihlava

Veselá M. et al. (1988): Explanation to the geological map of ČSSR 1:25 000, sheet 23—232 Dobronín (Czech text). — Ústř. úst. Geol. Praha

Waldmann, L. (1951): Das außeralpine Grundgebirge Österreichs, in F. X. Schaffer: Geologie von Österreich, 2nd ed., Deuticke, Wien

Zoubek, V. (1949): Explanation to the geological map sheet Jindřichův Hradec, 4354. — Věst. Ústř. Úst. geol., 24, 193—195, Praha.

Abstrakt

Rb—Sr analýzy moldanubických hornin z širšího okolí Jihlavy přinesly tyto výsledky: Centrální moldanubický pluton je několikánásobnou intruzí, v níž peraluminiová žula eisgarnského typu vykazuje v severní části stáří 303 ± 6 mil. let s počátečním poměrem radiogenního Sr .7176 ± 7, je tedy o 15 mil. let mladší než eisgarnská žula jižních částí na rakouském území. Lokálně metasomatickýměněná

Zusammenfassung

Rb-Sr-Analysen moldanubischer Gesteine aus der weiteren Umgebung von Jihlava ergaben folgende Resultate: Der Zentralmoldanubische Pluton ist eine multiple Intrusion aus peraluminosem Eisgarn Granit, der im nördlichen Teil ein Alter von 303 ± 6 Mio. J. hat bei einem Sr-Initial von .7176 ± 7 und somit um 15 Millionen Jahre jünger ist als der Eisgarn Granit in den südli-

žula vykazuje abnormálně vysoké stáří (356 mil. let), jež nemá geologický význam. Vrchol variské metamorfózy byl u anatektického cordieritického migmatitu stanoven na dobu před 335 ± 3 mil. let. Neobvyklý Rb—Sr chemismus syenitoidních až granitoidních hornin jihlavského a trebičského masivu ukazuje na jejich komplikovaný vznik, jehož dobu nelze určit pomocí užitých metody. Turmalini-

chen Teilen auf österreichischem Gebiet. Ein lokal metasomatisch veränderter Granitotyp ergibt ein abnormal hohes Alter (356 Mio. J.), das geologisch bedeutungslos ist. Der Höhepunkt der Metamorphose wurde an anatektischen cordieritführenden Migmatiten mit 335 ± 3 Mio. J. bestimmt. Syenitische bis granitische Gesteine der Massive von Jihlava und Třebíč haben eine komplexe

nický aplit v jihlavském masivu vykazuje stáří 314 ± 3 mil. let s počátečním poměrem radio-genního Sr $.7180 \pm 7$.

Entstehung und eine ungewöhnliche Rb- und Sr- Chemie. Sie können mit der angewandten Methode nicht datiert werden. Turmalinführende Aplite aus dem Jihlava-Massiv haben ein Alter von 314 ± 3 Mio. J. mit einem Sr-Initial von $.7180 \pm 7$.

nungen dar und kommentierte sie. Er besichtigte Schäden an Gebäuden und die Auswirkungen des Bebens, beschrieb und philosophierte über den Ursprung des Ereignisses, seiner Wesenheit und seiner Verbreitung.

Beschreibung der damaligen Untersuchung

Also wird dem Hofmathematicus Joseph Nagel *allernädigst befohlen, sich dahin, wo es nöthig seyn möchte, zu verfügen, um zuverlässige Nachricht einzuziehen, was sich an einem oder dem anderen Orte eigentlich zugetragen hätte.*

Daraufhin begibt sich Nagel auf eine etwa vierwöchige Reise, deren Strecke und Ortschaften in der Abb. 2 dargestellt sind.

In Baden ($I = 6^\circ$ MSK) berichtet ihm der Landschafts-apotheker Herbst, *„so bald es Tag geworden, zu den dortigen Bädern geeilet, um die etwa vorgegangene Änderung wahrzunehmen; wo er dann auch das Wasser etwas trüb gefunden, einen häufigern Zufluß der Quellen und deren mehrere Schwängerung mit schwefelichen Theilen, folglich*

Abb. 1: Titelblatt des am 22. Dezember 1768 an die Kaiserin Maria Theresia erstatteten und veröffentlichten Berichtes des Hofmathematicus J. Nagel.



DAS HISTORISCHE BEBEN VON 1768 IN NIEDERÖSTERREICH NACH EINER MAKROSEISMISCHEN STUDIE VON K.U.K. Hofmathematicus JOSEF NAGEL

Kay Aric, Universität Wien, Institut für Meteorologie und Geophysik, Wien, Austria

Einleitung

Das Erdbeben vom 27. Februar 1768 ist das zweitstärkste Ereignis in Niederösterreich seit Beginn der Chroniken im Jahre 1201. Es wurde nachweislich in weiten Teilen Ungarns und der ČSSR wahrgenommen. Die Schwere des Ereignisses läßt sich auch daran messen, daß durch ein volles Jahrhundert, bis 1868, in Wiener Neustadt eine kirchliche Gedenkfeier abgehalten wurde.

Der primäre Gegenstand dieser Arbeit ist die Nachbearbeitung der Bebenmeldungen zur Darstellung der Isoseistenkarte und auch eine Würdigung der makroseismischen Arbeit des k. k. Hofmathematicus Josef Nagel und des k. k. Astronomen Dr. phil. Pater Hell. Nagel wurde 1749 zum Hofmathematiker ernannt. Er wurde 1772 Direktor der physikalischen und mathematischen Studien an der Wiener Hohen Schule und Präsidiumsmitglied der philosophischen Fakultät.

Bisherige Untersuchungen

Verschiedene Autoren haben sich bisher mit diesem Beben beschäftigt. Procházková und Drimmel, 1983, haben nach Sichtung des Archivmaterials in Prag, Bratislava und Wien die Isoseiste 4° MSK angegeben.

Im Atlas of Isoseismal Maps der Akad. d. Wiss., Prag 1978, wurden einige Intensitätsangaben in der ČSSR bis zum 51° Breitengrad dargestellt.

Die erste Maximalintensitätsangabe ($I_0 = 8^\circ$ MSK) und Angabe des Epizentrums findet sich bei Toperczer und Trapp, 1950. Suess, 1873, widmet diesem katastrophalen Naturereignis einen eigenen Abschnitt in seiner Arbeit über die Erdbeben in Niederösterreich. Hier wurde hauptsächlich die Uhrzeit und Lage des Hauptstoßes bestätigt, verschiedene Vor- und Nachbeben chronologisch festgehalten.

Radics, 1906, gibt nun detailliert den Inhalt des Berichtes von Nagel wieder, den er, wie auch Suess, 1873, als die Hauptquelle der bis dato erschienenen Schriften ansieht. Die Definition von Linien vergleichbarer Schadenwirkung (derzeitige Isoseistenkarten) wurde zum ersten Mal von Mallet, 1862, nach einer wissenschaftlichen Untersuchung des Neapelbebens von 1857 durchgeführt. Nahezu 90 Jahre vorher hat Josef Nagel wohl die erste „makroseismische Forschungsreise“ unternommen und seinen offiziellen Bericht am 22. Dezember des gleichen Jahres an die Kaiserin Maria Theresia erstattet (s. Abb. 1).

Dieser Bericht ist objektiv und fachmännisch verfaßt, gibt die damalige Denkweise und den Wissensstand wieder und ist unentbehrlich für die Beurteilung der Intensität. Nagel reiste damals von Ort zu Ort, suchte und befragte die „studierten“ Leute, von denen er sich — berechtigterweise — die konkretesten Aussagen erwartete, stellte ihre Mei-