

## A TIHANYI FÉLSZIGET VULKÁNI KÉPZŐDMÉNYEI.

Írta: *Dr. Hofler András.*

(A XXVIII—XXXV. táblával és egy térképpel.)

A Tihanyi félsziget földtani szempontból közismerten egyik legérdekesebb része a Balaton környékének. Foglalkoztak is már vele többen. Ennek ellenére is akad még itt tisztázni és föltárni való. Hogy csak a minket itt közelebről érdeklő vulkánológiai problémákat említsük: Miután id. *Lóczy Lajos Vitális István*-nak a félsziget tüzhányóinak korára vonatkozó megállapítását nem látta kétségkívül beigazoltnak (15 334—335), még az európciók korának kérdése sincs egészen lezárva. Nincs tisztázva a vulkánoknak sem szerkezete, sem működési módja, sem a Balatonfelvidék többi bazaltvulkánjaihoz, továbbá a kisalföldi, nyugat-magyarországi és stájeri vulkánossághoz való viszonya. Még a vulkánosságot követő hőforrástevékenység módját illetőleg is vannak itt — amint látni fogjuk — megoldatlan problémák.

Én is idézem itt mindnyájunk nagy mesterét, id. *Lóczy Lajos*-t, aki a balatonvidéki bazaltokról a többek között ezt írta: „... én még most sem tartom véglegesen letárgyaltnak bazaltjaink természetrajzát. Mindegyik bazalthegy megérdemli, hogy részletesen foglalkozzék valaki tulajdonságaikkal. Szigliget, Tihany, Monostorapáti környékének tufavulkánjai, témérdek erupciós kürtőkkel, tüzetes morfológiai, petrográfiai és vulkánológiai vizsgálatra érdemesek. Hátra van még bazaltjaink tüzetes összehasonlítása a stájerországi, vas- és sopronvármegyei bazaltterületekkel, amelyek az Alpok kiágazásainak peremén, illetőleg a Kis Magyar Alföld nyugati területén sorakoznak”. (15 412)

Az azóta eltelt három évtized alatt jelentek ugyan meg kisebb részlettanulmányok-különösen *Mauritz B.* és *Jugovics L.*-től- a Balatonfelvidék és a Kisalföld bazaltvulkánjairól, de az id. *Lóczy L.* idézett megállapítása még mindig szóról-szóra időszerű. Különösen az a Tihanyi félszigetre, amelynek vulkáni képződményeiről, a reambuláló *Papp Ferenc* néhány adatán kívül (21), azóta sem jelent meg tanulmány. Pedig ezt az újabb feltárások is időszerűvé teszik.

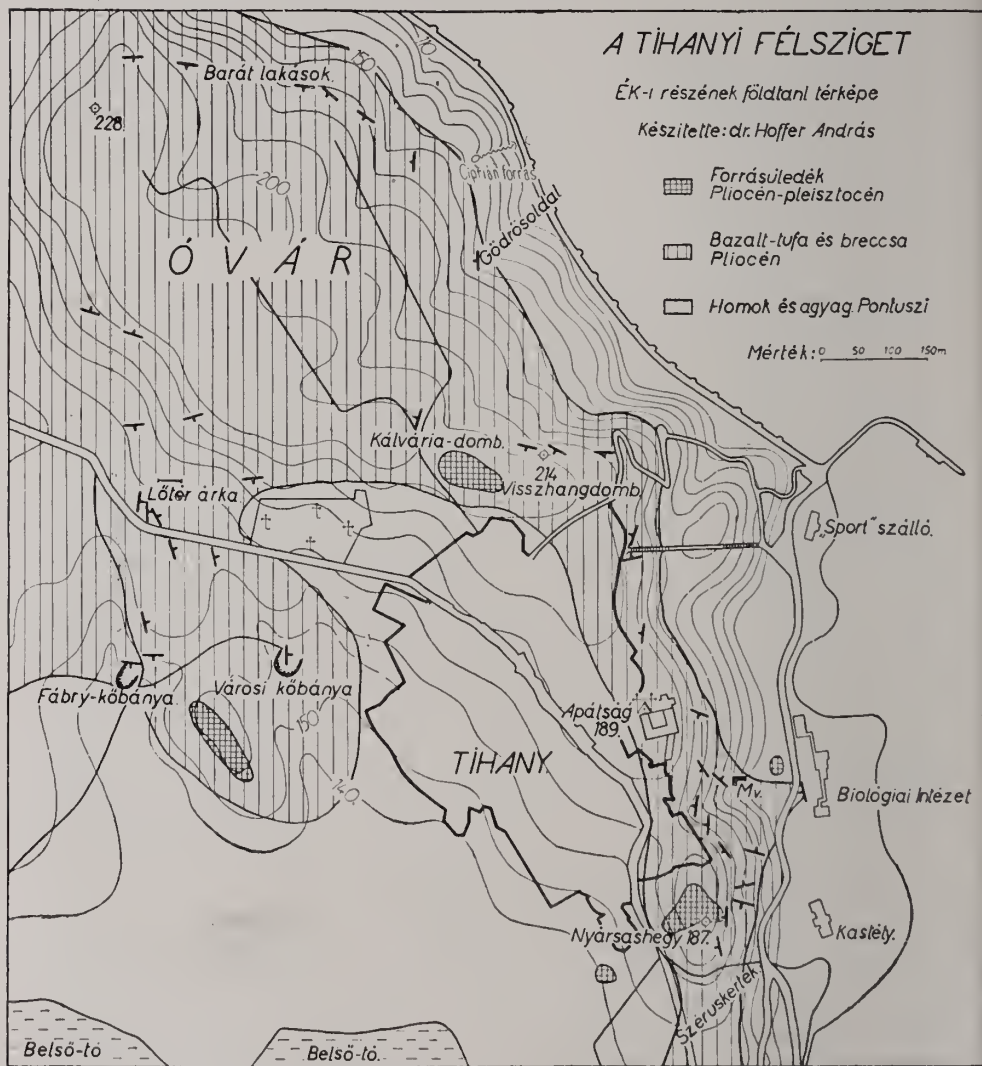
Az 1931. év tavaszán, mint egy középiskolai tanárok részére rendezett élettani tanfolyam egyik résztvevőjének, három héten át alkalmam nyílt a félsziget bejárására és földtani képződményeinek megismerésére. Még u. a. év júliusában, majd az 1935 és 1941. évek nyarán rövidebb kirándulásokon megfigyeléseimet kiegészítettem, fényképfelvételeket készítettem. Tapasztalataimnak egy részét már közreadtam (8). Egyéb megfigyeléseimet és azok alapján a félsziget vulkánosságáról alkotott elképzeléseimet a következőkben ismertetem annak reményében, hogy szerény munkámmal előmozdíthatom a félsziget földtani megismerését.

A Tihanyi félsziget vulkáni problémáival id. *Lóczy L.* foglalkozott legtöbbit (15 323—341). Rajta kívül még különösen *Vitális I.*-nek vannak e téren nagybecsű megfigyelései és vizsgálatai (30).

Amíg *Vitális I.* a félsziget vulkáni képződményeinek különösen

közettanával és korával, addig id. Lóczy L. elsősorban a kitörések módjával foglalkozott.

Lóczy L. tárgyának kezelési módjából, fent idézett szavaiból és egész egyéniségéből következik, hogy megállapításaiból nem akart dogmát

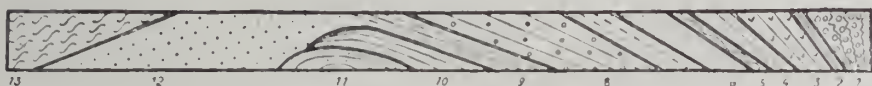


A Tihanyi félsziget ÉK. részének földtani térképe.

csinálni. A félsziget vulkánológiai kutatásának említett stagnálása és a hosszas használat két elképzelését mégis már csaknem dogmává tette.

Id. Lóczy L. a tihanyi tufavulkánok működését úgy képzelte el, hogy a kürtön fortyogó tufasár tört fel, amely a nyílás körül rétegesen szélfolyt (15 323, 324, 328, 334, 340 stb.). A legtöbbször „sárvulkánoknak”

nevezi a tihanyi kis vulkánokat. Ez a megnevezés azután a magyar földtani és földrajzi irodalomban szinte általánossá vált. Pedig hogy néha már Lóczy is gondolt más működési módra is, azt a saját kitételeivel igazolhatjuk. Pl. A Nyársashegyről azt mondja, hogy: „gejzir kúpja alatt agyagos bazalttufa — finom hamuhullások anyaga — fekszik” (15 337). Vagy: „Tihany félszigeten nagyszámú bazalttufa-kürtő szórta a bazalt lapillit” (15 416).



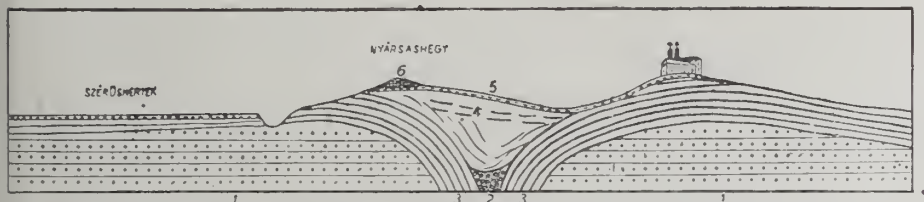
1. kép. A Nyársashegy keleti oldalán levő gyalogút levágásainak szelvénye. (A rétegek leírását lásd a szövegrész egyező számai alatt a 381—384 oldalakon).

A másik, a félsziget egész területére általánosított megállapítása Lóczy-nak az, hogy a rétegzetlen tufák kürtőtöltelékek. Helyük kitörési központot jelez (Pl. 15 327). Látni fogjuk, hogy ez a legtöbb esetben így is van, de nem kivétel nélkül. Ilyen helyet földtani térképén (15 XIII. tábla), 23-at jelöl, de csak nyolcat ír le közülük; azokat, amelyek a félsziget meredek partjain jól föl vannak tárva.

Először mi is ezeket a részeket vesszük vizsgálat alá.

### Nyársas-vulkán.

A tihanyi tűzhányók közül a félsziget keleti szélén a főhercegi kastély, a Biológiai Intézet és a Sportszálló fölötti van legjobban feltárva. Legkiemelkedőbb része a Nyársashegy, amiről Nyársas-vulkánnak nevezhetjük (2. kép.)

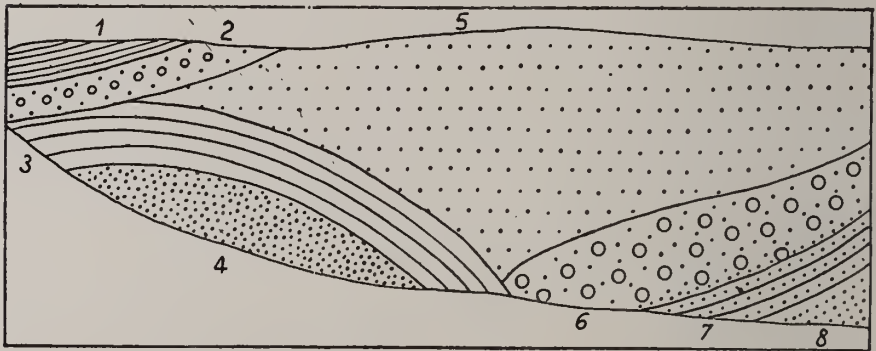


2. kép. A Nyársasvulkán vázlatos szelvénye. 1. Pontuszi üledék. 2. Csatornatöltelék. 3. Bazalttufa. 4. Bazalttufapad. 5. Többé-kevésbé kvarcos forrásmész. 6. A Nyársastető meszes hidrokvarcitja.

Id. Lóczy L. ennek szerkezetéről csak ennyit ír: „A Kolostor és a Nyársashegy közötti amfiteátrális partfalban a félkörben behajló meredek hegylejtők egy nyílt kráternek képét nyújtják.” „A tó felől tekintve a Kolostor alatti partot, feltűnik a bazalttufarétegek meredek összehajlása és felül vízszintes padokkal, majd a Nyársashegyen hatalmas gejzirritódmással

való elfödöttsége“ (15 329—330). A szűkszavú szöveget egy fénykép és egy ennek alapján készített távlatos szelvény magyarázza (15 168 és 168a ábrák). A fénykép különösen értékessé vált az által, hogy a partoldalakat még fásítás előtti állapotukban ábrázolja.

Ez a partrészlet nevezetes kövületlelőhely is. Már Zepharovich is ír le innen kövületes kőzetet. Az apátság és a Nyársashegy közötti partrész alján, közepén, bazalttufa tömbökkel együtt, legurult világosszürke, nagyon finomszemű palás mészkőben sok kövületet talált, amelyek közül *Melanopsis bouéi* Fér-t, *M. buccinoidea* Fér-t és *Planorbis* gyűjtött. Szerinte ez a mészkő csak a bazalttufa feletti édesvízi képződménynek a tagja (legalsó része) lehet. Szálban nem látta (33 357).



3. kép. A víztartály alatt levő útmenti levágás szelvénye. 1. Egymással váltakozó murvatufa és lemezes-mész rétegek. 2. Gömbös elválásra hajló murvatufa. 3. Réteges murvatufa. 4. Rétegzetlen hamutufa. 5. Pontuszi sárga agyagos homok. 6. Gömbös elválásra hajló murva- és hamutufa, amely lefelé fokozatosan átmegy a 7. réteges tufába, ez pedig a 8. tufás pontuszi homokba.

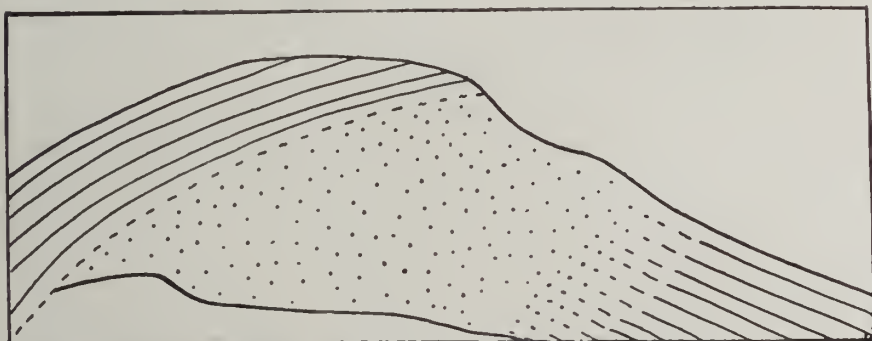
A múlt század kilencvenes éveiben id. Lóczy L. és Vitális I. a Nyársashegy és az Akasztódomb közötti nyergen (Szerűskertek?) találtak ilyen kövületes, *dreissensias*, *melanopsisos*, *neritinas* mészkövet, alatta pedig olyan bazalttufás homokot, amelyből *Dreissensia serbica* Brus, *Melanopsis entzi* Brus, *M. gradata* Fuchs, *Bithynia? margaritula* Fuchs, *Neritina (Clithon) radmanesti* Fuchs és *Planorbis* specieseket gyűjtöttek (30 140—141). Vitális az édesvízi mészkő rétegtani helyzetét — bár ezt a lelőhelyen kétségtelenül megállapítani nem lehetett — úgy képzelte el, mint Zepharovich: Alul bazalttufa van, és ezen ül az a forrásképződmény, amelynek az édesvízi mészkő a legalsó tagja (15 141). Lóczy szerint a mészkő („mészmárga“) a bazalttufába települt. „... a mészmárgák — írja — idősebbek (i. i. a forráslerakódásoknál) és egyidősek a bazalt-erupciók kezdetével, a kovás mészkövek pedig posztvulkánikusak.“ (15 141).

A Nyársas-vulkánnak másik olyan helye, ahonnan az irodalom kövületet említ, a Nyársashegy keleti lejtője. A Lóczy-féle kép bal oldalán, a



Nyársashegy alján egy gyalogösvény látható. Bizonyára ezen „a Szerűskert felőli lejárón — írja id. Lóczy L. — van az a hely, ahol a hamus és lapillis bazalttufa-rétegek fossziliás pannonai-pontusi mészkőlemezekkel és csillámos, homokos agyagközbetelepedésekkel váltakoznak“ (15 330). Ezeknek a lelőhelyét pontosabban nem jelöli meg. Ugyancsak a Nyársashegy keleti lejtőjén volt az a kövütlelőhely is, amelyet Halaváts-csal így közöl: A Szerűskertektől a kolostor alá a kikötőhöz vezető „útnak az alsó részében volt a szakadék, melyben 1893-ban a kövületeket gyűjtém. Közvetlenül a bazalttufa alatti törmelékes, agyagos homokból valók“ (7 9). Halaváts Lóczy-nak az utóbbi helyről gyűjtött faunájából felsőpontuszi fajokat határozott meg (7 9—10).

Nem érdektelen még a Lóczy közléséből az sem, hogy „Ennek az útnak a felső peremén váltakozik néhány vékony agyagrétegecske a bazalttufával“ (7 9).



4. kép. A Búdostóoldal keleti aljában levő kőbánya szelvénye (1931-ben). Középen rétegzetlen bazalttufa, amely jobbra fokozatosan, balra és föléje gyorsan átmeleg rétegzett bazalttufába,

Hasonló megfigyelése, ugyanezen a partrészen, egyébként már Hofmann Károly-nak is volt. „... a templom közelében levő parton — írja a Déli-Bakony bazaltos kőzeteiről szóló munkájában — a tuffaösszlet szépen rétegzett lapilli- és hamupadjai közt egyes fekvetek figyelhetők, melyekben a vulkáni anyag mellett homok-szemecskék és csillám-pikkelykék annyira bővelkednek, hogy ezáltal ezen fekvetek a tuffa alját alkotó congeria homokhoz igen hasonló kinézést öltenek“ (10 428).

A fentiekből az következik, hogy a Nyársas-vulkán működése a felsőpontuszi időben kezdődött, mert a részben pontuszi-kövületes üledékek bazaltanyagot is tartalmaznak (Lóczy, Vitális), illetve ilyen kevertanyagú üledékek bazalttufákkal váltakoznak (Lóczy, Hofmann). A hamus és lapilliszórás befejezése után (Zepharovich, Vitális), vagy még annak teljes megszűnte előtt (Lóczy) kísérő forrástevékenység indult meg, amely először finomlemezes, pontuszikövületes édesvízi mészkövet rakott le, azután meszes kovás anyagot.

Nem szabad még figyelmen kívül hagynunk a Lóczy-féle képnek azt a

„gejzirit“ (forráskvarcit) folját sem, amely a Kolostoralja DK. tövénél, lent a tóparton van, s amiről már Lóczy is említést tesz (15 330), mert — amint látni fogjuk — ennek az utóvulkáni működések kormeghatározásában lesz fontos szerepe.

Én magam a Nyársas-vulkánon a következő megfigyeléseket tettem.

A vulkánnak legjobb feltárásait ma azok a kis levágások adják, amelyeket a Nyársashegy keleti oldalában, a hegy déli végétől ÉÉK-nek, a Biológiai Intézethez vezető (állítólag 1926-ban készült) gyalogútert észközöltek. Az alábbiakban É-ről D felé haladva, az ennek az útnak mentén megfigyelt rétegek szelvényét közlöm (l. 1. képet).

A Nyársashegy ÉK. alján, a főhercegi kastély kapujával szemben levő Balló-féle villa mögött a gyalogút nyugati szélén hét méter szélességben sziklák állnak ki (ez a rész a Lóczy-féle kép közepén, a ferde sziklák jobb szomszédságában és a XXVIII. t. 3. sz. kép jobb oldalán, a fenyőfák közötti sziklák alsó végénél van. A Balló-féle villát 1933-ban építették, ezért még nincs a tábla képén sem). 1. Anyaguk túlnyomórészt szürke, tömött bazalt hamutufa. Ez rétegezetséget nem mutat, de annál szebb gömbös elválást. A gömbök diótól fejnagyságúak.

A gömböselválású rész kőzetét részletesen is megvizsgáltam. Makroszkóposan szürke, tömött mikrolapilli-hamutufa. A mikrolapillik és szöggövek kb.  $\frac{2}{3}$ -át teszik. Ezeknek túlnyomó része bazalt. Maximális méretük 5 mm körüli. A bazaltok lapillik és elvéve szöggövek. Feketék és szürkék, ritkán vörösek. Nem salakosak. Elég bőven van még vörös permi homokkő, már csak elvéve fehér kvarcit és szürke phyllit szöggő. A kötőanyag aphanitos szürke tömegében csak itt-ott látszik egy-egy, 1 mm-nél mindig kisebb kristályszem. Ezek muszkovit pikkelyek, valami üveges ásvány, fekete pyroxén és zöld olivin. Csak egy-két olivin szem ér el 1—2 mm-es méretet is.

A kötőanyag mennyisége mikroszkóp alatt is a kőzet  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{3}$ -át teszi. Legalábbis  $\frac{1}{3}$ -a utólag bekerült calcit. Jelentékeny mennyisége földes anyag. Kristályai közül uralkodik a kvarc. Ezek csak sarkos kristálytöredékek. Maximális méretük 0.3—0.4 mm, közepes 0.1 mm. Csaknem mindig hullámosan sötétednek. Bőven van bennük csak néhány mikronos folyadékzárvány. Koptatottságnak semmi nyoma rajtuk. A kvarc után mennyiségre muszkovit pikkelyek, rutil tűk és többnyire ellimonitosodott magnetitek következnek. Földpát kristály, vagy helyesebben kristálytöredék csak néhány akad. Maximális nagyságuk 0.2 mm. Két albit-iker szimmetrikus kioltása alapján An 31% tartalmú plagioklásoknak, vagyis andesineknek bizonyultak. Tehát nem a bazalt földpátjai, mert annál savanyúbbak. Üveg gyakori, apatit ritkább zárványuk. Akad még a kötőanyagban néhány augit és olivin kristálytöredék is. A szöggövek között kvarcit és phyllit, sőt még homokkő darab is, a mikroszkóp alatt csak elvéve akad. A bazaltlapillik közepes mérete 1 mm körüli. Alapanyaguk többé-kevésbé üveges, ritkán, különösen a kisebbeké, teljesen üveg. Ezek gyakran tömve vannak bakulitekkal. Az alapanyag leggyakoribb mikrolithja a magnetit, már jóval ritkább a földpát. Ezek léc, vagy tű alakúak és rendszeren kettős

ikreket alkotnak. Maximális hosszuk 0.1 mm. Legnagyobb szögű kioltásuk  $42^\circ$ . Ennek alapján anorthitok. A porphyros ásványok helyén igen gyakran csak calcitpseudomorphosa van. A még meghatározható kristályok egy része is már rendesen calcit. Számuk és mennyiségük eredetileg sem volt nagy. Faj szerint pyroxének és olivinek. Többségben a pyroxének vannak. Ezek maximális mérete 0.6 mm. Kioltásuk a (010) lapon  $42^\circ$ . Bazaltos augitok. Pleochroismust nem mutatnak. Megmaradt részeik vegyileg épek. A legnagyobb olivin is csak 0.12 mm. Vegyileg ezek is épek. Úgy az augitoknak, mint az olivineknek az üveg gyakori, a magnetit és apatit már ritkább zárványuk. Az egyik bazaltlapilliben egy sarkos kvarckristálydarab is volt, kétségtelenül felragadott zárványképen. *Porhyros földpátok a bazaltlapillikben nincsenek.* A calcitpseudomorphosák alakja sem vall ezek egykori jelenlétére. Valószínű tehát, hogy porphyros földpát már nem tudott kiválni az intratelluri fázisban. Csak később, az extratelluri fázisban vált ki a földpát mikrolitok alakjában.

A kőzetet ezek szerint *földpátosbazalt mikrolapillik* alkotják. A kötőanyag nagyobb része az áttört pontuszi üledékből felragadott kvarc, agyag, muszkovit, rutil, földpát és utóvulkáni működéssel bekerült calcit. Bazaltanyag benne csak a kevés magnetit, augit és olivin.

A kőzet ezek szerint *calcitosodott bazalt lapilli-hamu-kristály-tuffit*. A gömbök között lévő tuffit úgy makroszkóposan, mint mikroszkóposan teljesen egyezik a leírt gömböselválású részek anyagával.

Hogy a leírt tuffit pontuszi-homok anyagát a félsziget homokjaival összehasonlíthassam, ez utóbbiaknak két helyről vett próbáját mikroszkóppal is megvizsgáltam. Az egyiket a Gödrösoldal árkának egyik homokrétegéből, a másikat az Óvár Sportszálló fölötti oldalából vettem.

A Sportszálló fölötti oldalból valónak 85—90 %-a kvarctöredék. Elég bőven akad még benne muszkovit pikkely, elenyészően kevés földpát és csak néhány magnetit és chlorit szem. A kvarcok közepes mérete 0.05 mm, maximális 0.3 mm. Folyadékzárványban gazdagok. Szóval olyanok, mint a leírt tuffitban levők. Itt gyakran limonitréteg burkolja őket. A hasonló méretű földpát töredékek közelebről meg nem határozható plagioklások voltak. A muszkovit pikkelyek apróbbak a kvarcoknál és földpátoknál.

A Gödrösoldal árkából vett homok csak azzal különbözik az előbbi-től, hogy kvarc és földpát szemei apróbbak, a csillám kevesebb benne, továbbá hogy rutil tű és zirkon szem is szép számmal akad, valamint egy-két turmalin kristálytöredék is. Magnetit viszont ebben nem volt.

Világos ebből, hogy a megvizsgált tuffit kvarc, muszkovit, rutil és földpát kristályai csakugyan az áttört pontuszi homokból kerültek a kürtő anyagába.

A gömböket összekötő tufaanyag a föltárás közepén függőleges vonalakban helyezkedik el, amely már bizonyos fokú irányítotttságot jelent.

Ez a rétegzetlen tufás részlet függőleges irányban 140—150 m t. sz. f. magasságig követhető.

2. Dél felé ezek a rétegek a függőlegestől mindjobban eltérnek, s kb.

4m-en belül fokozatosan átmennek határozott rétegzettségű tufákba. Még ezeknek anyaga is hamu-, csak igen alárendelten homoktufa. Dőlésük ÉÉK 55°, tehát nagyon meredek.

3. Utánuk 10 m. széles hatalmas föltárás következik (a Lóczy-féle képek előbb említett ferde sziklái és a XXIX. tábla 1. kép), amelyek hamu-, homok- és alárendelten murvatufák néhány centiméteres rétegeiből állanak. 55°-al É-ra, vagyis az előbbi tufákkal csaknem pontosan konkordánsan dőlnek. A murvás részekben apró, legfeljebb diónyi permi vörös homokkő, és még apróbb kvarcit darabok is közönségesek. Fehér calcit bevonat is mindeütt látható.

4. A következő 8 m-es szakaszon (a transzformátorig) ugyanilyen anyagú, de laza tufarétegeket találunk. Dőlésük már csak 42°ÉÉK-re.

5. Tovább kb. 7 m-es szakaszon még lazább, egészen szétomló a tufa, s a transzformátortól 6 m-re 1—1.4 m vastag sárga pontuszi homokréteg van közé települve. Dőlése még mindig meredek, 28—40°ÉÉK.

6. A következő 13 m-es szakaszt lejtőtörmelék takarja.

7. Azon túl 10 m-ig a rétegek átlag 25—30°-al É-ra dőlnek. Legfeljebb 10 cm. vastagok, s vulkáni tufaanyaguk sokszor erősen keverve van kvarchomokkal.

8. A homok és agyag mennyisége a következő 30 m-en még nagyobb, néha túlsúlyra is jut a tufaanyaggal szemben. Az ilyen rétegek sárgák vagy szürkék. Változó dőlésük É 30° körüli.

9. Ezen a részen túl, mintegy 18 m-es szakaszon (a Vigyázó-féle telek ajtajánál) egy 2.6 m magas falban jól föl vannak tárva a rétegek. Ezek alulról fölfelé a következő rétegsort adják:

1. 4 cm. vastag kemény, szürke hamutufa.
2. 10 „ laza, szürke hamutufa.
3. 4 „ kemény, szürke homoktufa.
4. 14 „ sárgacsíkos, szürke, laza, erősen kvarchomokos homoktufa.
5. 6 „ kemény, szürke hamutufa.
6. 5 „ sárgaeres laza hamutufa.
7. 5 „ szürke, kemény hamutufa.
8. 10 „ szürke, sárgaeres, laza hamutufa.
9. 20 „ szürke homoktufa.
10. 1 „ sárga, kvarchomokos finom homoktufa.
11. 10 „ kemény, szürke hamutufa.
12. 10 „ sárgacsíkos, szürke, laza hamutufa.
13. 12 „ kemény, szürke hamutufa.
14. 3 „ sárgacsíkos szürke, laza hamutufa.
15. 13 „ kemény, szürke hamutufa.
16. 2 „ töménysárga, nagyon finomszemű hamutufa.
17. 10 „ fölfelé fokozatosan durvuló szemű szürke, agyagos hamutufa.  
A legdurvább felső részekben sárgacsíkos.
18. 3 „ kemény, barna homoktufa.
19. 2 „ szürke, féllaza hamutufa.
20. 3 „ szürke, kemény hamutufa.



21. 11 cm sárgacsíkos, laza, széthulló, kvarchomokos és agyagos, szürke hamutufa.
22. 4-5 „ kemény, szürke hamutufa.
23. 10 „ sárgacsíkos, laza, széthulló, homokos és agyagos szürke hamutufa, (mint 21).
24. 10 „ mindkét végén kiékülő kemény, szürke hamutufa.
25. 20 „ alsó részében sárgacsíkos és homokos, szürke laza hamutufa,
26. 8 „ szürke, kemény homoktufa.
27. 4 „ sárga, kemény hamutufa.
28. 25 cm. vörösfoltos, szürke, kemény murvatufa, lapillitufa rétegekkel. Szöngkövei között nem ritka a kvarcit, vörös permi homokkő és phyllit.
29. 20 „ szürke, laza homoktufa.

A fal rétegei nem egyenletes vastagságúak; némelyek ki is ékelődnek. A föltárás közepén S alakúan hajlottak. Közepes dőlésük ÉÉK 20°.

10. Ezen túl kb. 20—25 m-en nincs jó föltárás.

11. Ott azonban (tehát a gyalogút alsó végétől kb. 125 m-re), a Nyársashegy csúcsától keletre a Vilcsek-féle telkek fölött 40 m hosszú föltárás következik. Magassága a közepén eléri az 5 m-t is. Ez a föltárás több szempontból igen érdekes. Alsó 1/3-ában az eddigi ÉÉK. dőlés fokozatosan átmeny DNY-iba, vagyis a vulkáni kúp befelé dőlő kráterfal-rétegei itt hajlanak át a kifele dőlő kúppalást-rétegekbe (XXX. tábla 1. kép). A befelé, vagyis ÉK-re dőlő rétegek vékonyak, legfeljebb 20 cm-esek. Anyaguk túlnyomórészt sárga és vörös, alárendelten szürke bazalttufa. A kifelé, vagyis DNY-ra dőlő rétegek vastagpados tufák (XXX. tábla 2. kép 1. sz. réteg). Padjaik DNY felé fokozatosan elvékonyodnak, s fölöttük pontuszi üledékek ülnek (a XXX. tábla 2. kép 4—7 rétegei), amelyek a tufarétegek vékonyodása arányában vastagodnak, s a 12. m-en túl már kizárólag ezek vannak a törmelékletők fölött.

A rétegek az áthajlás helyén alulról fölfelé a következő sort adják:

1. A lejtőtörmelékből kilátszik 10 cm szürke, kemény, finomszemű hamutufa.
2. 10 cm. szürke, lazább, a levegőn széteső hamutufa.
3. 8-10 „ szürke, kemény, finomszemű hamutufa (mint az 1. sz).
4. 20 „ sárgacsíkos, szürke laza hamutufa, két kb. 2 cm vastag homoktufa érrel, amelyekbe fokozatosan átmeny.
5. 4 „ rozsdaszínű, finomszemű keményebb hamutufa.
6. 9 „ szürkecsíkos, sárga, laza homoktufa.
7. 6 „ világosvörös, kemény hamutufa.
8. 4 „ sárga homoktufa.
9. 8 „ de lencseszerűen 15 cm-re is megvastagodó laza, szürkecsíkos sárga homoktufa.
10. 6-8 „ sárga, lazább hamutufa.
11. 3-4 „ szürkéssárga, lazább homoktufa.

12. 4-5 cm vörös hamutufa.
13. 10 „ vörös- és sárgacsíkos, durvaszemű hamutufa.
14. 8 „ rozsdaszínű hamutufa.
15. 4-5 „ kokkolitosan szétváló, barnásszürke hamutufa.
16. 25 „ -re is kiszélesedő barnásszürke, durvaszemű hamutufa.
17. 1-4 „ néhány milliméteres lemezekre szétváló, igen finomszemű barna hamutufa, 2—5 mm vastag, harántúl rostos aragonit-lapokkal.

18. 40 „ szürke hamutufa, amely már a DNy. szárnyba hajlik át.

A rétegek itt is változtatják a vastagságukat, kiékelődnek, kettéválnak és mást csípnek közre. Igen feltűnő az aragonit réteg a felső vastag (40 cm-es) homogén tufaréteg és a többi réteg határán.

A DNy. szárny rétegei (XXX. tábla 2. kép):

1. sz. alsó réteg 2.5 m-re megvastagodó szürke, padosan elváló hamutufa. Néhol vörös csíkok és foltok tarkítják. Itt-ott a levegőn kokkolitosan szétesik. Nem egészen homogén. Vannak benne vékony, legfeljebb 10 cm vastag homok- és murvatufa-rétegek. Ezekben vörös homokkő zárványok is akadnak. A réteg dőlése D 7°.

2. Erre 50—80 cm. vastag, sárgásszürke, szintén kokkolitosan szétváló, finomszemű hamutufa települ.

3. E fölött egy északra kiékelő, dél felé fokozatosan 40 cm-ig vastagodó sárgaszínű réteg ül. Anyaga már csak kb. felerészben bazalt, a másik fele muszkovitos kvarchomok. Vannak benne gyermekfej nagyságig menő agyagcsomók is.

4. E fölé vékony, meg-megszakadó kékesszürke agyagréteg települ. Ez egymásmelletti három, egyenként 20—30 cm maximális vastagságú plánkonvex lencsévé is kiszélesedik. Ezekből az agyaglencséből részben jólmegtartott kövületeket gyűjtöttem.

5. Az agyagrétegre szürkecsíkos sárga homok következik. Ez DNy-felé 0.5 m-ről 1.2 m-re vastagszik. Fő alkotórésze kvarc és muszkovit. Ebben kövületeket nem találtam.

6. Fölötte ismét vékony, csak pár centiméteres agyagcsík van. Ebben is vannak, bár csak kis számban kövületek.

7. E fölött megint homok van. Benne sárgásfehér márgalencsék ülnek. A rétegek dőlése itt, közép értéken NyDNy 6°.

12. Innen kezdve 30 m-ig nincs jó föltárás, de annyi jól látszik, hogy a homok, részben agyag rétegek fölé ismét bazalttufa telepszik.

13. Jó föltárást már csak a gyalogút felső végén találunk. Itt az alsó, 2 m vastag tufaréteg dőlése NyDNy 15—20°. A közvetlenül felette levő rétegek lokálisan más dölést is mutatnak, de az egész folt és a Nyársas-hegy déli végén, a szekérút mellett levő padok is egészbenvéve NyDNy-ra dőlnek.

A kövületes agyaglencséknek (XXX. tábla 2. kép 4. sz. réteg) és a 6. sz. agyagcsíknak teljesen egyező faunájából a következő kövületeket gyűjtöttem :<sup>2</sup>

<sup>2</sup> A kövületek meghatározásáért dr. S ü m e g h y J ó z s e f főgeológus úrnak e helyen is hálás köszönetet mondok.

*Melanopsis gradata* Fuch s.

*Melanopsis entzi* Brus.

*Melanopsis* cf. *decollata* Stol.

*Theodoxus radmanesti* Fuch s.

*Theodoxus* sp.

*Planorbis* sp.

*Melanopsis* sp.

*Dreissensia dobrei* Brus.

*Congeria* sp.

Ezek a fajok, a *Melanopsis entzi* Brus. kivételével a Vitális I. tól a szarkádi omlásból gyűjtött faunában is megvannak (30 147—148), és együtt a tihanyi *Congeria balaticás-triangularis*o, vagyis legfelső pontuszi szintre jellemzők.

A leírt kövületes rétegsor fölött 1.5 m-rel 1—1.5 m vastagságban bazalttufa fejek bukkannak ki. Ezek kétségtelenül a pontuszi rétegeken ülnek s 10—15 m. hosszan húzódnak fölfelé, egészen a Nyársashegy tetején ülő forrásképződményekig. Dőlésük 7°Ny.

A tető forráslerakódásai (a 2. és XXVIII. tábla 3. sz. képeken a Nyársashegy tetején) a csúcs keleti oldalán 6 m-t is elérő falban vannak feltárva. Közvetlenül alattuk, 160 m magasságban, aprószemű bazaltbreccsa ül. Ez 3—4 mm maximális átmérőjű szürke, tömött lapillikból áll. Kevés kötőanyaga calcit. Van azonban itt egészen tömött, szürke hamutufa is. Ebben sok a homokanyag: kvarc és muszkovit és keresztül-kasul járnak karvastagságot is elérő mészpát erek.

A forrásüledékek alsó része finoman leveles és hullámosan réteges, a felső rétegzetlen és likacsos, odvas. A réteges rész anyaga túlnyomó részben mész, alárendelten kvarc. Sósavval kissé még a legkvarcosabb részek is pezsegnek. Valószínűnek tartom, hogy ez a finom réteges mész annak az édesvízi mészkőnek a megfelelője, amelyet id. Lóczy L. és Vitális I. (15 141, 30 140—141) és minden valószínűség szerint Zepharovich (33 357) is leír. Én azonban itt kövületeket nem találtam benne.

Pontosabb helymegjelölés hiányában nem lehet kétségtelenül megállapítani, hogy a Nyársashegy keleti oldaláról már idézett id. Lóczy L.-féle kövületlelőhelyek és a „vékony agygrétegekkel váltakozó bazalttufa” előfordulási helye egyezik-e az általunk fent leírtakkal. Annyi mégis kétségtelen, hogy ez az új feltárás a Lóczy megfigyeléseit mindenben megrősíti.

A főhercegi kastélytól a faluba felvivő szekérút készítésekor (a 20-as évek közepén) a Szérűskertek északi végét meredek fallal levágták (a XXVIII. tábla 4. kép és a 3. kép közepe). Ebből kb. 5.5 m 1931-ben még mindig szálaban állt. Anyaga bazalttufa, amely azonban erősen keverve van sárga pontuszi homokkal, vagy szürke agyaggal, illetve gyakran mind a kettővel. A település nyugtalan, a rétegek hajlongók, s különösen a nyugati (a 4. képen a jobboldali) részben lencseszerűen kiékelődnek. Ezek miatt az egész föltárásra érvényes, pontos rétegsorozatot nem is lehet adni. Két részt, egy

alsót és egy felsőt — a képen is — jól el lehet különíteni. Az alsó, kb. 1—2 m-nyire kilátszó rétegsor laza, s a benné levő sok kvarchomoktól sárgás, sárga vagy sárgacsíkos. A felső 2—3 m vastag rész keményebb, s a tufa eredeti színe s a benne levő agyag következtében szürke. A keményebb rétegek fejtét vékony mangán réteg feketére festi.

A föltárás keleti (a képen bal) részének alsó fele a következő rétegsort adja.

A pontuszi homok- és agyagrétegek 144 m. abs. magasságig jönnek föl. Ezek fölött 5—6 m magas lejtőtörmelék van. Azután következnek a fal rétegei:

1. 0.40 m vastagságban laza hamutufa áll ki, amelyben sárga (homokos) és szürke (agyagos) erek vannak.
2. 1.00 „ vastag tömörebb, szürke hamutufa. Vannak benne homokos és agyagos csíkok és közte pár centiméteres homok- és murvatufa rétegek is.
3. 0.20 „ laza, szétmálló, homokos és ezért sárga hamutufa.
4. 0.08 „ keményebb homoktufa.
5. 0.04-0.05 m laza, szürke hamutufa.
6. 0.10 m vegyes murva- és lapillitufa.

A felső rész települése még szabálytalanabb, különösen a nyugati részen. Voltaképen kishordó nagyságig menő tömbökre és lemezekre szétváló hamu-, kisebb részben homoktufából áll, amelyeknek közeit laza hamu-, és homoktufa tölti ki rétegesen. Ebben vannak rozsdaszínű (limonit) és szürke pontuszi-agyag gömbök is.

A bazalttufák fölött, 0.5—1. m vastagságban a Szerűskertek forrasmeze, lemezes mésztufája ül.

A fal kb. nyugati  $\frac{1}{3}$ -ának alján (a képen is látható) 1.2 m magas 3 m hosszú szürke, sárgacsíkos, laza hamutufa tömb áll ki. Ez magasabb helyről csúszhatott ide, s a kitörések további folyamán újabb rétegek hullámosan befödtek.

A fal rétegeinek szabálytalan települése miatt a dölések itt éppoly változók, mint az útbevágás északi, nyársashegyi oldalán. A szint és a közeltani megegyezés alapján azonban kétségtelen, hogy mindkét oldal bazalttufája egyugyanazon képződményhez tartozik; a déli az északinak csak az út által elvágott folytatása. Erről különben meggyőződhetünk a Szerűskertek keleti szélén menő (felső) műút feltárásaiban is. Az útbevágás tufáinak folytatását tevő, túlnyomórészt szürke hamutufa rétegek települése itt is hajlongó ugyan, de általában DNy-ra, vagyis a Nyársas-vulkán kitörési központjától szintén kifelé dölnek.

Ott, ahol a Szerűskertek keleti oldalán délfelé felmenő fenti út a tihany-szántódi országútba torkol, a vásártér keleti szélén, a tó felől, az oldalban rogyás van. (Jól látszik a 15 323. oldalán levő 157. ábrán is. Az előtérben levő vásártéri kis ház mögött levő fehér folt az). Ennek a rogyásnak a fejében, 130 m magasságban találtam az előbbi tufák legdélibb részletét. 4—5 m vastag, a Szerűskertekével egyező sárga és szürke hamutufa ez. Bár dőlés nem mérhető rajta, nem látszik csatornatömlék-



nek. Úgy közele, mint a Szerűskertek tufájával való összefüggése alapján, a Nyársas-vulkánhoz tartozónak vehetjük.

Az innen mindjárt délre emelkedő Akasztódombon bazalttufát nem találtam. Papp Ferenc szerint itt a tufa az Akasztódombig követhető s vastagsága „az Akasztó-dombnál cca. 0.4 m” (21 3). ld. Lóczy L. szerint is „Az Akasztódombon... már csak nyomokban van bazalttufa.” (15 324).

Lóczy az Akasztódomb-Kopaszhegy oldalából is leír (15 331—332) és ábrázol (15 332 o. 169. ábra) egy erupciós kürtőt. Elképzelése szerint ezen szálltak föl azok a thermák, amelyek az Akasztódomb és Kopaszhegy meszt és hidrokvarcitját lerakták.

Magam az Akasztódombnak most bozóttal teljesen benőtt meredek keleti oldalán megfigyeléseket nem eszközölhettem.

Visszatérve a Nyársas-vulkán kitörési központjához: a Lóczy-féle képen a Nyársashegy és Kolostorhegy között, a nyereg alatt (150—160 m magasságban) egy átlag 2 m vastag tufapad vonulata látható. Ez északon behúzódik az apátsági épületek alá is, délre pedig, elvékonyodva, a Nyársashegy ÉK. részére. Anyaga jólétegzett szürke, alárendelten sárga hamutufa, de murvás részletek is vannak benne. Jó dölések is mérhetők rajta (2. sz. térkép). A gömbös elválású tufával végződő sziklacsoport felső részén, 162 m-en DNy 6°, ettől kb. 50 m-rel ÉNy-ra (160 m-en) Ny 9°, 30 m-rel tovább (155 m-en) NyÉNy 15°, a teknő felső részében (150 m-en) DNy 11°, az Apátság földszinti részétől DK-nek lemenő kis árokban — 158 m-en — DNy 15°, hat méterrel lejjebb (152 m-en) DNy 7°, az Apátság emeleti része alatt (kb. 170 m-en) DDNy 10°. A rétegek tehát ebben a tufapadban kevés, 6—15°-kal Ny-ra, a kitörési központtól kifelé dőlnek, vagyis ez a pad már nem a kráterfalnak, hanem a vulkáni kúppalástnak volt a része, még pedig — a csekély dőlésből ítélve — az áthajláshoz közel eső részlete.

A tufapad fölött már mindenütt a lemezes forrásmész, és ezen a kvarcos, opálos, chalcedonos, meszes forrásképződmények ülnek.

Az Apátságtól DK-nek lemenő teknőben (2. kép) levő Mihalovits-villának lemenő kis árokban a villáig (kb. 128 m magasságig) mindenütt csak tufát látunk. A 150 m-es szinten itt kibukkanó 2 m-es falból vett mintát mikroszkóp alatt is megvizsgáltam. Kissé vöröses, igen tömött és igen aprószemű hamutufa. Bazaltmurva szemeinek mérete is ritkán éri el az 1 mm-t. Sósavtól erősen pezseg. Kristály-szemeinek túlnyomó része kvarctörödék. Úgy ez, mint a szintén nagy számban jelenlevő muszkovit pikkely a pontuszi homokból került a tufába. Kevés földpátja, amely savanyúságra andesin körüli, valószínűleg szintén. Van még benne, kevés augitszem és rutil tű és sok apró, limonitosodott magnetit. Mikrolapillije földpátosbazalt darabkák. Az egész kőzetet mészt járta át. A tufa ásványszemei nem koptatottak. Olyanok, mint bármely más vulkáni tufa kristályai. Egyébként minden lényeges tulajdonságával megegyezik az erupciós központ gömböselválású tufájával.

A Mihalovits-villától délre, a teknő alján, 126 m-en agyagos pontuszi homok jelenik meg. Ha ez eredeti helyén áll azt jelenti, hogy ez a pont már a vulkáni kürtőn kívül esik.

Az Apátságtól ÉK-re levő legközelebbi vápa fejében, 180–190 m-en jelentkezik ismét a tufa. Itt a kiütköző rétegefejek néhány méter vastag padot alkotnak. Anyaguk túlnyomórészt murvatufa. Vannak benne 15–20 centiméter vastagságot elérő hamutufa rétegek is. Településük nem szabályos. A rétegek, különösen a vékonyabbak, sokszor erősen hajlongók. A feltárás középső részén Ny 7<sup>o</sup>-ot, a délin NyÉNy 10<sup>o</sup> dőlést mértem (2. sz. térkép).

Ennek a tufának az északi folytatását a Sportszálló fölött, a dorongos út felső végén, kb. 185 m-en találjuk meg száiban. Rétegein itt, a gyalogút végétől északra NyÉNy 5<sup>o</sup>, attól délre ÉÉNy 12<sup>o</sup> dőlés mérhető. Úgy a dölések, mint a tufa anyaga alapján ezeket a tufarészleteket a Nyársas-vulkánhoz tartozóknak kell vennünk.

Ezek alatt a száiban álló részek alatt a meredek, erdős lejtőn, az egykori omlások miatt a pontuszi üledékek és a tufák között a határt jól kijelölni szinte lehetetlen.

A pontuszi anyaga a Kolostoralján mészlemezes sárga homok, amelynek a felső szintjében már sok a földpát és fekete augit szem. Határát nagyjából 150 m-en húzhatjuk meg. Innen a víztartály halmának keleti aljához megy a határ, s az ez alatt, a partig terjedő pontuszi anyaga már mészlemez nélküli sárga, kövületes (congeriás, viviparusos, uniós) homok. Természetesen itt is találunk lerogyott tufarészleteket.

A Nyársas-vulkánnak a keleti nagyobb fele a Balaton medencéjének betörésekor levetődött. A Biológiai Intézet kerítése mellett, az intézet telkén, a kerítés és a szennyvízderítőház között száibanálló, 1 m vastagságot is elérő tufarétegefejek emelkednek ki a hordalékból. Kemény és szétporló hamu-, alárendellen homok- és murvatufa az anyaguk. Szabályos NyDNY 43<sup>o</sup> dőlést mutatnak, tehát meredeken a kitörési központ felé dőlnek s így, ha helyén állók, ami valószínű, a kráter belső falának voltak alkotórészei.

A Biológiai Intézet mögött, a Mihalovits-villa alatti Vigyázó-féle üres telek közepén egy kb. 20x10 m átmérőjű, ellipszis alakú területen tömör forráskvarcit darabok (a Lóczy-féle képen az Apátság alatt, közel a parthoz) hevernek. Egyes tömbök 1 m átmérőt is elérnek. A közeli hegyoldalakon és tetőrészekeken ilyen forráskvarcit nincs, a Nyársashegy tetejéről pedig ide már nem gurulhattak vagy csúszhattak le. De elhelyezkedésük, csoportulásuk szerint is csak helyénállók lehetnek. Jelentőségük az, hogy a Nyársas-vulkán keleti felének levetődése után, ezen az alacsony térszínen működő hőforrás rakta le őket.

Az előadottakból megállapítható, hogy a Nyársas-vulkán tengeralatti sztrátovulkán volt. Működési módja szerint robbanásos, anyaga szerint klazmatikus, felépítményének alakja szerint aszpit vulkán. Szubmarinus voltát mutatja, hogy tufarétegei tengeri rétegekkel váltakoznak, továbbá tufaanyagának osztályozottsága.

A tufa jelentékeny mennyisége mindig kvarc és muszkovit. Ezen kívül, különösen a durvább szemű részek, a breccsák bőven tartalmaznak vörös permii homokkövet, tömormészke darabokat, agyagpala és kvarcit

szökgöveket. Az utóbbiakat a kristályospala-palaeozoos-mesozoos alaphegységből, a csillámshomok részeket a fekvő pontuszi rétegekből robbantották ki a gázexplóziók. A magmaanyagot csak a tufák és breccsák kötőanyagának augit, olivin, magnetit, apatit kristályai és bazalt mikro- és makrolapillik és szökgövek képviselik.

A vulkán felépítménye — vízalatti működésének megfelelően — igen lapos kúp. Ennek alapmetszete É-D irányban erősen nyult ellipszis. Nagyobbik tengelyének hossza 1000—1100 m (2. ábra).

A vulkáni építmény központi részéből csak egy kis részlet, a Balló-villa alatti és mögötti, gömböselválású tufa maradt fenn.

A Nyársas-vulkán tehát robbanásos (explóziós) vulkán volt.

Szökgöveinek aránylag kis méreteiből ítélve (a legnagyobbak, a Balló-villa fölötti meredek rétegekben, diónagyságúak) robbanásai nem voltak nagyerejűek.

Felépítménye nem egyetlen kitörés eredménye. Erre különösen a közbetelepült tisztán vízi üledékekből következtethetünk. A Nyársashegy keleti oldaláról megismert néhány méter vastag közbetelepült homokréteg is azt mutatja, hogy a vulkán működésében hosszabb szünet is volt. De ezt bizonyítják a közbetelepült kövületes agyagrétegek is és végül, hogy a tufák-breccsák bazaltdarabjai többé-kevésbé sarkosak. Ezek a kitörések közötti hosszabb szünetekben a csatornában megmerevedett és később szétrobbantott lávadugók darabjai.

A Nyársas-vulkán működésének korát a tufa rétegei közé települt üledékek kövületeiből pontosan meghatározhatjuk. A *kitörések ezek alapján a legfelső pontusziiban, a Congeria balatonicás-triangularis rétegek idejében kezdődtek*. De hogy meddig tartottak, azt nem lehet megállapítani. Csak az bizonyos, hogy a Nyársashegy forrásképződményét lerakó hőforrások a vulkán működését közvetlenül folytatták, mert rétegeik a hegy csúcsa alatt már a bazalttufákkal váltakoznak.

Vizsgálataink tehát igazolják a Vitális I. megállapítását, hogy a Tihanyi félszigeten a bazaltvulkánok a pontuszi végén működtek; amit egyébként a félszigetnek erre a részére id. Lóczy L. is elismert (15 414).

### Óvár-vulkán.

Tihany községtől északra esik az Óvár nevű terület (XXVIII. tábla 2. kép). 1000x500 m átmérőjű, ellipszis alakú, ÉK-re, vagyis a tó felé lejtő lapos tető ez, amelyet, a félsziget belseje felé, a tető szélén emelt néhány méter magas mesterséges töltés szegélyez. Az ellipszis hosszabbik tengelye ÉNy-DK. irányú. A tető a Balaton, vagyis ÉK felé mintegy 50 m-t lejt. Talaja tele van lemezes mésztufa cseréppel, amelyek között bőven akad forráskvarcit darab is. A sánc legmagasabb pontjai a hossz tengely ÉNy. végén levő 228 m-es magaslat és a tengely déli végén levő 214 m-es Visszhangdomb (azelőtt Dobos. L. az 1. és 2. térképeket is).

Id. Lóczy L. úgy képzelte, hogy az Óvár fennsíkja alatt ÉNy-DK. elnyúlásban egy hosszabb erupciós csatorna van. Ebből három kürtön



folytak szét a bazalttufa rétegek: az Óvár ÉNy. patkóalakú sánca közepén rejtőzködhető főcsatornán, és az Attiladomb-Visszhangdomb alatti, illetve a Gödrösoldal árka fejében föltárt oldalkürtökön (15 328. o. és u. o. a 164. á.). Az utóbbi helyen az árok, a Visszhangdomb alatt partrogyás (Potyogókő) tárta föl a kitörési központokat jelző rétegzellen bazalttufát (15 327—329).

Ma az Óváron a következőket figyelhetjük meg.

A Visszhangdombtól nyugatra, annak közvetlen szomszédságában emelkedik a Kálvária-domb (azelőtt Attila-domb). Ennek a tetejét 3 m magas szép forrásképződmény borítja. Anyagának alsó része túlnyomórészt mész, legfelső sziklás tömege sósavval nem vagy alig pezsgő, tehát majdnem tisztá forráskvarcit.<sup>3</sup>

A Visszhangdomb ÉNy. és É. oldalán bazalttufa rétegefejek bukkanak ki. Dőlésük az ÉNy. részen D 15°. Közvetlenül a csúcs alatt, annak KÉK. oldalában, pár méteres kis breccsatufa kibúvás van. Dőlése DDNy 15°. *Benne kvarcit közbetelepülések vannak.*

A Visszhangdombtól keletre, a sánc keleti végén, a mai viztartály helyén volt egy kis, 5—6 m hosszú, 2,5—3 m magas sziklacsoport. Anyaga bazalttufa, illetve aprószemű breccsa. Durván, de csak részben réteges. A déli végén jól mérhető dőlés DDK 32°. Több arasz átmérőt is elérő forráskvarcit lencsék vannak benne gyéren.

Ez alatt a szikla alatt, a műút kezdetén levágták az oldalt, s ezzel mintegy 4 m magas jó föltárást létesítettek (XXXI. tábla 1. kép). Ennek szelvényét a 3. sz. kép adja.

1. A legfelső kb. 1 m vastag része vékony, legfeljebb 10 cm vastag, egymással váltakozó murvatufa és lemezes-mész rétegekből áll. Dőlésük nagyjából 13° NyDNy.

2. Ez alatt gömbös elválásra hajló murvatufát találunk. Legnagyobb vastagsága 1,2 m.

3. Alatta réteges hamutufa van. Ez egy kis boltozatot alkot, amelynek déli, hosszabb szárnya szabályosan dől DDK 10°-al; az északi rövidebb szárny ÉK-re, változó fokkal.

4. A boltozat alatt tömeges (nem réteges) hamutufát találunk.

5. A 3. sz. tufától É-ra pontuszi sárga agyagoshomok van. Ez kétségtelenül a kis boltozatot alkotó (3. sz.) réteges hamutufára rakódott.

6. Alatta, a feltárás jobb oldalán gömbös elválásra hajló murva- és hamutufa következik,

7. amely lefelé fokozatosan átmegy ívesen hajló réteges tufába,

8. ez tufás homokba, ez pedig, pár méteren, tufátlan sárga, agyagos pontuszi homokba.

Az úton tovább lefelé, az első út-kanyarból jól látszik, hogy az 5. sz. pontuszi agyagoshomok átmegy az óváralji pontuszi tömegbe, amelyre az egész oldalban végigfutó tufaréteg települt.

<sup>3</sup> Kár, hogy a különben pompás Kálvária létesítésekor hármashalom-háttérnek képezték ki és ezért eredeti alakját elrontották. A közepét és a jobb oldalát feljebb rakták, az elejét lenyesték és kicementezték.



Ennek a szelvénynek a jobboldali (északi) része szerint a 6. sz. tufa bele települt a pontuszi homokba, amelybe lefelé fokozatosan át is megy.

Az 1. sz. réteg mésszel váltakozó tufája már valószínűleg a szárazföldi periódusból való képződmény, és bizonyíték lehet arra, hogy az Óvár-vulkán működése a hőforrások működésének kezdetén még tartott.

A leírt útlevágás alatt levő kisebbik víztartótól a hegy lábáig már mindenütt csak kövületes agyagos homokot találunk, csupán a hegy lábánál, az u. n. Polyogókön vannak még felülről lerogyott tufatömegek.

Id. Lóczy L. innen egy háromlépcsős rogyást ír (15 329) és rajzol le (15 326 o. 161 á.), amely azóta jórészt elmosódott és növényzettel (erdősítés) elfödett. Voltaképen ma már csak a Polyogókő műút melletti maradványai őrzik az emlékét.

Lóczy itt alulról fölfelé a következő rétegeket különböztette meg: m=pannoniai-pontusi rétegek, b=bazalttufa, a=rétegzetlen, tömeges, erupciós bazalttufa, n=édes vízi kovás mészkőpad bazaltlapillival, b=meszes cementű bazaltlapilli padok, c=hamus bazalttufa padok, d=agyagközös, leveles palás édesvízi mészkő *Rhinoceros* csontmaradványokkal, q=lösz. Később (15 425) az n-nel jelzett rétegből hallenyomatokat említ, és hasonló mészkőből mogyoró (*Corylites* ?) levéllenyomatot.

Valószínű, hogy a fentleírt útkanyari szelvényünk rétegzetlen hamutufája (4 sz.) a Lóczy csatornatöltelékének (a) felel meg, a breccsás, illetve a rajz szerinti (161 á.) „hamus bazalttufa padoknak“ (c) pedig a mi réteges hamutufa (3 sz.) és gömbös elválásra hajló murvatufa rétegeink (2 sz.). A rogyás fejében száibanmaradt rétegzetlen tufa fölött, a Lóczy-féle rajzon „meszes cementű bazaltlapilli padok“-at (b) látunk; ez meg a mi lemezes mészrétegekkel váltakozó murvatufa, vagyis a felső (1 sz.) rétegeinkkel egyeztethető. De valószínűleg ennek felel meg az alsó lépcső legfelső rétege, az agyagközös, leveles palás édesvízi mészkő (d), vagy más helyen (15 415) „bazalthamus, mészlemez anyag“ is, amely a rajz szerint közvetlenül a „hamus bazalttufa padok“-ra (a mi 2. és 3. rétegünk) települ. Ennek pedig az a nevezetessége, hogy Kaáli Nagy Dezső 1909-ben *rhinoceros csontmaradványokat talált benne* (15 415). Ez megerősíti annak a fenti feltevésünknek a valószínűségét, hogy a felső (1. sz.) réteg már a thermális periódusban rakódott le és pedig már a levanteiben.

A Visszhangdombtól egészen a kövületgazdagságáról híres Gödrösoldal árkaig, annak fejeig, a tufáknak nincs jó föltárásuk. Odáig a vastagságuk is csekély, kb. 1—3 m. Az árok fejében lehet kb. 20 m. Ebből id. Lóczy L. kb. 18 m-t látott föltárva s azt írja róla, hogy „... délkelet felé 4—5 m vastag vízszintes bazalttufa padok fedik a tömeges bazalttufát a magasra felemelkedő pannoniai-pontusi homokrétegek felett; északnyugat felé a tetemesen vastagabb tufapadok az erupciós kitódulás folytatásaként szerepelnek“ (15 328). A 163. ábrán, amely ennek a résznek a szelvényét adja, a kürtő rétegzetlen tufáját is réteges tufa fedi (15 328).

Ma az árok fejében kb. 8 m magas falat alkot a bazalttufa. Anyaga szerint legnagyobbbrészt hamu-, alárendelten murvatufa, illetve aprószemű breccsa. Vannak benne ököl nagyságot is elérő vörös permi homokkő s

apróbb agyagpala zárványok is. Rétegzetlen, csak az északi falának alsó fele mutat némi rétegzettséget. Itt a dőlés néhány fok NyDny-ra, vagyis az Óvár területének közepe felé.

Tufája makroszkóposan szürke, gyöngén porozus hamutufa. A mikrolapillik, változó mennyiségben  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ -ét teszik. Legfeljebb 6 mm átmérőjűek. Szürkék, ritkábban vörösek, salakosak. Kristályai 1 mm-nél rendszeren kisebb: kvarc, muszkovit, földpát, pyroxén, magnetit. Sósavval jól pezseg. Mikroszkóp alatt is gyöngén porózus. A pórusok maximális hossza 3 mm. Kötőanyagának legalábbis felét calcit foglalta el. A kristályok között is legtöbb az áttört pontuszi homokból belekerült kvarctöredék és muszkovit pikkely. Van a kőzetben sok apró, legfeljebb 0. 2—0. 3 mm átmérőjű magnetit szem is. A földpátok helyén már leginkább calcitpseudomorphosát találunk. Akad néhány augit és turmalin töredék is és kevés rutil tű. A mikrolapillik a csiszolatnak kb.  $\frac{1}{7}$ -ét teszik. Közepes nagyságuk csak 0.15 mm. Valamennyien üveges bazalt alapanyagdarabok. Barnák, ritkábban szürkék, elvéve vörösek. Porphyros kristályok nincsenek bennük, csak az egyikben találtam pár század milliméteres calcitpseudomorphosát porphyros olivin után. Mikrolithjaik kevés magnetit, még kevesebb, 37<sup>o</sup>-ig sötétedő földpát és 42<sup>o</sup>-ig sötétedő augit. Ezek is sokszor calcitosodtak.

Ezek alapján a kőzet *calcitosodott bazalt hamu-mikrolapilli-tuffit*. Túlryomó része pontuszi homok és calcit; a bazaltanyag alárendelt benne. Egyébként a felsziget minden eddig megvizsgált bazalttufájával minden főbb tulajdonságaiban megegyezik.

A Gödrösoldal fejtől ÉÉNy-ra, a Cipriánforrás felett, 8—10 m magas falban áll ki a tufa. Ez is rétegzetlen, s már gyermekfej nagyságig menő permi homokkő-szölgkövek is vannak benne. Nem messze tőle (szintén ÉÉNy-ra) már réteges az aprószemű tufa és 12<sup>o</sup> Ny. dölést mutat. Ez a dőlés még a Barátlakások előtt Dny-ira válik (l. 2. sz. térképet).

A Barátlakások alatt 135 m-en még pontuszi üledék van, de 145 m-en már biztosan tufa, s innen az Óvár északi sarkán 202 m-ig követhető. Itt tehát a tufa vastagsága legalább 57 m. A fal alsó 2—3 m-e végesvégig finomabbszemű és lazább anyagú tufa. E fölött 1—2 m vastag az a réteg, amelyben a legtöbb vörös homokkőzárvány van. Általában ennek a darabjai a legnagyobbak, a kishordónyi méretet is megülik. A kvarcit már diónyinál ritkán nagyobb. Ezeket s a szintén gyakori agyagpalákon és mesozoos meszeken kívül vannak 30—40 cm hosszúságot is elérő s a rétegzettség irányában elnyuló sárga homokosanyag és szürke márga lencse, vagyis pontuszi zárványok is (XXIX. tábla 2. kép).

A mért dölések: a keleti Barátlakásoknál (Leánylakások) néhány fok DDny, illetve D 6<sup>o</sup>, a nyugatiaknál: a nagy falmaradványos teremben DDny 10<sup>o</sup> (5. kép) az utolsó (pincszerű) lakástól nyugatra (210 m-en) DDK 6<sup>o</sup>.

Látjuk tehát, hogy a Gödrösoldal fejtől kezdve mindenütt az Óvár belseje felé dőlnek a bazalttufa rétegek.

Az Óvár északnyugati lejtőjén mérhető megbízható dölések is 6—12<sup>o</sup>-kal az Óvár belseje felé dőlnek. Anyaguk itt breccsatufa.

A Viszhangdombtól nyugatra, a sáncon belül, ahol a községtől és a temetőtől jövő mezei utak ismét elválnak, a főként murvatufa rétegek még 7<sup>o</sup>-kal NyÉNy-ra vagyis befelé, az Óvár belseje felé dőlnek, de a temető tájékán és a Viszhangdombon már az Óvár központjától kifelé DK-re, illetve DNy-ra. Itt feltárást csak két helyen: a temető ÉNy. sarkánál és a leventelőtér fedezékárkában találunk. A temető sarkán egy kis fejtés van. Ennek anyaga alulról fölfelé:

- 1) 0.5 m-re kiálló murvatufa.
- 2) 0.10 „ sárgásfehér hamutufa.
- 3) 0.06 „ murvatufa (mint az 1.)
- 4) 0.10 „ hamutufa (mint 2.)
- 5) 0.08—0.10 „ murvatufa (mint az 1.)
- 6) 0.03—0.04 „ hamutufa (mint a 2.)
- 7) 0.10 m. murvatufa (mint az 1.)
- 8) 4—5 „ magasságig megállapítható lemezes, kártyaköves mésztufa.

A murvás rétegekben alulról fölfelé egyre több a szöggő. Ezeknek anyaga főleg bazalt, köztük horzsakő is; de van vörös homokkő és kvarcit is. A rétegek dőlése DDK 32<sup>o</sup>. Anyaguk szerint is az Óvár-vulkánhoz tartoznak.

A temetőtől nyugatra levő levente-lőtér fedezékárkában 15 m hosszán és mintegy 2.5 m mélységig van feltárva tufa. Rétegei alulról fölfelé:

- 1) 30—40 cm-re kiálló vörösbarna, aprószemű breccsa.
- 2) 5—10 „ sárgásfehér hamutufa.
- 3) 40—50 „ vörösbarna, aprószemű breccsa (mint az 1.)
- 4) Legfeljebb 30 cm vastag, változó vastagságú, délfelé kiékelő sárgásfehér hamutufa (mint a 2.)
- 5) 50 cm vörösbarna, aprószemű breccsa, mint az 1, de sok szöggővel.
- 6) 40 „ hümusz, az 5. mállási terméke.

A település szintes. A gödör kőzetei, különösen a vörösbarna, aprószemű breccsa már nem Óvár-, hanem Diós-Kiserdőtető-típusú. A breccsában szöggő kevés van. A lapillik maximális nagysága 5—6 mm. Ezek üvegesek, salakosak, fényes üvegrománc borítja őket. A breccsának nincs kötőanyaga; a lapillik összesültek (Schweissenschlacke).

Az Óvár meredek lejtője alatt, a csúcstól (220 m) DDNy-ra és DNy-ra a szántók bevetetlen kis köves foltjain levő óvartípusú tufák 8—10<sup>o</sup>-kal szintén az Óvár felé dőlnek. A Barátlakásokon túl, azoktól kb 220 m-rel nyugatra a meredek parton, 145 m-en murva- és lapillitufa fejek állanak ki. DK 14<sup>o</sup>-ú dőlésük szintén az Óvár felé mutat. Ettől 120 m-rel NyDDNy-ra, a Gödrös nevű lapos tető északi homlokán nyitott kis kőfejtő rétegei KDK 12<sup>o</sup>-os dőlésükkel szintén. Ezek még, kőzetanyaguk jellege alapján is, az Óvárhoz tartozóknak veendőek.

Az Óvár tehát a Tihanyi félszigetnek másik nagyobb, jól körülhatárolható vulkánja.

Ez is robbanásos, réteges vulkán, mint a Nyársas-vulkán. Anyaga is azéval egyező, azzal a különbséggel, hogy — a víztartály dombja alatti levágás kivételével — tufái és breccsái közé nem települtek tengeri réte-



gek. *Klasztikuma a Barátlakások felé fokozatosan durvábbszemű, s azok me-redek falában, 1—2 m vastagságban a legdurvább.* Amint láttuk, itt kis-hordónyi szögzövek is akadnak benne.

Az Óvár-vulkán épebb, mint a Nyársas-vulkán. Ellipsziszalakú kúp-jának csak a keleti kisebb fele hiányzik. Déli felén még a kráter pereme is megvan. A neolithikus ember részben ezt emelte meg sánccal (13 166. Jól látszik a XXVIII. tábla 2. kép bal részén; a fatörzs metszi).

Kevésbé föltárt volta miatt felépítményének szerkezete nem látható olyan jól, mint a Nyársas-vulkáné.

A kitörés központja, mint ahogy ezt már id. Lóczy L. is megállapította, kétségtelenül a kráter ÉNy. egyharmadán, vagy ahhoz közel volt, mert: 1) a kráter falának rétegei erre dőlnek, 2) mert a kiszórt törmelék vastagsága errefelé (Barátlakások) fokozatosan nő. (Az Óvár DK. végén 8—10 m, a Gödrösoldal fejében 20 m, a Barátlakásoknál 57 m) és 3) mert a kiszórt törmelék itt a legdurvább.

A vulkáni kúp egységes szerkezete semmi nyomát sem mutatja oldalcsatornának, vagy boccának. L ó c z y ezeket a rétegzetlen tufák alapján tételezte föl, és annak a felfogásának alapján, hogy a tihanyi vulkánok sár-vulkánok. Látni fogjuk még, hogy a félsziget vulkáni csatornáit a legtöbbször valóban rétegzetlen tufa-breccsa tölti ki, de nem minden rétegzetlen tufa egyszersmind csatornatöltelék is.

Az Óvár-vulkán is olyan exploziós vulkán volt, mint a Nyársas-vulkán.

Hogy nem volt monogén, azt már az útlevegás szelvényével kapcsolatosan említett homokbetelepülés is mutatja. De hogy kitörései kisebb időközökben ismétlődtek, mint a nyársas-vulkánéi, bizonyítja az, hogy ilyen közbetelepülés, tehát hosszabb nyugalmi idő, csak kivételes volt a működésében. Hogy robbanásai nagyobb-erejűek voltak, azt helyenként sokkal durvábbszemű breccsái és tufái tanúsítják.

Az Óvár-vulkán aránylag nagy és alacsonyszélű krátere miatt homát vulkán.

Hogy ez is tengeralatti volt, legalábbis működésének javi részében, azt az említett homokbetelepülés is bizonyítja. E mellett tanúskodik az is, hogy a Viszhangdomb alatti feltárásban a pontuszi homok fokozatosan megy át a bazalttufába. Ugyanott a legfelső (3. ábra 1. sz.) rétegben vékony tufa rétegekkel forrásmész lemezek váltakoznak. Láttuk azt is, hogy minden valószínűség szerint ez az réteg, amelyből a Kaáli Nagy Dezső-féle rhinoceros-maradvány kikerült. Ebből pedig az következik, hogy az Óvár-vulkán működésének szárazföldi szakasza is volt.

A tetőn, tehát a kráterben, mindenütt található nagyszámú mészcserép alapján az sem lehetetlen, hogy egy ideig krátertava is volt.

Az Óvár-vulkán működésének javakorára vonatkozólag nincsenek olyan biztos, közvetlen adataink, mint a Nyársas-vulkánéra, mert vulkáni anyagából eddig nem került ki kövületes tavi üledék.

Vitális I. 1903-ban, a Barátlakások alatti parton bazalttufában *Melanopsis (Lyraea) cfr. petrovici* B r u s. elég ép példányát és *Vivipara*



sadleri-re emlékeztető kövülettöredéket talált (30 143). Ezek szerinte valószínűleg az erupciók alkalmával felragadott zárványokat alkottak a bazalttufában. Az Óvár is explóziós vulkán lévén nem valószínű, hogy a közetében talált kövületek felragadtak, illetve kirobbantottak, különben nem maradtak volna meg olyan állapotban, hogy genusuk biztosan, fajuk csak megközelítően is meghatározható maradhatott volna. Valószínűbb, hogy együtt ülepedtek le a kiszórt tufaanyaggal. Bizonytalan meghatározhatóságuk azonban az őket bezáró tufa pontosabb szintezését nem teszi lehetővé. Annyit mégis bizonyítanak, hogy az Óvár-vulkán működése a felső-pontuszi időre esett.

Az Óvár tufa-breccsa tömegei, a Gödrösoldal árkanak szelvénye szerint, a balatonicás-triangularisos, tehát legfelső pontuszi szint kövületes rétegein ülnek (7 8,27 4).

Halaváts az Echo- (Viszhang-) domb bazalttufája alatti homokból szintén a balatonicás szint kövületeit gyűjtötte (7 9). Ez a felső szinthez tartozó homok pedig, amint láttuk, a víztartály alatti szelvényben a bazalttufák közé települ.

Mindezekből megállapítható, hogy az Óvár-vulkán fő kitörése a legfelső pontuszi rétegek nagyobb részének lerakódása után, de még ennek a szintnek az idejére esett.

A víztartály alatti útlevágás szelvényének legfelső rétege, amelyben már édesvízi mészkő váltakozik bazalttufával, és a Potyogókő rhinoceros-maradványos édesvízi mesze azt bizonyítják, hogy az Óvár-vulkán működése átnyult a szárazföldi, legnagyobb valószínűséggel már levantei periódusba is.

Az útlevágás mészlemezes legfelső tufarétege, valamint a Viszhangdomb említett kvarcitréteges bazalttufája azt bizonyítják, hogy a posztvulkáni hőforrástevékenység a tufaszórás végével már itt is megkezdődött.

### A Gödrös kis vulkánjai.

Az Óvártól nyugatra, a tóparton levő fecskeliki homokbányához DK-felől egy kis völgy ereszkedik le. Ennek keleti oldala a Gödrös nevű, nyugati a Jegenye nevű dülökhöz tartozik. Gödrös még a völgytől nyugatra levő tető is. A völgynek különösen gödrösi oldalában, mintegy 120 m hosszan még 1931-ben is követ fejtettek. De a Gödrös-tetőn is turkálnak kő után (ezért Gödrös). A fejtések itt igen érdekes, eddig ismeretlen kis vulkánokat tártak fel. Ezeket már más helyen leírtam (8) azért itt csak rövidesen ismertetem őket.

Három diatrémát és egy kis explóziós tufatölcsért tárt fel itt a fejtés.

A diatrémák közül kettő a tetőn, a Csímár Mihály puszta telkén, egy 15 m hosszú, 7 m széles és (1931-ben) 3,5 m legnagyobb mélységű bányagödör keleti és északi falában van. A keleti 2,2 m, az északi 1,2 m széles. Az utóbbi kürtője függőleges, a keletié 35—40°-kal dél felé dől. A kürtők közege pontuszi homokkal bőven kevert rétegzetlen, tömött elcalcitosodott bazalt hamu-kristály-lapillituffit, amely a Nyársas- és Óvár-vul-

kánok leírt tufaival, illetve tuffitjaival minden lényeges tulajdonságaival egyezik. Az áttört kőzet réteges hamu- és lapillitufa, illetve brecca. A két kőzet határán 20 cm vastagságot is elérő dörzsbreccsa van.

*Mind a két diatréma egyszeri gázrobbanás terméke.* Ez a rétegeket átütötte anélkül, hogy azokat eredeti helyzetükből a legcsekélyebb mértékben is kimozdította volna. Valószínű, hogy mind a két kürtő egyugyanazon csalornának két ága.

Az explóziókat jelentékeny forrásműködés követte, amely meszet, vagy eredetileg talán aragonitot rakott be úgy az áttört, mint az áttörő kőzetbe.

A harmadik diatréma az előbbieket alatt, a völgy Kiss Lajos-féle bányájában van. Átmérője 3 m. Áttörő és áttört kőzetei ugyanazok, mint a felső diatrémáké, de a kürtő keleti felének kőzete tufa, a nyugatié breccsa. Ezért valószínű, hogy két explózió eredménye. Kürtője függőleges.

Ettől a diatrémától 11 lépéssel feljebb (DK-re), a feltárások közepe táján egy kis erupciócentrum van. Kürtője a föltárás alsó végén látható. Ennek szélessége 7 m. Anyaga rétegzetlen tufa és aprószemű breccsa. Ez DK-felé (a képen jobbra) átmev rétegesbe, amelynek kőzetanyaga a magával egyezik. A rétegek a kürtő mellett csaknem függőlegesen állanak, attól távolodva a függőlegeshez fokozatosan nagyobb szög alatt dőlnek a központ felé, a magtól mintegy 12 m-ig, vagyis ameddig a föltárás tart.

Ez az áttörés tehát már nem diatréma, hanem egy kis *explóziós kráter*. Nem egy, hanem több robbanás eredménye. Kőzete a diatrémákéval teljesen megegyező tuffit és aprószemű lapillibreccsa.

Ehhez hasonló áttörést figyeltem meg a Kiss-féle bánya alsó (ÉNy.) részén is, a bánya falának közepe táján, kb. 15 m hosszú és 6 m magas részleten. Ez azonban már nem volt olyan jól föltárva, mint a felső.

A Csímár-féle telken levő északi diatréma nyugati falában egy ferdén befelé menő csatorna van. Szabálytalan alakú nyílásának átmérője fél méter körüli. Fala egyenetlen, darabos, tuskós és fehér mésszel van bevonva. A Kiss-féle bánya falában is van egy nagyobb és egy kisebb üreg, vagy csatorna részlet. Ezeket olyan kisebb gázrobbanások eredményének tartom, amelyek a robbantott csatornát már nem töltötték ki kőzetanyaggal. A robbanás itt is utat nyitott meszet lerakó forrástevékenységnek.

A völgy nyugati, vagyis jegenyei oldalán a rétegek már nyugodt településűek és kb. 15°-kal ÉÉNy-ra, tehát a diatrémáktól áttört rétegekkel egy irányba dőlnek,

### Jegenye és Diós.

A Jegenye nevű terület tetejének (155 m) ÉK. oldalában kőfejtést nyitottak, amely 1931-ben még friss volt, 1935-re már félig beomlott, illetve törmelékkel betemetődött. A fejtés kb. 113 m hosszú, 6–10 m széles és 2–3 m mély volt. Kőzetének jellege más, mint a gödrösi bányák anyagáé. Különösen jellemzők reá a nagy bazalt szöggkövek és bazaltbombák (Diós-típus). A kőzet itt egyébként igen gazdagon rétegzett tufa és aprószemű

breccsa. A felső részben olyan 0.5—1 m vastag tufa van, mint amelyet az Óvár alján, a levente-lőtér árkából ismertünk meg. Ilyen azonban mélyebben is van vékonyabb rétegekben. Az alsó padok keményebbek, dara- és lapillitufák s ezekben vannak a fejnagyságot is elérő bazaltbombák. Ezekon kívül permi vörös homokkő szöggövek is bőven akadnak. A tufa rétegek között mindenütt vannak vékony, átlag 3—6, legfeljebb 10 cm vastag lapilli rétegek is. Ezeknek szemei egymással *összesültek*, ami azt bizonyítja, hogy abban a kürtőben, amelyből ez az anyag kiszóródott, a bazaltmagma magasra fölemelkedett és gázokban gazdag volt.

Jellemző erre a föltárásra az is, hogy a réteglapok és a harántrepedések úgy be vannak vonva fehér calcittal, mintha meszeltek volnának.

A rétegek mindenütt jó, de kissé változó fokú dőlést mutatnak. Ezeknek középértéke KÉK 25°.

A Jegenye-tetőn tehát úgy a dőlés, mint a tufák és breccsák közetani jellege más, mint a gödrösi kis bányákban, ami azt mutatja, hogy *ennek az anyaga már más kitörési központból származott*.

1941-re a Jegenye a tihanyi tufabányászatnak egyik legfontosabb helyévé lett. A hegy egész keleti oldalát feltárták. A törmelékbe temetett kis bányákban alig lehetett száibanálló kőzetet lelni. A legjobb feltárásban KÉK 19° dőlést mértem, ami a tetőn mértékkel jól egyezik; akárcsak a bányák kőzetanyaga. Még a calcitbevonat is éppen olyan gyakori.

A Jegenye-tetőtől Ny-ra és DNy-ra a mezőben levő kis köves foltokon, s a Jegenye és Diós közötti kerek halom DK. alján a tufaréteg anyaga és dőlés egészbenvéve egyezik a Jegenye-tetőn levőkével.

A Jegenyétől nyugatra levő Diósra legjellemzőbb az a *bazaltbreccsa*, amely a tetőről (160 m) délre leereszkedő orron 150 m hosszú és 40—50 m széles területen található. *Ez csaknem kizárólag bazallapilliből és bombából áll*. A bombák között vannak fejnagyságúak is. Gyakran sarkosak, tehát szétrobbantott lávák szöggövei. A lapillik, bombák és szöggövek pórusosak, gyakran salakosak. Minden bizonnyal — talán a feltárás tökéletlenebb volta miatt — ezt vélte Vitális I. bazaltlávának (30 44). A reambuláló Papp Ferenc sem talált itt bazaltlávát száiban (21 2). Vannak a breccsában kis számban permi vörös homokkő darabok is. Elég jó dőlés ÉÉNy 20°. A dőlésszög tehát kicsiny ahhoz, hogy a breccsa a kürtő közvetlen közelében képződhetett volna, amire egyébként durva anyagából következtethetnénk.

A breccsa egyik szöggövét részletesen is megvizsgáltam. Tömött, fekete kőzet. A felszíne 5—10 mm-ig salakos. Ennek likacsaiban aragonit ül. Porphyros ásványai csak ritkán érik el az 1 mm-t. Ezek augitok és olivinek.

A csiszolat  $\frac{5}{6}$  része alapanyag. Ennek fele barna üveg,  $\frac{1}{4}$ -e magnetit-,  $\frac{1}{4}$ -e földpát- és augit-mikrolith. A magnetitek jó automorphok és vegyileg épek. Közepes méretük 8 mikron, maximális 30 mikron. A földpát-mikrolithok lécesek. Szintén jó automorphok. Majdnem mindig kettős vagy többszörös ikreket alkotnak. Maximális hosszuk 0.1 mm. Legnagyobb kioltásuk 35—40°. Ennek alapján bytownitok. Üveg és magnetit közönséges, apatit ritkább zárványuk. Az augit mikrolithok a földpátoknál is kisebbek. Ren-



desen szabálytalan alakú szemcséket alkotnak. A porphyros ásványok csak augitok és olivinek; földpát nincs köztük. Az olivinek száma és mérete nagyobb az augitokénál. Közepes méretük 0.2—3 mm, maximális 1 mm. Vegyileg épek. Gyakori zárványuk az üveg és a magnetit. Az augitok közepes mérete 0.2 mm, maximális 0.7 mm. Legnagyobb kioltásuk  $42^{\circ}$ . Pleochroismust nem mutatnak. Zárványuk üveg, magnetit, apatit.

Ez a kőzet is mindenben megegyezik a Vitális I. tihanyi, ugyaninnen leírt limbrugitjával (30 78—79).

A breccsában helyeként bőven van rostos aragonit.

A bazaltbombás breccsafolt déli végén jólfeltárt lapillitufa rétegeken igen jó DDK  $29^{\circ}$ -ot mértem.

A breccsafolt északi végén több kis vájás van. Ezeknek a kőzete is erősen bazaltbombás és lapillis és a kifejtett lemezek calcittól olyan fehérek, hogy messziről mészlemezeknek látszanak. Rétegzettség rendszeresen nem látszik rajtuk.

A csúcstól DNy-ra, 140 m-en már mérhető dőlésű tufarétegek bukhatnak ki. Dőlésük ÉÉK  $9^{\circ}$ . Ezek is erősen bazaltbombásak. Tufarétegek fejek húzódnak, és pedig pár száz méter hosszan a csúcstól ÉNy-ra 150 m-en is. 11 h  $5^{\circ}$ . (DDNy)  $5-10^{\circ}$ -ú dölések mérhetők rajtuk.

A fenti (az I. számú térképre is berajzolt) adatokból látjuk, hogy a Dióson a tufák és breccsák dőlése annyira változó, hogy azokból valamely erupcióközpontra kétséget kizárólag következtetni nem lehet. Talán a dölések sokfélesége és a helyenként található rétegzetlen tufarészletek indították id. Lóczy L.-t arra, hogy a Diós területén 7, a Jegenyén pedig 2 erupciós kürtőt tételezzen föl (15 XIII. tábla). „... a Diós-dülön — írja — számos alacsony, izolált bazalttufa-kúp van, amelyek mindmegannyi külön erupciós kürtőt jeleznek“ (15 335). Föltevése, amint a gödrösi kis áttörések igazolják, indokolt volt; feltételeit azonban egyelőre csak jelzéseknek kell vennünk, amelyeknek igazolása a gödrösiekéhez hasonló feltárásokra vár.

A Diós DNy. alján (a hidtől ÉK-re), az útkanyaron 1941-re két levágást eszközöltek. Az északibb 90—100 m hosszú. Északi fele kövülettörmeléken pontuszi homok, a déli pontuszi agyaggal és homokkal kevert bazaltanyag. A délibb feltárás kb. 80 m hosszú. Déli végén már csaknem tiszta bazalttufa van. Jó dőlése itt DDNy  $12^{\circ}$ . Tehát a pontuszi itt is keverve van bazaltanyaggal.

A Külső-tótól északra, a tó vizét levezető csatorna mély szakaszától keletre, a birkalegelőn kiütköző bazalttufa rétegeken NyDNy  $12^{\circ}$ , illetve DDNy  $13^{\circ}$  dölést mértem.

A vízlevezető, néhol 8—10 m mély csatornában a tufa az alsó (a 114 magassági pontnál levő) hidtől fölfelé kb. 300 lépésig követhető. Ennek a szakasznak az alsó végén a fenéken is tufa van. Az egész félszigeten ez a legmélyebb előfordulása. De hogy a mélyben még meddig tart, azt esetleg csak fúrással lehetne eldönteni.

Az előbb említett hidnál, attól délre van egy kis bazalttufa bánya. Kőzete rétegzetlen, csak közel függőleges csikoltság van benne. Szerkezete alapján tehát bátran csatornatölteléknek vehető. Ezen föltevés mellett bi-



zonyitana az is, hogy alatta a csatorna fenekét is bazalttufa alkotja. A Dióson és környékén ez az egyedüli olyan pont, amelyen, föltárások alapján, erupciós csatorna gyanítható.

### Apátihegy, Nagynyereg, Büdöstóoldal, Csúcshegy.

A Külső-tótól ÉNy-ra levő, a Diós DNy. folytatását tevő *Apátihegyen* (a 175 m-es magaslat és az attól É-ra levő lapos terület) jó föltárás sehol sincs. A szántókból és kaszálókból kiütköző bazalttufa foltok dőlése igen különböző és megbízhatatlan. Ez az oka, hogy ennek a résznek szerkezete ezidő szerint még hozzávetőlegesen sem állapítható meg. Annyi mégis leszögezhető, hogy a mért, jónak mutató hét dőlés közül négy a félsziget belseje felé lejt és ezzel egyezik az innen délre emelkedő Nagynyereg, és Büdöstóoldal tufáinak uralkodó dőlésével.

A *Büdöstóoldal* nevű hegy (218 m) az Apátihegytől DDK-re, a Külső-vagy Büdös-tótól nyugatra emelkedik. Kúpján és kopár ÉNy. oldalán a tufák néhol eléggé megbízható dőléssel ÉK,K,DK-felé, vagyis a Külső-tó felé dőlnek. Helyenként 40 cm átmérőt is elérő permi vörös homokkő szöggövek is vannak bennük. A hegy keleti oldalát sűrű fiatal erdő fedi. Ebben az oldalon 1931-ben tekintélyes kőbánya volt, amely azonban 1935-re már nagyon megromlott. 1931-ben a hossza kb. 200 lépés volt, s falának legmagasabb részei 20—25 m-t is elérték. A közepe rétegzetlen tufa (4 kép). Sok és egész kishordónyi méretet is elérő permi vörös homokkő szöggövek voltak benne. Ez a tufa a jobb (ÉÉNy-i) falban fokozatosan átment rétegesbe. Fent és bal oldalon (DDK-re) is réteges tufa fődte, amelybe már gyorsabban ment át. A legfelső részeken sok volt a calcit-bevonat. A bal falban KDK 10—15°-os, a jobb fal belső részén ÉNy 15°-ú dőlést mértem. A magtól tehát a rétegek kifelé dőltek. Amint az eddigi, kétségtelenül vulkáni tölcsernek bizonyult kitérésű központokban láttuk, s ami a robbanásos kráterek dinamikájából is törvényszerűen következik, az ilyen kitérésű központok közvetlen szomszédságában a rétegek meredeken a központ felé dőlnek. Ez a körülmény, továbbá hogy a rétegzetlen magot a baloldalon és a tetején rétegzett tufák fedik, s hogy végül a mag rétegzetlen anyaga a jobboldali rétegzett tufába fokozatosan megy át azt mutatják, hogy *itt nincs kitérésű központ*. A vulkán erre a részre egyideig megszakítás nélkül teljesen egynemű törmelékét szórt, amelyet később réteges-sel fedett be. Rejtett, mélybenrekedt diatrémára sem gondolhatunk, mert az áttörőnek látszó rétegzetlen tömeg — amint láttuk — fokozatosan át-megy rétegzettbe.

A Büdöstóoldal (218 m) DDK. alján, 140 m magasságban a mezei út mellett levő kis kőbánya kőzetanyaga szürke, néhány centiméter vastag lapilli- és murvatufa rétegek váltakozása, de helyenként, maximálisan 8 cm vastagságot is elérő szürke hamutufa rétegek is vannak benne. Egy-séges, nyugodt településűek. Dőlésük DDK. 15°.

A Büdöstóoldalal KDK felé szomszédos *Nagynyereg* (226 m) tufa-rétegei sem mutatnak egyirányú dőlést, mégis leginkább DK, K felé dőlnek,

mint a Búdöstóoldal szomszédos részein levők. Jó feltárások itt sincsenek. Még legjobbakat a hatalmas forráslerakodásai alatt, a nyugati oldalon találunk (6. kép). Itt a tufák 24<sup>o</sup>-al KDK-re dőlnek. Közvetlenül a meszes hidrokvarcit alatt 10—20 cm vastag mikrolapilli- és murvatufa van. Alatta 40 cm vastagságot is elérő sárgásszürke hamutufa fekszik és ez alatt 1—2 m-re kilátszó vastag mikrolapillitufa. A lapillik maximális nagyság 1—2 cm.

Id. Lóczy L. a Nagynyereg tőfelőli oldaláról erupciós kürtőt ír le, amelynek rétegzetlen tufái egészen a Balaton színéig leérnek. Átmenetük a tető réteges tufájába elmosódott (15 332 és 333 o. 170 á.)

A megadott helyen, 130 m magasságban a rétegzetlen, szabálytalanul elváló bazalttufa ma 8—10 m magasságban van föltárva. Fölötte 5—6 m-rel az oldalsó már réteges tufát találunk. A rétegzetlen tufa viszonya a környezetéhez egyébként, az oldali borító erdőben nem állapítható meg. Kürtő volta ellen szól, hogy fölötte ugyanolyan réteges tufa van. Viszont Lóczynak az a megállapítása, hogy szikláik leérnek a víz színéig, kürtőt bizonyítaná.

Jelenleg már ezt a partoldalt is fiatal, sűrű véderdő fedi, ezért a kérdést, megfelelő eszközök hiányában, nem tudtam tisztázni.

A Csúcshegy (235 m) erdővel borított oldalain nem mérhettem megbízható döléseket. Föltárás csak a DDK sarkán van, a Jajtekerő-vonyón. Id. Lóczy L. erről csak ennyit ír: „A Csúcshegy déli sarkán kétfelé hajlanak a sárga, hamus bazalttufa-rétegek. Ezek alatt is erupciós kürtőt sejtek“ (15 333).

Ezen a helyen most 140—160 m magasságban húzódik egy bazalttufa fal. Anyaga többé-kevésbé rétegzett. A fal DK. végén (140 m-en) KÉK 21<sup>o</sup>, az ÉNy. végén (160 m-en) DDK 23<sup>o</sup> dölést mértem. A rétegek legyezőszerű széthajlását nem láttam, sem más olyan szerkezetet, amely erupciós központra vallana. Amint láttuk, még az akkor valószínűleg jobb feltárásban sem állapított meg Lóczy sem ilyet biztosan.

### Gurbicsa, Szarkád, Hosszúhegy.

A Csúcshegytől DK-re, a Gurbicsa-tető (176 m) tőfelőli oldalán is van, az erdőben, föltárás. Ennek ÉNy. végén, 150 m magasságban a tufa (anyaga szerint murvatufa) dölése KÉK 22<sup>o</sup>. Ferdén dől a mellette levő, 5—6 m magas élben kiálló, rétegzetlen tufának. A csúcs alatt is van föltárás és onnan — megszakításokkal — egészen a hegy DK. tövéig. A csúcsalatti, legvastagabb pad egy része rétegzetlen, a többi rész elmosódott rétegzettséget mutat. Sok benne a fejnagyságig menő permi vörös homokkő és kisebb kvarcitkavics zárvány. A föltárás DK. folytatásában a tufa egyre finomabb szemű lesz, zárványban szegényebb és rétegzettebb. A rétegek itt is nagyjából KÉK-re dőlnek, mint az ÉNy. végén.

Id. Lóczy L. az egész föltárást „egy kitöltött szabálytalan erupciós kürtő“-nek minősítette. „A szabálytalan lankás rétegzéssel kétfelől lehajló hamurétegek között közepelt vertikális hasadású és rendetlen szövű hamu és apróbreccsás, nagyon laza tömeges tufasziklák vannak. Sö-



5. kép. A Barátlakások nagy cellájának bazalttufa rétegei.



6. kép. A Nagynyereg tetőrészlete északról. Alul bazalttufa, föllette forrásvilágok.





7. kép. Az Akasztóhegy a Szérűskertek déli végétől.



8. kép. A Csúcshegy forrásüledékének ürege. (Fotó Entz Béla.)



tét színezetükkel a kétfelőlí sárgás tufától messziről szemlélve is elűnek. A sötét tufasziklák közepén nagyobb szegletes lapillardarabokból lazán összeforradt 20—30 cm széles agglomerátum emelkedik föl... Nagyobb bazaltlapillik későbbi kilövéséből származott ez a kürtő, amely bizvást megérdemlő a lapillidejk jelzést" (15 333 és a 171. és 172. ábrák).

Papp Ferenc erről a helyről azt írja, hogy ott a szarkádi feltáráshoz hasonló rétegsorozat van. A bazaltdejk helyén ő csak finom bazalttufa közbetelepülést figyelt meg (21 6).

A föltárás két szélén a rétegek kétfelé hajlása ma nem látható. És valóban nem látni a Lóczy bazaltdekjét sem. De nem szabad elfelejteni, hogy a feltárás azóta sokat pusztulhatott. Arról, hogy a rétegzetlen tufa közvetlen szomszédságában a rétegek, Lóczy szerint is, lankásan (22<sup>o</sup>-kal) dőlnek s hogy a dőlés az alsó végén is ugyanilyen irányú, diatrémára gondolhatunk. Ez ellen szól másrészt az, hogy a csúcs alatt is van hasonló rétegzetlen tufa, amelynek egy része azonban gyöngye rétegzettségét mutat.

A Gurbicsa-tetőtől DK-re a Szarkádi erdő húzódik. Ennek ÉNy. része az Alsó-, DK. a Felső-Szarkád. Az *Alsó-Szarkád* oldalán történt 1895-ben az a nagy omlás, amelynek fala még ma is, a véderdőből is messze kisárgállik. Ebben az omlásban találta Vitális I. azokat a pontuszi kövületeket, amelyekkel a tihanyi tűzhányók működésének korát eldöntötnék vélte, amit azonban id. Lóczy L. a maga részéről kétsége vont.

Vitális I. a szarkádi alsó, rétegzetlen bazalttufában a felső pontuszi balatonicás-triangularisos szintjére jellemző faunát talált (30 147) és ennek az alapján a tufát létrehozó vulkán működésének korát felső pontuszinak határozta. Lóczy egyrészt sárvuikán-elképzelése alapján, másrészt abból a föltevésből kiindulva, hogy a balatonvidéki vulkánok működése, legalábbis nagyobb részt, már pontuszi utáni időkre esett, kétsége vonta a Vitális kormeghatározását. "...Valószínűbbnek látszik előltem — írja — az olyan magyarázat, mely szerint a forró vízzel elkeveredett és fölázott vulkáni tufa-fortyogókban az áttört kövületes rétegek anyaga összekeveredett a bazaltanyaggal" (15 414).

Hogy a kövületek nem az áttört kövületes rétegekből kerültek a tufába, hanem azokkal együtt üledtek le, vagyis elsődleges helyükön vannak, azt Vitális kétségtelenül bebizonyította azzal az érveléssel, hogy a kövült csigák belsejében is bazalttufa és nem pontuszi homok vagy agyag van, továbbá hogy azokon semmiféle koptatottság nem látszik (30 148).

A Vitális megállapításának helyességét, hogy t. i. a tihanyi vulkánok a felső pontusziban víz alatt működtek, megerősítik a Nyársas-vulkánnal és az Óvár-vulkánnal kapcsolatban szerzett tapasztalataink is, amelyek közül a Nyársas-vulkánra ugyanezt egyébként már maga id. Lóczy L. is megállapította.

Magam a szarkádi szakadás falán a következő települést figyeltem meg. A szakadás felső szélén 3 m vastag kártyaköves fehér mészréteg

van. Rétegei nyugatra dőlnek és ebben az irányban egyre vastagabbak lesznek, egészen 6 m-ig. Alatta 1—1.5 m vastag sárga homokos hamutufa van. Dőlése ÉÉK 5°. Ez alatt 4 m vastag sárgacsíkos szürke homok települt s ez alatt ül a rétegzetlen, szürke, gömbösen tagolt calciteres bazalttufa.

A fal rétegeisége is azt bizonyítja, hogy *itt nincs kitörési központ.*

A Hosszúhegy (183 m) tetején szálbanálló bazaltbreccsa rétegek 20<sup>a</sup>-al ÉNy-ra dőlnek. Kőzetük tufakötőanyagú, apró, legfeljebb 1—2 cm-es lapillikból áll. A hegy északi lejtőjén, csaknem egészen az alján futó mezei útig, a szántókban mindenütt vannak bazalttufa darabok.

A Hosszúhegy breccsájának sem anyaga, sem dőlése nem ad biztos felvilágosítást arról, hogy honnan szórattott oda? Az enyhe (20<sup>o</sup>-os) ÉNy. dőlés azt mutatja, hogy DK felől és már nagyobb távolságról. A nagyobb távolság mellett a lapillibreccsa finomszemű anyaga is tanúskodik.

### A Kiserdőtető és a két tó köze.

A félsziget belsejében a bazaltvulkánosság szempontjából legtanulmányosabb a Kiserdőtető (207 m) nevű hegy. Ez a külső- és a Belső-tó medencéjét választja el egymástól. A Külső-tó felől meredek lejtővel emelkedik föl 91 m viszonylagos magasságra. A Belső-tó felé már menedékeesebb lejtője van. A déli és nyugati részén kb. 200 m-ig pontuszi üledékből, főként homokból áll a lejtő. A tető már bazalttufa és breccsa s ez ÉK felé összeér az Óvár-vulkán tufatömegével. A tető murva- és lapillitufája 27<sup>o</sup>-al KDK-re dől. A balatoni ÉNy. főszel defladáló hatása itt pompásan látszik (XXXII. tábla 1. kép és 4 223—235 ábra jobb oldalán).

A tető tufájának déli végén meszes hidrokvarcit ül. ÉK felé 188 m-en a tufák dőlése ugyancsak KDK és 31<sup>o</sup>, 180 m-en KDK 24<sup>o</sup>, 173 m-en KDK 29<sup>o</sup>. Ahol a Kiserdőtető éltarajának a nyulványa eléri a műutat (a Dobogó nevű hágónál,) a csapás már kissé keletre fordul és a dőlés DDK 30<sup>o</sup>-os lesz. Ezeknek a szikláknak a folytatásában, az út északi oldalán a Dobogón levő tufák ugyanígy dőlnek. Egyébként itt a dobogón, éppen az úttól pár lépésre látható a tufarétegekben az a kis meghajlás, amelyet már id. Lóczy L. is megemlít és képét is közli (15 324 o. 154 á). Amint láttuk, a tihanyi bazalttufákon minduntalan találkozunk a rétegeknek ilyen helyi hullámszásával. Ezek azonban a tufák eredeti település formái és nem tektonikai eredetű kimozdulások.

A Kiserdőtető keleti oldalán, a csúcstól keletre kb. 165 m magasságban levő Ehrlinger-féle kőbányában, kb. 6 m magasságban vannak föltárva a hegyoldal tufarétegei. Ezeknek túlnyomórésze murva- és lapillitufa, csak kis része hamutufa. A fal felső fele finomabban rétegzett és anyaga olyan vörösbarna színű, mint amelyet már a levente-lőtér árkából megismertünk. Az alsó rész szürke. Sok itt a permi homokkő zárvány s elég bőven akad bazaltbomba is. Az északi fal alsó fele rétegzetlen. Calcit-bevonat itt is akad. Az általános dőlés KDK 18<sup>o</sup>, vagyis a tetőn levővel egyezik.

Az egyik diónyi bombát részletesen is megvizsgáltam. Az eredetileg szürke kőzet apró limonit foltoktól piros színű. Porphyros ásványok még kézi nagyítóval sem láthatók benne.

Csiszolatának kb.  $\frac{2}{3}$  része alapanyag. Ennek kb.  $\frac{1}{3}$ -a barna üveg.  $\frac{1}{3}$ -a földpát-,  $\frac{1}{3}$ -a augit-mikrolith. A földpátok lécesek. A legtöbbszőr ket-tős, néha többszörös ikret alkotnak. Közepes hosszuk 60 mikron, maximális 0.3 mm. Legnagyobb fokú kioltásuk 40° körüli, tehát bytownitok. Leggyakoribb zárványuk üveg, ritkább az apatit, magnetit és augit. Az augit-mikrolithok a legtöbbszőr itt is csak szabálytalan alakú szemcsék, mint a Diós megvizsgált szölgkövében. Közepes hosszuk 40 mikron körüli, a maximális 0.12 mm. Üveg gyakori, apatit ritkább, magnetit ritka zárványuk. Magnetit mikrolith föllűnően kevés van a csiszolatban. És még ezek egy része is ellimonitosodott.

A porphyros ásványok a kőzetnek kb.  $\frac{1}{3}$ -át tették, de utólag mind ellimonitosodtak. A limonit pseudomorphosák mind praeexistált augitok és olivinek. *Porphyros földpátok nem voltak a kőzetben.* Egy-két ép augit még akad. Maximális nagyságuk 1 mm. Legnagyobb kioltásuk 42°. Pleochroismust nem mutatnak. Az olivinek már mind ellimonitosodtak. Közepes nagyságuk 0.2 mm, a maximális 0.5 mm. Igen apró, legfeljebb 0.1 mm-es magnetit is akad néhány szem.

Tehát ez a kőzet is egyezik a Vitális I. limburgitjával, de erősen ellimonitosodott.

Az Ehrlinger-féle bányát 1941-ben már nem művelték. Alatta Káldy Ferenc építész újat nyitott. Rengeteg törmeléke miatt a bányafalnak mindig csak éppen fejtés alatt levő része szabad. Ez ottjártamkor (1941 július) 3 m magas volt. Alsó fele vörös és szürke aprószemű lapilli- és murvatufa, felső fele 5—10 cm-es rétegből álló hamutufa. Jó dőlésük ÉÉK 20°. 40 cm-ig menő vörös homokkő zárvány is van benne és calcit bevonat is akad.

A Kiserdőtető tufáin feltűnő az uralkodó KDK. dőlés, amely a tetőn meredek (27—31°), kelet felé lankásodik (a bányákban 20°, illetve 18°).

A hegy keleti tövén, a mezei út elágazásánál is van egy tufabánya, a Fábri Gyuláé (2. sz. térkép). Már hosszabb idő óta nem művelhették, mert erősen betemetődött. Hossza 50—60 m, legnagyobb falmagassága 4—4.5 m. Kőzete egymással váltakozó hamú és murvatufa. A század elején ez a bánya még virágában lehetett. Vitális I. is leírja, (30 45). Ő három breccsa-padot említ a hamutufáiból. A legalsó breccsát és a felette levő tufát mikroszkóppal is megvizsgálta (30 103). Rétegei nem egységesen dőlnek; középértéknek még leginkább D 13°-ot vehetünk. Ez irányra eléggé megegyezik a bánya bejárója előtt, a mezei út keleti oldalán mérhető DDK 6°-kal. A bányátót ÉÉK-re kb. 100 m-re egy kis halom anyaga javarészből rétegzetlen hamu-, alárendelten murvatufa. Gyakori benne a permii vörös homokkő és kristályospala zárvány. A halom DK. lejtőjén, tehát közvetlenül a rétegzetlen tufa mellett KÉK 10°-kal dőlnek a rétegek. A dőlésnek ez az alacsony foka kizárja, hogy a halom rétegzetlen tufájában a környező tufák kitörési központját lássuk.



A temetőtől nyugatra ÉÉNy-DDK. irányban húzódó kis vájásokat találunk. A temető sarkától DNy-ra, az úttól 30 lépésre, a tufán, alul, KÉK 19<sup>o</sup>-ot mértem. Erre rendkívül, valósággal hullámosan hajlongó réteges tufa települ (XXXIV. tábla 2. kép). Kitűnő példát nyújt ez a feltárás arra, hogy *Tihanyon a tufarétegek hullámossága nem tektonikai mozgások következménye*. Itt nyugodt, finomszemű, szürke hamutufát burkol be hullámosan települt murvatufa.

A műút kanyarodásában levő feltárások KÉK 16<sup>o</sup>, 9<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup>, dőlést mutatnak, amely ÉNy felé fokozatosan átmegy DDK-be, vagyis csatlakozik a Dobogón levő tufákhoz.

Itt foglalkozunk röviden a temetőtől délre levő községi kőbányával is. Kőzetének fő tömege szürke vagy vörös mikrolapilli- és murvatufa. Ebben csak igen alárendelten vannak legfeljebb 8—10 cm vastag hamutufa rétegek. Vörös permi homokkő zárvány gyakori bennük. Akad 40 cm átmérőjű is. Más zárványai pontuszi homokkő és agyag. Láttam egy fél méter hosszú, 30 cm vastag agyaglencsét is. A függőleges falrészeken gyakori a calcit-bevonat. A rétegek nem mutatnak egységes dőlést. A legmegbízhatóbb KÉK 7<sup>o</sup> volt.

A temetőtől délre és nyugatra levő, most leírt tufák többsége kevés fokkal (2—16<sup>o</sup>) KÉK-re dől. Ez kb. derékszöges az Óvár déli lejtőjén uralkodó DK dőléssel, ellenben hasonló a Kiserdőtető tufáinak uralkodó KDK. dőléséhez. Ezen az alapon föllehető, hogy ugyanazon kitörési központnak a termékei. A rétegek dőlése legmeredekebb a Kiserdőtető tetőrészén. Onnan kelet felé csökken. A kitörési központhoz ezért a Kiserdőtető, annak is a legmagasabb, legnyugatibb része volt a legközelebb. Ez a központ tehát valahol a hegytől nyugatra keresendő. A *Kiserdőtető kőzete gyakori vörösbarna színével, limburgitbombáival és összesült breccsáival sok hasonlóságot mutat a Diós kőzethez. Lehetséges, hogy azzal egy központból származik*. De hogy ez hol volt, a Külső-tó levezető csatornájának alsó hídja tájékán, ahol, amint láttuk, erupciós központ sejthető, vagy a Diós területén, avagy — amint i. d. Lóczy L. lehetségesnek gondolja — esetleg a Külső-tó területén, (15 421), azt a jelenlegi feltárásokból kétségtelenül megállapítani nem lehet. Azok alapján mégis leginkább a vízlevezető csatorna említett tájára gondolhatunk. Ennek közelében van az egykori Apáti község templomának maradványa. Arról ezt a hipotetikus vulkánt *Apáti-vulkánnak* nevezhetjük.

A *Külső- és Belső-tó közén*, a Kiserdőtetőtől DNy-ra levő 120—140 m magas, hullámos térszínen a Lóczy térképe 3 „kovás mésztufa” és a Hosszúhegy és Külső-tó közén 2 „bazaltdej” foltot, a Papp Ferenc-é a két tó közén 3 apró „tagozatlan mésztufa” foltot jelöl. I. d. Lóczy L. erről a területről így ír: „Nemcsak az előbb említett Dobogókúpocskán, hanem azon a Kiserdőtető alatti alacsony hágón is, amely a Külső- és Belső-tavat elválasztja, alacsony szinten, 140 m-nyire a t. sz. feletti magasságban ülnek, pannoniai-pontusi rétegeken, kis bazalttufakúpok. Világosan bizonyítják, hogy szárazföldön, alacsony térszínen és különböző időben ömlött ki belőlük a vulkáni tufa” (15 324).



A területnek tulajdonképeni két tó közötti részén, úgy a szántókon, mint a düllőutak szélén felhalmozott köcsomókban forrásmésszel és forráskvarcittal vegyes bazalttufa található. Ezek közül számban csak a forráskvarcitet találtam. A Kiserdőtető DNy. tövén levő 80x60 lépés méretű halom számbanlevő kvarcos forrásmész-köböl áll. Az innen DNy-ra (kb. 300 m-re) levő két kis halom anyaga ugyanaz, de nem számban levő és a keletiben tufadarabok is vannak. A tőlük keletre (100 m-re) levő kis halom anyaga darabos forrásinész és számbanálló forráskvarcit. Úgylehet, hogy mind a 3 folt anyaga egy forráscsoport terméke.

A Hosszúhegy és a Külső-tó medencéje között, a keletről jövő düllőút kettéválásánál két, forráskvarcitet darabokkal vegyes tufacsomót találtunk. Ezek lesznek az id. Lóczy L. bazaltdekjei. Összehányt köcsomók ezek, de a déliben néhány számban levő tufatömb is van. Ezek anyaga breccsa- és murvatufa. A déliben ökölnyi bazaltbombák is akadnak. Hogy a számban állók rétegesek-e, vagy nem, azt a kis tömbökből nem lehet biztosan megállapítani. Az sem dönthető el, hogy helyi feltörés eredményei-e, s ha nem, melyik központból szórattak ide?

### A tihanyi vulkánok anyaga és szerkezete.

Nem célunk itt, hogy a Tihanyi félsziget vulkáni kőzeteivel részletesen foglalkozzunk, a végzett vizsgálatok alapján mégis megállapíthatjuk, hogy a megvizsgált bazalttufák mind calcitosodott mikrolapilli-hamu-kristály-tuffitok. Kötőanyaguk túlnyomó része a pontuszi rétegekből felragadott anyag, túlralkodóan kvarckristály töredék, alárendelten muszkovit pikkely, rutil tű, magnetit szem és jelentéktelen mennyiségben An 25%—An 32% savanyúságú, tehát nem a bazaltanyagból való plagioklász. Nem bazalt anyag az elvétele található zirkon, chlorit és turmalin sem. A bazaltanyagot magnetit és nagyon kevés augit és olivin képviseli. Az utóbbiak sokszor hiányoznak is. Jellemző az utólag bekerült calcit mindig nagy mennyisége. Ez a kötőanyagnak  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$  részét teszi.

A mikrolapillik a tuffitoknak  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$  részét teszik. Alapanyaguk mindig erősen üveges. Az üvegen kívül legfontosabb alkotórészei a magnetit mikrolithok. Jóval kevesebb már a földpát- és az augit-mikrolith és egészen jelentéktelen az apatit. Az apró, léces földpátok lényeges alkotórészei a mikrolapillik alapanyagának. Kioltásuk alapján An 75%—An 80%-os plagioklászok, vagyis bytownitok. Porphyros ásványok gyakran hiányoznak a lapillikból, vagy ha voltak is, calcitpseudomorphosákká lettek. Az augit és olivin a legtöbbször, földpát már csak három esetben, nevezetesen a Cs imár-féle telek két kürtőjének és áttört falának a kőzetében akadt. Az utóbbiban meg is lehetett determinálni. Anorthitoknak bizonyultak.

A Diós és a Kiserdőtető kőzetéből és a Gödrös explóziós tufatölcsérének breccsájából vett bazaltbombák, illetve lapilli nagyobb része, legalábbis  $\frac{2}{3}$ -a alapanyag. Ennek  $\frac{2}{3}$ — $\frac{1}{2}$  része üveg. Mikrolithjai között legtöbb a magnetit. A földpát és az augit már alárendeltebben és kb. egyenlő arányban szereplő alkotórészek. Itt is meg kell állapítanunk, hogy

a földpát-mikrolithok lényeges alkotórészei a bombáknak és lapilliknek. A földpátok 60%—80% An tartalmú plagioklászok, vagyis labradoritok-bytownitok. Prophyros ásványaik csak augitok és olivinek. Porphyros földpát nem volt bennük. A pryoxének bazaltos augitok. Az augitok és olivinek száma és tömege vagy egyenlő egymással, vagy az augitoké nagyobb az olivinekénél.

Előttünk még csak Vitális I. vizsgálta részletesen a félsziget néhány bazaltkőzetét. Tufákat vizsgált a Baromitató-vonyóról, a Dobos-halom (ma Visszhangdomb) tetejéről, a Fábri-féle kőbányából és a Kerekhegyről (30 102—104). Ezek mindenben, még calcitosodottságban is, egyeznek az általunk megvizsgáltakkal. Az eltérés mindössze annyi, hogy a Fábri-féle kőbánya lapillijeiben enstatit kristályokat is talált.

Vitális I. a Diós durva breccsájának bazaltját részben a porphyros földpátok hiánya, részben — és főképpen — vegyi összetétele alapján limburgitnak határozta (30 78—80).

Érdekes probléma a tuffitok kötőanyagában az idegen (pontuszi) anyag nagy és a bazalt anyag jelentéktelen mennyisége. Ugyancsak érdekes a tuffitoknak, még a vulkáni kürtöktől távolesőknek is, kisebb-nagyobb mértékű calcitosodottsága. Az előbbit talán a bazaltmagnának a szokottnál nagyobb viszkózításával magyarázhatjuk. A nagyfokú calcitosodást a kürtők anyagában és azok közelében értjük, de az azoktól távolabb levő tufákban csak helyi vizsgálatokkal fejthetnénk meg.

A lapillik között találunk olyanokat, amelyekben porphyros földpátok is vannak, vagy legalábbis az elcalcitosodás előtt voltak (a Cs im á r-féle telek diatrémái és áttört kőzetük), másokban azonban, névszerint a Diós, Kiserdőtető és az explóziós tufatölcsér bombáiban ilyenek nem voltak. Le kell azonban szögeznünk, hogy a földpát-mikrolithok ezeknek is mindig lényeges alkotórészeik. Ez limburgit voltuk ellen szól. A diósit Vitális I. is főként vegyi összetétele alapján vette limburgitnak. Az egyetlen elemzést azonban csak a breccsa (véleménye szerint kis lávaár) egyetlen bombájából vagy szögkővéből készíthette, amiből természetesen nem lehet az egész, később breccsának bizonyult folt anyagának vegyi jellegét megállapítanunk. A porphyros földpátok hiánya, ami az Apáti-vulkán bazaltjára jellemzőnek látszik, úgy magyarázható, hogy a magma intratelluri szakában az ásványkiválás a földpátok kiválásáig már nem jutott el.

Meg kell ezek alapján állapítanunk, hogy a Tihanyi félsziget bazaltkőzeteit még alig ismerjük, s hogy azoknak úgy petrográfiai, mint petrochimiai szempontból való megvizsgálása, valamint perogenetikai és vulkánológiai értelmezése és értékelése még a jövőben elvégzendő feladat.

A tihanyi vulkáni képződményeket szerkezetük alapján egy fejlődési fokozatba lehet foglalni. Legegyszerűbb szerkezetűek a Gödrös üres robbanásos csatornái. Ezek után következik a Gödrös három diatrémája. Mind a három egyszerű albtípusú.

A Gödrös kis explóziós tufatölcsére, illetve tufatölcserei már primitív sztrátovulkánok.

A réteges vulkánoknak még fejlettebb fokát képviselik az 1000—1100 m legnagyobb méretű Nyársas- és az 1600 m legnagyobb méretű Óvár-vulkán. Mindenik típusos kis robbanásos sztrátovulkán. Ugyanilyen, de nagyobb méretű lehetett az a föltételezhető vulkán, amelynek kőzetük és periklinális rétegződésük alapján a Jegenye és a Kiserdőtető, kőzetanyaguk alapján a Diós és föltételezően az Apátihegy, Búdöstóoldal és a Nagynyereg is részei voltak. A Jegenye tufa- és breccsarétegeinek KÉK. és a kiserdőtetőieknek KDK. uralkodó dőlése — föltéve, hogy valóban egy központból származtak — a kitérés központot a Diós és Apátihegy közötti területre utalják. Itt volna a munkahipotézisül felvett *Apáti-vulkán* kitérés pontja. Ezt a legalábbis 3 km átmérőjű vulkánt részben a tektonikus, részben a külső erők nagyon széttagolták és lepusztították. A pleisztocéni mozgások északnyugati egyharmadát ennek is levetették, fennmaradt részét az erózió és a pliocénvégi-pleisztocéneleji pusztai defláció tagolta szét és tarolta le annál könnyebben, mert felépítményét a Kiserdőtető és a Nagynyereg kivételével, amelyek ma is a legmagasabb részei, nem védték forrásképződmények. A Külső-tó területén a lepusztulás a fekvőt alkotó laza pontuszi üledékeket is elérte és a defláció ezt a részt tómedencévé alakította (4 217).

A Csúcshegy hovatarozandóságát jelenlegi csaknem teljes feltáratlansága miatt nem lehet eldönteni. Annyi mégis bizonyosnak mondható, hogy erupzívus része szintén törmelék-kőzetekből épült sztrátovulkán-darab.

A Hosszúhegynek, a Gurbicsának és az Alsó-Szarkádnak gyöngé (5°, 20°, 22°) lejtéssel a félsziget belseje felé dőlő, kis felszíni kiterjedésű tufarétegei valószínűleg egy vagy több olyan erupciós központból származtak, amelyek már nem esnek a félsziget területére, hanem attól D-re, a Balaton levetett területén lehetnek.

Az Alsó-Szarkád és a Kopaszhegy közötti területéről nem ismerek vulkáni kőzetet. Viszont a félszigetnek ezen a területén volt később legélénkebb a forrástevékenység, amelynek lerakódásai megvédték a pontuszi rétegeket a lepusztulástól.

Az a probléma, hogy *vannak-e a Tihanyi félszigeten kráterek*, már régi keletű. B e u d a n t erre vonatkozólag így ír. „A falu alatt, a hegység tetején egy kis tó van, amit mindenütt bazalttufa dombok vesznek körül. Kráternek mondták, mert akik a bazaltot szeretik tűzi eredetűnek vélni, minden kis mélyedésben krátert látnak. Ebben az esetben sem látszik valószínűnek, mert a tó sekély, a környező dombok igen alacsonyok és igen elváltozott tufák között van, melyek határozottan rétegzettek, mészcementesek, amelyek nem közvetlen produktumai egy vulkáni kitérésnek“ (1 501).

Z e p h a r o v i c h sem hisz a Kis Balaton (Belső-tó) krátertő voltában. „A Kis-Balaton — írja — némelyek kráternek nézik, de fenekének első pillanatra felismerhető üledékes volta ezt megcáfolja“ (33 342).

H o f m a n n másként vélekedik. „A nyílt kráterrel hátramaradt tuffakupok közül — írja — legszebb a tihanyi kis hegysziget és a tuffa-domb Sittkétől délre“ (10 442). Majd: „Tihanyon pedig a vulkánhasonlatosság szembeötlően nyilatkozik minden elfogulatlan figyelőre nézve, miután a



tuffa ott gyönyörű gyűrűt alkot, nagyjában központilag befelé irányzott rétegdűlést mutat s két mély, körszerű völgykallant zár körül, melynek egyike most is még kis tavat képez időnként, másika pedig mesterségesen csapoltatott le" (10 447). Ezekből nyilvánvaló, hogy Hofmann a két tavat krátertónak minősítette.

Az újabb kutatók közül Vitális I. nem hiszi, hogy a félszigeten kráterek volnának, sőt még a helyük kimutatását sem tartja lehetségesnek. „A hajdani vulkáni kráterek helyének megjelölésére, véleményem szerint, nincs már elég támpont a Tihanyi félsziget szóbanforgó — t. i. a Hofmannól és Lóczytól említett — helyein" (30 45).

Id. Lóczy L. a Tihanyi félszigeten általában csak erupciós kürtökről beszél, csupán a Nyársas-vulkánról mondja, hogy: „A Kolostor és a Nyársashegy közötti amfiteátrális partfalban a félkörben behajló meredek hegylejtők egy nyílt kráternek képét mutatják" (15 329). A két tömedencét azonban nem tartja kráternek, „A sok kisebb-nagyobb bazalttuffakürtő — írja — északnyugat-délkeleti és északkelet-délnyugati irányok szerint sorakozva, körülvette a Külső- és Belső-tó medencéjét és ezeket lefolyástalanná tette" (15 420).

Vizsgálataink alapján, úgy vélem a kráter-kérdést immár megoldottnak tekinthetjük. *Ép vulkáni kráter a félszigeten ma már nincs, de három jól kimutatható van.* Legépebb és legnagyobb az Óvár-vulkáné, amelynek csak keleti kisebb fele hiányzik. A másik a már Lóczytól is annak minősített Nyársas-vulkáné, amelynek azonban több, mint a fele vetődött le a balatoni medence pleisztocéni betörésekor. A harmadik a gödrösi kis explóziós kráter, amelynek felépítménye azonban letaroltatott.

A föltételes Apáti-vulkán rekonstrukciója olyan hiányos, hogy vele kapcsolatban kráterről beszélni alig lehet.

A Belső-tó feneke pontuszi üledék. Délről és nyugatról nem is vulkánitok szegélyezik, a keleti és északi határát alkotó erupzívus tömegekről pedig kimutattuk, hogy más három erupciós központ termékei. Kráterről tehát a Belső-tóval kapcsolatban nem lehet szó.

Érdekes megfigyelni azt is, hogy *a tihanyi vulkánok milyen magas pontuszi talapzaton ülnek?*

A Nyársas-vulkán pontuszi padmalyának felszíne a Szérűskertek északi szélén 144 m, azok keleti oldalán 150 m, a Kolostoralján szintén 150 m. Az Óvár-vulkáné a víztartály alatt 160 m, a Gödrösoldal árkában 145 m, a Berátlakásoknál szintén 145 m. A Diós északi lejtőjén 150 m, a Gurbicsa-oldal ÉNy részén 150 m, az Alsó-Szarkádon 140 m (Lóczy) magasságig emelkedik a pontuszi talapzat felszíne. Ezek az adatok, a Papp F. térképéről leolvashatókkal együtt azt mutatják, hogy *a pontuszi üledékek felszíne a félsziget szélén általában a 150 m absolutus, 50 m relatívus magasság körül van.*

A félsziget belsejében már változik a pontuszi üledék felszínmagassága. Tihany községben 160—170 m, az Óvár déli részén 200 m, a temetőtől délre 150 m, a Kiserdőtető déli oldalán 200 m, a nyugatin 190 m. Onnan a Külső-tó északi partjáig fokozatosan 114 m-re ereszkedik le, és



a vízlevezető csatornában ismeretlen mélységű. A Külső-tó nyugati szélén 120 m-es izohipszán fut. A Büdöstóhegy és a Csúcshegy déli alján nagyjában a 125 m-es szintet tartja. A Hosszúhegy 183 m-es tetőrészének tufafoltja kb. 170 m-es magasságú pontuszin ül.

Ezekből az adatokból kitűnik, hogy a Nyársas- és Óvár-vulkánok egészbenvéve egy 150 m abs. magasságú pontuszi talapzaton ülnek. A hipotetikus Apáti-vulkán központi része körül a kiszórt törmelék pontuszi talapzata a Külső-tó medencéjétől északra és nyugatra 120 m, és ilyen magasságot (125 m) tart a Büdöstóoldal és a Csúcshegy déli alján is, de a Kiserdőtétőn 190—200 m-re emelkedik. Ezekből arra kell következtetnünk, hogy a pontuszi tó fenekén itt a kitörések előtt és idején mélyedés volt, amelynek legmélyebb pontja a Külső-tó medencéjének ÉNy. sarkában lehetett. Ide lejtettek a Jegenye, Diós, Apátihegy, Csúcshegy mai külső széle felől a lejtők, 500—800 m-en átlag 30 m-el, tehát elég meredeken és a Kiserdőtétő felől 1300 m-en 70—80 m-rel, vagyis körülbelül ugyanolyan lejtőszöggel.

A Kiserdőtétőn a pontuszi üledékek legmagasabb szintje 40—50 m-rel van magasabban (190—200 m) a talapzat átlagos (150 m) magasságánál. *Valószínű, hogy itt a tófenéknek egy 40—50 m-es kiemelkedése volt.* Törésre és a nyugali rész levetődésére nem gondolhatunk, mert — amint láttuk — a tó szélén a talapzat magassága mindenütt ugyanaz.

### A tihanyi vulkánok működési módja.

A vulkánok működési módja építőanyaguk minőségéből és építményük szerkezetéből olvasható ki. Amint láttuk, a tihanyi vulkánok ezek alapján típusos robbanásos vulkánok. Csak törmeléket szórtak, lávát nem bocsátottak, tehát anyaguk szerint klazmatikusak.

A robbanások száma és ereje egyenként más és más volt. A gödrösi üregeket egy-egy kisebb, a felső (Csímárféle telki) diatrémákat szintén egy-egy, de már nagyobb erejű, az alsót (Kiss-féle bánya) valószínűleg két ugyanilyen robbanás hozta létre. Már több, nagyjából egyenlő erejű robbanás eredménye a Gödrös kis explóziós tufakrátère. A robbanások ereje a diatrémákénál nagyobb volt, mert közetanyagának vannak durvább lapilli és szöggő alkotórészei is.

*Ezek a kis vulkánok még monogének voltak.*

A Nyársas-vulkán már poligén, mert tufa, illetve tuffitrétegei közé vulkáni anyag nélküli néhány méter vastagságot is elérő pontuszi üledékek települnek, ami a kitörések megszakadását bizonyítja. Robbanásai nem lehettek nagyerejűek, mert a kiszórt anyag túlnyomórészt aprószemű. Ez hamu-, homok-, murvatufává, alárendeltebben lapilli- és breccsatufává keményedett. Legnagyobb szöggővei is csak dió nagyságúak.

A Nyársas-vulkán működési körülményei szempontjából, amint ezt pontuszi-agyagos tuffitjai és rétegei közé települt kövületes üledékek bizonyítják, *vízalatt működő (submarinus) vulkán volt.* Hogy működése a következő szárazföldi időre is átnyult volna, arra semmiféle bizonyítékunk nincs.

Az Óvár-vulkán működése a Nyársas-vulkánéhoz nagyon hasonló volt. A víztartály alatti levágás tanúsága szerint ennek is voltak működési szünetei, vagyis ez is *poligén vulkán*. Robbanásai legalábbis abban a periódusban, amelyben a Barátlakások sziklafalának 1—2 m vastag, dűrvaszemű breccsa anyagát kiszórta, nagyerejűek voltak. Itt, amint láttuk, kishordónyi permi homokkő szögkövek és 30—40 cm hosszú pontuszi homokosanyag és márga lencsék is találhatóak.

Ugyancsak az említett útmenti levágás tanúsága szerint az Óvár-vulkán is víz alatt működött. A levágás legfelső kb. 1 m vastag, váltakozva murvatufa és lemezes-mész rétegekből álló része, továbbá a Visszhangdom bazalttufáinak hidrokvarcitközbetelepülései azt mutatják, hogy az Óvár-vulkán működése átnyult a szárazföldi periódusba is.

A föltételes Apáti-vulkánra, mint egyébként szintén típusos robbanásos, klazmatikus sztrátovulkánra, a nagyobb arányokhoz illő nagyobb robbanások ismétlődése jellemző. Nemcsak a legközelebbi Bűdöstóoldalon, de még a távoli községi bányában is találunk 40 cm átmérőjű permi homokkő és 0.5 m-es pontuszi agyag darabokat is.

Másik jellegzetessége ennek a vulkánnak a Diós déli oldalán található, csaknem tisztán bazalt lávadarabokból: lapillikból, szögkövekből és bombákból álló breccsa. Olvadt felületű, salakos, fejnagyságot is elérő darabjai összesültek. Az egész félszigeten ez a breccsa áll a legnagyobb bazaltdarabokból. Ez nemcsak hatalmas robbanásokra vall, hanem azt is elárulja, hogy a vulkánosság az egész félszigeten itt állt legközelebb ahhoz, hogy lávaárat hozzon létre.

A hídmelletti levágások tanúsága szerint ez a vulkán is submarinus volt. Ezt mutatják tufáinak csekély dölései is. Hogy azonban ennek is volt subaerilis működési szakasza, illetve voltak ilyen szakaszai is, azt a reá jellemző összesült lapillibreccsák (Schweisssschlacke) mutatják.

A Tihanyi félsziget kisméretű, tisztán robbanásos, klazmatikus vulkánjait a balatonfelvidékihez képest kisméretű vulkánosság hozta létre. Mintha ennek széli fáciensei gyanánt a magmatartónak csak kisebb széli kiágazásain, csatornáin jutott volna ide a magma. Ez gázfázisban gazdag volt. A nagymennyiségű gáz bizonyos, nem nagy mélységben, robbanással kiválva, a láva egy részét és az áttört kőzetek darabjait kirobbantotta. Hogy a robbanások nem nagyobb mélységben történtek, azt a kiszórt kristályospalának csekély s a pontuszi homok nagy mennyisége mutatja. Az alkatváltott kőzeteket Siófoknál 100 m, Balatonföldváron 300 m mélységben ütötte meg a fúró. Valószínűleg itt sem lesznek mélyebben ennél. A gázrobbanások helyét tehát 100—300 m mélységbe tehetjük.

### A tihanyi vulkánok kora.

A Tihanyi félszigetet felépítő kőzetek sztratigráfiai sorrendjét már Beudant is helyesen állapította meg: alul „júramész“, ezen bazalttufa, ezen fehér kovakőzet (I 500 és VII tábla 7 ábra. Beudant a *Congería* kagylókat júrakori osztrigáknak vélte). Szerinte tehát a bazalt a congeriás rétegeknél fiatalabb, a kovasavas forrásképződményeknél idősebb.

Z e p h a r o v i c h ugyanezt a sorrendet állapítja meg. Mivel szerinte az Apátság és a Nyársashegy közötti hegyoldal tövén általa talált, a congeria-rétegekre jellemző kövületeket tartalmazó mészkő csak a bazalttufák feletti édesvízi mészkő alsó tagja lehet, a bazalterupciók a congeria-rétegek lerakódásával egy időben történtek (33).

S t a c h e a tihanyi bazaltok koráról külön nem beszél, de megállapítja, hogy a tihanyi és boglári bazalttufák és konglomerátok szoros összefüggésben vannak a bazaltokkal (t. i. a Balatonfelvidék bazaltjaival 25 146). A tufák nagyobb része és az őket áttörő fiatalabb bazaltok szerinte fiatalabbaknak veendőek, mint a congeria- és a *Paludina Sattleri*-is (*Viviparus sadleri*-s) rétegek (25 168). S t a c h e szerint tehát a balatoni fiatalabb bazalttufák, amelyek közé a tihanyiakat is számította, pontusziánál fiatalabbak.

J u d d a félsziget bazalttufáinak koráról így ír: „... a tihanyi bazalttufák korát illetőleg a legfélreérthetlenebb bizonyítékunk van azokban a kövületekben, amelyeket magukban foglalnak. Ezek döntően bizonyítják, hogy azok a vulkáni kitörések, amelyek őket létrehozták, a congeria-rétegek lerakódása alatt mentek végbe“ (128).

H o f m a n n K á r o l y nak az Apátsági templom közelében levő, csillámos congeria-homok fekvetekkel váltakozó lapilli- és hamupadokra vonatkozó megfigyeléséről már szólottunk. Más helyen a Balatonfelvidék tufáira általában megállapítja, hogy: „... a tufák víz alatt, a congeria-tengerben, képződtek“ (10 468). De a lávákról is az a véleménye, hogy: „A kövületet tartalmazó congeria-rétegek fölött... vulkánrendszerünk vulkáni kúphegyeinek hátramaradott romjai terülnek el, mint a vidék congeria emelete legmagasabb szintjéhez tartozó vulkáni képződések“ (10 422).

Kétségtelen ezekből, hogy H o f f m a n a bazalterupciókat felső pontuszi koruaknak minősítette.

B ö c k h J á n o s szerint a Déli-Bakony congeria-rétegeiben nincs bazaltanyag, tehát: „... a déli Bakony bazaltja fiatalabb, mint a congeria emelet agyag és homokrétegeinek főzöme“ (2 105). Továbbá: „Tihanyban a tufa szoros kapcsolatban áll a mélyebben fekvő congeria rétegekkel, mert p. o. a templomtól délre látható, hogy a tuffa legmélyebb részeiben még a congeria-homokkal váltakozik, mint ezt Dr. H o f m a n n K á r o l y barátom már évek előtt észlelte volt“ (2 106). B ö c k h J á n o s szerint tehát a tihanyi erupciók a congeria-, vagyis pontuszi kor végére estek.

H a l a v á t s abból a bazalttufával váltakozó homokos agyagból, amelyet id. L ó c z y L. 1893-ban a Nyársashegy és a Szerűskertek közötti nyeregről gyűjtött a balatonicás, vagyis az ő középső pontuszi emeletének kövületeit határozta meg (7 9). Ebből nyilvánvaló, hogy H a l a v á t s pontuszi sztratigráfiája szerint a tihanyi bazalttufák középpontusziak. A balatonvidéki bazaltok kitörését H a l a v á t s általában középső és felső (*C. rhomboideus* és *Unio Wetzleri*-s) emelete határára helyezi (7 72).

I d. L ó c z y L. szerint a dunántúli bazalterupciók a legfelső pontusziiban kezdődtek, az egész levantein át tartottak és az alsó pleisztocén-



ben végződtek (15 414). Ebből következik az is, hogy legnagyobb részük szárazföldön ment végbe. A tihanyi, boglári és fonyódi hegyeknek: „Mind a háromnak a vulkáni működés elhaló ereje adott létet” a harmadkor végén, írja Lóczy L. más helyen (14 130). Szerinte már Tihanyon is szárazföldön működtek a tüzhányók (15 414). „... az erupció korában már szárazzá vált egyenellen, hepuhupás felszínen” (15 336), amely a pontuszi beltő eltünése óta a Balatonvidéken általános 290—270 m-es felszínről már 140—150 m-re taroltatott le (15 409—410, 422). Nem érthető azonban, hogy akkor az ugyanazon térszínen, 150 m-es pontuszi talapzaton levő Nyársas-vulkán hogyan működhetett mégis víz alatt? (15 414).

Vitális I. a tihanyi erupciók idejét a szarkádi szakadás bazaltufáinak a C. balatonicás szintbe tartozó kövületei alapján a felső pontuszi alsó részébe teszi. A Balatonfelvidék bazaltjain végzett vizsgálatai alapján kimondja, hogy: „a bazalterupció ideje a *Congeria balatonica* és *triangularis* tömeges fellépésével jellemzett szint főzömének és az *Unio wetzleri*-s (a felső pontuszi felső része) rétegek lerakódásának az időszaka közé esik” (30 152).

Eddigi lapasztalatainkból, úgy hiszem, tisztázhatjuk végre a tihanyi vulkánok korát. Vitális I.-nak a szarkádi omlás tufájának korára vonatkozó megállapítását helyesnek kell elfogadnunk. Megerősítik azt és a Nyársas-vulkánra is érvényesnek minősítik az id. Lóczy L. és Vitális I.-tól az Apátság és a Nyárshegy közötti nyergen talált kövületes bazaltufás homok, az id. Lóczy L.-tól a Nyárshegy keleti lejtőjén talált bazaltufarétegekkel váltakozó kövületes homok és az általunk ugyancsak a Nyársashegy keleti oldalán, a gyalogúti nagy feltárásban bazaltufarétegek között talált pontuszi kövületek.

A talált faunák valamennyien az u. n. C. balatonicá-s-triangularis-os, vagyis a pontuszi üledékek legfelső szintjére jellemzők, (A C. rhomboidea-szintről Vitális I. és Strausz L. bebizonyították, hogy egy a balatonicás-triangularisossal). A félsziget bazaltufái és breccsái alatt azonban már ennek a szintnek is tetemes, pl. a Gödrösoldal árkában mintegy 33 m vastag, rétegsora ül.

Az Óvár víztartály-alatti szelvényéből láttuk, hogy az Óvár-vulkán működése minden valószínűség szerint átnyult a félsziget szárazföldi, a rhinoceros-lelet alapján levanteinek vehető korszakába is.

Mindezekből megállapítható, hogy Tihanyon a bazalterupciók a pontuszi idő legvégén mentek végbe és részben még a levanteibe is átnyultak.

Hogy a tihanyi vulkánok a pontusziban víz alatt működtek, azt a Nyársas-vulkán, Óvár-vulkán, a szarkádi omlás és a Diós DNy. alja bazaltufáinak pontuszi üledékekkel való váltakozása és kevertsége kétségtelenül bizonyítja.

A kitörések sorrendje a félszigeten a következő volt. A poligén sztratóvulkánok, u. m. a Nyársas-vulkán, Óvár-vulkán, a föltételes Apáti-vulkán és a többi sztratóvulkán-darabokat (Csúcshegy, Gurbicsa, Szarkád, Hosszúhegy) létrehozó vulkán vagy vulkánok egy időben működtek, mert egymást nem fedik, sem egymáson át nem törtek.



A Gödrös explóziós tufatölcsére, diatrémái és explóziós csatornái átörték az Óvár-vulkán nyugati szélét, tehát annál fiatalabbak.

Ezzel az időbeli sorrenddel párhuzamos a vulkánosság dinamizmusának a csökkenése. A poligén sztrátovulkánok ennek a dinamizmusnak a legnagyobb fokát, a Gödrös explóziós üregei a leggyöngébb, és minden bizonnyal az utolsó megnyilatkozását képviselik.

Id. L ó c z y L. annak a ténynek az alapján, hogy a pontuszi üledéken nyugvó balatonvidéki bazaltvulkánok vízszintes településű padmalya különböző tengerszin fölötti magasságban van (pl. a Szentgyörgy 270—290 m, a Gulácsi-hegy 230—270 m, a Tátikáé 250 m, a Tótihegy 240 m) arra következtetett, hogy a bazaltvulkánok a már szárazra került, és fokozatosan letarolt felszínen működtek. Ebből az is következik, hogy minél magasabb padmalyon ül a vulkán, annál idősebb (15 410). A balatonmelletti és a Marcal-Cinca depresszióban 140—150 m t. sz. f. magasságban, tehát legalacsonyabban ülő tufaerupciók „a túladunai vulkánosság utolsó elhaló fázisait képviselik” (15 422).

L ó c z y nyomán ezt a felfogást vallja a területnek minden későbbi kutatója is.

Valószínű, hogy általában helytálló is ez a megállapítás, a Tihanyi félsziget tűzhányóira azonban nem alkalmazható. Ezek, a bennük talált kövületek tanúsága szerint a tőkorszak legutolsó szakában, a balatonics-triangularisos rétegek leülepedésének végén, víz alatt működtek. A magasabban ülő balatonfelvidéki bazaltvulkánok közül pl. a Szentgyörgy-hegy vulkáni tömege alatt ugyancsak kövületes balatonics pontuszi üledék is van (30 24). A hegy tufájából nem ismeretes egykorú vízi üledék, amiből valószínű, hogy az már szárazföldön rakódott le. *Ha a tihanyi vulkánok még a balatonics tengerben vagy abban is, a Szentgyörgy és a többiek már csak szárazföldön és a balatonics rétegek fölött is működtek, akkor a tihanyiaknak ezeknél idősebbeknek kell lenniök.*

Gondolni lehetne talán arra, hogy a tihanyi vulkánok a területnek egy kis részén még megmaradt pontuszi törészletben működtek (i d. L ó c z y L, C h o l n o k y, F e r e n c z i). Ez ellen szól azonban egyrészt az, hogy a tihanyi pontuszi üledékek semmiben sem különböznek a bazaltos terület más részének egykorú üledékeitől, másrészt kövületeik is nemcsak faj szerint ugyanazok, hanem a degenerálódásnak sincs még rajtuk semmi nyoma.

Kérdés mármost, hogy a félsziget vulkánjai miért ülnek viszonylag olyan alacsonyan? Az egyik ok az lehetne, hogy a pontuszi tónak mélyebb fenékrészén működtek. Ha meggondoljuk, hogy Tihany pl. a Szentgyörgytől 33 km. távolságra van, és a két hely pontuszi padmalya közötti szintkülönbség 120—130 m, amiből 1 km-re legfeljebb 4 m esés jut, partközélről lévén szó, nem tarthatjuk ezt sem lehetetlennek. Annál is inkább, mert a pontuszi a Kiserdőtetőn a 200 m-es szintet is eléri.

A jelentékeny szintkülönbség másik, és valószínűbb oka az lehet, hogy a félsziget a Balaton medencéjének pleisztocéni betörésekor epirogenetikusan került alacsonyabb szintre.

A Kisalföld bazaltvulkánjai többé-kevésbé letarolt felszínen működ-

tek. Közülök a sittkei, kemenesmagasi és keszői kis tufavulkánok ülnek a legmélyebben, tehát valószínűleg ezek működtek utoljára. Kis méretük és anyaguk alapján is lehetnek az ottani elhaló vulkánosság utolsó megnyilatkozásai. A tihanyi első kitörések azonban nem ilyen kis méretűek, korra sem az utolsók. Hogy paroxizmusuk a lávaömlésig nem fokozódott, azzal magyarázható, hogy a fonyódival és a boglárival együtt a balatonvidéki vulkánosság középpontjától távol, ennek a vulkáni területnek a legszélő, a vulkánosság csökkent dinamikájú széli fáciéseként működtek.

Nem lesz érdektelen a tihanyi vulkánok korát és erupciójuk körülményeit a balatonvidéki, a kisalföldi, a nyugatmagyarországi és a kelet-stájeri bazaltvulkánokéval röviden összehasonlítani.

Mindjárt leszögehetjük, hogy mindezen területek bazaltvulkánjai közül csak a tihanyiak azok, amelyeknek tufáiban (szarkádi omlás), bazalttufás és bazalttufa rétegei közé települt mészköveiben (Akaszlódomb és Nyársashegy közötti nyereg) és agyagjában (nyársashegyi lelőhelyünk) eddig kövületek találtak. Már ebből is valószínű, hogy a többi vulkán mind szárazföldön működött.

A Balatonvidék bazaltvulkánjai közül a Kabhegy, a Bondoró, a Szentgyörgy, a zsidó Nagy Lázhegy, a sümegi Sarvaly, a Fonyódhegy és a boglári Sándorhegy kövületes pontuszi rétegekkel vannak összefüggésben. — Ezekre vonatkozólag legyen szabad a V i t á l i s I. megfigyeléseire utalnom (30). Adataiból kitűnik, hogy a Kabhegy és a Szentgyörgy kitörése a balatonicás szint idejére esik. A Nagy Lázhegy erupciója a balatonicás szint főzömének lerakódása után, de az *Unio wetzleri*-s rétegek leülepedése előtt történt. A Sarvaly erupciója a balatonicás szint egy részénél fiatalabb. A Fonyódhegy bazaltja legfelső pontuszi, a boglári Kopaszhegyé a felső pontuszi egy részénél fiatalabb, valószínűleg szintén legfelső pontuszi.

Mindezekből helyesen állapította meg V i t á l i s I, hogy a Balatonfelvidéken „... a bazalterupciók ideje a *Congeria balatonica* és *triangularis* tömeges fellépésével jellemzett szint főzömének és az *Unio wetzleri*-s rétegek lerakódásának az időszaka közé esik” (30 152).

Pontuszi korúnak mondják a balatoni vulkánosságot Z e p h a r o v i c h, J u d d, H o f f m a n n és B ö c k J á n o s i s. H a l a v á t s szerint az erupciók a *Congeria rhomboidea* szint édesvízi fáciésének lerakódása előtt vagy után mentek végbe, vagyis szintén a legfelső pontusziiban.

L ö r e n t h e y a zsidó Nagy Lázhegy bazaltkavicsának és a Fonyódhegy bazaltdarabjainak téves szintezése, de legfőképpen az erdélyi, oltáttörési bazaltok analógiájára a balatonvidéki bazalterupciókat is levanteieknek vette.

I d. L ó c z y L. tihanyi tapasztalatai alapján megállapítja, hogy a pontuszi legvégén is volt ugyan bazaltkitörés, „... nagyobbbrészt azonban mégis az egész magyar medencét kitöltő pannóniai nagy tónak eltűnése után a túladunai ősi szárazföldön ment végbe” (15 424). L ó c z y úgy vélte, hogy a Kabhegy és a Tálódi-erdő bazaltja a nagyvázsonyi (felső pontuszi és levantei) édesvízi mészre telepszik, továbbá, hogy a sittkei tufavulkán anyagához már a rábajobbsparti felsőpliocén-alsópleisztocéni kavics is keve-

redett, és főleg ezek alapján mondotta, hogy a bazalterupciókat a legfelsőbb pontuszi kor édesvízi mészkőtelepeivel kezdődőknek tartja, és az erupciós időszak további folyását subaérilis jelleggel a pleisztocén idő kezdetéig terjedőnek hiszi (15 414).

A Kisalföld pontuszi képződményeinek újabb kutatói, Ferenczi István, Sümeghy József, Szádeczky-Kardoss Elemér egyetértenek abban, hogy a felsőpontuszi alemelet *Congeria ungula caprae*-s szintjével ott a tavi üledékek sora lezárult. Utána mocsaras, fluviális szárazföldi periódus vette kezdetét. Ennek lerakódásait az *Unio wetzleri* kagyló jelenléte jellemzi. A wetzleris üledékeket Ferenczi már levanteieknek (6 4), Szádeczky-Kardoss részben felső pontusziaknak, részben levanteieknek (dáciai) veszi (29 143).

Ferenczi szerint a Kisalföldön a bazaltvulkánok az alsó és középső levanteiben erodált pontuszi felszínen ülnek, és egyeseket felső levantei kavics takar. A bazaltok erupciója tehát az alsó és középső levantei eróziós periódusra esik. A nagyobbak, amint arra már id. Lóczy L. is rámutatott, előbb, a kisebbek később törtek föl. A Nagy Somlyó még 270 m magas pontuszi padmalyon ül, a sittkei kis tufavulkán már 160 m-esen. A sittkei tufában levő kavicsok felragadottak és nem a felső levantei-alsópleisztocéni kavicsstakaróval egyidősek, amely takaró egyébként ezeket a tufákat is fedi (6 19—20).

Lényegében ugyanerre a következtetésre jut Szádeczky-Kardoss is azzal a különbséggel, hogy ő az erupciók kezdetét a felső pontuszi helyezi. Ezt illetőleg Vitális I.-nak a balatonvidéki bazaltokra vonatkozó megállapításaira és arra hivatkozik, hogy a Rába és a Marcal közötti bazaltokról is bebizonyosodott, hogy kb. a balatonicás szint rétegein ülnek. A Nagy és Kis Somlyón és a Ság tetején a régi magas, középpliocéni (középső levantei), vagy alsó, fiatal-pliocéni (a felső levantei felső része) rábakavics maradványai találhatóak. „ABalatonvidék és a keleti Kisalföld bazaltjai ezek szerint felsőpontusziaknak és legfeljebb középpliocéniaknak bizonyulnak“ (29 143).

A Szádeczky-Kardoss vizsgálatait tehát a kisalföldi bazaltok korát a balatonvidékiekkel megegyezőnek állapítják meg.

Láttuk, hogy Ferenczi a kisalföldi bazalterupciók kezdetét nem a felső pontuszi, hanem az alsó levanteibe, az *Unio wetzleri*-s rétegek lerakódásának idejére teszi. Ő a wetzleris, Lórenthey-től és Halaváts-tól a Balaton vidéken legfelső pontuszinak minősített rétegeket alsó levanteieknek veszi, mert: 1. ezekkel a Kisalföldön a szárazföldi periódus kezdődött, 2. mert azokban Sümeghy a Zala folyó és Vasvár-Körmend között alsólevantei kövületeket talált. (6 21—22, 26). Ugyancsak Ferenczi megállapítja, hogy: „... a Kismagyaralföldön a *Congeria ungula caprae*-s szint a pontikum legmagasabb szintje, míg a Bakonytól délre még a magasabb szintet jelző *Congeria rhomboidea* szint is megvan, ami miatt úgy látszik, hogy a felettük megjelenő *Unio wetzleri*-s denudációs ciklus a Nagymagyaralföld medencéje felé későbbben következett be, mint a Kismagyaralföldön“ (6 5). Ez azt jelenti, hogy amikor a Kisalföldön az *Unio*



wetzleri-s folyami rétegek lerakódása folyt, a Balatontól délre még a legfelső pontuszi rhomboideás-balatonicás tavi üledék képződött. Nem változtat ezen az sem, hogy S ü m e g h y az *Unio wetzleri*-s rétegekben alsólevantei kövületeket — bár felsőpontusziakkal keverve — talált. Természetes, hogy a hamarabb szárazra került területen a folyami faunák is előbb jelentkeztek. Ez azonban *nem korbeli, csak fáciesbéli különbséget jelent.*

Helytálló tehát az eddigi megállapítás, hogy a *Kisalföld bazaltvulkánjai is a legfelső pontusziiban és az alsó levanteiben (középliocénben) működtek.*

Meg kell jegyeznünk, hogy a kisalföldi bazaltkitörések idejének felső határa, a bazaltvulkánokon található „régii rábakavics” korának pontosabb ismerete hiányában eddig ismeretlen.

A történelmi *Nyugatmagyarország bazaltjai*, a Lánzsér (Landsee) melletti Pálhegy (Pauliberg)-en levő és a Felsőpulya (Ober-Pullendorf) melletti kivételével, amelyek a Wechsel kristályospalájának nyugati szélére települtek, pontuszi padmalyon ünek. A tufákra általában jellemző, hogy több-kevesebb kavics mindenikben van, és pedig nyugat felé fokozatosan több. A németújvári Várhegy tufájában még csak elszórtan akad, a hárs-patakiakban, vasdobraiakban és felsőlendvaiakban már kavicsrétegek, illetve kavics rögök is vannak. Különösen ez utóbbi előfordulásokról kétségtelen, hogy nem felragadottak, hanem a tufákkal egykorú betelepülések. Sajnos, kövületet eddig nem találtak bennük s így koruk — paleontológiai alapon — ezeknek sem dönthető el.

Annyi bizonyos, hogy a nyugatmagyarországi bazaltok a pontuszi rétegeken áttörtek, tehát legalábbis azok nagy részénél fiatalabbak. A tufákba települt kavics *W i n k l e r-H e r m a d e n* szerint az u. n. *silberbergi-kavics*, amely szerinte felső pontuszi. Ez tehát *meghatározza a bazaltok felső pontuszi korát (32 42—44).*

A *Gráci-medence* többi bazaltja is áttörte nemcsak a szarmatát, hanem a pontuszi legnagyobb részét is (31 18).

A *stájeri bazaltok* kitöréseinek alsó határa *W i n k l e r-H e r m a d e n* szerint a legelső pontuszi. Felső határát az szabja meg, hogy a bazaltokon még a 400 m-en levő, valószínűleg középliocéni terrázkavics is rajta ül. „A kitörések kora a pontuszi legvége és a levantei (középliocén) kezdete közé korlátozódik”, állapítja meg *W i n k l e r-H e r m a d e n* (31 18—19).

Mindezeket egybevetve mi is megállapíthatjuk, hogy a *bazalterupciók úgy a Balatonfelvidéken és a Balaton körül, mint a Kisalföldön, Nyugatmagyarországon és a Stájer-medencében a pontuszi legvégén és a középliocénben (alsó, legfeljebb közép levanteiben) mentek végbe.*

A tihanyi bazaltvulkánoknak a fenti kormeghatározás szempontjából tehát az ad nagy jelentőséget, hogy egyedül ezeknek a tufáiban találtak velük egykorú kövületek.

### A tihanyi vulkánok és tértektonikájuk közötti összefüggés.

A dunántúli és a stájeri bazaltvulkánosság ideje összeesik a Stille rhodániai gyűrődési fázisával. A bazaltvulkánosságot minden bizonnyal ezekkel a gyűrődésekkel járó mozgások váltották ki.

Winkler-Hermeden a keletstájeri bazaltvulkánokat két íven sorakozóknak veszi. A déli a Radkersburg—Gleichenberg—Fehring—Feldbach-i, a keleti a Feldbach—Riegersburg—Fürstenfeld—Güssing (Németujvár)-i (31 7). A déli a keletstájeri Graz—Feldbach—Muraszombat-i tektonikai övvel (Verbiegungszone) esik össze.

A Stájer-medencének a miocénben megsülyedt röge a Száva-redők még mindig tartó mozgásának kísérőjelenségeként a pliocénben kezd felboltozódni. A Központi Alpok dél felé mozgó DK. röge úgy igazodik a Száva-redőkhöz, hogy kelet felé kitér. Ahol ez a mozgó rög a mozdulatlan északkelet-stájeri tömeggel érintkezik, keletkezett az előbb említett gyöngye, tektonikus öv, amelynek mentén a fiatal bazaltvulkánosság működött (31 27—29, 32 49).

A Stájer-medencét tektonikailag kelet felé az u. n. „keletstájeri küszöb” határolja. Már id. Lóczy L. rámutatott ennek fontosságára (16 3). Jugovics szerint: „Valószínűleg ebben az irányban sülyedtek le az Alpok tömegei és e sülyedési vonal mentén törtek ki a mi nyugatmagyarországi bazalt vulkánjaink: a tobalyi, németujvári, hárspataki, felsőlendvai és vasdobrai, sőt fönt Sopronmegyében a felsőpulyai is ebben az irányban fekszik” (11 58—59).

Hogy ez a vonal valóban tektonikai vonal, azt bizonyítják a Kisalföldön eszközölt újabb kutatások, fúrások is (28 87).

A kisalföldi vulkánok, a Nagy Somlyó kivételével, a Marcal bal partja mentén sorakoznak. Ezt a zónát, a Marcal—Cinca depressiót, már id. Lóczy L. is tektonikai zónának mondja (15 422). Ezt igazolták a Sterneck R, Tangl K, Kövesligethy R. és Bodola L.-nak a Ság-hegyen eszközölt gravitációs mérései is, amelyekből nem régen Erdélyi Fazekas János vont geotektonikai következtetéseket (5). Újabban Sümeghy J. fúrási adatok alapján erről is megállapítja, hogy valóban törészóna (28 87). „A pannon után, a levantei időszakban azonban úgy a nagyalföldi, mint a többi pannóniai medencét kisebb-nagyobb erősségű és újabb sülyedések érték, — állapítja meg tovább — amelyek a kisalföldi pannóniai medence É-i részében, a Csallóköz- és a Szigetközben, a marcal—nagyatádi medencében, a Zagyva—Tisza közén és az Alföld D-i részén folytak le erősebb mértékben” (28 89).

A Balatonvidék tektonikája és bazaltvulkánossága közötti összefüggés problémáját illetőleg legyen szabad itt a Vitális István ismertetésére (30 10—13) és id. Lóczy L. munkáira utalnom (15 411, 16 8).

Böckh J. (2 95—98) és Hoffmann K. (10 431—440) szerint a Balatonfelvidék bazaltvulkánjai a hegységet feldaraboló hosszanti és haránt-törések mentén törtek föl. Id. Lóczy L. szerint árkosvetődéses depressiók, amelyeknek egyike a Balaton medencéje Szigliget—Badacsony—Ti-

hany—Boglár—Fonyód között, szélén működtek. Vitális I. csapásmenti és harántos vetők mentében és közeiben keletkezett völgyelések és medencék lezökkenéseivel hozta a bazaltvulkánokat genetikai kapcsolatba (30 12—13).

Ezek, a balatonvidéki bazaltok tértékonikájára vonatkozó füllevések azonban eddig csak hipotézisek. És sajnos, a század eleje óta ezen a téren semmiféle haladás nem történt. A Magyar Középhegység a dunántúli erőteljes petróleum- és földgázkutatásból, mint meddőnek mutatkozó terület, úgyszólván teljesen kimaradt. A bazaltvulkánok területén is olyan részletes tektonikai és mikrotektonikai kutatásokra volna szükség, mint amilyeneket ifj. Lóczy L. Balatonfüred környékén, gr. Teleki Géza Litér vidékén végzett, a felszíni tektonikai vizsgálatokat kiegészítve természetesen részletes és rendszeres geofizikai mérésekkel.

A tihanyi vulkánokat id. Lóczy L. a Balaton medencéjéhez, mint nagyobb tektonikai egységhez tartozónak veszi. A Vitális I. medence-széli tűzhányói közül kimaradt, épp így a Böckh J. vonalaiból is. Sigmund (24) és Hofmann (10) a Böckh J. Ság—Nagy Somlyó—Kabhegy-i vonalát tovább vezették a Tihanyi félszigetig. Igaz, hogy a félsziget és a Kabhegy között a magyarbarnagi Sándor-hegy dolomitján ott ül a Kőhegy apró kis bazaltfolija, de a felszíni makrotektonika a hegységnek ezen a részén a Kabhegyet a Tihanyi félszigettel összekötő szerkezeti vonalat nem jelez.

Annyit bizonyosra vehetünk, hogy a Balaton északi szélén futó hatalmas tektonikai vonalnak a tihanyi vulkánossághoz köze van. Figyelemreméltó az is, hogy a Balatonfelvidék Réthly-féle földrengési térképe a félsziget hossz tengelyében ÉNy felé Balatonkisszöllősnek futó szeizmotektonikai vonalat jelöl (23 39).

ifj. Lóczy L. kimutatta, hogy a félsziget és a balatonkisszöllősi medence közé eső, a balatonszéli fő tektonikai vonalra merőleges Évetes patak völgye „nagyszabású transzverzális törés” (17 371). A Tihanyi félsziget bazaltjai ezek szerint a balatonszéli és az évetes-völgyi két tektonikai vonal keresztezési helyén törtek föl.

Ami már most magának a Tihanyi félszigetnek szerkezetét illeti, Zepharovich szerint a homok és homokkő csaknem vízszintes településű. Rétegei kissé DK-re dőlnek (33 344). A bazalttufa rétegei úgy a keleti, mint a nyugati oldalon közel párhuzamosan csapnak a partvonallal, de mindenütt befelé, a félsziget belseje felé dőlnek (33 347). Megadott dölései legfeljebb 12°-úak. Amint mondja: a dőlés általában kisméretű, és nem haladja meg a 30°-ot. Zepharovich szerint a félsziget a harmadkorszaki tenger fenekéről emelkedett ki. E közben a tufák a homokkövekhez képest eltolattak, amint ezt a tufák nagyobb mérvű kimozdulása is mutatja, s az ekkor támadt réseken törtek fel a meszet és kvarciot lerakó források.

A félsziget bazalttufáinak befelé való dőlését Hofmann is megállapítja (10 447).

id. Lóczy L. szerint a félsziget pontuzsi rétegei zavartalanul, szín-



tesen települnek (15 326), kivéve természetesen az utólag lezökkent parti részleteket. A bazalttufák dőlését gondosan megfigyelte, térképére be is jelölte. Ezekkel a mi döléseink mindazokon a helyeken, ahol állandóbb dölések mérhetőek, mint az Óváron, Jegenyén, Kiserdőtetőn, megegyeznek. A tufák döléseit Lóczy eredeti településnek, és nem utólagos tektonikai elmozdulás eredményének vette. Szelvényei közül is csak egyen látunk vetődést. az Óvár és az országút között (15 167 á).

Ifj. Lóczy L. szerint a félsziget keleti partjain a pannoniai-pontusi rétegek teljesen vízszintes települése csak látszólagos. Ott ő általában csekély, 0°5'—1°-os ÉNy dölést mért (18 125).

Én a Gödrösoldal árkának alsó végén, a 70 cm vastag *Congeria ungula caprae*-s rétegein 9°—10' NyÉNy. dölést mértem. A Gödrösoldal rétegeit, különösen az alsókat S ü m e g h y sem rajzolja szinteseknek (27 52, o. 3. ábra), hanem csekély fokkal különböző (K, Ny.) irányokban dőlőknek. Ha talán az általam mért viszonylag nagyobb fokú fenti dőlés utólagos helyi elmozdulásnak volna is az eredménye, föltehető, hogy a félsziget pontuszi rétegei valóban nem egészen szintes településűek.

Ifj. Lóczy L. a Nyársashegy déli szomszédságában egy vertikális törést vél valószínűnek, nem közvetlen megfigyelés, hanem annak a tapasztalatának az alapján, hogy az agyaghorizont, amely a Kopaszhegy oldalában 10—16 m-rel még a Balaton vízszíne fölött van, a kikötőtől északra a félsziget egész ÉK. partján hiányzik, mert valószínűleg a Balaton színe alá merült (18 125). Én a pontuszi talapzatot a Nyársashegy déli végén a bazalttufák alatt 130 m-ig, a szekérút másik, Szerűskertek felőli oldalán 144 m-ig tudtam követni. Ez a Lóczy L. föltevése mellett szólna, de arra kell gondolnunk, hogy a pontuszi felszíne még a félsziget partjain is mutat ekkora szintkülönbségeket.

Papp F. a tufák különböző dőléséből arra következtet: „hogy e rétegek keletkezésük óta ismételtelen ki voltak téve élénk tektonikai mozgásoknak“ (21 3). Ugyancsak a bazalttufák különböző dőléséből úgy véli, hogy a Külső- és Belső tavak „keletkezésénél tehát tektonikus erők hatására is kell gondolnunk“ (21 7).

Annyi kétségtelen, hogy a félsziget pontuszi rétegei közel vízszintes településűek, és feltárt részükben gyűrődésnek nyoma sem látható. Ha a bazalttufák gyürettek volna, az alattuk levő pontuszi rétegeknek is hasonlóképpen gyüretteknek kellene lenniök. Hogy a tufák sokszor mennyire jellegzetesnek látszó gyűrődést mutatnak, azt kitűnően szemlélteti a temető DNy. sarkától 30 lépésre levő kis fejtésről készített képünk is (XXXIV. tábla 2. kép). A torlódott murvatufa közvetlen fekvője már nyugodt településű hamutufa.

A Tihanyi félszigeten nemcsak gyűrődéses, de töréses tektonikát sem láttam. Törések vagy vetődések még a félsziget jelenleg jól feltárt partfalain sem láthatók. Ellene szól ennek az is, hogy a bazalttufa-takaró széle, kivéve a Nyársas-vulkánnak a tó szélére eső központi részét és a Diós és Apátihegy közötti, szintén kitörési központnak mutatkozó részletét, mindenütt közel egymagasságban van.

Tektonikai irányokat okkal kereshetünk a vulkáni anyagok és a forráslerakódások elhelyezkedésében.

A vulkánokat illetőleg csak a kétségtelenül kimutatott kitörési központok vehetők tekintetbe, a tufáknak az eroziótól és deflációtól meghagyott, tehát külső erőktől is meghatározott jelenlegi elhelyezkedései ebből a szempontból nem vehetők figyelembe.

A *Nyársas-vulkán és az Óvár-vulkán kitörési központját összekötő vonal párhuzamos a félsziget ÉNy—DK. kétségtelenül tektonikus partvonallal, és pontosan összeesik a már említett Evetes patak völgyével, vagyis a Tihany—Balatonkisszőlős-i tektonikai vonallal.* Ezzel párhuzamosan ÉNy—DK. irányú, vagyis ugyanazon tektonikai vonalba esik a Gödrös Kissféle bányai diatrémájának és a leírt explóziós tufakráternek összekötő vonala is.

A thermák üledékei már nem mutatnak ilyen szabályos elhelyezkedést. Annyi mégis megállapítható, hogy leginkább É—D. vonalakba rendezhetők, pl. a Csúcskegy és a Nagynyereg tetején levők, vagy a Kopaszhegy—Akasztódomb—Szerűskertek—Nyársashegy vonulat, vagy a Hármashegy és a Hosszúhegy feltjai.

### Vulkáni utóműködések.

A Tihanyi félszigeten a bazaltvulkánok működését igen élénk thermális tevékenység követte.

Különös, hogy a források túlnyomó része a félszigetnek a semmi, vagy nagyon kevés bazaltanyaggal bíró DK. felén működött és nem a félsziget bazaltos ÉNy. felén. A Belső-tótól délre levő terület, a Hármashegy-től a Felső-Szarkád-ig, s ettől nyugatra a Hosszúhegy—Alsó-Szarkád-i tető, keletre pedig a Szerűskertek-Akasztódomb-Kopaszhegy vonulat rakva van meszes-kvarcos forráskúpokkal (XXXI. tábla, 2. kép). A félsziget keleti felén a Nyársashegy tetején, az apátsági épületek területén, a Kálváriahegyen, az Óvár legnyugatibb alján, nyugaton csak a Nagynyereg és a Csúcshegy tetején, a félsziget belsejében a Kiserdőtető csúcsának déli oldalán és a Külső- és Belső-tó között vannak forrásüledékek. A félsziget ÉNy. részén, a Jegenye-Diós-Apátihegy-Büdöstőoldalon ilyenek nincsenek.

Már Beudant is megállapította, hogy ezek a kovasavas, fehéres vagy sárgás, tömölt vagy sejtes kőzetek (Roche de Silex) a bazalttufákat és a félsziget déli részén valószínűleg a homokokat (Grès a Lignite) is fedik (1 500).

Zepharovich a félsziget forrásüledékeinek igen találó és mind a mai napig legrészletesebb leírását adja (33). Megállapításait a későbbi kutatók: Böckh J., id. Lóczy L., Vitális I. leírásai csak megerősítik.

Böckh J. is megfigyelte, hogy a forrásképződmények sok meszet tartalmazó részei finomabban rétegesek, a kvarcosak üregesek, malomkőszerűek. A mészlemezeken néhol rosszmegtartású növénylenyomatok vannak. Más szerves maradvány nincs bennük (2 92).

Vitális I. a forráskúpok egy részéről és pedig a környezetükből kiemelkedőkről, mint az Aranyház, Csúcshegy, a Hármashegy üreges kúpjairól s a Nagvnyereg réteges képződményeiről azt mondja, hogy forrásaik gejzírhez hasonló, felszökővízű fortyogók voltak (30 126). De gejzírnek nem nevezi őket és lerakódásaikat sem mondja sehol gejzírteknek,

Id. Lóczy L. már halározottan gejzírnek nevezi a félsziget egykori forrásait. „Az Aranyház rögs sziklái még látni lehet a visszahulló vízcseppek okozta kimarásokat, valamint a kilövelő szökővíz csatornáját is; az Aranyház kürtőjébe még most is be lehet állni” (15 325). A csúcshegy „oldalt feltört 5 m magas barlangszerű, felül összeszűkülő erupciós kürtője még az aranyházinál is élesebb” (15 326). A Belső-tótól délre 50-nél (15 325), majd összesen 100-nál (14 130) többre teszi a forráskúpok számát. De nem mondja valamennyit gejzírnek. A források helyzetéről azt írja, hogy: „semmi közül nincs a későbbi altalajbeli mozgásokhoz, hanem egyrészt a régi térszín lejtőjéhez simulnak, vagy a kúpok nyílása körül helyezkednek el, másrészt pedig a partfalak lerogyásával kerültek rendellen fekvésbe.” (15 336).

Id. Lóczy L. után Tihany egykori forrásait gejzírnek, lerakódásait gejzírteknek mondják.

Papp F. a forrásképződményeket sem írja le részletesen. Megállapítja, hogy a Belső-tótól délre levő területen, ahol a legtöbb ilyen képződmény van, „két egybefüggő forrás feltörési vonalat, 28 kúpot” találunk mésztufából (21 4). Kár, hogy ez a két vonal a térképén nincs feltüntetve s annak tektonikai értékelését sem adja.

Újabban Pávai Vajna Ferenc foglalkozott a tihanyi forrásképződményekkel (22). Megfigyeléseire még visszatérünk.

A Tihanyi félsziget eddigi leírói igen jól figyellék meg, hogy a forrásképződmények legalsó része vékonyréteges, többé-kevésbé kvarcos mész. Színe szürke vagy sárga. Ez fölfelé fokozatosan átmegy alig, vagy egyáltalában nem réteges, porózus, likacsos, sejtes, fehér, szürke vagy sárga kvarcos mésztufába. Ez fölfelé egyre kvarcosabb lesz és gyakran átmegy csaknem mészmentes, sőt kisebb részleteiben tiszta hidrokvarcitba. Ez mindig sejtes, üreges. A sejtek és üregek falát gyakran vonja be chalcedon. A meszes kvarc-tömegnek kisebb részei is állnak chalcedonból és nem egyszer, de soha sem nagytömegű, legfőképpen sárga opálból.

A forráslerakódásoknak legszebb szelvényeit is a rogyásos partfalakban találjuk. Pl. a Nyársashegy keleti oldalán (a XXVIII. tábla 3. képen a Nyársashegy tetején látható sziklák) 6 m magas falban. Itt a lerakódások legalsó tagja van föltárva. Alsó része finoman leveles, hullámosan réteges mész, de lemezei között vannak olyanok is, amelyeknek anyaga csaknem tisztán kova. A hegy sapkáját alkotó kőzet 15—18 m vastag (XXXII. tábla 2. kép) sejtes-odvas, sárgásfehér kovás mész, alárendelten opál. Az üregek falán gyakori a fehér vagy sárga chalcedon bevonat. A 6 m-es lemezes mészfal alatt a bazalttufa át van szöve calcit erekkel, amelyek egészen vékonyaktól karvastagságot is elérnek, jelölül annak, hogy az alapot tevő tufán át vékony erekben is tört fel egyidőben a meszes forrás. Ugyanez látható nagyon szépen a szarkádi-omlás falában is.



A kvarcos mész és hidrokvarcit halmok a források, különösen a nagyobbak feltörési helyét jelzik. Ezek közein, különösen a Belső-tótól délre levő, forrásüledékekben leggazdagabb területen, azután a Hosszú-hegy vonulatán, de a keleti szélén az Óvártól a Kopaszhegyig is a lemezes mész található. Gyakori fajtája ennek a nem kvarcos, papírvékony lemezekre szétváló mész-kártyakő. Ennek legszebb telepét és föltárását a Szérűskertek déli végén, a már elhagyott kőfejtőben találjuk. Itt 7 m vastagságot is elér. Gyakori benne a rosszmegettartású növénylenyomat. Fontos dolog, hogy az ilyen, vagy hasonló mészlemezek, itt, a félsziget keleti oldalában, a pontuszi üledékek felső részében is bőven találhatók, így pl. a kolostor alatti részen, ahol a helytálló kőzet 120—130 m között mészlemez homok. Ebből az következik, hogy Tihanyon már a vulkáni működést megelőzően is volt meszet felhozó forrástevékenység. Hogy ugyanez a vulkáni kitöréseket is kísérte, bizonyosság rá a víztartály alatti szelvény mészlemezekkel váltakozó bazalttufája; e fölött pedig a Viszhangdomb csúcsának KÉK. oldalában breccsatufával váltakozó kvarcitrétegek vannak.

A forráslerakódások túlnyomó nagy tömege azonban már a bazalttufák lerakódása után feltörő forrásokból vált ki, vagyis posztvulkáni forrástevékenység eredménye.

A tihanyi forrásüledékek anyagáról meg kell végre állapítanunk, hogy nem gejzirit. A gejzirit az opálnak egy fajtája. A tihanyi forráslerakódások csak egészen jelentéktelen mennyiségben állnak opálból, legnagyobb tömegük mész, kisebb részük kvarc, tehát helyesen és tudományosan forrásmeszek (lemezesek és mésztufák) és forráskvarcitok (hidrokvarcitok), a legtöbbször a kettő keverékei, vagyis kvarcos forrásmeszek.

Kérdés, hogy honnan kapták a források e lerakódások anyagait? A bazalttufák idegen zárványairól tudjuk, hogy a pontuszi rétegek bázisát főként mesozoos meszek, permi homokkő, kvarcit és phyllit alkotja. A források a mész főtömegét minden bizonnyal a mesozoos meszekből vették, a kvarcanyagot a kvarcitokból, a phyllit kvarclencséből és szilikátaiból, a permi homokkőből és bizonyára a pontuszi homokrétegeikből is. Sőt valószínű, hogy leginkább ez utóbbiakból, mert nem mutatják a permi homokkő vörös színét.

Szólnunk kell még a tihanyi források működési módjáról is. Tudjuk, hogy azokat, amelyekben csatornaszerű üreg található, i. d. Lóczy L., s utána eddig minden kutató, gejíreknak minősítette. Lóczy az Aranyházon még a visszahulló vízcseppek nyomát is látni vélte (15 325).

Meg kell azonban állapítanunk, hogy i. d. Lóczy L. sem minősítette a félsziget minden forrását gejíreknak. Újabbban mégis minduntalan azt olvassuk, hogy Tihany rakva volt gejírekkal. De nemcsak Tihanyt népesítjük be ezekkel. Amint már más helyen rámutattam (9 22), nálunk újabbban szokásban van minden hidrokvarcitos területet gejíres mezőnek minősíteni és a Yellowstone parkhoz hasonlítani. Természetesen indokolatlanul. Két évtizedre terjedő vizsgálataim alatt módomban volt hazánknak kovasavas forrásokban leggazdagabb területén, a Tokaji-hegységben az ilyen forrásképződmények tanulmányozása, de kétségtelenül gejírképződ-

ményt még ott sem sikerült fölfedeznem. A hiba bizonyára abban lesz, hogy kutatóink nem veszik szigorúan a gejzír fogalmi meghatározását. A gejzír szabályos időközökben felszökő hőforrás. Nálunk azonban gejzírnek minősítenek minden, tehát fel nem szökő, kovaanyagot lerakó egykori hőforrást is.

Vizsgáljuk meg először a leginkább gejzírnek látszó két tihanyi forráskúpot: az Aranyházat és a Csúcshegyen levőt.

A Belső-tó déli partjához közel, a délre induló dülőt mellett emelkedő három szép forráskúp közül a középső a legszebb, az *Aranyház* (XXXIII tábla 1. és 2. kép). Elnyult kúpjának hossza kb. 100 m, szélessége kb. 50 m. A tetején kráteralakú mélyedésnek semmi nyoma. Éppen ellenkezőleg a hátán jól kiemelkedő, É-D. irányú taraja van, amely kb. 30 m hosszú, változóan 1—5 m széles és 2—3 m magas. Egészen olyan megjelenésű, mintha egy É-D irányú résen működő forrás rakta volna le. Anyaga sejtes hidrokvarcit.

Ennek a tarajnak a déli végében van a kürtő. Fele a környezet színe alatt van, másik fele a fölé esik. Magassága 4 m. Vízszintes metszete szabálytalan téglalap. Ennek ÉÉK-DDNy-i irányú nagyobbik átmérője 2.5 m, az erre merőleges kisebbik 1 m. *Fent gótívesen összeborul* (XXXIV. tábla 1. kép). Az első fele nyitott, a hátsó boltozott. A boltozat ugyan darabokra vált, de a darabok annyira összeültek, hogy eredeti összetartozásukhoz kétség nem férhet. *Sejtes hidrokvarcitról álló fala kisebb-nagyobb corrosiós üregekkel van borítva.* Ezek néhány centiméteresektől kishordónyiak is. A legnagyobb a kürtő északi, földött falán van. Hossza 1 m, szélessége és magassága 0.5—0.5 m. E mellett van egy körülbelül vedernyi öblű, lefelé nyitott üreg. Pereme cseppkőszerű, s falát síma felszínű homorulatok borítják. *Keletkezését nem lehet másképp elképzelni, mint alulról ható oldással.*

Visszahulló vízcseppek nyomát én sem az Aranyház, sem más forráskúp anyagán nem tudtam fölfedezni. Nem is valószínű, hogy ilyen nyomok képződhettek volna. A víz a kovasavból, a számbavehető aránylag csekély nyomáson, igen keveset old, ezért a kidobott vízből egyszerre csak igen vékony kovasav réteg vagy mennyiség válhatik ki. Olyan tömegű kovasavgélnek egyszerre való kiválása, amelyben a lehulló vízcseppek nyomot hagytak volna, nagyon valószínűtlen. Az bizonyos, hogy ilyen alakú bemélyedések a hidrokvarcitokon gyakoriak, de ezeket a csapadék-víz corrosioja hozza létre.

Az nem szenved kétséget, hogy az Aranyház hidrokvarcit kúpja egy ott feltörő hőforrás lerakódása, az azonban vizsgálat tárgya lehet, hogy időszakosan felszökő hőforrásé, vagyis gejzírre-e, vagy csak közönséges, fel nem szökő forrásé?

Gejzír volta mellett egyedül a csatorna-maradvány szólna, ezzel szemben minden más az ellen. Csatornája azonban nemcsak gejzírnek, hanem fel nem szökő forrásnak is lehet. Hasonló, de nem függőleges üreg is van több is a félszigeten.

Az egyik legnyomósabb tény, amely az Aranyház nem gejzír volta mellett szól, hogy a csatornája *felül be volt s részben ma is be van bol-*

tozva. Olyan felszökő forrás azonban, amely önmagát beboltozza, elképzelhetetlen. Mikor ezt a tényt Lóczy Lajos dr. úrnak említettem, azt mondta, hogy ezt természetesen már boldogult édesatyja is észrevette és úgy magyarázta, s ő maga is úgy gondolja, hogy az eredetileg felszökő forrás a működésének végén már fel nem szökő volt, s akkor boltozta be a csatornáját. Ez a magyarázat azonban nem tudja kétségeimet eloszlatni. Egy valamilyen ásványi anyagot lerakó forrás fokozatos megszűnését, vagy erejének csökkenését csak úgy tudom elképzelni, hogy csatornáját fokozatosan vagy egészen kitölti a szállított anyaggal, vagy legalábbis annyira elszűkíti, hogy annak csak a nyomai maradnak meg. A Tokaj-hegységben százait ismerem az egykori hidrokvarcitos hőforrásoknak, de üres csatornája ezek közül egynek sem maradt. Az Aranyház csatornaszerű üregének gejzircsatorna voltát valószínűtlenné teszi az is, hogy az még a felszínhez olyan közel is 2.5 m x 1 m átmérőt is mutat. Valószínűtlen, hogy a csatornája végét beboltozó forrás annak üregét a felszín alatt már olyan kis mélységben is ennyire tágnak hagyta volna. Csatornája falán nincsenek is a fokozatos beboltozódásra, illetve forrástevékenységcsökkenésre valló réteges lerakódások. Éppen ellenkezőleg, igen erőteljes és nagymérvű oldás nyomai láthatók rajta. Az oldási üregek egy része a nyílásával lefelé néz, ami azt mutatja, hogy az oldóanyag alulról szállt föl. Ez lehetett víz, de lehetett gőz is.

És itt térek vissza a Pávai Vajna F. cikkére (22 114—122). Pávai Vajna szerint a barlangok függőleges és azon túl hajló falain levő homorú kioldásokat sokkal inkább minősíthetjük alulról fölfelé mozgó forróvíz vagy gáz munkájának, mint a felülről jövő hideg vízének. Ilyen kimarásra például hozza fel a tihanyi Aranyházat s az annak szomszédságában levő „gejzirkúpot”, továbbá a Csúcshegy és a Nyársashegy üregeit is (22 116, 121). Jó fényképeket is közöl róluk. Magam a Pávai Vajna cikkének megjelenése előtt a tihanyi hőforrásokkal kapcsolatosan ugyanerre a föltevésre jutottam, s azokról ilyen jegyzeteket készítettem (1931 április) és így a barlangokra vonatkozó fejtegetéseit is az önigazolás érzésével olvastam. Ilyen jelenségről már „A Szerencsi-sziget földtani viszonyai” c. munkámban is írtam. Ott a legyesbényei Fulóhegy kvarcos rhyolithtufájában találtam olyan odvasfalú üregeket, amelyeknek képződését abban, a hidegvízben nem oldódó kőzetben is csak thermális hatással tudtam magyarázni (9 58 - 59).

Az elmondottak alapján megállapíthatjuk, hogy az Aranyházat, jelenlegi szerkezete alapján, nem minősíthetjük — tudományos értelemben vett — gejzirmaradványnak. Csatornaszerű üregét a legnagyobb valószínűség szerint utólagos oldás hatására kapta. Az oldó anyag lehetett meleg víz, vagy esetleg gőz. Az utóbbi kevésbé valószínű, mert a gőz oldó ereje a forró vízének csak töredéke. Az eredetileg főleg meszet, majd kvarcot lerakó forrásvíz összetételének idővel úgy kellett megváltoznia, hogy oldóereje növekedett. Talán szénsavban lett gazdagabb, s ezzel a forrásüledék mesztét és a hidrokvarcít meszes részeit erőteljesebben oldotta.

Egészen hasonló jelenséget figyelhetünk meg a Csúcshegy Vitális l.-tól felfedezett csatornaüregén is. A hegy csúcsáról NyDNY felé hidrokvarcít



sziklák ereszkednek le. Ilyen irányú rés mentén működtek itt a thermák. A sziklák nyugati aljában, 221 m magasságban egy harangalakú sziklaüreg van (22 9. á.) Nyílása 3,5 m magas, 2,5 m széles. Az ellipszisalakú szintes metszelű üreg alul 4 m hosszú, 3 méter széles. Hossztengelye ÉÉK—DDNy-i irányú. De csak 4 m magasságig. Ott erre éppen merőleges hossztengeyű, 2 m hosszú, 1 m széles szakasz következik, amely hirtelen, boltozatosan elszűkül, és 0,5 m hosszú, 10–15 cm széles nyílásban végződik. Anyaga sejtes, csak helyenként réteges hidrokvarcit. Sósavval legnagyobb része nem, vagy csak minimális mértékben pezseg, tehát csaknem teljesen kvarc. Az üreg alsó és felső részének fala corrodált, de alulról a 3. m zónájában sarkos. Fent, a keskeny kürtő kezdeténél van egy dinnyenagyságú hosszúkás üreg, amelynek nyílása lefelé néz, és a fala síma.

Feltűnő ebben az üregben ismét a *boltozatosság*, és az üreg alsó részének a forráskúphoz mért igen tetemes: 4x3 átmérője. Továbbá, hogy 4 m magasságban az alsó rész hossztengeyére éppen keresztbenálló üregrészlet következik. *Ezek is, meg a falak corrosiós bemélyedései is utólagos oldásra vallanak.*

Mindjárt a csúcshegyi üreg mellett, annak kürtőjével egy magasságban van egy lapos, *lencsealakú üreg* (XXXV. tábla I kép). Nyílása DNy felé néz. Hossza 4,5—5 m, szélessége 3 m, magassága 1 m. Hossztengelye É—D irányú és 20°-kal délre lejt. Anyaga csak kissé sejtes hidrokvarcit, és sósavval jobban pezseg, mint a leírt nagy kürtőé, tehát valamivel meszesebb. Mennyezetének közele síma, corrodált. Ez is azt a föltevésünket erősíti meg, hogy a tihanyi hidrokvarcitban levő üregek, akár függőleges tengelyűek, akár nem, utólagos oldódás eredményei.

A tihanyi forrásüledékek üregei és csatornái külön tüzetes tanulmányozást érdemelnének.

Egy tihanyi ember elbeszélése szerint 1925- vagy 1926-ban a Hármashegyén nagy lyukra találtak. Ebbe Pityin Gabit 4—5 m mélységig leeresztették. A lyuk ott már széles volt, és oldalt tovább lehetett volna benne menni.

Alighanem ez lesz az a „barlang”, amelyről, mint egy Horváth nevű gazda fölfedezéséről, legújabban a Barlangvilágban Margittay R. is említést tesz (20 79) Ugyanott az Aranyházzal kapcsolatosan azt olvasuk, hogy abban, 7—8 évvel ezelőtt (tehát 1934—35-ben) kőrobbantáskor „barlang”-ra akadtak, amely nemcsak befelé terjedt, hanem előrészből több oldalfolyosó is kiágazott.

Az Aranyházat még, hála Istennek, eddig nem bántották, de a szomszédságában levő forráskúpokat csúnyán összetúrták. Ezekben vannak is üregek elég bőven (22 121 és a 8. ábra).

Nem hiszem, hogy a tihanyi forráskúpokkal kapcsolatban — kis tömegük miatt — barlangokról szó lehetne, az idézett laikus elbeszélések is igazolásra szorulnak. Annyi az eddigiekből mégis valószínűnek látszik, hogy a forráskúpokban bőven vannak kisebb-nagyobb, szabálytalan alakú üregek, amelyek szintén az utólagos oldódásra vonatkozó föltevésünket igazolják.

A félsziget egyik legnagyobb forrásüledéke a *Nagynyereg gerincén* van (6. kép). Erről mint egykori „felszőkővizű fortyogók lerakódásáról” Vitális I. (30 125) és id. Lóczy L. (15 326) is megemlékeznek. A meszes hidrokvarcit itt, (a csúcstól DDNy-ra, 200 m magasan) 60 m hosszú és 6 m magas falat alkot. Alsó  $\frac{1}{3}$ -a finoman leveles, felső  $\frac{2}{3}$ -a sejtés, odvas. A leveles rész lemezei úgy hajlonganak, mintha gyűrve volnának. Természetesen ez a rétegeknek eredeti települése. A falban, különösen a réteges részben sok a nagyjából kelet felé, a rétegenség irányában mélyült mindenféle nagyságú üreg.

A *Nyársashegy csúcsának* KDK. oldalában, 2–3 m-rel a csúcstól is van a meszes hidrokvarcitban üreg, az ú. n. *Rókaüreg*. 1.5 m hosszú, 1 m széles és 1 m magas. Úgy látszik azonban, hogy eredetileg körmeteszettű 2–2.5 m átmérőjű kürtő volt, de a felülről belekerült törmelékkel erősen betöltődött. Hossztengelye NyÉNy—KDK. irányú. Fele ennek is be van még mindig boltozva. Oldalai corrodáltak és ebben is vannak lefelé nyíló nagyobb üregek. *Ezek is éppen olyan corrosiós képződmények, mint az aranyháziak és a csúcshegyiek.*

A *Kálváriahegy* (azelőtt Attiladomb) tekintélyes, de szerencsétlenül mesterségesen átformált forrásüledékéről már más helyen megemlékeztünk.

Hatalmas tömegű a *Kerekdomb* forrásdómja (XXXV. tábla 2. kép) és nagyon formásak az Akasztódomb és szomszédja (7. kép) és a tőlük délre levő forráskúpok is. Kár, hogy már erdeifenyő csemetékkel beültették őket, s így hamarosan csak közönséges semmitmondó erdős halmokká válnak. Az Aranyház környékén több forráskúpot azzal tettek tönkre, hogy javarészt elhordták útkövezésre. Ma már talán ezt nem csinálják, de a rohamosan szaporodó villák tulajdonosai előszeretettel a forráskúpok fehér kővet használják a kerti, ú. n. „kőkultúrák”-hoz. Legfőbb ideje volna már, hogy a természeti ritkaság számba menő és hivatalosan is természeti emlékeké nyilvánított pompás tihanyi forráskúpok eredeti, bolygatatlan és fásítatlan voltukban valóban megvédelmeztessenek.

A *forrásképződmények térbeli elhelyezkedéséről* már említettük, hogy abban kifejezett törvényszerűség nem állapítható meg. Még leginkább É-D. irányú vonalak mentén való elhelyezkedésük sejthető.

Id. Lóczy L. akkori ismereteink alapján úgy vélte, hogy a bazalttufával kapcsolatban levők túlnyomórészt vulkáni csatornák fölött ülnek. Szelvényein így is rajzolta őket (15 146, 167, 169 á. XIV. B, C, D).

Tudjuk, hogy a bazalttufán aránylag kevés forráskúp ül, és ezek közül kétségtelenül vulkáni csatorna fölött ülnek csak a Biológiai Intézet mögött, a Vigyázó-féle villatellen levő bizonyult.

Függőleges elhelyezkedésükre jellemző, hogy *néhány kivétellel a 150 m-es izohipsza fölött ülnek*. Kivétel csak a két tó között levő 3 kis folt (130 m, illetve 135 m) és a Biológiai Intézet mögötti (103 és 110 m között). Ez az elhelyezkedés bizonyos mértékben a korra is világot vet. A 150 m-nél magasabban levők az eredeti térszínen, a két tó között levők már lepusztult területen, a legalacsonyabban levő balatonparti pedig a már levetődött partrészen működtek. Időrendben is így következnek egymás után.

Megfigyelésünk szerint a Kolostor alatt, a felső pontuszi rétegekben nagy mennyiségben található mészcserép azt mutatja, hogy a félsziget területén már a bazaltkitörések előtt is volt forrástevékenység. Hogy pedig a bazaltkitörések vége felé újra megindult, azt az Akasztódomb és a Nyársashegy közötti nyergen id. Lóczy L. és Vitális L.-től talált, bazalttufák közé települt kövületes mész (30 140), a Víztartály alatti útbevágásból megismert, szintén bazalttufával váltakozó mészlemezek és a Visszhangdomb bazalttufájába települt hidrokvarcit rétegek bizonyítják.

*A forrástevékenység a Tihanyi félszigeten már a bazaltkitörések előtt megkezdődött, a kitörések alatt, vagyis a legfelső pontusziban is megvolt, nagy arányokban azonban csak a bazalterupció után, mint posztvulkáni működés jelentkezett,* mert hatalmas tömegei a bazalttufákon és a félsziget déli részén a pontuszi rétegeknek a félszigeten általános kb. 150 m magas felszínén ülnek. Ez utóbbi tényből nyilvánvaló, hogy a forrástevékenység legerőteljesebb közvellenül a pontuszi után, vagyis a középpliocénben (alsó-, esetleg középlevantei) volt. A már erősen defladált, vagy talán még csak inkább erodált térszínen, a két tó közötti területen, a felső pliocénben már gyöngült. Hogy azután mikor szünt meg végkép, azt ezidő szerint pontosan megállapítani nem lehet. Annyi bizonyos, hogy a *Balaton medencéjének betörése után*, a félsziget keleti partján, a lépcsőszerűen lezökkenő részen, a Biológiai Intézet mögött levő hidrokvarcit folt tanúsága szerint még volt forrástevékenység.

Id. Lóczy Lajos, akkori ismereteink alapján, a Balaton medencéjének betörését a pleisztocén elejére tette. Bulla Béla a Balaton környékén végzett legújabb morfológiai tanulmányaiból azt inkább új, sőt legújabb pleisztocéninek sejtí (3 25—26). *Ha ez bebizonyosodik, a forrástevékenység a Tihanyi félszigeten még az újpleisztocénben is tartozott.*

A félsziget kis löszfoltjai a legnagyobb valószínűség szerint újpleisztocéniek és pedig würmiek (3 27). Rajtuk már nem láttam forrásüledéket. Ennek megfelelően az utolsó glaciális időben és az után már nem lett volna a félszigeten forrásműködés. A lösz azonban itt olyan kis területet borít, hogy a forrásüledékekhez való kétségtelen viszonyát, a jelenlegi feltárásokból, nem állapíthattam meg. Tény tehát csak az, hogy a Tihanyi félszigeten a forrásműködések a felső pontusziban kezdődtek, legnagyobb arányúak a középpliocénben voltak és a pleisztocénben szüntek meg.

### Összefoglalás.

1. *A tihanyi tűzhányók működési módjuk szerint robbanános (explóziós) vulkánok, kőzetanyaguk szerint klazmatikusak. Szerkezetük szerint rétegesek és diatrémák. Alakjuk szerint aszpitok, tufatölcsérek, tufakürtök és egy homát (Óvár-vulkán). Képződésük szerint poligének és monogének.*

2. *A tihanyi vulkánok fő kitörése a pontuszi idő legvégére, a Congeria balatonicás-triangularis-rhomboideás szint felső fele lerakódásának idejére esett, de működésük átnyult a középső pliocénbe is.*



3. A Tihanyi félszigeten a bazaltvulkánosság előbb indult meg, mint a Balatonfelvidéken, mert tűzhányói még a pontuszi tóban, tehát submarinusan is működtek.

4. A tihanyi vulkánok fokozatosan csökkenő dinamizmusukkal nem a balatonvidéki bazaltvulkánosság utolsó vulkánjai, hanem annak csak gyöngye dinamizmusú széli fáciesei.

5. A tihanyi vulkánok a Balaton északi partján húzódó ÉK—DNy. hosszanti, és a balatonkisszállási Evetes patak völgy ÉNy—DK. haránt tektonikai vonalak keresztezésén törtek föl.

6. A tihanyi vulkánok a balatonfelvidéki, kisalföldi, nyugatmagyarországi és stájermedencei bazaltvulkánokkal egyidősek és feltörésük a Stille rhodániai kéregmozgásaival van összefüggésben. Kormeghatározás szempontjából legfontosabbak köztük a tihanyiak, mert egyedül ezeknek a klasztikumában találtak eddig kövületek.

7. A tihanyi félsziget posztvulkáni forrásai nem időszakosan felszökő hőforrások, vagyis gejzírek, hanem egyszerű fel nem szökő hőforrások voltak. Lerakódásaik üregessége utólagos oldás eredménye.

8. A tihanyi forráskúpok anyaga nem gejzirit, hanem forrásmész, forráskvarcit (hidrokvarcit), a legtöbbször pedig meszes forráskvarcit, illetve kvarcitos forrásmész.

9. A tihanyi hőforrások működése a pontuszi idő végén, már a bazaltkitörések előtt megkezdődött, legerőteljesebb a középpliocénben, közvetlenül a bazaltkitörések után volt, és csak a pleisztocénben szűnt meg.

#### IRODALOM.

1. Beudant F. S. Voyage minéralogique et géologique en Hongrie. Tome II. P. 497—502, 506, 509. Plan VII. Fig. 7. Carte géologique des bords du lac Balaton. Paris 1822. — 2. Böckh János. A Bakony déli részének földtani viszonyai. A Magy. Kir. Földtani Intézet Évkönyve. III. köt. 1874. — 3. Bulla Béla dr. Újabb balatoni kérdések. Földrajzi Zsebkönyv. 1943. P. 23—30. Budapest. 1943. — 4. Cholnoky Jenő dr. Tihany. Morfológiai megfigyelések. Matematikai és Természettudományi Értesítő. XLVIII. köt. P. 214—235. 1932. — 5. Erdélyi Fazekas János. Geofizikai függelék a Jugovics Lajos: A Sághegy felépítése és vulkánológiai viszonyai c. cikke végén. Math. és Természettud. Értesítő. LVI. köt. P. 1228—1231. 1937. — 6. Ferenczi István dr. Geomorfológiai tanulmányok a Kismagyaralföld déli öblében. Földtani Közlöny. LIV. köt. P. 17—38. 1925. — 7. Halaváts Gyula. A balatonmelléki pontuszi korú rétegek faunája. A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei. Palaeontológiai függelék IV. 1911. — 8. Hoffer András dr. Diatrémák és explóziós tufatölcseretek a Tihanyi félszigeten. Földtani Közlöny. LXXIII (1943). P. 151—158. — 9. Hoffer András dr. A Szerencsi-sziget földtani viszonyai. Tisia. I. köt. 2. füz. Debrecen. 1937. — 10. Hofmann Károly dr. A Déli Bakony bazalt-közetей. A Magy. Kir. Földtani Intézet Évkönyve. III. köt. 3. füz. 1875—78. — 11. Jugovics Lajos dr. Az Alpok keleti végződése alján és a vasvármegyei Kis Magyaralföldön felbukkanó bazaltok és bazalttufák (I. rész). A Magy. Kir. Földtani Intézet Évi jelentése 1915-ről. P. 49—73. — 12. J. W. Judd. On the origin of Lake Balaton in Hungary. Geological magazine. New Series. Decade II. Vol. III. P. 5—15.

1876. — 13. K u z s i n s z k y B á l i n t dr. A Balaton környékének archaeológiája. A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei. III. köt. 1. rész, 2. szakasz. 1920. — 14. L ó c z y L a j o s. A Balaton geológiai történetéről és jelenlegi geológiai jelentőségéről. Földrajzi Közlemények. XXII. köt. P. 123—147. 1894. — 15. L ó c z i L ó c z y L a j o s. A Balaton környékének geológiai képződményei és ezeknek vidékek szerinti telepedése. A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei. I. köt. 1. rész. 1. szakasz. 1913. — 16. L ó c z y L a j o s. A Balaton környékének geomorfológiája. Pótfüzetek a Természettudományi Közlönyhöz. XLV. köt. 1—2. Pótfüzet. P. 1—17. 1913. — 17. L ó c z y L a j o s dr. A Balatonfelvidék hegyszerkezete Balatonfüred környékén. A Magy. Kir. Földtani Intézet Évi jelentése 1916-ról. P. 353—388. — 18. L ó c z y L a j o s dr. A tihanyi hidrológiai kutatások és azok geológiai tanulságai. Hidrológiai Közlöny. X. köt. (1930.) P. 123—135. Budapest. 1931. — 19. L ő r e n t h e y I m r e dr. Adatok a balatonmelléki pannonia korú rétegek faunájához és stratigráfiai helyzetéhez. A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei. I. köt. 1. rész. Palaeontológiai függelék IV. 1911. — 20. M a r g i t t a y R i c h a r d dr. A Balaton vidékének barlangjai. Barlangvilág. XII. köt. 3—4. füz. P. 76—80. 1942. — 21. P a p p F e r e n c dr. Tihany geológiai reambulációja. A Magyar Biológiai Kutató Intézet I. osztályának Munkái. IV. köt. 1931. — 22. P á v a i V a j n a F e r e n c dr. A forró oldatok és gőzök-gázok szerepe a barlangképződésnél. Hidrológiai Közlöny. X. köt. (1930). Budapest. 1931. — 23. R é t h l y A n t a l dr. Földrengések a Balaton környékén. A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei. I. köt. 1. rész. Geofizikai függelék 3. szakasz. 1912. — 24. A l o i s S i g m u n d. Die Basalte der Steiermark. Tschermark's Min. u. Petr. Mitteilungen. XV—XVIII. 1898. — 25. G u i d o S t a c h e dr. Basaltterain am Plattensee. Verhandl. der k. k. Geologischen Reichsanstalt. Bd. XII. (1861—62). P. 145—148. — 26. S ü m e g h y J ó z s e f dr. Földtani megfigyelések a Zala-Rába közé eső területről. Földtani Közlöny. LIII. köt. P. 18—28. 1924. — 27. J o s e p h S ü m e g h y dr. Führer im Pontikum bei Tihany (Balaton). Führer zu den Studienreisen der palaeontologischen Gesellschaft. Budapest. P. 49—58. 1928. — 28. S ü m e g h y J ó z s e f dr. A Györi-medence, a Dunántúl és az Alföld pannoniai üledékeinek összefoglaló ismertetése. A Magy. Kir. Földtani Intézet Évkönyve. XXXII. köt. 2. füz. 1939. — 29. E l e m é r v. S z á d e c k y—K a r d o s s dr. Geologie der rumpfungarländischen Kleinen Tiefebene. Mitteilungen der berg- und hüttenmännischen Abteilung an der kgl. ung. Palatin-Joseph-Universität für Technische und Wirtschaftswissenschaften. Bd. X. Teil 2. 1938. — 30. V i t á l i s I s t v á n dr. A balatonvidéki bazaltok. A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei. I. köt. 1. rész. Geológiai függelék. 1911. — 31. A r t u r W i n k l e r dr. Der jungtertiäre Vulkanismus im steirischen Becken. Zeitschrift für Vulkanologie. Bd. XI. P. 1—32. 1927—28. — 32. A r t u r W i n k l e r—H e r m a d e n dr. Geologischer Führer durch das Tertiär- und Vulkanland des steirischen Beckens. Sammlung geologischer Führer. Bd. 36. Berlin. 1939. — 33. V. R. v. Z e p h a r o v i c h. Die Halbinsel Tihany im Plattensee und die nächste Umgebung von Füred. Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften. Bd. XIX. Heft 2. Jahrgang 1856. P. 339—373.