

11. Mivel a bányászok érrendszere változó klímá-
ingernek van kitéve és a célszerű érreakciók lezajlását
a szervezet edzettsége elősegíti, a bányászfürdőnek nagy
jelentősége van a spasmosus érmegbetegedések elleni
küzdésben. A fürdés helyes megszervezése, a fürdők
célszerű elhelyezése, nagy segítséget nyújthat a helyes
érreakció kialakítása és a szervezet edzése terén.

IRODALOM

1. Dr. Bánsági és dr. Predmerszky: Népegészségügy (1951 dec.)
2. Leitesz, Marcinkovszky, Hocjanov: Gig. Trud i Promislennaja Szanitarija (Moszkva, 1950).
3. F. Bradtke, W. Liese: Hilfsbuch f. Raum u. Aussenklimatischen Messungen, 1937.

4. A. Haase: Arbeitsphysiologie 1935. 8. k. 47. 456.
5. A. Burstein: Metodi Sanitarno-Gigieniceszki Iszledovanije (1950, Kiev).
6. Somjay: Népegészségügy (1951. 32. 109.).
7. Dr. Heymann, K. Freudenberg: Zb. f. Gewerbehyg. u. Unfall. (1934. 6—7/8)
8. Arnautov—Weller: Arbeitsphysiologie (1952. 500—515.).
9. Reichenbach—Heymann: Zsch. f. Hygiene (1907. 57. k.).
10. Korff—Petersen: Zsch. f. Hyg. (1926. 105.).
11. Strauss—Schwarz: Zsch. f. Hyg. (1932. 114. 42—64.)
12. Sachbarjan—Witte: Gig. i Szanitarija (1948).
13. Sachbarjan: Gig. i Szanitarija (1949. 2. 8—12.).
14. Malisava A. I.: Gig. i Szanitarija (1950. 2. 23—28.).
15. Razgha—Zselyonka: Magyar Orvosi Archiv. (1942. 5. sz.)
16. Zselyonka—Razgha—Predmerszky. Orvosi Hetilap. (1943. 8. sz.)

Karszt- és karsztos hévíz-forrásaink geomechanikai alapjai

DR. SCHMIDT ELIGIUS RÓBERT
okl. bányamérnök-geológus, műegyetemi m. tanár

Др. Шминдт Элигиус Роберт — горный инженер, геолог, доцент Технического Университета:

ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЕНГЕРСКИХ ИСТОЧНИКОВ КАРСТОВЫХ И КАРСТОВО-ТЕРМИЧЕСКИХ ВОД

Dr. E. R. Schmidt, Dipl. Berging, Geolog — Privat Docent an der Technischen Hochschule:

Geomechanische Grundlagen unserer Karst und karstischen Wärmequellen

E. R. Schmidt, mining eng. — geologist, lecturer at the Polytechnical University:

Geomechanical basis of our carstic hot thermal springs

Le Dr. E. R. Schmidt, ing. des mines — géologue, Privat docent à l'Université Polytechnique:

Les bases géomechaniques de nos sources thermales karstiques

Tervgazdálkodásunk nagyarányú ipar- és városfejlesztő programja utóbbi időben igen nagy követelményeket támaszt ivó-, gyógy- és különösen ipari víz vonalon is. A legnagyobb vízigények emellett természetszerűleg az ország bányászati súlyvonala és energiatengelye mentén lépnek fel (68). Tekintettel pedig arra, hogy ezt a vonalat, illetve keskeny övet nagyrészt karsztosodásra hajlamos középhegységeink képviselik, magától értetődően karsztvizeink igénybevétele is fokozott mértékben sor kerül.

Ez idő szerint a karsztvízzel két szempontból kell foglalkoznunk. Az első, a régebbi szempont: a karsztvíz-veszéllyel küzdő bányáink vízmentesítése, a másik: a vízszerezés, a vízellátás kérdése. Mindkettő súlyponti kérdés. Jelentőségük egyre növekszik, úgyhogy elméletileg és gyakorlatilag is foglalkoznunk kell e problémákkal.

A karsztvízzel kapcsolatban már sok értékes tanulmány jelent meg. Ezek közül a közvetlenül felhasználtakat az irodalom-jegyzékben felsorolom. E tanulmányok — részben külföldi példákra támaszkodva, részben önálló kezdeményezésként — hazai viszonylatban is nem egy karszt-fogalmat tisztáztak vagy legalább is felvetettek. Eredményükképp ma már különbséget teszünk pl. felszálló és leszálló karsztvíz között, beszélünk sekély és mély karsztvízről, nyílt és fedett, szabad-

tükrű és feszültség alatt álló karsztvizekről stb. (5). Tudjuk, hogy a karsztvíz nemcsak a triász mészkövekhez és dolomitokhoz kötött, mert van karsztvíz a jura-, a kréta-, az eocén-, sőt a szarmata-kori mészkövekben is (49, 25). Ismerjük a karsztvíz mozgásának, valamint a karsztvíz-szint térbeli elhelyezkedésének nagy, elméleti törvényszerűségeit, és a kivételeket egyes esetekben magyarázni is tudjuk (43—46, 18, 11). Kitartóan vastag, egynemű és egyformán repedezett, összehasadozott karsztos kőzetek esetén a karsztvízszint is szabályos lefutású, a megcsapolási szintek, az erozióbázis felé többé-kevésbé egyenletesen, mégpedig parabolikusan lejt. Vízáró közbetelepülések, vetők, tektonikus árkok stb. által erősebben taglalt és kisebb vastagságú karsztos kőzetek esetében vízlepcsők, kaszkádok és árkok szabdalják fel, tarkítják az esetleg nem is egységes karsztvízszintet, bár ebben az esetben is az egyes pontokon át szerkesztett burkoló görbe, összefüggő karsztvíz-szintet mutathat.

A fentemlített tanulmányok ismételtén azt is leszögezték, hogy a karsztvízjáratok és a karsztvízforrások sok esetben a hegyszerkezettel, nevezetesen törésekkel és vetőkkel függnek össze. Egyes kutatók szerint a budapesti termálvonal alapja a Dunával párhuzamos É—D irányú törésrendszer lenne. Mások a Balaton-menti karsztforrásokat a hegység lábánál végighúzó DK—DNY irányú törésrendszerrel hozzák összefüggésbe. A leggyakrabban azonban azzal a nézettel találkozunk, hogy a szóbanforgó karszt- és hévízforrások az ismert két törési rendszer: az ÉK—DNY és erre közel merőleges, tehát az ú. n. hossz- és haránttörések, illetve az ennél fiatalabb É—D és K—Ny csapásirányú törésrendszerek metszési pontjaiban törnek elő (6, 37). Van azonban olyan felfogás is, amely szerint a víznek közömbös, hogy milyen tektonikai természetű a diszkontinuitás: egyszerű hasadék, levetődés vagy pikelyes feltolódás síkja-e? (4)

A felfogásoknak ez a széles skálája mutatja legjobban, hogy ez a — nemcsak elméleti, hanem gyakorlati, nevezetesen vízelhárítási és vízellátási szempontból is egyaránt — rendkívül fontos kérdés még beható kritikai vizsgálatra szorul.

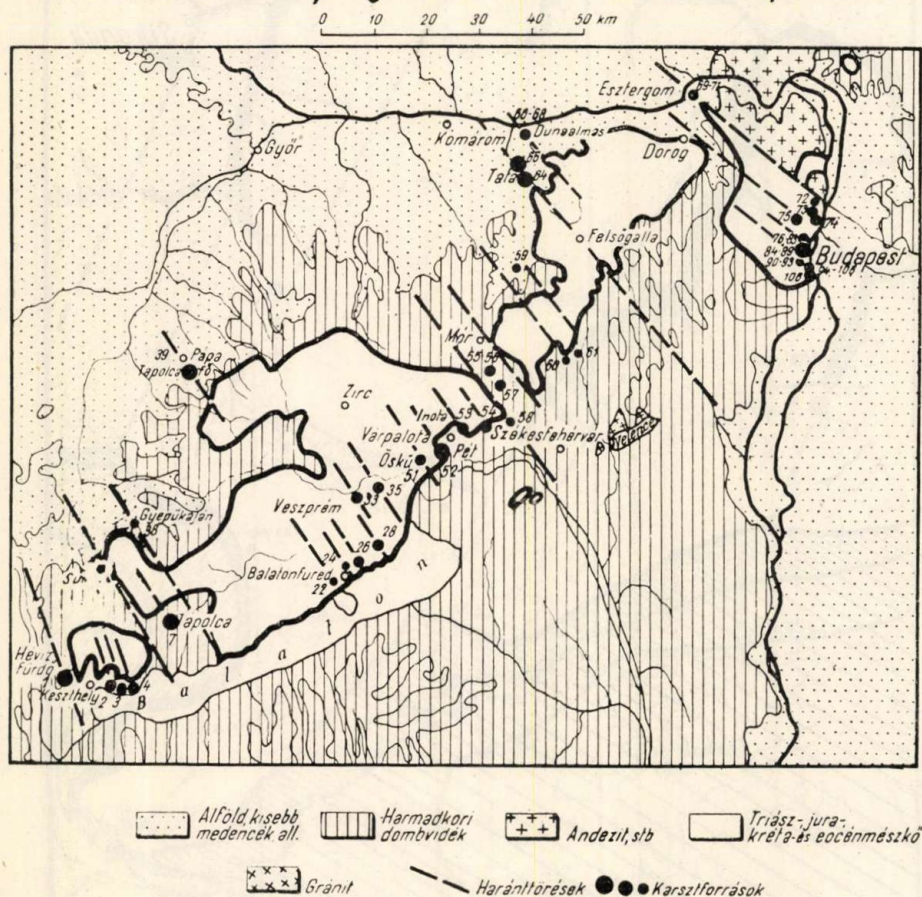
E problémakör vízelhárítási és bányabiztonsági vonatkozásait másutt már tárgyaltam (33). Ezért itt csak vízellátási vonatkozásaival, nevezetesen hévíz és karsztvíz forrásaink keletkezési kérdéseivel és hegyszerkezeti összefüggéseivel fogok röviden foglalkozni. Meg kell azonban jegyezni, hogy ha e két szempont merőben ellentétes is, a valóságban mégis csak egy problémakört takar.

Közép- és szigethegységeink szerkezeti kialakulásának geomechanikai alapjait vizsgálva

gyobb források a legmélyebb pontokon, a hegység lábánál és ezért látszólag sokszor a peremi hossztoréseken vagy ezek közelében, míg a kisebb források a legkülönbözőbb magasságokban, aszerint, hogy a térszín hol éri el a hegység belseje felé egyre emelkedő karsztvízszintet, illetve a vízzáró közbetelepülések által felduzzasztott karsztvíznívót, esetleg a főkarsztvízszinttől független és magasabb karsztvízemeleteket.

A törések és a karsztvízforrások közötti vázolt egyszerű összefüggés nem meglepő, hanem

A Dunántúli Közép-hg. karsztvíz forrásainak térképvázlata.



1. ábra.

kitűnt, hogy a krétakori hegyképző erők által igénybevett közbülső tömegben DNy—ÉK és ÉNy—DK irányú törési rendszerek keletkeztek, amelyek azonban hegyszerkezeti szempontból eltérő jellegűek. A hossztorések nyomásra utaló felpikkelyeződéssel, a haránttörések árkos besüllyedésekkel járó széthúzásos hegymozgással párosultak. Ez az egész magyar közbülső tömegre olyannyira jellemző tektonizmus különösen élesen jut kifejezésre középhegységeink feldarabolásában, e hegységeket harántoló folyók és patakok vízrajzában, számos szénelfordulásunk hegyszerkezetében és végül — látni fogjuk — karsztforrásaink helykielölésében is (31—32).

Karsztvízforrásaink u. i. nemcsak előszere-ttel, hanem valósággal törvényszerűen haránttörések mentén fakadnak. Mégpedig: a na-

természetes, ha középhegységeink általános hegyszerkezetére gondolunk. A kratogén jellegű hegyképződés során a mezozoós üledékgyűjtő vályukból, az ú. n. kratoszinklinálisokból két oldalt, a régi partok felé felpikkelyeződő kőzetek a DNy—ÉK csapásirányú hossztorések síkjait összehérszékelték. Ezért ezek a törések zártak, úgyhogy általában rossz vagy gyenge vízvezetők. Ezzel szemben az ÉNy—DK csapásirányú haránttörések többnyire nagyobb horizontális és vertikális kéregmozgással kapcsolatosak, általában nyitottak, gyakran széthúzásra valló árkos beszakadásokat öveznek, a vízrekesztő és duzzasztó rétegösszletekbe csorgókat, csatornákat vágnak és mint ilyenek általában igen jól vezetik a vizet. Valósággal drainage-ként működnek, a lehető leg-rövidebb úton megcsapolva a hegység belsejében

felhalmozódott karsztvizet. Karsztvízforrásaink legtöbbje ilyen eredetű.

A haránttörések és a karsztforrások közötti eme szoros kapcsolat talán a Dunántúli Középhegységben a legszembetűnőbb (1. ábra), de

kalász—Pomáz—Pilisszentkereszt—Pilisszentlélek felé haladó DK—ÉNy irányú törésrendszer ÉNy-i végében jelennek meg. A DK-i, budai végén a békásmegyeri Attila-forrás fakad.

A Dorog—Csév—Pilisvörösvár—Solymár irá-

A nyugati Mecsek-hg karsztvíz forrásainak térképvázlata.



2. ábra.

azért karsztosodásra hajlamos többi hegységünkben sem kevésbé világos összetartozásuk.

Az Esztergom-Budai hegységet a külszínen völgyek formájában is jelentkező, hatalmas ÉNy—DK irányú törések szabdalják fel.

Az esztergomi karsztforrások a pesti oldalon lévő palotai Sós-patak folytatásába eső és Buda-

nyában haladó és a pesti oldalon a Rákospatak völgye által jelzett törésrendszer budai végén számos, nagy karsztos hévízforrás lát napvilágot. Éspedig a következők:

A Rómaifürdő forrásai a Solymári völgy ÉK-i peremtörése mentén törnek elő, míg magában a Solymári árokban az óbudai Árpád-forrás

fakad. A Császár- és Lukács-fürdő forrásai viszont egyrészt a Solymári árok DNY-i peremtörésén, másrészt a Szépvölgy—Pálvölgy által jelzett és ezzel párhuzamosan haladó törésvonalakon fekszenek.

A Gellért-, Rudas- és Imre-fürdők forrásai ÉNy-i irányban a Vérmező—Városmajor—Pasarét—Húvösvölgy—Ördögárok felé húzódó haránttörés-rendszer DK-i végén jelennek meg.

Igen figyelemreméltó amellet, hogy úgy a Solymári árok völgye, mint az Ördögárok völgye mentén végig, a maiaknál lényegesen magasabban, régi hévízfeltörések nyomait és mésztufát találni (35). Ezek vonulási iránya is arra utal, hogy e haránttörések különösen kedveztek a hévízjáratok kifejlődésének. A mainál magasabb hévízfeltörési szintek pedig a hegység időközbeni emelkedésére engednek következtetni (42, 32). Említésre méltó továbbá talán az is, hogy a margitszigeti, a dagályutcai és városligeti Hévizet szolgáltató mélyfúrások is mind a széles Solymári völgy folytatásába esnek.

A tatatóvárosi nagy karsztforrások a Gerecsét a Vértéstől elválasztó — és Dunától a Dunáig követhető — hatalmas harántirányú törésrendszeren ülnek. E diszlokációs irány ÉNy-i végén az Által-ér, DK-i szakaszán a Váli-víz folyik végig. A dunaalmási források az előbbi iránnyal párhuzamosan haladó törési rendszerrel függnek össze.

A Vértes ÉNy-i előterében lévő oroslányi forrás az Oroszlánytól Csákvár felé haladó haránttörés folytatásába esik. A Vértesben lévő Kapberek-i karsztforrás és a hegység DK-i pereme mentén fakadó időszakos Badacsonyi-majori és zámolyi karsztforrások is ÉNy—DK irányú törésekhez kötöttek, amit többek között a gánti forrás lefolyása mentén telepített kolónia és gyártelep karsztvizet szolgáltató aknája is bizonyítanak.

A Vértést a Bakonytól elválasztó és ugyancsak ÉNy—DK irányú Móri-árokban fakadnak a bodajki, a fehérvárcsurgói és az iszakszentgyörgyi karsztforrások. De pontosan ez a helyzet a csóri, az inotai, a péti, az ösküi, a tapolcafői és a táblázatban felsorolt többi bakonyi karsztforrás esetében is.

A Balatonfelvidék és a Keszthelyi hegység számos kisebb-nagyobb karsztforrása is haránttörésekhez kötött. A táblázatban ezeket részletesen felsorolom. Itt példaképp csak a legfontosabbak közül néhányat említek fel: a kádártai, a felsőörsi, a csopaki, a tapolcai, továbbá a balatongyöröki, a vonyarevashegyi, a gyenesdiási és a hévízi forrásokat.

A magasra felduzzasztott mecseki karsztvíz jelentősebb forrásai is ÉÉNy—DDK irányú haránttörésekhez kötöttek (2. ábra). Így a csatolt térképvázlatból is kivehetően az abaligeti forrás vize — amely a völgy DDK-i folytatását képező 500 m hosszú barlangban ered — a DK-i irányban többsorban folytatódó orfői, továbbá a mánfai Mélyvölgyben és Melegmányi völgyben fakadó források és ilyen a Pécs vízellátásában oly fontos szerepet betöltő Tettye forrás is.

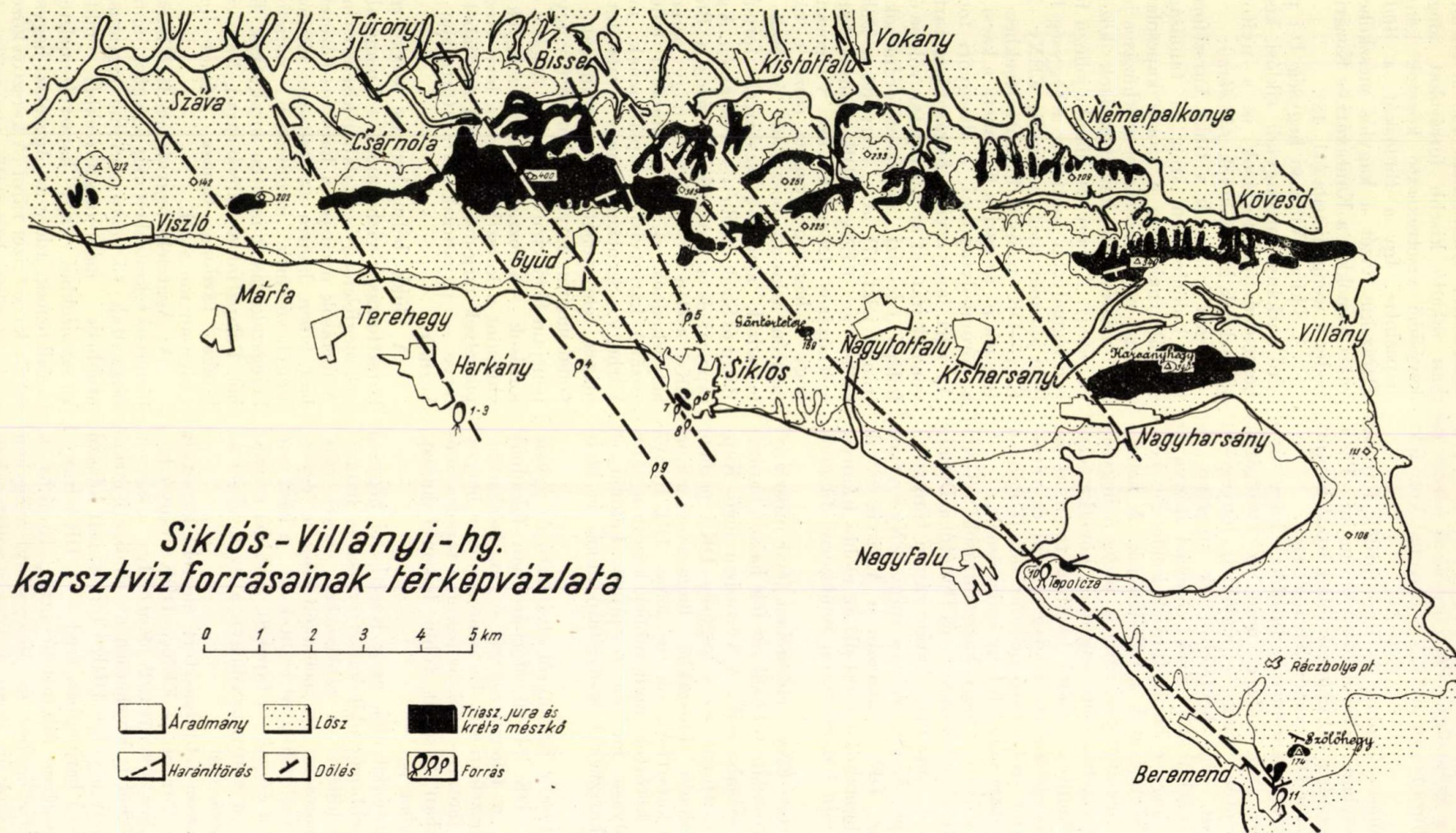
Ezzel szemben a csak néhány percliter vizet szolgáltató és általában 400 m körüli magasságban fakadó kisebb forrásokat idegen, többé-kevésbé víztrekesztő kőzetek kényszerítik a napszintre. Így a Búdöskút, a Búdösvíz és a Darázskút vizét a kagylós mészkőbe csipetetett rháti homokkő, a Kantavári és Kozári forrásokat pedig a wengeni pala (41, 48).

A Siklós—Villányi hegység D-i peremét kíséző harkányi, máriagyüdi, siklósi, kistapolcai és beremendi (50) források is a nyitott haránttöréseknek köszönhetőek (3. ábra).

Igen érdekesek a Bükk karsztforrásai, amelyek különlegesen szép és tanulságos példát szolgáltatnak arra a szoros kapcsolatra, amely egyrészt a hegyszerkezet széthúzásos jellegű törései, másrészt a karsztforrások között fennáll (4. ábra). A nagy és állandó jellegű források itt is a legmélyebb pontokon, a hegység DK-i szegélyén jelennek meg, mégpedig ÉÉNy—DDK vagy ÉNy—DK irányú haránttörésekhez kötöttek. Ilyenek pl. az egri, a felnémeti, a kácsi, a latoruti, a görömbölytapolcai, a diósgyőri források stb. Az egri langyosvízű forrásokhoz tartozó törésvonalak irányát az Eger-patak völgye és az abban fellépő édesvízi mészkőelőfordulások vonulási iránya jelzi (37). Azt, hogy itt a Bükk nyugati szélén az ÉÉNy—DDK irányú haránttörések széthúzásos jellegűek, azt világosan mutatja, hogy a hegység nyugati része e törésvonalak mentén árkosan beszakadt és csak kis részei maradtak alacsony sasbércsek formájában — Bátor és Sirok vidékén — a felszínen. A görömbölytapolcai és a diósgyőri források a Bükkhegység ÉK-i szélén végighúzódnó nagy peremi törésen helyezkednek el. A görömbölyi hideg-források leszálló karsztvízből táplálkoznak, mégpedig a Várhegy, Szentkereszt-hegy, valamint Nagykőmázsa felé, tehát ÉNy-i irányban, tektonikai vonal mentén elnyúló többszerű völgyülés mélypontjain lévő víznyelőkön át. A kácsi és latoruti források — a hozzájuk tartozó völgyek irányából, valamint a karszthegységben lévő vízzáró kőzetszikkel meg-megszakadási módjából következően — ugyancsak haránttöréseken át táplálkoznak.

A Bükk belsejében és északi részén lévő karsztforrások vízhozama — a magasabb térszínnek megfelelően — általában kisebb és ingadozóbb. A források nemcsak a karsztos kőzetek csapásában, ivben, hanem az íveltséget előidéző hajlítóigénybevételnek megfelelően, radiális irányú kéregszakadások mentén sorakoznak fel. Monosbél, Bélapátfalva, Szilvásvárad, Nagyvisnyó, Mályinka, Tardona, Omasa, Hámor forrásai ezt világosan mutatják.

Az Aggteleki hegységben lévő karsztforrások bizonyos tekintetben más jellegűek, mint az eddig tárgyaltak (5. ábra). Addig ugyanis, míg az utóbbiak mély-karsztvizekből, felduzzasztott karsztvizekből, vagy karsztvízemeletek vízből táplálkoznak, addig az Aggteleki hegység típusos sekély-karsztvizet tárol. A karsztos kőzetek vízzáró fekvőjét képviselő alsó-triász képződmények is felszínre kerülnek a Jósza-patak völgyében.

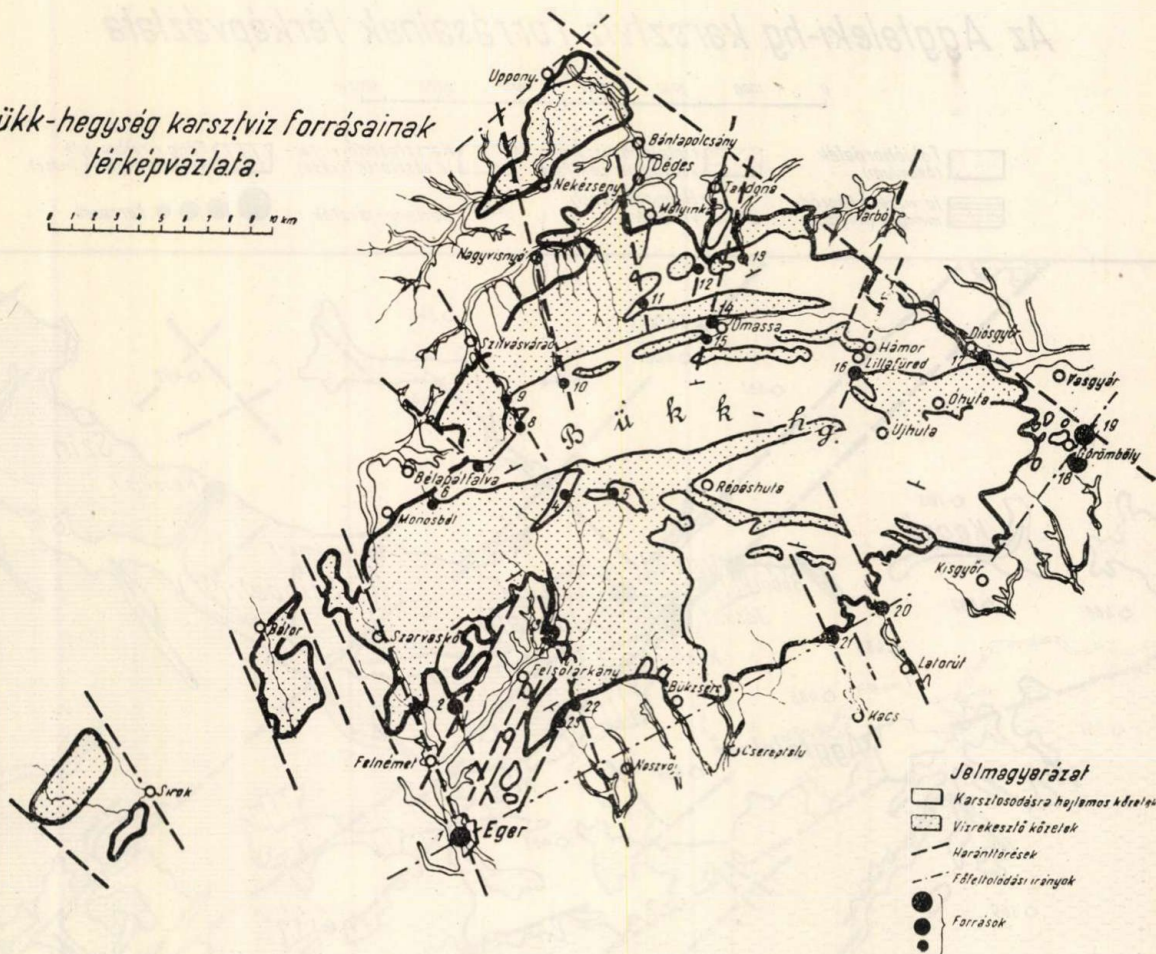


3. ábra.

Ehhez képest a források legtöbbje e két képződmény határán lép a felszínre. Azonban nem egyenletesen elosztva, szivárgások formájában, hanem határozott irányokban felsorakozó és jól rögzíthető erőteljes források alakjában. Ebből, valamint a geológiai, hidrológiai, völgy- és karsztmorfológiai alapon kiadódó hegyszerkezeti irányokból következtetve, itt is főleg a szét-

Néhány adatot az idézett irodalomból vettem át. A fúrt kutak adatai főleg a Földtani Intézet Vízföldtani Osztályának szakirattárából, részben pedig dr. Cziráky és Horváth J.-től valók. Az adatok sajnos így sem tökéletesek és teljesek. Sokhelyütt bizony helyesbítésre és kiegészítésre szorulnak. Ezt a munkát a rendszeres és tervszerű forrás- és artézikút-figyelő szolgálatnak kell majd elvé-

A Bükk-hegység karsztvíz forrásainak térkép-vázlata.



4. ábra.

húzásos jellegű törésvonalak azok, amelyek a hegységben felhalmozott karsztvizet megcsapolják, majd források formájában a külszínre vezetik. Haránttörésen fekszik pl. a Babot-kút, a Jósfa-forrás, a Komlós-forrás és a Teresztényei forrás, továbbá a Szabó-kútja, a Tahonya-forrás és a Kecskékút-forrás stb.

A könnyebb áttekinthetőség kedvéért az alábbiakban hegységenként csoportosítva és DNY-ról ÉK felé haladva — a vizsgálat tárgyát képezett — karsztvízforrások jegyzékét adom. A közölt adatok túlnyomó többsége dr. Kessler Hubert-től (Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet karsztvízcsoportja), a budapestkörnyékiek dr. Papp Ferenc-től, dr. Cziráky József-től és Horváth József-től (Balneológiai Kutató Intézet), a Vértes hegységbeliek Gedeon Tihamértől és Venkovits Istvántól (Földtani Intézet), az Aggteleki-hegységbeliek dr. Kessler Hubert-től, egyrésztük pedig Jakucs Lászlótól (Földtani Intézet) származik.

geznie, hogy ennek alapján a végleges tanulságokat levonhassuk.

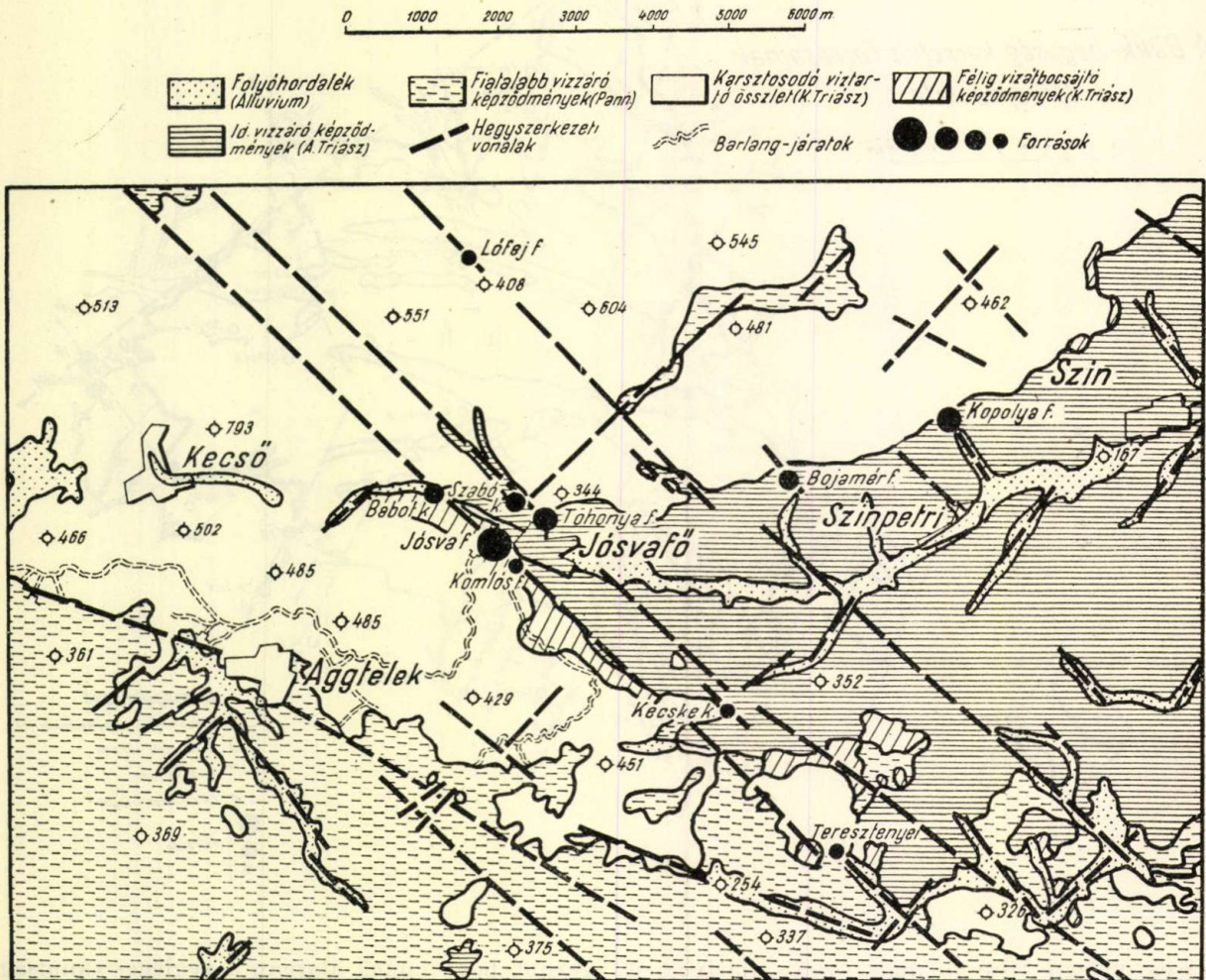
*

Termál- és karsztvízforrásaink geomechanikai alapjainak vázolásával a genetikai kérdések tisztázásához kívántam hozzájárulni annyira, amennyire ez a rendelkezésemre állott irodalmi és egyéb adatok, valamint megfigyelések alapján lehetséges volt. Kiemeltem és hangsúlyoztam egy eddig kellően fel nem ismert közös és jellemző hegyszerkezeti vonást, a karsztvízforrásoknak a széthúzásos haránttörésekkel való szoros kapcsolatát. E források keletkezésében természetesen más hegyszerkezeti elemek is közrejátszanak. Ezeket csak érintettem. A részletkutatások feladata őket kinyomozni és mint megkülönböztető bélyegeket ismertetni. Meggyőződésem azonban, hogy karsztforrásaink létrejöttében a haránttöréseknek általában uralkodó szerepük van. Árkos

besüllyedések, a kőzetek fellazítása, a karsztvíz-járatok tágítása révén csökkentik a víz mozgásával szembeni ellenállást, tehát kis esés mellett is nagyobb sebességet engednek meg és ezért különösen alkalmasak a környezet és a hegység belsejében tárolt karsztvizek megcsapolására. Gyakorlati, vízfeltárási szempontból ez annyiban fontos, hogy — kellően kifejlődött karsztvízjáratok

megszakítva, annak folytatását a legmélyebbre levetették. Így pl. a Dunántúli Középhegység legmélegebb termái a budaiak (63°C -ig), északnyugatabbra pedig az esztergomiak (28°C), a dunaalmásiak (28°C) és részben a tataiak (Fényesforrás, $23,4^{\circ}\text{C}$), a Középhegység Ny-i végén pedig a hévíziek (31°C) és a gyepükajániak egyrésze (23°C). Ugyanez a helyzet a Bükk-

Az Aggteleki-hg. karsztvíz forrásainak térképvázlata



5. ábra.

esetén — felesleges a mesterséges feltárási vágatokat a haránttörések csapásának irányában túl messzire kihajtani, mert ez nem járhat arányos, sőt lényeges vízhozamnövekedéssel sem. Sokkal fontosabbak a haránttörésekre merőleges feltárási vágatok. De így és aknákkal sem lehet egy forrásvidék vízhozamát egy bizonyos mértéken túl gazdaságosan növelni. Ha mégis szükség van nagyobb vízmennyiségre, akkor sokkal célszerűbb a karsztvíz megcsapolására egy megfelelő távolságra lévő szomszédos haránttörést igénybevenni.

*

Közép- és szigethegységeink mentén a legmélegebb termák általában a hegység két végén lépnek fel. Ott, ahol a haránttörések a hegységet

hegységben, ahol az egri ($30,7^{\circ}\text{C}$) és a görömbölytapolcai langyosforrások (31°C) tűnnek ki viszonylagosan magasabb hőmérséklettel. A Siklós—Vilányi hegység nyugati szélén a harkányi mesterséges források 63°C -os hőmérsékletükkel messze fölülmúlják a hegység többi forrásának hőmérsékletét. Keleti szélén, Siklóson egyelőre nem ismeretesek ilyen magas hőmérsékletű vizek. Régi hévíznyomokat ellenben újabban a hegység szélén Noszky Jenő is észlelt. Nem kétséges tehát, hogy hévizet a fiatal takarórétegek alatt itt is fel lehetne tárni.

Ezek a hévizek kémiai összetételben is eltérnek a közönséges karsztforrások vizétől, amennyiben mind ú. n. kevert, sőt egyes esetekben kifejezetten alkalikus jellegűek. A nagyobb hőmérsék-

Fontosabb termál- és karsztvíz-forrásaink néhány jellemző adata

Sorszám a hegys.-ben	K ö z s é g	A forrás neve	Hozam		Magasság A. felett	Normálístól eltérő hőfok °C
			min.	max. l/p		

Siklós—Villányi-hegység

1.	Harkány	Egykori fürdő forrás	—	—	96	52,5
2.	"	I. sz. fűrés	2160	—	96	62,4
3.	"	II. sz. fűrés	820	—	96	63
4.	Máriagyűd	Büdöstapolcai 5 forrás	—	—	95	10—16
5.	Siklós	Szőlőkben forrás	—	—	97	11
6.	"	Váralatti forrás strandfürdő ..	—	—	97	25
7.	"	Régi hévfürdő-forrás	—	—	97	18
8.	"	Előbbtől DK-re	—	—	97	19
9.	"	Községtől D-re	—	—	97	20
10.	Kistapolca	Meleg forrás	800	—	96	25
11.	Beremend (116 m)	Kőfejtői hasadék forrás	900	—	97	24

Mecsek hegység

1.	Abaliget	Paplika	280— 4 000	—	210	—
2.	Orfű	Vízfő	852—19 500	—	198	—
3.	Mánfa	Kőlyuk I.	42— 280	—	210	—
4.	"	Kőlyuk II. (Gyula-forrás)	0— 1 200	—	212	—
5.	"	Mélyvölgyi forrás	55— 1 130	—	294	—
6.	"	Melegmányi forrás	72— 1 800	—	305	—
7.	Pécs	Tettye forrás	700—33 000	—	234	—

DUNÁNTÚLI KÖZÉPHEGYSÉG

a) Keszthelyi-hegység

1.	Hévíz	Hévíz-tó	21 000—36 000	—	108,56	31
2.	Gyenesdiás	János-forrás	2000	—	113	—
3.	Vonyarcvashegy	Vízmű-forrás	1 600—1 660	—	108	—
4.	Balatongyörök	Erzsébet-forrás cs.	4000	—	109	—
5.	"	Szt. Mihály-forrás	60	—	106	—
6.	"	Kilátó-forrás	14—24	—	117	—

b) Balatonfelvidék

7.	Tapolca	Malom tó	24 000	—	126	16
8.	Zánka	Vérkút	220— 255	—	110	—
9.	Pula	Kolostori forrás	400—1 400	—	260	—
10.	Nemeslányfalu	Újkút	12— 24	—	270	—
11.	Nagyvázsony	Melegvíz	600—1 470	—	265	—
12.	Vöröstó	Ragonyai-forrás	100	—	322	—
13.	Vázsolly	Meggyeskút	12— 260	—	285	—
14.	Pécsely	Börtön-kút	22— 26	—	295	—
15.	"	Zádor-kút	350—1 350	—	297	—
16.	"	Zádorvölgyi alsó forrás	210— 270	—	275	—
17.	"	Fűzkúti forrásrét	440	—	200	—
18.	Aszófő	Köbölkúti forrás	600	—	137	—
19.	"	Szöllősi forrás	60	—	110	—
20.	Hidegkút	Hidegkúti forrás	350— 455	—	340	—
21.	"	Hidegkúti községi forrás	100	—	310	—
22.	Balatonfüred	Siske-forrás	883	—	190	—
23.	"	Siske alatti kút	150	—	—	—
24.	"	Kéki forrás	630— 835	—	222	—
25.	Balatonarács	Koloskavölgyi forrás	405— 712	—	228	—
26.	Csopak	Nosztörivölgyi forrás	2 300—3 900	—	245	—
27.	Lovas	Királykút	350— 500	—	248	—
28.	Felsőörs	Malomvölgyi szurdok	2 100—2 300	—	210	—
29.	"	Peceli-kút	80	—	260	—
30.	Alsóörs	Foglalt forrás	100	—	163	—
31.	"	Felső forrás	166— 240	—	165	—
32.	"	Cserelak alatti forrás	300	—	100	—

Sorszám a hegységben	K ö z s é g	A forrás neve	Hozam		Magasság A. felett	Normálistól eltérő hőfok °C
			min	max. l/p		
33.	Veszprém	Aranyosvölgyi forrás	4 000—5 000		210	
34.	Vörösberény	Ferenc-forrás	150		180	
35.	Kádárta	Kádártai-forrás	5 600—9 800		190	
36.	Litér	Disznódombi forrás	100		230	

c) Bakony

37.	Gyepükaján	Melegvíz II.	925		170	15—18
38.	"	Melegvíz I.	860		174	19—23
39.	Tapolcafé	Tapolcaféi forrás	34 300—76 800		175	15—18
40.	Városlőd	Városmajori forrás	170—345		335	
41.	"	Viadukt alatti forrás	146—415		306	
42.	"	Pinceforrás	115—280		345	
43.	"	Csigahegyi forrás	77—192		375	
44.	Herend	Szolimán-kút	54—74		340	
45.	Zirc	Malomforrás	600—700		393	
46.	Gyulaforrót	Halastavi forrás	555		200	
47.	Jásd	Vadalmási forrás	32—50		245	
48.	"	Szentkút	127—225		235	
49.	"	Ribikeforrás	67—146		240	
50.	"	Kőbányai forrás	50—65		250	
51.	Öskü	Hármasforrás	3 300—10 000		168	
52.	Pét	Kikeri-tó	18 000		153	15
53.	Inota	Inotai forrás	8 000—15 000		154	
54.	Csór	Csóri forrás	7 000—14 800		124	14—18
55.	Bodajk	Bodajki nagyforrás	1 390—4 338		147	14—18
56.	"	Nádastavi forrás	4 540—10 250		146	
57.	Fehérvárcsurgó	Fehérvárcsurgói forrás	1400		143	11—13
58.	Iszka-szentgyörgy	Duzzogóforrás	467—2 250		130	17—23

d) Vértes-hegység

59.	Oroszlány	Pénzesárok	62—166		220	
60.	Zámoly	Zámolyi források	0—130		155	
61.	"	Badacsonyi forrás	—		160	
62.	Gesztes	Kapberek forrás	—		300	

e) Gerecse-hegység

63.	Tata	Belterületi források	—			15—20
64.	"	Tükörforrás	11 500—18 700		128	20,5
65.	"	Fényes-forrás	19 000—39 600		119	23,4
66.	Dunaalmás	Sziget-forrás	—		109	24
67.	"	Lillaforrás	—		108	23,5
68.	"	Csokonai forrás-kút	1100		111	18,2

f) Esztergom—Budai-hegység

69.	Esztergom	Malom források	1000		110	—
70.	"	Kis aknák	500		110	—
71.	"	Fúrás	1 500—4 000		110	28
72.	Budapest	Attila-strandfürdő forrás	65		105	19
73.	"	Csillaghegyi Árpád-fürdő 4 for..	1 500		105	23
74.	"	Római fürdő 16 forrása	5 000—10 000		104	22
75.	"	Óbudai Árpád-forrás	2 200—2 700		110	19
	Budapest	Császár-fürdő forrásai (13)			104,73	
		langyosak	(átl. kb. 6500)			
76.	Budapest	Török-forrás	5 500—6 600			27
77.	"	Szikla-forrás	34—990			25
		hévizsek	(átl. kb. 550)			
78.	"	Antal-forrás	80—557			63
79.	"	Mária-forrás	80—493			52
80.	"	János-forrás	18—120			57
81.	"	Nádor-forrás	35			50
82.	"	Imre-forrás	180			55
83.	"	István-forrás	90			60

Sorszám a hegys.-ben	K ö z s é g	A forrás neve	Hozam		Magasság A. felett	Normálistól eltérő hőfok °C
			min.	max. l/p		
	Budapest	Lukács-fürdő forrásai (20)			104—106	
		langyosak		(átl. kb. 4000)		
84.	Budapest	Malomtó forrás	2 100—2 630			24
85.	"	Római forrás	1 800—2 160			24
86.	"	Kristály-forrás	111			
		hévizek		(átl. kb. 5000)		
87.	"	Iszaptó bugyogó forrás (15) .	3726			40
88.	"	Lukács-forrás (fűrt kút)	1200		101,15	60
89.	"	Királyfürdő (5) forrás	90—360			53
90-93.	Budapest	Imre-fürdő forrásai		(átl. kb. 500)	104,1	
90.	"	Kis v. Mátyás-forrás	36			42
91.	"	Nagy forrás	480			42
92.	"	Tabán I. sz. fűrt kút	200		105,17	46
93.	"	Tabán II. sz. fűrt kút	150		106,90	43,6
94-105.	Budapest	Rudasfürdő forrásai (22)		(átl. kb. 1000)	105,2	
94.	"	Udvari forrás	29,1—42,6		107,96	40
95.	"	Kinizsi-forrás	26,4—29,8			44
96.	"	Törökforrás	68,7—72,7		104,48	
97.	"	Rákóczi-forrás	35,7—41,6			42
98.	"	Gülbaba-forrás	55—60		105,48	43
99.	"	Beatrix-forrás	7,6—9,8		105,21	41
100.	"	Mátyás-forrás	100—126		106,16	43
101.	"	Diana-forrás	35,7—42,6			35
102.	"	Kossuth-forrás	26,4		106,36	
103.	"	Árpád-forrás	75—92		105,92	42
104.	"	Attila-forrás (fűrt kút)	99—108		105,88	44,3
105.	"	Juventus forrás (fűrt kút) ...	300—370		105,22	45,6
106.	Budapest	Gellért-fürdő forrásai (23)		(átl. kb. 1200)	95,56	46

Bükk-hegység

1.	Eger	Langyosvízi forrás cs.	14 300	160	30,7—25,8
2.	Felnémet	Dervavölgyi forrásakna	2 000	204	15
3.	Felsőtárkány	Szikla forrás	2 000	238	
4.	"	Vöröskőforrás	0—1 000	530	
5.	"	Imó-forrás	0—1 000	460	
6.	Monosbél	Vízfő forrás	1000	300	
7.	Bélapátfalva	Bélapátfalvi forrás	85—320	350	14—15
8.	Szilvásvár	Szalajka-forrás	180—12 000	470	
9.	"	Sziklaforrás	0—250	405	
10.	Nagyvisnyó	Bán-források	320—1 600	540	
11.	Mályinka	Baróc-források	120—1 655	400	
12.	"	Tófeletti forrás	189—920	340	
13.	Tardona	Harica-források	80—600	500	
14.	Omasa	Garadna alsó forrása	200—1 700	450	
15.	"	Garadna fő forrása	934—17 000	499	
16.	Hámor	Szinva források	3 000—170 000	330	
17.	Diósgyőr	Tavi forrás	2500	190	
18.	Görömbölytapolca	Vízmű hideg források	17 000—31 000	122	
19.	"	Meleg források	13 000—22 400	122	31
20.	Latorút	Vízfej forrás	3 800—4 700	209	16
21.	Kács	Fürdőforrások	8 500—10 000	207	23
22.	Noszvaj	Sikfőkút	955	310	
23.	"	Forró forrás	950	270	

Aggteleki-hegység

1.	Jósvafő	Babot-kút	430	245	
2.	"	Jósvaforrás	4 800—24 000	224	
3.	"	Komlóforrás	50—300	220	
4.	"	Szabó-kút	330—600	230	
5.	"	Tohonyaforrás	2 000—3 000	230	
6.	"	Lófejforrás	18—285	270	
7.	Szinpetri	Kecskekút forrás	48—600	240	
8.	"	Teresztényei forrás	50—300	230	
9.	"	Bojaméri forrás	200	290	
10.	"	Kopolyaforrás	1000	180	
11.	Tornanádaska	Kastélykút	380	190	
12.	"	Pasnyag	670	190	19—20
13.	Szalonna	Meleg forrás	500	143	17—18

Néhány nevesebb, karsztos hévizet szolgáltató fúrt kutunk fontosabb adatai

Sorszám	A fúrás			A víz				A térszín magassága A. f. m-ben	A víz hőfoka °C-ban	Megjegyzés	
	éve	helye, jele	mélys. m-ben	mennyisége		nyugalmi szintje					
				l/p	± m-ben	térszín felett	Adria felett				
1	1866.	Harkány I.	37,77	2160			+ 3,00	99,00	96,00	62,40	1948.
2	1887.	Harkány II.	47,70	820			+ 3,22	99,20	96,00	63,00	1948.
3	1927.	Sikonda	418,94	2000			+ 20,00	205,00	185,00	35,00	
4	1941/42.	Komló XVII. kút	874,03	720					210,00	56,80	
5	1908.	Hévíz I. sz.	128,00				— 26,00	110,00	136,00	41,00	
6	1911.	Hévíz II. sz.	106,00				— 26,00	110,00	136,00	41,00	
7	1929.	Hévíz III. sz.	182,00				— 26,00	110,00	136,00	41,00	119 m-ig eltömték
8	1930.	Hévíz IV. sz.	117,90	500	— 1,50		— 23,95	106,05	130,00	42,00	
9	1937.	Hévíz V. sz.	84,00	660	— 1,58		— 0,90	118,10	119,00	40,00	
10	1941.	Hévíz VI. sz.	52,00				+ 1,20	107,20	106,00	41,00	
11	1952.	Hévíz VII.	52,80				+ 1,30	107,30	106,00	41,00	
11a	1950.	Hévíz újvízmű aknája	12,50	1350	— 2,00			112,00		12,5	
12	1868/78.	Bp. Városliget I.	970,48	437	+ 0,80	+ 11,74	118,84	107,10	74,60	1950.	
13	1936.	Bp. Városliget II.	1257,10	4850	+ 0,35	+ 17,00	125,66	108,66	76,60	1936.	
14	1944.	Bp. Dagály-strand	125,94	6200	+ 2,40	+ 9,60	111,00	101,48	41,50	1944.	
15	1947.	Bp. Elektr. Sportegy.	203,10	390	— 0,40	+ 3,60	108,10	104,50	42,50	1952.	
16	1866/67.	Bp. Margitsz. I.	118,53	4188	+ 1,15	+ 8,20	111,90	103,70	41,00	1951.	
17	1935/36.	Bp. Margitsz. II.	310,71	1643	— 2,70	+ 9,30	114,21	104,91	69,00	1951.	
18	1941/42.	Bp. Margitsz. III.	502,10	5500	+ 1,55	+ 6,61	110,61	104,00	41,60	1943. 502—236 m betömték. Vízet ad107-117, 134-139 m-ből	
19	1932.	Bp. Rudas-fürdő Juventus forrás	43,40	490	— 0,77	+ 0,37	105,59	105,22	45,60	1951.	
20	1932.	Bp. Rudas-fürdő Attila-forrás	36,80	49,3		+ 0,54	106,42	105,88	44,30	1932.	
21	1935.	Bp. Imre-f. Tabán I.	200,00	200,0		+ 0,15	105,32	105,17	46,00	Elpuszt.	
22	1935.	Bp. Imre-f. Tabán II.	93,60	150				106,00	43,60	Elpuszt.	
23	1938.	Bp. Várkert	261,00	285	— 29,50	— 16,50	106,04	122,54	44,00		
24	1920.	Bp. Lukács-f. forrás	23,60	1200		— 3,70	101,15	104,85	62,00	1940.	
25	1929.	Csillagh. Árpád-f. I.	109,49	1300		+ 2,00	107,00	105,00	23,00		
26	1934.	Csillagh. Árpád-f. II.	137,00	1500		+ 1,80	106,80	105,00	22,20	— 80 m-ből, rep.	
27	1935.	Csillagh. Árpád-f. III.	500,00	3000*		+ 1,00	106,00	105,00	23,00	1935* 88 és 270-ből	
28	1934.	Pünkösdfürdő	556,00	2000		+ 6,00	111,00	105,00	25,40		
29	1910.	Esztergom	323,00	3068				110,00	29,00		
30	1939.	Dunaalmás Csokonai-forrás	72,00	520	+ 1,00			111,00	18,20		
31	1925/26.	Eger vízmű kútja	60,74	5555				160,00	31,50	alkalikus	

let mellett ez is arra utal, hogy e vizeknek kisebb-nagyobb része mélyebbről, mégpedig a levetett mészköveket elfedő nagyvastagságú és rossz hővezetőképességű, agyagos, homokos fedőközetek alól jut a felszínre.

Az a körülmény, hogy a fedőrétegek alatt feltárt vizek lényegesen magasabbra emelkednek fel, mint a természetes források, annak főleg a magasabb hőmérséklet és gáztartalom az oka. Így például a budai hévízforrások és a margitszigeti, valamint a városligeti artézi kutak esetében is.

*

Fentiekben a karsztforrások és a haránttörések között fennálló — bár nem kizárólagos —, de szoros genetikai összefüggésre igyekeztem a figyelmet felhívni. Az összefüggés általános geomechanikai természetéből azonban az is folyik, hogy ez a kapcsolat nemcsak karsztos, hanem

egyéb közephegységeink esetében is fennáll. Így a vulkanikus eredetű, fiatal, riolit- és andeziteruptivumokból álló Börzsönyben, Cserhátban és Mátrában Papp Ferenc (66), ill. id. Noszky Jenő (64, 65) térképei szerint a források, savanyúvizek és ásványvizek legtöbbje haránttörések mentén fakad. Szabényi Lajos viszont újabban — és már a fenti összefüggések ismeretében — úgy találta, hogy a Mátra D-i peremén, az andezitekben és riolitokban levő haránttörések és hasadékok általában széthúzóttak, nyitottak, vagy vulkáni tufával kitöltöttek, valamint, hogy ezek csapásirányában, az Alföld felé, az artézi vízviszonyok is feltűnően kedvezőbbek, mint egyebütt. Az eruptivumokból fakadó forrásokat és elsősorban a hévízforrásokat tehát ezek csapásirányában kell keresni. Hasonló összefüggést vélt találni a Hegyalján is, miként ez egyébként Hoffer (62, 63), Rozlozsnik (67), Schröter (69) stb. munkáiból is

kitűnik. A paleozoós gránitból álló Velencei-hegységben Vendl Aladár (70) és Jantsky Béla térképei, illetve adatai szerint pontosan ez a helyzet, a források és a völgyek ott is túlnyomó többségükben a haránttörésekhez kötöttek.

IRODALOM

1. *Einzinger F.*: Esztergom melegforrásai. Hidr. Közl. XII. évf. 1932.
2. *Faller J.*: A fehérmezei Csór és Inota községek karsztforrásának hidrogeológiai ismertetése. Bány. és Koh. Lapok. 1937.
3. *Gedeon T.*: Hidrológiai megfigyelések a Vértes-hegység délkeleti részéből. Hidr. Közl. XI. 1931.
4. *Horusitzky F.*: Adatok az Ördögárok-völgy krisztinaváros-tabáni szakaszának hidrológiájához. Hidr. Közl. XV. köt. (1935) 1936.
5. *Horusitzky F.*: A víz a föld belsejében. Hidr. Közl. XXII. köt. 1—6. füz. 1942.
6. *Horusitzky H.*: Tata és Tóváros hévízforrásának hidrológiája és közgazdasági jövője. Földt. Int. Évkönyve. XXV. 3. 1923.
7. *Horusitzky H.*: A Várkert mélyforrás. Hidr. Közl. XVIII. 1938.
8. *Horváth J. és Cziráky J.*: Jelentés az Országos Balneológiai Kutató Intézet Hidrogeológiai Osztályának 1950. évi működéséről. Hidr. Közl. 32. évf. 9—10. sz. 1952.
9. *Horváth L.*: Adatok a budapesti gyógyforrások összefüggésének kérdéséhez. Hidr. Közl. 52. évf. 7—8. sz.
10. *Jaskó S.*: A pápai Bakony hidrológiája. Hidr. Közl. XV. 1935.
11. *Kassai F.*: Paleogén szénbányászatunk, a karsztvíz és a védekezés módjai. Hidr. Közl. XXVIII. 1948. 1—4. sz.
12. *Kálmán Gy. és Pethő L.*: Urkút és Ajka környékének részletes karsztvíztérképe. Hidr. Közl. XXX. 1950.
13. *Kessler H.*: Az Aggteleki barlang hidrográfiaja. Földrajzi Közlemények 1938.
14. *Kessler H.*: A karsztvízkutatás és kitermelés. Mélyépítéstudományi Szemle. 1951.
15. *Kessler H.*: A karsztvíz feltárása. Vízügyi Közlemények. 1952.
16. *Kessler H.*: A karsztvíz kutatása. Mérnöki Továbbképző Int. kiadványa, 1952.
17. *Kessler H.*: A lillafüredi Anna-barlang karsztforrásai. Hidr. Közl. 1953.
18. *Láng S.*: Karszttanulmányok a Dunántúli Középhegységben. Hidr. Közl. XXVIII. 1948. 1—4. sz.
19. *Lóczy L.*: A Villányi és Báni-hegység geológiai viszonyai. Földt. Közl., 1912. évi XLII. köt.
20. *Id. Lóczy L.*: A Balaton környékének geológiai és morfológiája. A Balaton tud. tanulm. eredm., I. 1916.
21. *Mádai L.*: Hidrológiai tanulmányok a Szt. Margitsziget artézikutja vízhozamával kapcsolatban. Hidr. Közl. IX. 1929.
22. *Majzon L.—Teleki G.*: A városligeti II. sz. mélyfúrás. Hidr. Közl., XX. 1940.
23. *Pantó G.*: A hévízi tó hidrológiai vizsgálata. Hidr. Közl., XXIX., 1949.
24. *Papp F.*: Budapest gyógyvizei. Hidr. Közl., XX. évf., 1940.
25. *Papp F.*: Dunántúl karsztvizei és a feltárás lehetősége Budapesten. Hidr. Közl. XXI., 1941.
26. *Papp F.*: Budapest meleggyógyforrásai. Rheuma- és Fürdőkutató Intézet kiadványai. 1942.
27. *Pávai-Vajna F.*: Új gyógyforrások Budán. Hidr. Közl. XII., 1932.
28. *Pávai-Vajna F.*: Tabán új termális gyógyforrásai. Hidr. Közl. XVI., 1936.
29. *Sarló K.*: Újabb adatok a margitszigeti hőforrások kémiai összetételéhez. Hidr. Közl. XXIX. évf. 1949., 3—4. sz.
30. *Schafarzik F.*: A budapesti termális vízhálózatnak egy eddigelő geológiai nem méltatott forrásáról. Földt. Közlöny (Hidrológiai Közlemények), 1921.
31. *Schmidt E. R.*: Közép- és szigethegységeink szerkezeti kialakulásának geomechanikai alapjai. Bányászati Lapok. 1951. évi 7. sz.
32. *Schmidt E. R.*: A Dunántúli Magyar Középhegység ÉK-i részének hegyszerkezeti vázlata és kialakulásának geomechanikai magyarázata. Bányászati Lapok. 1952. évi 1. sz.
33. *Schmidt E. R.*: A karsztvízjáratok kialakulásának geomechanikája. A M. Tud. Akad. Műszaki Osztályának Közleményei. 1952.
34. *Schreier F.*: Adatok a Buda-Pilisi hegység, Nagykevély hegycsoportjának hidrológiai viszonyaihoz. 1932.
35. *Schréter Z.*: Harmadkori és pleisztocén hévízforrások tevékenységének nyomai a budai hegyekben. Földt. Int. Évk. XIX. 5., 1911.
36. *Schréter Z.*: Az esztergomi barnaköszénterület karsztvize. Hidr. Közl., I. 1921.
37. *Schréter Z.*: Az egri langyosvízi források. Földt. Int. Évk. XXV. 4., 1923.
38. *Schréter Z.*: Az egri vízvezeték hévízút artézi kútja. Hidr. Közl. XII. évf., 1932.
39. *Schréter Z.*: A karsztvízről. Hidr. Közl. XX. évf., 1940.
40. *Schréter Z.*: A Bükk-hegység geológiai. Beszámoló a Földt. Int. vitaüléseinek munkálatairól. V. évf., 7. füz., 1943.
41. *Szabó P. Z.*: A mecseki karsztvíz. Hidr. Közl. XX. évf., 1940.
42. *Szalai T.*: Összefüggés a budai hegység emelkedése és a termális vizek hozama között. Bány. Koh. Lapok. 1949., 6. sz.
43. *Szádeczky-Kardoss E.*: A Keszthelyi-hegység és Hévíz hidrogeológiájáról. Hidr. Közl. XXI. 1—6., 1941.
44. *Szádeczky-Kardoss E.*: A Dunántúli Középhegység karsztvizeinek néhány problémájáról. Hidr. Közl. XXI. 7—12., 1942.
45. *Szádeczky-Kardoss E.*: A Dunántúli Középhegység karsztvíztérképe. Hidr. Közl. XXVIII., 1948., 1—4.
46. *Szádeczky-Kardoss E.*: Karsztvíztérkép és preventív védekezés. Hidr. Közl. XXX., 1950.
47. *Taeger H.*: A Vértes-hegység földtani viszonyai. Földt. Int. Évk., XVII. köt., 1. füz., 1909.
48. *Vadász E.*: A Mecsek-hegység. Földt. Int. kiadása, 1935.
49. *Vadász E.*: A Dunántúl karsztvizei. Hidr. Közl., XX. évf., 1940.
50. *Vadász E.*: Termális karsztvíz Dél-Baranyában. Hidr. Közl. XXIX. évf., 1949., 3—4.
51. *Vendl A.—Schafarzik F.*: Geológiai kirándulások Budapest környékén. Földt. Int. kiadványa, 1929.
52. *Vendl A.*: A városligeti új artézi kút. Term. Tud. Közl. 70. köt., 1938.
53. *Venkovits I.*: Adatok a dorogi mezozoós alaphegység szerkezetével kapcsolatos üregekhez és vízjáratokhoz. Hidr. Közl. XXIX., 1949.
54. *Vigh F.*: Az esztergomi szénmedence hidrológiai viszonyai és a vízvesztéleni védekezés módzatai. Bány. és Koh. Lapok. 1944. évi 14—15. sz.
55. *Vigh F.*: Karsztvízprobléma a bányászatban. Bány. és Koh. Lapok. 1950. évi 12. sz.
56. *Vigh Gy.*: A karsztvízkutatás kérdése a Budai-hegységben. Hidr. Közl. XX., 1940.
57. *Vitális S.*: Sikondafürdő és környékének hidrogeológiai viszonyai. Hidr. Közl. XIII. évf., 1933.
58. *Vitális S.*: A békásmegyeri új artézi kút. Hidr. Közl. XV., 1935.
59. *Zsigmondy V.*: Mitteilungen über die Bohrtermen zu Harkány, auf der Margaretheninsel nächst Ofen und zu Lippik und den Bohrbrennen zu Alesuth. Pest, 1873.
60. *Zsigmondy V.*: A városligeti artézi kút Budapesten, 1899.
61. *Balogh K.*: A Gömri karszt, a Rudabányai hegység és a Bükk átnézeti térképe. Kézirat, 1953.
62. *Hoffer A.*: Geológiai tanulmány a Tokaji hegységből. Debrecen, 1925.
63. *Hoffer A.*: A Szerencsi-sziget földtani viszonyai. Debrecen. Tisia. 1937. I. köt., 2. sz.
64. *Id. Noszky J.*: A Mátrahegység geomorfológiai

- viszonyai. A Debreceni Tisza István Tud. Társ. Honismertető Bizottságának Kiadványai, 1927.
65. Id. Noszky J.: A Cserhát-hegység földtani viszonyai. Magyar Tájak Földtani Leírása. F. I. kiadv., 1940.
66. Papp F.: Hidrogeológiai megfigyelések a Börzsönyi hegységben. Hidr. Közl. IX., 1929.
67. Rozlozsnik P.: Die geologischen Verhältnisse des südwestlichen Tokaj-Hegyaljagebirges und seines südlichen Nachbargebietes. Földt. Int. Évi Jelentése 1929—1932. évekről. 1937.

68. Schmidt E. R.: a) Magyarország ásvány-nyersanyagai, 1947.
b) Magyarország bányászati tájai. Bány. Koh. Lapok, 1947. évi 7. sz.
69. Schröter Z.: Füzérradvány környékének hidrogeológiai viszonyai. Földt. Int. Évi Jelentések az 1936—1938. évekről, III. köt.
70. Vendl A.: A Velencei-hegység geológiai és petrográfiai viszonyai. Föld. Int. Évk., XXII. köt., 1914.

A Bányászati Kutató Intézet közleménye

Olajtároló kőzetek permeabilitásának meghatározása az elektromos szelvényekből

BARLAI ZOLTÁN okl. gépészmérnök, olajmérnök

(Első folytatás)

Барлаи Золтан — инженер-механик, инженер нефтяник:

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОНИЦАЕМОСТИ НЕФТЕНОСНЫХ ПОРОД НА ОСНОВАНИИ КАРОТТАЖА. (КАРОТТАЖНОГО-МАТЕРИАЛА).

Dipl. Maschinen-Ing. — Erdöling. Z. Barlai:

Bestimmung der Durchlässigkeit Erdölführender Gesteine durch elektrische Vermessungen.

Z. Barlai, mech. eng. — petroleum eng.:

Determination of the permeability of oil-bearing rocks by electrical logs.

Z. Barlai, ing. mech. — ing. du pétrole:

La détermination de la perméabilité des roches pétrolières par le carottage électrique.

Az olajtároló kőzetek permeabilitásának meghatározása a K o z e n y-egyenletből lezármaztatott exakt mikrofizikai módszer alapján

Az olajtároló kőzetek permeabilitásának exakt meghatározását néhány kutató a *Kozeny*-egyenletre alapozza. A *Kozeny*-egyenlet a porózus kőzetek jellemző értékei, nevezetesen a porozitás, permeabilitás és az egységnyi közettérfogatban lévő pórusok felszínének területe közt teremt matematikai összefüggést. Jelentősége igen nagy nemcsak a permeabilitás meghatározása terén, hanem más kőzettani vonatkozásokban is.

1. A *Kozeny*-egyenlet lezármaztatása

A *Kozeny*-egyenlet lezármaztatását *Kármán* hidrodinamikai alapon az alábbiak szerint világította meg:

Képzünk valamely folyadék áramlási terében egyetlen körkeresztmetszetű áramlási csatornát. E cső áramlási viszonyait a *Poiseuille*-egyenlet írja le:

$$U_e = \frac{d^2 \cdot \Delta P}{32 \cdot \eta \cdot l_e} \quad (14)$$

ahol: U_e = az áramlás makroszkopikus sebessége (cm/sec);

d = az áramlási cső átmérője (cm);

ΔP = a csőben bekövetkező nyomáscsökkenés (din/cm²);

η = a folyadék viszkozitása (poise);

l_e = a cső átlagos hossza (cm).

Nem körkeresztmetszetű csöveknél a cső átmérője helyett az átlagos hidraulikus sugarat (m) kell bevezetni:

$$m = \frac{\text{a cső térfogata}}{\text{a cső nedvesített felületének területe}}$$

Körkeresztmetszetű csöveknél $m = \frac{d}{4}$, így a

Poiseuille-egyenlet általános alakja:

$$U_e = \frac{m^2}{2} \cdot \frac{\Delta P}{\eta \cdot l_e} \quad (15)$$

A kísérleti mérések azt mutatják, hogy a képlet ebben az alakban csak durván érvényes. Ugyanis, hogy a képlet a kísérleti mérések eredményeivel megegyező értékeket szolgáltatson, a nevezőben lévő 2,0 számértéket a cső keresztmetszetétől függően meg kell változtatni. Ezért a *Poiseuille*-egyenletet a következő általánosabb alakban célszerű megadni:

$$U_e = \frac{m^2}{k_0} \cdot \frac{\Delta P}{\eta \cdot l_e} \quad (16)$$

ahol k_0 a cső keresztmetszetének alakjától függő paraméter, s értékét kísérletileg kell meghatározni; k_0 -t a szakirodalomban „alak tényező”-nek nevezik. A legkülönbözőbb alakú csatornákon végzett nagyszámú mérések azt mutatják, hogy k_0 értéke 1,5—3,0 között változhat, azonban az értékek zöme 2,0—2,5 között helyezkedik el.

Felvetődik a kérdés, mi módon alkalmazzuk a *Poiseuille*-egyenletet porózus kőzetekre. A porózus kőzet pórusterét bonyolult-alakú, egyetlen csatornának lehet tekinteni, amelynek a keresztmetszete azonban állandó területű. E terület ΦA , ahol Φ a kőzet porozitása és A a folyadék makroszkopikus áramlási irányára merőleges kőzetkeresztmetszet teljes területe. A helyettesítő áramlási csatorna alak tényezője: $k_0 = 2,0—3,0$