

A PULAI GEJZIRIT

SOLTI GÁBOR

A Balaton-felvidéken a pulai olajjalával kitöltött maar jellegű tufagyűrű belsejében a tihanyiakkal genetikailag azonos gejziritet mutattunk ki. A posztvulkanikus képződésű egykori gejzír a nagyvázsonyi édesvízi mészkő keletkezésével egyidőben működhetett. Hatására a bazalttufából álló gyűrűn belüli víz hőmérséklete jelentősen felmelegedett, így a hasonló gércsei és várkeszői olajjaláknál jobb minőségű olajpala keletkezett. A pulai gejzirit jellegzetessége, melyben eltérést mutat a tihanyiakétól, hogy kovaanyagot szinte egyáltalán nem tartalmaz, kémiaiilag meszes dolomit. Kőzettanilag a vékonycsiszolati vizsgálatok alapján forrásdolomitnak, illetve dolomitos forrásnémszkőnek nevezhetjük a porózus és lemes gejziriteket.

A Dunántúli-középhegység területéről mindeddig csak a Tihanyi-félszigetről írtak le a bazalt vulkanizmussal kapcsolatos posztvulkanikus képződeményeket, gejziriteket. Feldolgozásukat HOFFER A. (1943), VARRÓK K. (1957), LÁNG G. et al. (1970) és RÓNAI A. — SZENTES F. (1972) végezték el. A korábbi vélemények szerint gejzirkúpok Tihanyban mindenütt a „tavi posztvulkáni képződeményeken” helyezkednek el. A tömeges meszes hidrokvarcit, kovás — kalcedonos — opálos repedéskitöltésű édesvízi mészkő korát a Mindel glaciális szerkezeti mozgásokhoz kötik (LÁNGNÉ BUCZKÓ E. in LÁNG G. et al. 1970). A veszprémi 1:200 000 méretarányú földtani térkép magyarázójában a Tihanyi-félszigeten az Öcs — Nagyvázsony környékivel azonos típusú édesvízi mészkőveket a felső-pannóniaiba helyezik, megjegyezve, hogy a „Tihanyi-félszigeten e rétegeknek megfelelő kovás mészkőből hallenyomat, Lorylites levéllenyomat, *Rhinoceros* sp. csont- és fogmaradvány került elő”. A bazaltkitöréseket követő szénsavas vagy kovasavas forrásműködés kicsapódásaként keletkezett forráskvarcit, „gejsirit” és édesvízi mészkő korát felső-pliocénnek tartották. A jellegzetes forráskúpok számát 50 körülire becsülik.

A Balaton-felvidéki bazalt-, bazalttufa-területekről eddig nem ismertünk más, posztvulkáni működéshez kapcsolódó forróvízes kiválásokat.

A vigántpetendi 1:10 000 méretarányú térkép földtani felvétele során a pulai maar jellegű tufagyűrű belsejében a tihanyiakkal azonos típusú gejziritet sikerült elkülöníteni. Az előfordulás Pula községtől Ny-ra 550 m-re, az Egerpatak völgyének éles törésénél, a műúttól a pulai szőlőkhöz felvezető földút jobb oldalán található. A növényzettel sűrűn benőtt dombocska tetején a jelentős pleisztocénbeli lepusztulás ellenére még mindig nagyon jól kirajzolódik az egykori kráterkúp és -csatorna képe. A kráter a környező térszínből mintegy 10 m-re emelkedik ki. Közel szabályos csonkakúp alakú dombot alkot. A 15—20°-os emelkedésű domb csúcsán 5—6 m átmérőjű, közel kör alakú krá-

ter található. A kráter közvetlen környéke és a kráter belseje — a tihanyi gejziritekhez hasonlóan, fákkal és bokrokkal sűrűn benőtt, gejzirit törmelékanyaggal feltöltött — max. 1,5 m mély tál alakot képez. Peremén átlag 20—40 cm—1,0 m magas, 0,5—1,0 m széles sziklák össze nem függő falat alkotnak. A gejziritnek itt két fő megjelenési formáját ismerjük: a porózus gejziritet és a lemezes gejziritet.

A porózus típusú gejzirit sárgásszürke, piszkosfehér, erősen porózus, laza szövétű, az egykori növénymaradványok lenyomata tömegesen figyelhető meg benne. Gyakran szürkéssárga, tömör, kevésbé meszes kéreg vonja be, s védi meg a gyors szétporlódástól. Ez a közettípus építi fel a krátersáncot.

A lemezes típusú gejzirit fehéresszürke—piszkosfehér színű, levelesen—lemezesen rétegzett, tömör, kriptokristályos. A ritmikus kiválás jól látható a kőzet darabjain. Utólag hidegvizes oldási nyomok is megfigyelhetők a törmelékdarabokon. A domb térszínileg magasabb részét a porózus sánc alatt ennek a porózus gejzirit fekéjében levő lemezes gejziritnek lapos darabokra felaprózódott törmeléke borítja. A gejziritéből készült vékonycsiszolati vizsgálatok (RAVASZNÉ BARANYAI L.) kimutatták, hogy először egy melegebb oldatból finomszövetű dolomit vált ki. Ennek repedéseit átjárta, kibővítette egy későbbi hidegebb oldat, melyből fejlett kalcitrozetták váltak ki az üregekben. Kőzet-tanilag forrásdolomitnak ill. dolomitos forrásmészköveknek nevezhetjük a pulai gejziritet.

A gejzirittörmelék a kúp lábánál ritkábbá válik és elkeveredik a többé-kevésbé agyagosodott, szürke, sárgásszürke, helyenként vörösbarna bazalt-tufa- és abból kimállott 5—20 cm átmérőjű, kékesfekete színű, erősen salakos-hólyagos szerkezetű bazaltzárvány-bombákkal. Az egyes bombák külső felülete 0,2—0,5 cm széles kihülési repedésekkel behálózott, a belső résznél kissé tömörebb anyagú. A belül üres, kissé lapult alakú hólyagüregek irányított közetszövetet alkotnak.

Ezt a piroklasztikumot a 3. kitérés ciklusbelinek tartjuk, és a gejzirtől D-re 500—600 m-re, a Tálodi-erdő területén a bazalt alatti bentonitosodott bazalttuffittal korreláljuk (pulai Put-2., vigántpetendi Vgt-1. sz. fúrások).

A Tihanyi-félszigeten a Kiserdő-tetőn a pulaihoz hasonlóan a gejzirit fölött tufaszórás nyomai ismertek. VARRÓK K. (1957) szerint ez a bazalttufa különbözik a nagytömegű (2. ciklusbeli) piroklasztikumtól.

A lemezes típusú gejziritre és bazalttufitra helyenként az Eger-patak kettős teraszának — főleg a nagyvázsonyi édesvízi mészkő és a triász földolomit gyengén koptatott darabjaiból és kevés, 2—3-as kerekítettségű kvarcit, lidit anyagú kavicsból álló — anyaga települ (I. melléklet). VITÁLIS I. (1911) a pulai gejziritet édesvízi mészkőnek és a nagyvázsonyi mészkővel azonos genetikájúnak tartotta. Keletkezését szintén a 2. bazaltkitörés utánra teszi. LÓCZY L. (1920) térképén azonban ez az előfordulás nem szerepel. A mészkőben az öcs—pulai dombháton előforduló bazalttal — amelyet a 2. ciklushoz tartozóként határoztunk meg — azonos zárványt talált. A környező területek felvételezése (PEREGI Zs. 1974, SOLTI G. 1975) és az olajpala-kutatás során kapott eredmények lehetővé tették a terület Felső-pannóniai Formációjának megbízható szintezését (JÁMBOR Á. 1980). Ennek során egyértelműen megállapítható, hogy a pulai gejzirit a Tapolcai Bazalttufa Tagozatba tartozó 2. ciklusbeli kitérés utáni posztvulkáni tevékenység eredményeként jött létre a pulai maar jellegű tufagyűrűn belül. A 2. kitérés fázis vulkanogén anyagait JÁMBOR Á. (1980) a litosztatigráfiai beosztásában a Tihanyi Tagozat (lénye-

gében megfelel a *Congerina balatonica*-s rétegeknek) felső részébe sorolja. A tufagyűrűben a speciális üledékföldtani viszonyok hatására alginites üledékek rakódtak le (Pulai Tagozat), olajpala képződött. Az olajpala korát a vígánpetendi Vgt-1. sz. fúrás rétegsorával korrelálva, megállapítottuk, hogy annak közvetlen fedője egyidős a Nagyvázsonyi Mészko Tagozat alsó rétegeivel (JÁMBOR Á.—SOLTI G. 1976), így a gejzirit is ebbe a tagozatba sorolható. A gejzír a nagyvázsonyi édesvízi mészko alsó részének keletkezésével egyidőben működhetett.

Az utóvulkáni forróvizes oldatok minden bizonnyal vulkanotektonikai hatásokra kissé szétnyílt törésvonalak mentén törtek fel (I. melléklet). A feltörő forró szénsavas víz az átlagosnál jobban felmelegítette a krátertő vizét, elősegítve az olajtermelő algatenyészetek rendkívüli elszaporodását, ami egyes rétegekben kiváló minőségű olajpalát (alginitet) eredményezett. Az üledékgyűjtő vízének a hévforrások vizével felfűtött, viszonylag magasabb hőmérséklete és az olajpala jobb minősége közötti kapcsolat nyilvánvaló. Az azonos körülmények között, de hévforrás-működés nélküli kráterekben keletkezett gércsei és várkeszői olajpalák minősége a pulaiét nem érte el.

A jelenlegi gejziritfelépítmény már a 3. ciklusbeli bazalttufára épült fel, melynek nyomai az olajpala felett csak itt ismeretesek, mivel a többi területről gejzirithez hasonló védőréteg hiányában kipusztult, ill. pleisztocén törmelékkel keveredett. A bazaltpiroklasztikum agyagásványosodott darabjai a vékonycsiszolatokban is megfigyelhetők voltak.

A magasabb vízhőmérsékletet MEZŐSI J. röntgenvizsgálatai igazolták, aki a pulai Put-6. sz. fúrás olajpalamintáiban a magyarországi pannóniai üledékekből elsőnek mutatott ki aragonitot. Véleménye szerint: „Bár a mikroflóra és a pollenvizsgálat meleg klímát bizonyítanak, ennek ellenére a tó vízének hőmérséklete nem lett volna elég ahhoz, hogy a CaCO_3 aragonitként váljon ki”. Az üledékgyűjtő vízének hőmérséklete az aragonitkiválási szakaszon esetenként nyilván magasabb volt 29 °C-nál, mivel ez alatt kalcit válik ki (KOCH S.—SZTRÓKAI K. I. 1967). A tó vize természetesen csak nyáron volt ilyen meleg az üledékképződés során. HAJÓS M. (1976) vizsgálata alapján az üledékgyűjtő vízének hőfoka Diatoma virágzás idején (februárban) 10–12 °C volt. NAGY L.-NÉ (1976) a palinológiai vizsgálatai alapján az évi középhőmérsékletet 13–14 °C-nak véli. A pulai Put-7. sz. fúrás szelvényében mindössze három szakaszon lehetett kimutatni az aragonitot. A gejzír csak időszakosan, kedvező esetben tudta kellő mértékben felmelegíteni a tó vizét. A tufasáncon időnként átsapó ill. a tufa likacsai közötti hidegebb vízbeáramlás állandóan hűtötte a vizet.

Nagy valószínűséggel feltételezhető, hogy a tihanyi és pulai gejzírek egyidősek és azonos genetikájúak. Figyelemre méltó, hogy a gejzirműködések nyomai Pulán is, Tihanyban is a 2. ciklusbeli bazalttufa-területekhez kötöttek. Az első és a legfiatalabb, a 3. vulkáni ciklussal kapcsolatban sem ismerünk hasonló posztvulkáni működés termékeit. A gejzirműködéssel egyidőben, azok bizonyos mértékű befolyására heterópikus fáciesként Pulán olajpala, agyagmárga, márga, mészmárga (Put-3. sz. fúrás 1,0–6,0 m, Put-5. sz. fúrás) keletkezett. Tihanyban pedig a „gejzírek a gerincektől D-re eső területeken létrehozták a részben vegyi eredetű konkréciós márgákat, lemezes, csaknem gejzirtszerű mészmárgákat és kötőanyagul szolgáltak a közöttük elhelyezkedő bazalttufa konglomerátumoknak” (VARRÓK K. 1957).

A nagyfokú rétegtani és litológiai azonosság egyértelművé teszi, hogy a két kifejlődést egyidősnek, a Felső-pannoniai Formáció felső részébe, a Nagyvázsonyi Mészke Tagozatba tartozónak tekintsük.

A gejziritekkal egyidőben képződtek a Nagyvázsonyi Mészke Tagozat alsó részének üledékei is. Képződésük között azonban nincsen olyan szoros kapcsolat, mint korábban gondolták. A gejziritek posztvulkáni képződmények, míg a nagyvázsonyi édesvízi mészkövek nem azok. Feltehető, hogy a felső-pannon-végi tavi üledékgyűjtő sekély voltánál fogva melegvízű lehetett, de ez a hőmennyiség nem posztvulkanikus eredetű, hanem a Nap melegétől származtatható. A Balaton-felvidék több 10 km²-nyi összefüggő édesvízi mészkőplatóján hévforrás-eredetre utaló nyomok nincsenek. Ekkora tó vizét jelentős mennyiségű gejzirműködés tudta volna csak az átlagosnál jobban felmelegíteni. Nehéz elképzelni, hogy ebből az összletből ismert fauna- és flóratársulások megéltek volna az így felmelegített tóban.

A kémiai elemzések és a gazometriás kalcit- és dolomitmeghatározások a gejziritek dolomit-, ill. meszes dolomit összetételét igazolják, míg az összehasonlításként megvizsgált nagyvázsonyi édesvízi mészkő egyértelműen kalciumkarbonát (I. táblázat). A gejziritek és — összehasonlításként — az édesvízi mészkő röntgenvizsgálati adatai is megerősítik a fentieket (2. táblázat).

A pulai gejziritek jellegzetessége, hogy kovaanyagot szinte egyáltalán nem tartalmaznak. A hévforrások magas mésztartalma, amelyből a karbonátos gejziritek kiváltak, a mélyebb fekében ismeretes triász karbonátos kőzetek kioldásából származik. A tihanyi gejziritek kovasavtartalma a vékony alsó-

1. táblázat

Kémiai elemzések (%)

A minta helye és száma	Savban oldható					Gazometriás karbonátmeghatározás	
	SiO ₂	CaO CaCO ₃	MgO MgCO ₃	Kalcit	Dolomit	Kalcit	Dolomit
1. Nagyvázsonyi édesvízi mészkő kavics teraszanyagból	0,44	53,56 95,60	0,80 1,67	92,0	3,7	100,0	—
2. Lemezes gejzirit a gejzirdomb oldalából	1,74	29,76 53,15	20,60 43,09	—	95,5	38,53	52,16
3. Vékonylemezes gejzirit a krátérsánc tetejéről	1,84	29,47 52,60	21,10 44,14	—	98,5	28,01	68,63
4. Porózus gejzirit a kráterből	1,41	38,04 61,90	12,75 26,67	35,0	59,5	31,56	67,65
5. Porózus gejzirit bekérgező anyaga	1,01	31,22 55,75	19,84 41,50	5,3	91,0	37,33	56,73
6. Tömeges gejzirit a kráterből	1,20	36,34 64,86	14,60 30,54	27,5	68,0	37,25	58,56

A CaO és MgO meghatározása atomabszorpciós eljárással történt. $\text{CaO} \times 1,785 = \text{CaCO}_3$, $\text{MgO} \times 2,092 = \text{MgCO}_2$

Elemző: SOHA I.-NÉ és GUZY K.-NÉ (MÁFI)

2. táblázat

Röntgenvizsgálatok

Mintaszám	Montmorillonit	Illit-montmorillonit	Kvarc	Aragonit	Kalcit	Dolomit
1.					100	
2.	6	6			4	84
3.	5	10	ny?			85
4.				38	18	44
5.			ny?		2	98
6.	6	8			19	67

ny? = nyomokban

Elemző: RITSCHÁK G. és CORNIDES I.-NÉ (MÁFI)

3. táblázat

Nyomelemvizsgálatok (ppm)

Mintaszám	B	Cu	Pb	V	Ti	Ni	Co	Cr	Ba	Sr
1.	16	10	6	25	250	6	10	6	160	1600
2.	< 16	16	4	16	< 160	4	16	4	250	2500
3.	< 16	10	6	16	160	< 4	< 10	6	600	2500
4.	16	16	6	25	< 160	< 4	< 10	4	1000	1600
5.	25	25	10	40	250	6	16	6	2500	4000
6.	16	16	6	25	160	6	16	10	400	250

Kimutatási határ alatt van: Be(100), Sb(100), Ge(16), W(100), Cd(60), Mo(10), Sn(10), Ag(0,6), Ga(4), Zr(100), Sc(160), Zn(100), Bi(25), Nb(160).

Elemző: MÁFI Színképelemző Csoport

triász rétegek alatti permii homokkőből és paleozóos kristályos palákból való kioldással származtatható. Az egykori hévforrások dolomitos jellege adhat magyarázatot a Put-1. sz. fúrásban harántolt dolomitos márgapad keletkezéséhez. Hasonló kapcsolatot tetelezhetünk fel a tihanyi T-62. sz. fúrás dolomitjainak keletkezésénél is. A nyomelemvizsgálatok (3. táblázat) jelentősebb Ba- és Sr-feldúsulása is a karbonátos kőzetekből való származást igazolja.

IRODALOM

- BULLA B. 1943: Geomorfológiai megfigyelések a Balaton-felvidéken. — Földr. Közl. pp. 18–45.
- GRASSELLY GY. 1976: A Pula-7. és a Gércé-2. fúrásokból származó alginitek geokémiai vizsgálata. — József Attila Tud. Egy. Szeged.
- GRASSELLY GY. 1977: Hazai alginitek ásvány-kőzettani és geokémiai vizsgálata. — József Attila Tud. Egy. Szeged.
- HAJÓS M. 1976: A pulai Put-3. sz. fúrás felsőpannoniai képződményeinek Diatoma flórája. — Földt. Int. Évi Jel. 1974-ről, pp. 263–285.
- HOFFER A. 1943: A Tihanyi félsziget vulkáni képződményei. — Földt. Közl. 73. pp. 375–429.
- HOFFER A. 1943: Diatrémás és explóziós tufatölcsérek a Tihanyi-félszigeten. — Földt. Közl. 73. pp. 151–158.

- JÁMBOR Á. 1980: A Dunántúli-középhegység pannóniai képződményei. — Földt. Int. Évk. 62.
- JÁMBOR Á. — SOLTI G. 1976: A Balaton-felvidéken és a Kemenesháton felkutatott felső-pannóniai olajpala-előfordulás földtani viszonyai. — Földt. Int. Évi Jel. 1974-ről, pp. 193–219.
- KOCH S. — SZTRÓKAI K. I. 1967: Ásványtan II. — Budapest.
- LÁNG G. et al. 1970: Tihany. Magyarázó a Balaton környéke 1:10 000-es építésföldtani térképsorozatához. — Földt. Int. kiadv.
- ID. LÓCZY L. 1913: A Balaton környékének geológiai képződményei és ezek vidékek szerinti telepedése. — A Balaton Tud. Tanulm. Eredm. I. (1.) I. szakasz 617 p.
- ID. LÓCZY L. 1920: A Balaton tó környékének részletes geológiai térképe. M = 75 000. — A Balaton Tud. Tanulm. Eredm. melléklete.
- NAGY L.-NÉ 1976: A dunántúli olajpala-kutató fúrások rétegsorának palinológiai vizsgálata. — Földt. Int. Évi Jel. 1974-ről, pp. 247–261.
- PEREGI Zs. 1974: Monostorapáti környékének földtani leírása. — Földt. Int. Adattár, kézirat.
- RÓNAI A. — SZENTES F. 1972: Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. L-33-XII. Veszprém. — Földt. Int. kiadv.
- SOLTI G. 1975: A taliándörögdi, vigántpetendi és nagyvázsonyi 10 000-es térképlapok területének földtani leírása, fedett és fedetlen földtani térképe. — Földt. Int. Adattár, kézirat.
- SOLTI G. 1975: Pula — Vigántpetend környékének földtani leírása. — Szakdolgozat.
- VARRÓK K. 1957: Jelentés az 1957. évben a Tihanyi-félszigeten végzett munkáról. — Földt. Int. Adattár, kézirat.
- VITÁLIS I. 1911: A balatonfelvidéki bazaltok. — A Balaton Tud. Tanulm. Eredm. I. (1.) Geol. Függ. pp. 1–36.

THE GEYSERITE OF PULA

by

G. SOLTI

In earlier publications, post-volcanic products or geysers of basaltic volcanism were only described from the Tihany Peninsula of the Transdanubian Central Mountains region.

During the survey of the 1:10,000 Vigántpetend sheet area we succeeded in distinguishing Tihany-type geysers inside a maar-type tuff ring near Pula. This locality is found 550 m west of Pula, close to the sharp turn of the Egerpatak valley, on the right side of the unpaved road winding towards the vineyards of Pula village. Here two kinds of geysers, porous and laminated, occur.

The porous geysers are yellowish-grey or soiled white, highly porous or loosely textured rock showing abundant prints after plants. Against getting friable, it is frequently protected by a greyish-yellow compact and less calcareous crust. The marginal cliffs around the crater are built of this rock type.

The laminated geysers are whitish-grey to soiled white, foliated to laminated, compact and cryptocrystalline. The rhythmic development is well observable even on rock fragments, together with cold-water grooves. Below the marginal cliffs, the higher-situated skirts of the hill are covered by flat detrital fragments of this geysers type. In thin section, as the first product of segregation from warm water a fine-grained dolomite is seen under micro-

A PULAI GEJZIRIT-ELŐFORDULÁS – THE GEYSERITE OF PULA

I.

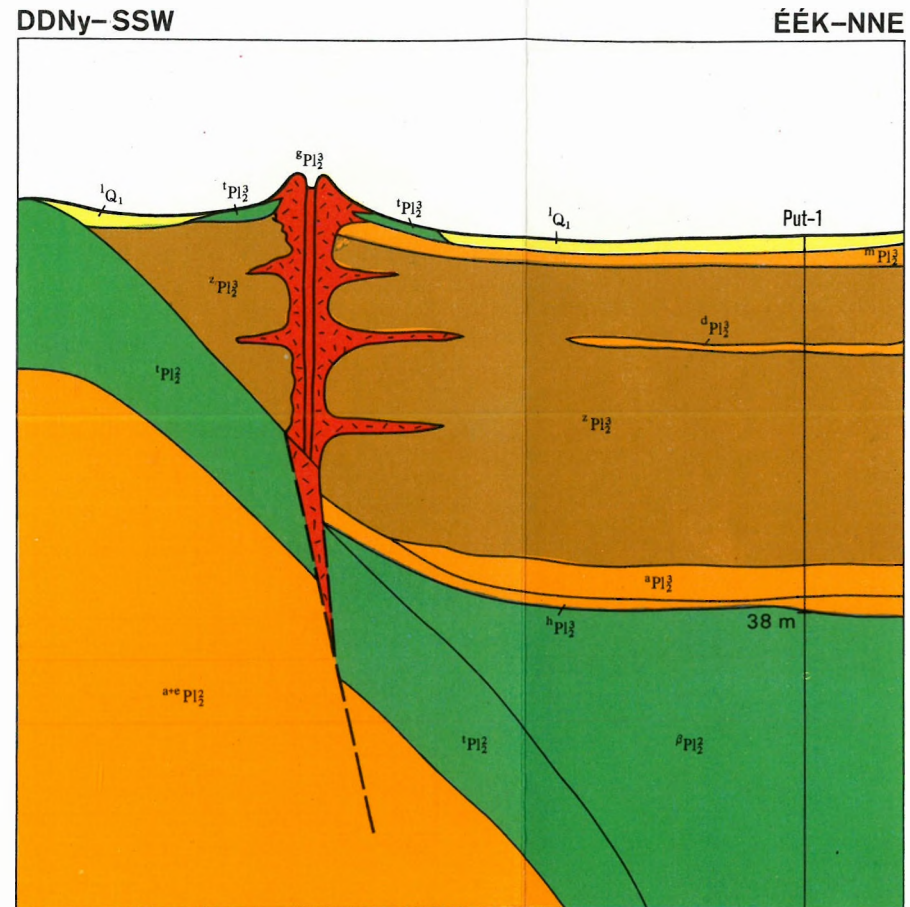
FÖLDTANI TÉRKÉP–GEOLOGICAL MAP

Jámbor Á.–Solti G. 1973



ELVI SZELVÉNY–GENERALIZING GEOLOGICAL SECTION

Solti G. 1979



0 500m

1	2Q_2	Völgykitöltés HOLOCÉN	4	$^4P_{12}$	Gejzirit	9	$^mP_{12}$	Mész márga, mállott alginít	14	$^dP_{12}$	Salakos bazalt	19		Vető
2	1Q_1	Lejtőlősz	5	$^1P_{12}$	Bazalttufa	10	$^2P_{12}$	Olajpala	15	$^aP_{12}$	Tömör bazalt	20		Kibúvás szálban
3	pQ_1	Teraszkavics, homok	6	$^eP_{12}$	Édesvízi mészkő	11	$^dP_{12}$	Dolomitos aleurit	16	$^{a,e}P_{12}$	Agyagos aleurit, édesvízi mészkő	21		Kibúvás törmelékben
			7	$^1P_{12}$	Bazalttufa	12	$^aP_{12}$	Alginites, ostracodás márga	17	f	Földolmit FELSŐ-TRIÁSZ	22		Rétegdőlés
			8	$^eP_{12}$	Édesvízi mészkő	13	$^hP_{12}$	Bazalthomok	18		Az olajpala felszín alatti elterjedése	23		A pulai Pu-1.sz. kutatóakna

scope (L. RAVASZ-BARANYAI). Later the fissures of this dolomite were penetrated and widened by waters of lower temperature, which have left behind well-shaped calcite rosettes in the cavities.

This geyser may have functioned simultaneously with the formation of the lower part of the Nagyvázsony travertine. Post-volcanic solutions came up along fault surfaces widened by volcano-tectonic movements. Resurgent hot carbon dioxide waters warmed up the waters of the crater lake above normal temperature and favoured thereby the proliferation of oil-producing algal colonies, a process that resulted in the accumulation in various horizons of good-quality oil shale (alginite). Obviously, the hotter the crater lake temperature was, the better quality of oil shale could come to form. Consequently, the oil shales deposited in crater lakes unaffected by hot springs near the present-time Gércé and Várkesző are of lower quality than those of Pula.

The actual geysierite superstructure rests on the basalt tuffs of Cycle No. 3 remnants of which, in turn, overlie the oil shale beds. This basalt tuff is observable here exclusively, being lost to erosion wherever not protected by geysierite.

The higher water temperature was demonstrated X-ray analytically by J. MEZŐSI, who was the first to verify the presence of aragonite in the Pannonian sedimentary rocks of the Hungarian territory. The water of the lake could be warmed up by geyser only in favourable cases owing to the cooling effect of cold water passing through the pores of the tuff or spilling over the tuff barrier into the lake.

With a view to stratigraphical and lithological correlation, it is highly convincing that the geysierites of Tihany and Pula are of the same age and assignable to the upper zone of the Upper Pannonian Formation called the Nagyvázsony Limestone Member.

The geysierites are seemingly synchronous with the lowermost sediments of the Nagyvázsony Limestone Member. Their relationship, however, is not so close as was thought before. In contrast with the travertine of Nagyvázsony, the geysierites are of post-volcanic origin. Chemical analyses and gasometric determinations of calcite and dolomite attest to a dolomite to calcareous dolomite composition of the geysierites involved.

It is conspicuous that no silica is contained in the geysierites of Pula. The high lime content of the thermal springs responsible for the development of carbonate geysierites, is due to the leaching action of water as it was passing through the underlying Triassic carbonate rocks.

Supplement I. The geysierite of Pula: geological map and generalizing geological section (surveyed by Á. JÁMBOR and G. SOLTÍ 1973)

1. Valley sediments (Holocene); 2. hillside loess, 3. terrace gravel and sand (2–3: Pleistocene); 4. geysierite, 5. basalt tuff, 6. freshwater limestone (5–6: *Unio wetzleri* Horizon); 7. basalt tuff, 8. freshwater limestone (*Congerina balatonica* Horizon); 9. calcareous marl and weathered alginite, 10. oil shale, 11. dolomitic siltstone, 12. alginitic and ostracod-bearing marl, 13. sand from basalt, 14. slaggy basalt, 15. compact basalt, 16. clay, silt and freshwater limestone (4–16: Upper Pannonian); 17. Hauptdolomit (Upper Triassic). 18. Subsurface extension of oil shale. 19. Fault, 20. outcrop, 21. detritus, 22. dip, 23. site of the exploration shaft Pu-1

