

Minden egyebet, így a városligeti artézi kútban az eocén széntelepecskét, valamint az efölött lévő alsó-oligocén (kovásodott) ¹ mészmárga stb. jelzését elhagytuk. Bennünket fejtegetéseinknél csupán az egyes geológiai rétegek vízjárhatósága érdekel, melyet rajzunkon olyformán iparkodtunk érzékeltetni, hogy a vízjárható alaphegységet fehérre hagytuk, míg a többi réteget annál sűrűbben sraffoztuk, minél vízhatlanabbak.

Felfogásunk az, hogy hévvízeink zöme karsztvíz, mely a Budai-hegység hátterében s valószínűleg még azon tulmenően a Pilis stb. hegységeiben az alaphegység hasadékaiban hidrosztatikailag lassan lesüllyed és miközben a pest síkság alá merül, normális geotermikus felmelegedés folytán meleg vízzé válik.

Számot igyekeztünk magunknak adni arról, miképpen melegszik lesüllyedés közben a víz. Kétségtelen, hogy a Budai hegységben s kapcsolt részeiben a mélybe szívargó hidegvíz lassú mozgásban van a dunai főtörési vonal felé (l. az 1. rajzon a «hidegvíz» nyilat). A mozgásnak ezt az irányát végeredményben az Alföld lesüllyedése okozza, melynek éppen a peremén fekszik ez a törési vonal. A mozgás iránya ennek megfelelően valószínűleg ÉNy-DK-i. Szelvényünkön ennek mintegy csak a vetületét látjuk K-Ny irányú síkra. E mozgás hatása alatt, melyet a tektonikai szerkezet csak elősegít, a hidegvíz-tömegnek a dunai főtörés táján aránylag nagyobb mélységbe kell leérnie, mint a szelvény K-i részében. Nyugaton az izotermák kiindulási pontjait a normális geotermikus felmelegedés (100 m-re 3° C) alapul vételével rajzoltuk meg. A dunai törésvonal felé haladva az izotermák a mondottak értelmében lefelé haladnak. Csak a dunai fővetődés közelében tör fel a forróvíz már alulról is nagyobb erővel, szünteti meg fokozatosan a hidegvíznek K-re (tulajdonképpen DK-re) irányuló előrenyomulását s hajlítja ezáltal vissza az izotermákat, amelyek a dunai törésvonal felső végénél sűrűsödnek össze. A legforróbb kevert vizet eszerint a dunai törésvonaltól K-re (helyesebben DK-re) kell várnunk az altalajban. Ez a valóságban így is van, mert összes hévvízeink közül ezidőszerint a városligeti kút vize a legforróbb (73-88° C).

Ábrázolt felfogásunk szerint: *a kiscelli agyagnak az Alföld felé lejtő alsó felülete az aljában összegyűlő forró vizet mintegy **nekivezérlő** a dunai fővetődés felszíni végének (1. rajz «melegvíz»-nyíl). Nézetünk szerint a kiscelli agyagtakarónak ezen az alsó felületén emelkedik fel a melyből részsütosan az igazán forró víz, nem pedig vertikálisan a főtörési hasadékan, amelynek felső szakaszában az ÉNy-ról érkező hidegvíz-tömeg hozzákeverődése miatt általában hűvösebb vízkeverék száll fel. (L. vázlatunkban a 60°-os izotermát).*

Ezzel természetesen nem azt állítjuk, hogy a fővetődésen s a vele párhuzamosan haladó, vagy azt keresztező töréseken nem száll fel szintén melegvíz a mélyből, csak azt kívánjuk kiemelni, hogy a főtörés hasadéka éppenséggel nem a *legmelegebb* víznek *egyedüli* szállítója, ahogy azt idáig feltették.

Hogy az izotermák kitürelmései mennyire lépik át a főtörés síkját, az mind a meleg, mind a hideg víz irányításától függ. A melegvíz irányítását, mint láttuk a kiscelli agyag alsó lapja szabja meg. A hidegvíz irányítása elsősorban a karsztvíz áramlási sebességének horizontális, a dunai törésvonal felé irányuló komponensétől függ, mely a maga részéről az alaphegység hasadékaiban fellépő ellenállások függvénye. Sajnos ezeknek számszerű értékéről ezidőszerint megközelítő fogalmat sem alkothatunk.

Az izotermák kitürelméseinek elvben akkor is létre kell jönniök, ha az alaphegység mélyén nincs meg az 1. rajzunkon alul jelzett vízfogó-réteg, mert a karsztvíz mozgásának akkor is van horizontális komponense. Ha az alaphegység mélyén van vízfogó réteg, akkor a jelenségnek annál kifejezettebben kell mutatkoznia. A hidegvíz-tömeg annál messzebb érezteti hatását a törésvonal felületén túl, mennél közelebb fekszik ez az alsó vízfogó réteg a felszínhez s másrészt minél kevésbé dől az az Alföld felé.

¹ Zsigmondy Vilmos («A városligeti artézi kút Budapesten. Budapest.» 1878. 51. old.) megjegyzi, hogy e kőzet oly kemény volt, hogy alig tudtak rajta áthatolni; a rudazat elhajlott és eltört, a kések igen erősen koptak.

Sajnos erre nézve csak sejtéseink vannak. *Lóczy Lajos*¹ és *Schafarzik Ferenc*² felteszik, hogy a Balaton környékéről ismert rétegsorozat a Budai-hegység földolomitja alatt is megvan. Ez esetben a felsőtriász füredi-márga-csoportjának egyes rétegei szerepelhetnének a karsztvíz első vízfogó rétege gyanánt, miután a Balaton vidékén is némely helyen rétegforrások képződésére szolgáltatnak alkalmat a dolomit alatt. Azonban ezen rétegcsoport váltakozóan mészkő-, dolomit-, és márga-padokból áll s így semmiesetre sem tekinthető egységes vízhatlan lapnak. At meg átjárják a tektonikai hasadékok s így ez a rétegcsoport, ha egyáltalában megvan, legfeljebb némi jelentéktelen szekundér hőfokdifferenciát létesíthet a fölötté a földolomitban s az alatta a felsőtriász meszekben, középtriász dolomitban és kagylómészben keringő víz között. Továbbá a földolomit valódi vastagsága Buda körül *Lóczy* szerint csupán 200 m-re becsülhető, ami a dőlés tekintetbevételével is vertikális irányban legfeljebb 300—350 m. vastagságot jelent. Abban az esetben tehát, ha a füredi márga-csoport komoly vízfogó rétegeként szerepelne, a karsztvíz nem hatolhatna le nagy tömegben nagy mélységre és nem vehetné fel azt a magas hőfokot, amellyel ismét a napvilágra bukkan. Alacsonyabb hőfokú izotermáink ugyanis ez esetben messze DK-re, a dunai főtörésvonaltól igen nagy távolságra nyomulnának a mélybe. Ezzel szemben az alsótriásznak esetleg jelenlévő werfeni palái már olyan nagy mélységben fekszenek, hogy a vizet elég nagy mélységbe közvetlenül leengedik. *Mádai*³ a normális geotermikus gradienssel számolva a kristályos paláig sülyesztí le a beszívargó karsztvizet. Budapesti hévveizeink kémiai alkata valószínűvé teszi, hogy a karsztvíz oly nagy mélységbe kerül, amelyben esetleg már szembe találkozik az Alföld alá sülyedt tengeri rétegekkel (mediterrán), ahonnan a J, Br és B-tartalmát magával hozhatná. Ezt a nagy mélységbe való lesülyedést a városligeti artézi víz aránylag nagy SiO_2 -tartalma is bizonyítja.

Szükségesnek tartjuk határozottan kijelenteni, hogy mindezek csak spekulációk, amelyeknek ezidőszert semmiféle biztos alapjuk nincs, de amelyek ami fejtegetéseinknél lényeges szerepet nem is játszanak. Mindenestre igen nagy mélységben, de még a budai törésvonal felé háztetőszerűen ferdén emelkedő kiscelli agyag védőtakarója alatt történik a melegvíz akkumulációja és a budai törésvonalhoz való visszafolyása, melyet 1. rajzunkon jeleztünk.

Lényeges a mi megfontolásainkból következő ama tény, hogy a dunai főtörésvonalnak csak a közvetlen közelében remélhetünk az alaphegység hasadékaiban a normális geotermikus felmelegedésnél lényegesen melegebb vizet. *Beljebb a hegységben a fúrás csak hidegebb vizet tárhat fel a mélyben, mint amilyen a normális geotermikus gradiens szerint várható volna.* Szelvényünk e tekintetben még aránylag kedvező esetet szemléltet, mert a Lukács-fürdő táján az alaphegységben a felszínen budai márga és kiscelli agyag-takaró terül el, mely a magasabb hőfokú izotermákat a hegység belseje felé vezérli.

Ezeket a következtetéseinket a tapasztalat is megerősíti. A királyi vár palotája mellett, a Lógody-utcának a lovarda felé eső részén a palota építéskor víztelenítő aknákat készítettek, melyeknek feneke kb. $15\frac{1}{2}$ m-re fekszik a Duna 0-pontja fölött, vagyis kb. 111.9 m-re a tenger fölött. Ezekben az aknában az alagút-vizsgáló bizottság első jelentése szerint⁴ 17—18 C°-ú vizek fakadnak, a bizottság véleménye szerint a budai márgából, nem pedig dolomitból, ahogy ezt annak idején a vállalkozó jelentette. A pleisztocénkorban a várhegy mésztufa-sapkáját lerakó hévíznek utolsó ágacska hatol itt még be nagy mennyiségű karsztvízbe. Ez a pont

¹ *Lóczy Lajos*: «A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei. I. rész. I. szakasz. «A Balaton környékének geológiai képződményei és ezeknek vidékek szerinti telepedése.» Budapest, 1913. 170—193. old.

² *Schafarzik Ferenc*: «A Szent Gellért-hegy geológiai múltja és jelene.» Természettudományi Közöny. 58. köt. 1926. 468—472; v. ö. a 461. old.

³ I. m. 20. old.

⁴ A budai várhegyi alagút hidrogeológiai viszonyai. Az alagút-vizgálatára kiküldött bizottság jelentése a pénzügyminisztérium vezetésével megbízott m. kir. Miniszterelnök úr Önagyméltóságához. Budapest, 1908. (8. old. és II. sz. tervrajz.)

a dunai törésvonaltól 500 m-nél kisebb távolságban fekszik, mégis elenyésző csekély már a régi forráscsatornában a hozzáfolyó melegvíz mennyisége. Arról pedig, hogy még távolabb a dunai törésvonaltól, de a Kissváb-hegy törésrendszerének tőszomszédságában fekvő krisztinavárosi kút vize teljesen hideg, már fentebb megemlékeztünk.

De van a közelmúltból példánk arra is, hogy közvetlenül a dunai törés mellett is, pár lépésnyire eltávolodva tőle, milyen gyors hatvány szerint csökken a hévvíz hőfoka.

1927-ben a Gellért-fürdő igazgatósága a gellérthegyi barlang alján 15·6 m-re a Duna 0-pontja fölött (=112·0 m a. t. sz. f.) mélyfúrást végeztetett, mellyel 65 C°-u vizet reméltek feltárni a fürdő fűtésére. A fúrás, mint utóbb kiderült, mindössze vagy 50 m-re É-ra attól az ÉNy—DK irányú vetődéstől volt lemélyesztve, mely a Gellért-hegy DK-i peremletörését okozza és amelynek a dunai főtörési vonallal való kereszteződésénél fekszik a Gellért-fürdő természetes forrása.

A fúrásról a következő hőfokadataink vannak; 11·5 m mélységben: 32 C°, 63·5 m: 48°, 66·7 m: 48·6°, 71·58 m: 48·8°. Azontúl a fúrás talppontjának az eléréséig nem történtek megbízható mérések; a fenéken 142·5 m mélységben 48·2 C°-ot mért Emszt Kálmán.

A jelenség okát már Pálffy¹ helyesen adta meg. A fúrás ugyanis vertikálisan lefelé haladván, a D felé dőlő vetődés síkjától eltávolodott. Ennél fogva bizonyos maximumon túl hidegebb lett a víz, több karsztvíz-hozzáfolyást kaptak. Érdekesnek tartjuk megemlíteni, hogy a fúrás Pálffy közlése szerint először a szarúkö-breccsában, aztán 9 m-től kezdődően először igen kemény,² repedéseiben piritet tartalmazó dolomitban haladt, aztán 111·5—114 m között laza, morzsalékony dolomitba került, melyben a fúró gyorsan előrehaladt; állítólag kalcit is fordult elő ebben a rétegben. Majd ismét kemény dolomitba jutottak. Egyikünk már évekkel ezelőtt kimutatta,³ hogy a dolomitnak laza, morzsalékony szövete átkristályosodási folyamatnak a következménye, mely a dolomitot a hajdani magas hőfokú víz forráscsatornájában érte. Ezért azt hisszük, hogy a szobanforgó fúrásnál is abban a bizonyos morzsalékos részben régi forrásjáratba értek, melyben még a hajdani termának relikturna kering s tulajdonképpen ez volt erre a fúrásra nézve a hőközpont, nem pedig a főtörési vonal, sem pedig az említett szekundér ÉNy—DK irányú vetődés.

Pálffy ezekkel az észlelésekkel kapcsolatban felveti azt a kérdést, vajjon a Gellért-hegy alján fakadó források nem azért hidegebbek-e (47°—48°), mint a József-hegy forrás csoportja (60° körül), mert szabadon fakadnak a dolomitból, míg amazok a budai márga alól. Nézetünk szerint azonban hibába esik, mikor a hőfokkülönbséget azért tartja feltűnőnek, mert: *«ugyanazon törésvonalon szállanak fel»*.

Ismételjük: a forróvíz java nem a főtörésvonalon száll fel, ahogy Pálffy tartja, hanem a kiscelli s feljebb a mediterrán⁴ agyag alsó felülete által irányítva kerül a mélyből a főtörés felső szakaszára. Magán a fővetődésen inkább már hidegvíz keveredik a forró vízhez. Tőle nyugatra még fokozódik a hideg víz hozzákeveredése, amint azt rajzunk is mutatja. Budán a Gellért-hegy táján a felszíni védőtakaró (márga) hiánya miatt is közelebb jutnak ugyan az alacsonyabb hőfokú izotermák a dunai főtöréshez, ennek az eltolódásnak a főoka azonban mégis csak az, hogy Pest

¹ Pálffy M.: «A gellérthegyi mélyfúrás tanulságai» (1927 dec. 7-én tartott előadás, melynek kéziratába a szerző szíves engedelmével betekinthettünk.)

² Tehát valószínűleg kovásodott

³ Scherf Emil: «Hévvízforrások okozta közetelváltozások (hidrotermális közetmetamorfózis) a Budapesti hegységben. Hidrológiai Közöny II. köt. 1922. 19—88. old.; v. ö. a 19—36. old.

⁴ A pesti síkság holocén és pleisztocén képződményei alatt fellépő agyagokat a legújabb időkig, — (v. ö. pl. Lörenthey Lajos: «Adat Budapest altalajának ismeretéhez»; Földt. Közöny. XVIII. 1888. 87—106. old.) — alsóoligocén kiscelli agyagnak tartották. Horusitzky Henrik szerint azonban («Részlet Budapest székesfőváros duna-balparti területe földtani talajtani és vízi viszonyainak ismeretéhez»; Szt. István Akadémia mennyiségtan-, természettudományi osztályának felolvasásai, I. köt. 1924. 9. sz. 10. old.) dacitufa-leletek alapján ezeket az agyagokat mind mediterránkorúaknak mondja. Szerinte a margit-szigeti artézi kút is mediterrán és nem kiscelli agyagon halad át, ahogy a régi irodalomban olvashatjuk, vizét pedig a felső-oligocénból s nem a budai márgából kapja.

felől már a Duna közepén marad el az «irányító» agyagtakaró.* A Duna vize mint valami rugalmas fedő, vízállása szerint változó nyomással ugyan még képes a melegvizet ontó hasadékokat valamennyire elzárni és a víz főtőmegét a budai oldalra átduzzasztani, de azért ezen a tájon már bizonyos mennyiségű hévvíz a Dunába is elsőkik. (Szökevény-források a Dunában a Gellért-hegy alján, a Ferenc József-hídtól É-ra.) Ezért ezen a vidéken a karsztvíz előrenyomulása erősebb, mint É-on, a Lukácsfürdő táján, ahol a pesti agyagtakaró majdnem a budai partot éri.

Fejtegetéseinkkel kapcsolatban rá kell mutatnunk arra, hogy természetes forrásaink védőterületei helytelenül vannak megállapítva. *Schafarzik Ferenc* tervezete, a közös védőterület, még nem valósult meg. Nézzük pl. a Császárfürdő külső védőterületét: a Rózsadomb, Ferenc-hegy, József-hegy és Mátyás-hegy környékét foglalja magában, a pesti oldalra egyáltalában nem terjed ki, holott fejtegetéseink szerint éppen erről az oldalról kapja a legértékesebb, t. i. a legforróbb vízhozáfolyást.

Forrásainkat elsősorban a pesti oldalon, a kiscelli agyagtakaró alól érkező legforróbb víz elcsapolásától kellene megvédenünk. A hideg víz elvonása a budai oldalon alig fenyegeti őket, mert hiszen tulajdonképpen a jelenlegi külső védőterületek határain túl, messze Ny-on és ÉNy-on a háttérben elterülő karsztvízgyűjtő területről táplálkoznak. Forrásaink létét ezen az oldalon csupán olyan nagyszabású technikai munkálatok veszélyeztethetnék, amelyek esetleg a karsztvíznívó általános leszállását vonhatnák maguk után (pl. ha a hegyi karsztvíznívó és a Duna nivója közt fennálló differenciát erőtermelési célokra akarnák felhasználni).

A karsztvíz nivója a hegységben ugyanis magasabban áll, mint hévvizeinknek akár legmagasabb feltöréspontjai is.¹ Ez egymagában bizonyítja *Pávai-Vajna* koncepciójának lehetetlenségét. A karsztvíz mindig *kifelé* nyom a hegységből a Duna felé, a hasadékokon keresztül is. A hasadékokban fellépő keresztmetszetszűkülések miatt a nyomásvesztés emellett oly nagy, hogy az egyensúly beállásakor is a karsztvíz színe a hegységben jóval magasabban áll, mint a nyomott melegvíz nivója a Dunaparton. A valóságban a nyomásvesztés annál a $2\frac{1}{2}$ atmoszféránál, mely a két nivó között fennálló 24 m különbségből adódik, még sokkal nagyobb. Forrásaink vizét ugyanis, mint azt a III. részben még részletesebben kifejtjük, a hidrosztatikus nyomáson kívül még egyéb felhajtó faktorok is segítik a felszínre. Innen van az, hogy természetes forrásaink és fűrt kútjainknál a víz emelkedési magassága (0-vízhozamnál) nagyon különböző. Pl. a dunai törésvonalon felszálló természetes hévforrásaink emelkedési magassága kb. 106 m, a margitszigeti artézi kúté kb. 111.5 m és a városligeti artézi kúté 120.4 m.

Azokból a fizikai és kémiai adatokból, amelyek ezidőszereint hévvizeinkről rendelkezésünkre állanak, sajnos még nem tudjuk az egyes vizekre nézve a hidrosztatikus nyomáson felül szereplő emelő faktorok számszerű értékét pontosan kiszámítani, hogy így a tisztán hidrosztatikus nyomásra következtethessünk. Ezért az ebben az irányban végzett előzetes számításainkat egyelőre nem is közöljük.

(Vége köv.)

* *Megjegyzés a korrektúráról*: Nézetünk szerint 1. rajzunk a kiscelli agyagtakaró alatt helyesebben mutatja be a geozotermák valódi menetét, mint *Schafarzik* vázlatrajza a Hidrol. Közl. legközelebb megjelenő IV. kötetében, melyet 1924-ben szerkesztett s amelyet, mint már említettük, csak most ismertünk meg. *Schafarzik*-nál csak a 40°-os izoterma lép ki a Dunánál, az 50°-os már 200 m, a 60°-os kb. 600 m, a 70°-os meg éppen 750 m mélységben a felszín alatt sümül a kiscelli agyagtakaróhoz. Ha ez helyes volna, a budai főtöréson nem szállhatna fel 40–45°C-nál melegebb hévvíz, már pedig a Lukácsfürdőben 63° C-ú források is akadnak és számos 50–60°-os terma is van azon a környéken. *Schafarzik*-ot valószínűleg főleg onnan származik, hogy a vízhatlan agyagtakaró orra, amely alól a melegvíz felbukkan, a Gellérthegy körül hévvizek 40°C körüli hőfoka készítette rajzára. Ez azonban, mint kifejtettük, valószínűleg főleg onnan származik, hogy a vízhatlan agyagtakaró orra, amely alól a melegvíz felbukkan, a Gellérthegynél távolabb esik a budai parttól, mint a Józsefhegy tájékán. Természetesen a kiscelli agyagtakaró esetleges boltozottságának is lehetne szerepe a hőfokkülönbségek előidézésében.

¹ Arra, hogy a Budai-hegységben a karsztvíz színe milyen magasán áll, fúrás hiányában pontos adatunk nincs. *Schröter* dr. szíves közlése szerint a szomszédos Pilisvörösváron ez a nivó kb. 132 m sz. f. A következőkben a 130 m t. sz. f. magassággal számolunk.