

Adatok a magyarországi thermális vizek „juvenilis” alkatrészeinek származására, valamint hőbőségére nézve.

Írta: SZALAI TIBOR.

A kérdés megítélése szükségessé teszi a tektonikai kép ismertetését, minthogy a szóbanlévő vizek tárolómedencéinek helyzetét csakúgy, mint a természetesen felszálló vizek, valamint az artézi kutak vizeinek felszínre jutási módját a tektonikai viszonyok szabják meg. Már most előljáróban megjegyzem, hogy a tárgyalandó thermális vizek víztárlói a mezozoós részgeoszinklinálisok. Ezért tehát a következőkben foglalkozni kívánok ezek helyzetével. A Keleti Alpok végződésénél mezozoós virgációs rendszer alakul ki, melynek tagjai — amint arra Szalai (13.) már rámutatott — újszerűleg nyúlnak a Kárpáti-medence területére. E területen az alsó krétáig bezárólag a legteljesebb mezozoós rétegsor a Bakony csapásában figyelhető meg. A középső triaszban kialakult az Északnyugati Kárpátok területén terrigén behatásokra utaló képződményeket is tartalmazó részgeoszinklinális, kialakul az alsó triaszban a Mecsekben, a középső triaszban a Villány területén megjelenik az alsó triaszban a Krassósörényi-segység, a Bükk és a Bihar területén is, a Nagyhagymás és a Persány-hegység területén az alsó liaszban alakul ki.

A bakonyi részgeoszinklinális e vezetőszerkepe csak a krétában szűnik meg a Kárpátok ívében csak ekkor a senonban, ill. az eocénben (14.) alakul ki az állandó jellegű geoszinklinális. A krétában kialakuló e főgeoszinklinális bifurkál egyik ága a Kárpátok külső részén, a másik pedig a Bihar-csoport mentén húzódik.

Itt kell megemlíkeznem arról is, hogy a Nagy-Magyar-Alföldön létesített több fúrás harántolt mezozoós képződményeket. Ezek: Hajduszoboszló II., ez 1447.10?—2032.00 m között kérdéses, részben talán triaszkorú rétegsort tárt fel. (9. p. 55.) Megemlítem még, hogy e fúrásból feltörő víz literenként 0.10-10⁻⁶ millicurie radiumemanációt tartalmaz.

A kőrösszegapáti VI. fúrás 1795.5 m mélységben konglomerátból, kristályos palából és kristályos mészkő törmelékéből álló kőzetet ért el. Az Északkeleti Kárpátokban megfigyeltek alapján, ahol is a kristályos palára települve sokhelyütt abban begyűrve, triasz- és jurakori kristályos mészkövek figyelhetők meg, gondolhatunk arra, hogy e fúrás feltárta kristályos mészkő is esetleg mezozoós kori.

A Bugyi I. 232 m mélységben felső triaszkorinak tekintett mészkövet ért el. Ha ez előfordulást összekötjük a dunántúli Igal község területén megfúrt, ugyancsak triasz korinak tekintett képződménnyel, akkor egy olyan irányt kapunk, amely a bakonyi részgeoszinklinális irányával párhuzamosan halad. A most említett előfordulások csapásában fekszik a tardi fúrás feltárta triasz is. Ugyanerre a megállapításra jutunk, ha összekötjük a kőrösszegapáti VI. fúrás, valamint a tótkomlói fúrások feltárta mezozoikumot. Munkahipotézisként feltételezem, hogy ezek az irányok mélységbe sülytet geoszinklinálisokat jelölnek.

A tótkomlói II. fúrás 1661.5 m körül triaszkorinak tekintett bázis konglomerátot ért el, a III.

számú fúrás —1691.5 m-ben triaszkorinak tekintett dolomitot és konglomerátot harántolt; a IV. számú fúrás a 1685 m —1707 m mélységben mélyebb triasznak tekinthető dolomitot és konglomerátot, a VI. számú fúrás 1531.5 m mélységben triaszkorinak tekintett dolomitot és agyagpátát ért el.* A virgációs rendszerben való helyzetét illetőleg bükki, a Krassósörényi-hegységi, a Persány-hegységi, a nagyhagymási, valamint Szlovákia néhány itt fel nem sorolt pontján megjelenő mezozoós képződményre nézve ma még bizonytalan a kép.

A most megjelölt egykori részgeoszinklinálisok üledékeinek egyrésze nyomozható a felszínen, nagyobb részüik azonban a felszín alatt fekszik, ezek felfoghatók a Kárpáti-medence alagsóveiként is. Törések rögökre szagatják ezeket az alagsóveket, az imént felsorolt egymás közelében fekvő tótkomlói fúrások, minthogy valamennyi a mezozoikumot különböző mélységben érte el, noha közel azonos, t. sz. f. m-ben indult, rávilágítanak az altalaj szerkezetére.

Idősebb kőzetek, gránit és egyéb is kerülhet a mezozoós rögök közé, de megvan azok fekvésében is. Így a kismarjai I. fúrás 1051.5 m-ben gneiszt; a II. fúrás 1639 m-ben fillitet és csillámpalát; a biharnagybajomi I. fúrás 1003—1008 m-ben gneisz törmelékét; a II. fúrás 1466.5 m-ben sötétszürke kloritpalát, melyben klorit-csillám, biótit, kihengerelt kvarc és földpát ismerhető fel; a VII. sz. fúrás 1174 m-ben kvarcerekelt tartalmazó kloritpalát tárt fel; a kőrösszegapáti II. fúrás 1531 m-ben csillámpalát; a III. fúrás 1842.5 m-ben alkáli földpát és plagioklász tartalmú amfibolitot, valamint gneiszt hozott fel; a IV. fúrás 1858.5 m-ben amfibolitot ért el; az V. fúrás 1630 m-ben amfibolitot; a VI. fúrás 1469.7 m-ben amfibolitot tárt fel; a VII. fúrás 1795.5 m-ben kristályos palát és a már említett kristályos mészkövet; a VIII. fúrás 1634.1 m-ben alap-konglomerátot és amfibolit törmelékét tart fel.** Ez idősebb kőzetek s különösen a gránitok, amint látni fogjuk a thermális vizek

* E felsorolásban az Alföld É-i peremhegysége mentén fekvő triaszt feltárt fúrásokat (Budapest, Csillaghegy, Békásmegyer, Órszentmiklós III., Tard) nem vettem fel.

** A fúrásokból előkerült kőzetekkel kapcsolatban megemlítem, hogy Nopcsa (6) Hunyad megye területére vonatkoztatva írja: a gránit nagy tömegei mindenütt idősebbek, mint a karbon előtti kloritpalák. Az utóbbiak tömbnagyságú gránit zárványokat tartalmaznak. Gneisz, kristályos pala, amfibolos gneisz zárványokat azonban a gránit is tartalmaz. Az alföldi mélyfúrásokra vonatkozó adatokat (kivéve Hajduszoboszló II.-t a MASZOVOL volt szíves rendelkezésemre bocsátani, amiért is e helyen (kivéve Hajduszoboszló II.-t) a MASZOVOL volt szíves rendelkezésemre bocsátani, amiért is e helyen hálás köszönetet mondok Denisov főgeológus úrnak, ki a felhasználásra vonatkozó engedélyt szívesen megadta, valamint dr. Kőrössy L. geológus úrnak, aki az adatokat összeállította számomra.

kémiai összetételére, hőbőségére nézve jelentős befolyással vannak.

A Kárpáti-medence területére a töréses tektonika nyomja rá bélyegét. E területen három fő tektonikai egység különböztethető meg. A középső egység lényegében a Nagy-Magyar-Alföld területén fekszik. A másik kettő pedig ettől Ny-ra, illetőleg ettől K-re helyezkedik el. A Nagy-Magyar-Alföld területére eső rész paleozoós vagy pre-paleozoós küszöb, melynek É-i folytatásában helyezkedik el az a küszöb, melyről *Sujkowski* (11.) ír. *** Eküszöb Kárpáti-medence területén fekvő részéről *Szalai* (14.) nyújt tájékoztatást. Feltételezhető, hogy ez É-felé messze elnyúlva a Botteni-öböl és Novaja Zemlja közötti területen is megfigyelhető, D-felé pedig Afrika területén nyomozhatjuk a küszöböt, ezt a küszöböt két hatalmas transzkontinentális szerkezeti vonal, mely vonalak a Balkán területén keresztezik egymást, fogja közre. E küszöb jelenlétére vonatkozó megállapítást *Szalai* az Északkeleti Kárpátok területén végzett vizsgálataiból meríti. Az ott felsoroltak, valamint *Sujkowski* felsorolta érveken kívül, mint eddig még nem ismert adatot megemlítem, hogy a Zempléni Sziget-hegység permokarbon üledékeinek a hozzá legközelebb eső Bükk-hegységi üledékektől való lényeges eltérése is e küszöb feltételezéséhez vezet. Ugyanis amíg a Bükk-hegység említett kori képződményei tengeri fáciensben alakultak ki, s amíg a Bükk-hegység területén csupán karbonkori szénésikók ismeretesek, addig a Zempléni Sziget-hegység permokarbonja több szintben fekvő antracit-telegeket zár magába. Ez utóbbi területen tehát a szóbanfekvő egész üledéksor partközeli fáciensre utal. Ugyanezt a fáciest e küszöbnek e területtől É-ra eső részén a Pripetmocsarak vidékén és Volhinában *Sujkowski* mutatja ki.

A következőkben e vizeknek a víztárlóközetben való helyzetéről kívánok megemlékezni. Mindenekelőtt megállapíthatjuk, hogy ez a víz, amely a víztárló mészkő, dolomit kőzetekben foglal helyet, karsztvíz. Felvetődik a kérdés, hogy a karsztvíz egy vagy több szintben helyezkedik-e el. S a különböző hegységekben összefüggnek-e a karsztvizek szintjei? Mai csapadékból táplálkozik-e a víztömeg, avagy pedig geológiai idők óta mélybenfekvő vízről van-e itt szó? Mielőtt a felvetett kérdésekre választ adnék, utalnom kell arra, hogy a thermális víz a tárlóközetekben több szintben helyezkedik el. Ugyanis a mezozoós kőzetekben vízzáró agyagos szint települ. Ily módon tehát kialakul a felsőbb karsztvízszint, amely ott, ahol a tárlóközet a felszínre bukkan, voltaképpen mélyen fekvő talajvízként tekinthető. Ez alatt következik — amint arra *Horusitzky* (4.) utal — a mély karsztvíz vagy a fő karsztvíz szintje. Természetesen lehetséges az is, hogy nem csupán a most említett két vízszint, hanem ennél több is a későbbi kutatások során megkülönböztethetővé fog válni. E karsztvíz a mészkövekben és dolomitokban, csupán azok repedéseiben a tektonikai síkok mentén a kioldott üregekben foglal helyet. A mélykarsztvíz a felszínnel

egyrészt a tektonikai síkok mentén, másrészt a hellyel közel esetben felszínre bukkanó tagjaik révén érintkezik.

Egy-egy geoszinklinális területén a magasabb karsztvízszint a víztárló rögökre daraboltágánál fogva csupán kisebb egységekben alakíthatnak ki egységes vízszintet. A mélykarsztvíz, bár a rögökre tagoltság itt is kifejezésre jut, esetleg mégis összefüggő szintet alkothat. „Az a sajátosság jelenséget, hogy triasz vizeink összetétele körülbelül állandó dacára — írja *Szádeczky* (12. p. 81.), hogy a bezáró kőzetek összetétele változik, azzal lehet magyarázni, hogy a különböző területrészek vizei egymással keverednek, összeköttetésben állnak.” Feltehető az is, amennyiben ez egykori geoszinklinálisok üledékei az alpesi területekig is követhetők, erre *Vajk Raul* (15.) munkája alapján, legalább is a balkányi geoszinklinális esetében gondolhatunk, hogy ez esetben több részgeoszinklinális karsztvíz színje egymással is bizonyos összefüggésben áll. Így tehát egy földalatti folyórendszer, amelyben lehet, és valószínű, hogy a víz mozgása igen csekély, helyezkedik el a mélyben.

A magasabb karsztvíz szint esetében nem vitás a víz eredete. Ez a csapadékvízből származik. A mélyebb karsztvíz esetében már nehezebb a kérdés megítélése. A következőkben ezt töreksem megvilágítani. Itt felmerül a kérdés, hogy ez a víz mennyiség a mai csapadékból táplálkozik-e, avagy pedig geológiai idők során felhalmozódott vízről van szó. Nem tartom vitásnak és vitathatónak, hogy a mélykarsztvíz is a csapadékvíz beszívargása révén tárolódik. Azt, hogy e víznek nagyobb része valóban a most megjelölt módon kerül a mélybe, ma már úgyszólván, senki sem tagadja. Az újabb irodalom azonban több véleményt tartalmaz, arra nézve, hogy e víz egyrésze ha nem is juvenilis, de mégsem a felszínről ma beszívargó vizekből származik, hanem a mélybesüllyedt kőzetek dehidralizációjából ered. A kérdéssel ilyen értelemben újabban *Horusitzky* (4.) foglalkozik. Magam részéről a dehidralizáció jelentőségét általánosságban nem tagadom, de szerepét hőforrásaink hőbősége és „juvenilis” alkatrészek szempontjából jelentéktelennek tartom. Karsztvizeink esetében ugyan ez *Szádeczky* (12. p. 83.) véleménye is. Megjegyzem, a felfogásomat vonatkoztatom az alföldi artézi kutak vizére is. *Haug* és *Van Hise* szerint a litoszférának 12 km mélységig lehetnek nyitott hasadéakai. *Adams* kísérletekkel, *King* elméleti számításokkal igazolja, hogy kis hasadékok még 18 ezer méter mélységben is nyitottak lehetnek. Itt említem meg *Gautier* (2. p. 332.) nyomán, hogy a gránitból, a porfirból 150—200 C° távozik a beszívargás révén belékerült víz. Az alkati víz azonban légürestérben való izzítás esetében 450—500 C° szabadul fel. Ezek szerint a normális geotermikus grádiens véve alapul 5000 m mélységben távozna a beszívargás révén belékerült víz és 17000 m mélységben távozna az alkati víz; ha itt a lényegesen nagyobb nyomás következtében nem kellene nagyobb mélységgel számolni.

E számítások nyomán fel kell tételnie, hogy onnan, ahol a kőzetek dehidralizációja a nyílt hasadékrendszerek alsó határánál nagyobb mélységben történt, a felszabadult víz szállító-jaratok hiányában nem juthat magasabba. Mivel pedig a közölt számítás szerint és elfogadva a nyitott hasa-

*** Itt említem meg: a Reteyzáiban és bizonyos mértékig a Párenghben — írja *Nopcsa* — (6.) a klorit-palak és az idősebb kristályos kőzetek között diszkordancia észlelhető. Ezekről a tájakon a régi (kaledoniai?) horstot alkotó, liasz előtti kőzetek mind DNyÉK-i irányú csapást mutatnak.

dékok mélységbeli helyzetére vonatkoztató idézett felfogást, az alkati víz dehidralizációja csak 17000 m mélységnél nagyobb mélységben következhet be, így tehát a dehidralizáció révén felszabadult vízzel aligha kell számolnunk. Nem tartom indokolttnak, sem a hőbőség, sem a „juvenilis” alkatrészek szempontjából a dehidralizációs folyamatok jelentőségének kihangsúlyozását. Aliban az esetben sem, ha a dehidralizáció esetleg ott következik be, ahol még a hasadékrendszerek is megvannak. Ugyanis a nagy mélységben is megvannak a vízzel záró rétegek, a mélységbeli esetleges gőzök, gázok előretartását lefékező tényezők. Ezek a fékező tényezők minél nagyobb a mélység, annál inkább szerephez jutnak. A felszabadult víznek és hőnek járatosok esetében is tehát csak kisebb része jut magasabb szintekre, a helyzet itt sem jobb, mint a kisebb mélységben. A természetes vizek esetében látjuk, hogy ezek hőmérséklete alacsonyabb, mint közeliükben a fúrások feltárta vizeké. Ez a tétel arra az esetre is áll, amikor csekély mélységű a fúrás, jelül annak, hogy rövid úton is jelentős lehet a veszteség. Itt a Rudasfürdő Attila hőforrásra gondolok. Ez a 36.8 m mély fúrt artézi kút a források csoportjában legmélyebb forrása. Hőmérséklete 46.70 °C és 47.0 °C között változik. E források csoportjában felfakadó legalacsonyabb hőmérsékletű víz 35 °C. További példaként a Szent Imre gyógyfürdő területén lévő 200 m mély artézi kút említem, melynek hőfoka 50 °C. Amikor uvanított a természetes Mátyás-forrás hőmérséklete 36.30 °C—41.40 °C között ingadozik. Amint a viszonylag melegebb, azon mód a legmélyebb vizek is fúrt kutakon jutnak a felszínre. Ezek Budapesten a városligeti két kút. Itt a 970.48 m-es vízének hőmérséklete 73.4—73.8 °C, az 1257.10 m-es vízének hőmérséklete 77 °C.

E megfontolások és példák mutatják, hogy a dehidralizáció útján esetleg keletkező vizek felfelé haladva sokat kell, hogy veszítsenek hőmérsékletükből és természetesen mennyiségükből is. Ezek szerint nehézkesnek tartom a magyarázatot, mely szerint „óriási mennyiségű a forrásainkat és kútjainkat tápláló olyan vízzel kell számolni, mely nem közvetlen meteorikus eredetű”. (12. p. 77.) Különösen nehézkes ez a magyarázat, ha arra gondolunk, hogy pl. mai Budapest területén a hévíz már az alsó mediterrán idejétől, amint azt Schréter (10.) kimutatta — állandóan jönnek a felszínre. Nehézkes, mert ez esetben ezek a vizek véges értékűek lennének, akár pl. az olaj vagy földgáz, márpedig erre mutató adatunk nincsen.

Felvetődik tehát a kérdés, ha mindez nem így történik, akkor azok a „juvenilis” alkatrészek, radioaktív-anyagok, bórsav, fluor stb. és maga a hőbőség honnan ered s miként kerülnek ez anyagok a termális vizeinkbe.

1947-ben irányításom mellett a m. áll. Földtani Intézet radioaktív nyersanyagok után kutatott. Ezek a kutatások bár gyakorlati cél érdekében indultak, ezidőszereint még csupán tudományos eredményekhez vezettek. A Geiger—Müller számlálócsővel a beméréseket végző geológusból és fizikusokból álló kutatócsoport megállapította mind a Velencei hegység gránitjáról, ahol számos mérést végeztek, mind a Mecsek-hegység gránitjáról, illetőleg annak csupán erdőmecskei előfor-

dulásáról, hogy a területen jelentős effektusok — átlagosan a normálisnak a háromszorosa mérhető. Majd pedig Szalay Sándor debreceni professzor laboratóriumi vizsgálatai kiderítették, hogy csekélyebb mennyiségű uránium (tonnánként 6 gramm) és nagyobb mennyiségű torium (tonnánként 60—80 gramm) tartalma van e kőzetnek. A Velencei-hegység gránitjában fluoritot már hosszabb idő óta ismerünk. Vendl (16.) munkája nyomán újabban Földvári is kimutatja azt jelentősebb kiterjedésben e területen. A bórsavat is juvenilis alkatrészek tekintik sokszor az irodalom. Longwell, Knopf, Flint (5. p. 283.) szerint is a bórsav a vizek magmatikus eredetét jelzi. E felfogást követi Vendl (17. p. 11.) is, ezzel szemben Goldschmidt és Peters (3. p. 403.) megállapítja 14 németországi gránitból készült átlagminta alapján, hogy azoknak 0.001% B_2O_3 tartalma van. Természetesen a baritra, a ritka alkatrészekre is alkalmazhatók az előadottak. Kétségtelen, vannak alkatrészek, melyek a priori juvenilisak voltak, de ma ezeket a kőzetekből oldja ki a víz s hozza a forrásokba.

Az előadottak nyomán megállapíthatjuk, hogy a termális vizeinkben a radioaktív anyagok az egyéb „juvenilis” alkatrészek származása legegyszerűbben úgy magyarázható meg, ha feltesszük, hogy az egykori geoszinklinálisok közé ékeltek gránitokból oldják ki a mélykarsztvíz vizei ez anyagokat. Illetve, esetleg a mélykarsztvíz felüjébe lévő gránitba vagy egyéb őskőzetbe is lejutnak ezek a vizek s ott végzik el oldó munkájukat. Megemlítem, hogy Weszelsky (18. p. 30.) szerint a rádium maga minden valószínűség szerint a dolomit alatt fekvő kőzetből kerül ki. „Feltűnő, hogy a városligeti két kút vizében — írja Vendl (17. p. 21.) — amelyek legmélyebből erednek s legmélyebbek, a kationok közt a magnézium-ion ekvivalens százaléka kisebb, a nátrium-ion ekvivalens százaléka nagyobb, továbbá, hogy az anionok közt a hidrokarbonát-ion ekvivalens százaléka kisebb, mint a többi forrás vizében. Ezek a különbségek arra vallanak, hogy a városligeti melegvíz alkotórészeinek egy részét nem a dolomitból, hanem valamelyik, a dolomit alatt levő kőzetből oldotta ki”. Annál inkább az előadottak mellett kötik ki, minthogy termális forrásainknak csak egyrésze az, mely ezeket az anyagokat tartalmazza. Így pl. a B_2O_3 a Gellért-hegyi források csoportban és a városligeti I. sz. artézi kútban megvan, de hiányzik az a József-hegyi források, valamint a margitszigeti artézi kút vizében. (18. p. 29.) De megvan az a pestszenterzsébeti (9. p. 243.), valamint a Hajdusoboszló I. sz. fúrában is. (9. p. 216.) Legnagyobb a rádiumemanáció tartalma a gellérthegyi források csoportjában. Ott tehát, ahol a mélykarszt járataiba mozgó víz gránitból, vagy egyéb őskőzetből nem oldhatja ki a „juvenilis” anyagot, ott a források nem tartalmazták, ha ez anyag származása bármelyik eddig érvényben lévő elmélettel volna magyarázható, úgy minden bizonnyal valamennyi termális forrásban lényegtelen ingadozási értékkel meglenne az.

A hőtermelés, a hőbőség kérdései is szorosan kapcsolódnak mindahhoz, amit az imént mondtam. Nem kívánok itt különböző elméletekkel foglalkozni, amelyek a termális vizek hőproblémájára törekednek fényt deríteni. E helyett gondolat-

menetem fonalát szövöm tovább. A radioaktív hőre s a radioaktív hőtermelésre, az atombomlásra gondolok. Ezzel vélem magyarázhatónak azt, hogy az alföldi területeinken a normálistól lényegesen eltérő geothermikus grádiens adódik. Még pedig Schmidt Eligius (8. a.) szerint 16–20 m. Sümeghy József szerint pedig átlagosan 18 m. Megjegyzem azzal, hogy a kéreg rádiumtartalma nagyjából a kéreg thermális állapotára nézve már többben foglalkoztak. E helyen csupán Longwell, Knopf és Flint (5. p. 278.) munkájára hivatkozom.

Tanulmányom bevezetőjében nagy esetvonalakkal vázlatos képét törekedtem adni a Kárpát-medence töréses szerkezetének. Virgációról s a szétdarabolt különböző mélységbe süllyedt thermális vizet tárló kőzetekről szoltam, amelyek közé gránittek és egyéb őskőzetek is ékelődnek.

Ott, ahol a normálistól nagyon eltérő geothermikus grádiensek adódnak, feltételezem, hogy a víz a gránitkövek közelségéből jut a napszíre. S a gránitokban végbemenő atombomlással termelt hőenergiával magyarázom azt a hőbőséget, amely a normális geothermikus grádiensből való jelentős mértékű eltéréshez vezet.

Ez a hőbőség kihat az egész mélybesüllyedt medence hőmérsékletére. Mind a „juvenilis” alkateréseket, mind a hőbőséget lényegében sem a dehidralizációval, sem „juvenilis” származással nem látom összefüggőnek s így megszűnnek az okok, melyek nyomán a thermális vizet, illetve annak számottevő mennyiségét dehidralizációs úton keletkezettnek kellett tekintenünk. Megállapíthatjuk tehát, hogy a mélyebb karsztvizeink meteorikus eredetűek. S ha van is a vízben dehidralizáció útján keletkezett is, amit bizonyítani semmivel sem tudunk, ennek szerepe jelentéktelen.

Igy nézve a kérdést, thermális forrásaink vízhozam ingadozását Pálffy-val (6. a.) együtt a csapadék különböző mennyiségével magyarázhatjuk, emellett szerepe van egyéb tényezőknek is: ezek a légnyomásviszonyok, a budai thermális források esetében a Duna vízszint emelkedése és süllyedése stb.

Az előadottakból arra is gondolhatunk, hogy a Nagy-Magyar-Alföld mélyén figyelemre méltó mennyiségű radioaktív anyag van.* Ugyanis a jelentős hőbőség csak így alakulhat ki. A már ismertett küszöb, mint tektonikailag erősen

* E lehetőség támogatásaként megemlítem, hogy Szelényi T. és Csajághy G. (Magyar földgázok hélium-tartalma. Földt. Int. Évk. XXXV. 4. 1941. Budapest) 15. a Kárpát-medence területén fekvő gázos kutak vizsgáltak meg s ezekben század-, illetve ezred%-ban kifejezhető Hélium-mennyiséget állapítottak meg.

Mivel a Földön keletkező Héliumot rádióaktív anyagok bomlástermékének tekintik, a Hélium jelenlétéből is területünk több pontján következtethetünk rádióaktív anyagokra.

Figyelmet érdemel, hogy amíg a székesfehérvári fúrás 820.5 m.-ből vett mintájának 1.54; a felszínről vett mintájának 0.0120 Hélium-tartalma van tf%-ban. A budapesti Széchenyi-fürdő Szent István-forrásának 0.0267, a balatonfüredi Edmund-kútnak 0.0137, a mohai Ágnes-forrásnak 0.0116 Hélium-tartalma van tf%-ban. A megvizsgált kutak között a most felsoroltak Hélium-tartalma a legnagyobb. Figyelmet érdemel az is, hogy a most felsorolt lelőhelyek ugyanazon tektonikai sávban fekszenek.

igénybevett, mint a paleozoikumtól bizonyos tekintetben önálló szerepet betöltő terület megadja a radioaktív anyagoknak a tektogenézis során keletkezett síkok mentén való felszínre jutási lehetőségét. E kérdéssel kapcsolatban hivatkozom Sümeghy megállapítására (10. a.), szerinte a pocsikunszentmártoni törésvonal mentén kapjuk a legalacsonyabb geothermikus grádienseket. Ez a törésvonal a Mecsek csapásába fut. E törési övben fekszik a Biharnagybajom és Kismarja, mind a két helyen gneiszt is feltártak a fúrások.

A törésvonalak mentén fekszenek, írja Sümeghy (10. b.), az Alföld földgázban leggazdagabb mélyfúrásai. E gázos kutakban a methán mellett mindenütt megvan a szénsav is.

„E két példából — írja Schmidt E. R. (8. p. 175.) — tehát látjuk, hogy az alföldi kutak esetében a gáz expanziója által bekövetkező hőcsökkenésnek a geothermikus grádiens számítása szempontjából gyakorlati jelentősége nincsen. Nagymennyiségű és különösen jó oldható gázt (pl. CO₂-t) vezető források hőfokát ellenben lényegesen alább szállíthatja a gáz expanziója.” Így tehát a földgáz és a kis geothermikus grádiens legalább nem indokolja egymást s mivel itt mégis együtt jár a kettő, fel kell tételezni, hogy a sebhelyeken az atombomlás révén keletkező és feljutó hő az, amely az alacsony geothermikus grádienseket alakítja ki. Ez a hő pedig a már kifejtett módon termelődik, semmiesetre sem lehet itt, amint az az előadottakból következik, a mélyből feltörő gőzök migrációjával termelt hőre gondolni, mint azt eddig a kutatók tették.

E küszöb É-i és D-i végén egyaránt ismertek az urán szurokérc-telepek (Karólia és Belga-Kongó).

Egyik legutóbbi munkámban kifejtettem (14.), hogy olyan szerkezeti változásokat követően, melyek a kontrakció következtében alakulnak ki, dilatációk jönnek létre. Feltettem, hogy a kontrakció során a föld különböző fajsúlyú héjai, különböző mértékben zsugorodnak, a külső héj zsugorodása az alatta lévő héjra nyomást gyakorol, e mechanikai hatás visszahatásáról van szó a törések, a kitékulások létrejöttékor. Ez esetben is a mechanikai visszahatáson kívül az atombomlás termelte hő feszítőerejére mint tényezőre gondolnunk kell. Területünkön kimutathatók a pleisztocén-kori mozgások, a recens földrengések (Szombathely, Mór, Kecskemét, Eger) azt mutatják, hogy a nyugalmi állapot mindmáig nem következett be.

Gárdonyi (2. a.) az újabban végzett felsőrendű szintezések eredményeit feldolgozva és a korábban végzett felsőrendű szintezések eredményeivel összehasonlítva, arra az eredményre jut, hogy Naptól ÉK-nek, Budapest—Bánrévén keresztül, valamint DNy felé, Nagykanizsa irányába és a Dráva-völgyében zérus vonal ismerhető fel. Ettől Ny-ra a terület emelkedése, DK-felé pedig annak süllyedése állapítható meg. Az előadottak értelmében tehát atombomlás útján az említett módon, mind pedig a mechanikai hatások következtében termelt és felszabadult hővel magyarázom a normálistól eltérő geothermikus grádienseket.

A thermális források különbözősége előadotakon kívül arra utal, hogy a különböző mélység-

gekbe süllyedt víztárló kőzetekből jutnak a vizek napszínre. Erre vonatkozólag szemléletes példát nyújtanak a budapesti környéki thermális források. Ott, ahol a felemelt rögökből fakadnak ezek, alacsony a hőmérsékletük. Ahol mélybesüllyedtek a rögök, ott pedig magas.

IRODALOM:

1. Ferenczi I.: A zempléni Sziget-hegység földtani viszonyai. *Relationes Ann. Inst. R. Hung. Geol.* 1939—1940. I. Budapest, 1943.
2. Gautier, M. A.: La genèse des eaux thermales. *Ann. des Mines Mem.* IX. 1906. Paris.
- 2a. Gárdonyi S.: A régi felsőrendű szintézisi alappontok magasságának változásai. (M. Áll. Földmérés Közleményei. II. 1932. Bpest.)
3. Goldschmidt V. N. és Peters Cl.: *Zur Geochemie des Bors. Nachrichten der Ges. d. Wiss. zu Göttingen.* 1932.
4. Horusitzky F.: A víz a föld belsejében. *Hidr. Közl.* XXII. 1—6. 1942. Budapest.
5. Longwell, Knopf and Flint: *Text Book of Geology.* New-York, 1932.
6. Nopcsa F.: Magyarázat a térképhez. Hunyad vármegye és környékének geológiai és tektonikai térképe. Földtani Intézet. Budapest, 1928.
- 6a. Pálffy M.: A budapesti hőforrások vízmenységének ingadozásáról. *Hidr. Közl.* VII—IX. 1927—1929. Bpest.
7. Schmidt E. R.: Az Alföld altalajának hőmérséklete, hőgazdálkodása és a geotermikus grádiens kialakulására való hatása. *Bányászati és Kohászati Lapok.* LXIX. 11. sz. 1936. Budapest.
8. Schmidt E. R.: A geotermikus grádiens kérdéséhez. *Bányászati és Kohászati Lapok.* 80. 1932. Budapest.
- 8a. Schmidt E. R.: Budapest dunabalparti altalajának geotermikus grádiense. *Bányászati és Kohászati Lapok.* 1938. 12.

9. Schmidt E. R.: Die Rumpfungsrischen Schurftiefbohrungen des Arars nach Kohlenwasserstoffen. *Annales Instituti Regii, Hungarici Geologici* XXXIV. 1. 1939. Budapest.

10. Schröter Z.: Harmadkori és pleisztocén hőforrások tevékenységének nyomai a budai hegységben. *Földt. Int. Évk. XIX. I.* Budapest, 1911.

10a. Sümeghy J.: Die Geothermischen Gradienten des Alföld. *An Inst. Regii, Hungarici Geol.* XXVIII. Budapest.

10b. Sümeghy J.: Az Alföld geotermikus gradiens. *Hidr. Közl.* VII—VIII. Budapest, 1929.

11. Sujkowski: The geological structure of East Poland and west Russia: a summary of recent discoveries. — *The Quarterly Journal of the Geol. Soc. of London*, Vol. CII, Part 2 1946.

12. Szadeczky-Kardoss E. A. Dunántúli-Középhegység karsztvizeinek néhány problémájáról. *Hidr. Közl.* XXI. 7—12. 1941. Budapest, 1942.

13. Szalai T.: Eine Paläogene vulkanische Kettenteilung der „O“ Linie des ung. Internid. *Centralblatt f. Min. etc. Jahrbuch* 1938, Abt. A. No. 3.

14. Szalai T.: Geology of the Northeastern Carpathians. *Annales Instituti Geologici Publici Hungarici.* XXXVIII. 1947. Budapest.

15. Vajk R.: Adatok a Dunántúl tektonikájához a geofizikai mérések alapján. *Földt. Közl.* 1943. LXXIII. k.

16. Vendl A.: Velencei hegység geológiai és petrográfiai viszonyai. *M. kir. Földt. Int. Évk. XXII.* 1. füz. Budapest, 1914.

17. Vendl A.: Budapest gyógyforrásai közös védőterületének tervezete. *Hidr. Közl.* XXIV. köt. 1—3. 1944. Budapest.

18. Weszelszky Gy.: Die chemischen Verhältnisse der Budapester Mineralquellen. *Hidr. Közl.* IV—VI. 1928. Budapest.

19. Weszelszky Gy.: Über die juvenilen Wässer. *Hidr. Közl.* IV—VI. köt. 1928. Budapest.

Gellért Jenő

1889—1948

Déván született, ahol középiskoláit is végezte. Érettségi után feljött Selmecbányára, közben végig harcolta az első világháborút, amelyből, mint igen szépen kitüntetett műszaki főhadnagy szerelt le. Selmecbányán tanulmányainak befejezése után fémkohómérnöki oklevelet nyert, majd a főiskolán először a középítéstani, majd a matematikai tanszéken volt asszisztens, illetve adjunktus. A Főiskolának 1918-ban Selmecbányáról Sopronba való átköltözése után még továbbra is egyideig a matematikai tanszéken maradt. Még a háború alatt megnősült, elvette Schleichinger Margitot, egy löcsei törvényszéki bírónak a leányát, akivel mindvégig a legharmonikusabb családi életet élte. A házasságból egy István nevű fiuk született, aki jelenleg MABI tisztviselő. Főiskolai működése után a Pénzverőben teljesített hosszú ideig szolgálatot, majd a Főfémjelzőben és ismét a Pénzverőben. A felszabadulás után mint kinevezett igazgató irtozatos nehézségek árán kezdte rendbehozni a teljesen lerombolt művet és az ő érdeme, hogy egy kis mérnöki és munkásgárdával a Pénzverő azon a nívón van ismét, amelyiken jelenleg is működik. Az anyagbeszerzés, a hiányzó gépi berendezés előteremtése, munkaalkalmak szerzése, mind fárasztó utánjárást és rengeteg idegölő munkát kívántak. Nem csoda, hogy részben a felszabadulás előtti események, főleg azonban ez a sok idegölő munka kikezdte a szívét, a fáradt szív nem bírta tovább az ihamot s július hó 4-én megszűnt dobogni.

Temetésén, amely f. hó 8-án délután 1/23 órakor volt a Kerepesi-temetőben számos kartársa, jóbarátja és tisztelője vett részt.

Gellért elsősorban ember volt, a szó legszorosabb értelmében, úgy családi, társadalmi, valamint baráti vonalon. Mint embert, határtalan jószívűség jellemezte s amikor módjában állt mindenkinek segített. Csodásan hegedűt, ha nem lett volna olyan szerény, a muzsikában is többre vihette volna, mint ahogy többre vihette volna a műszaki pályán, ahol kezdettől kezdve a köztisztviselő mérnök szűkös kegyerét ette.

Kiváló mérnök volt, állandóan fejlődött és tanult, rengeteget olvasott s az önképzésnek olyan iskolapéldáját láthattuk nála, ami párját ritkítja.

*

A ravatalánál a Bányászati- és Kohászati Egyesület nevében Jakóby László búcsúztatta az elhunytat, akiről az emberi tulajdonságok felsorolása mellett, a meleg barátság hangján is szólt. A sírnál a pénzügyminisztérium nevében dr. Fóris László államtitkár mondott megható búcsúztatót, majd a Pénzverő nevében Gánóczy Sándor főmérnök, egyébként állandó munkatársa méltatta pályafutását a miniszteri tanácsossáig.

*

Kedvenc dalod volt a „Lehullott a rezgő nyárfa” és nekünk, akik sokszor hallottuk, sok kartársunknak a sírjánál hegedűdet és tárogatódat, mélységes gyászunkban is muzsikás lett a szívünk. A nyárfának is időelőtt hullanak le a levelei, Te is sajnos időelőtt mentél el, mert meg-