

Adatok a Nyugati-Bükk karszthidrogeológiájához

(A Nyugati-Bükk karsztípusa)

TÓTH GÉZA

Egy karszthegység hidrogeológiai, vagy geomorfológiai kutatása mindenekelőtt a karszt jellemzőinek átfogó feltárását, típusának megállapítását kívánja meg. A karszt típusa, a résrendszer fejlettsége, a karszt vertikális és horizontális kiterjedése olyan alapvető információk, amelyek elengedhetetlenek a terület behatóbb tanulmányozásához, fejlődésének, mai geomorfológiai képének és hidrogeológiai rendszerének további kutatásához.

Dolgozatomban a Nyugati-Bükk karsztjának típusát, fejlettségét, s az ezekből fakadó sajátosságok egy részét kívánom összefoglalni. Szeretnék továbbá rámutatni a szóban forgó terület hazai viszonylatban egyedülálló karszthidrogeológiai kísérleti lehetőségeire, általános törvényszerűségek tanulmányozásának kedvező feltételeire is.

A Nyugati-Bükk karsztja

A Nyugati-Bükk karsztja szűkebb értelemben a Bükk-fennsík magasabb és kőzet-tanilag is egységesebb Ny-i része; tágabb értelemben a Nyugati-Bükk karsztjának határa a felszíni karsztos képződmények folytonosságától függetlenül kiterjeszthető a terület karsztos erózióbázisáig, a Kács—Eger—Berva—Monosbél—Bélapátfalva—Szalajka-völgy—Nagy-völgy—Bán-völgy vonalig. Ez az elhatárolás két vonatkozásban is további kérdéseket vet fel. Egyrészt, van-e elég alapunk hidrogeológiai összefüggést feltételezni a körülhatárolt terület egészére vonatkozóan, másrészt milyen alapon vonható határ egy karsztos hegység fennsíkjának K-i és Ny-i része között? E kérdésekre később visszatérünk.

Irodalmi áttekintés

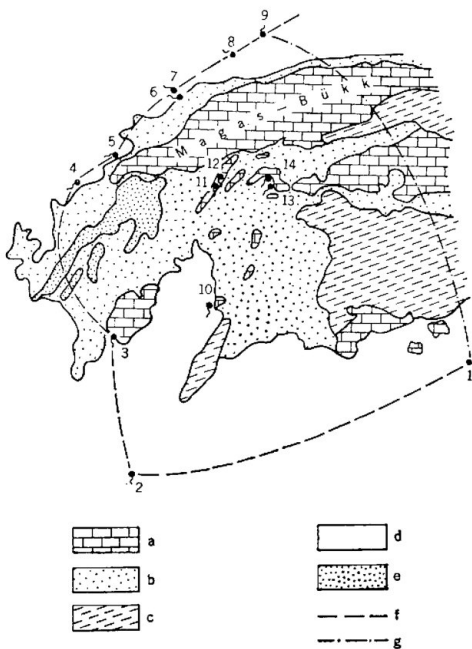
A terület meglehetősen problematikus, sok részletkérdésre kiterjedő földtani leírása SCHRÉTER Z. (1954), majd BALOGH K. (1964) nevéhez fűződik. SCHRÉTER Z. vázlatot adott a hegység hidrogeológiai viszonyairól is, amely azonban csupán egy mérési adatokkal jellemzett forrásfelsorolásra szorítkozott. BALOGH K. (1964) részletes földtani alapot ad a terület geomorfológiai és hidrogeológiai kutatásához.

A hegység geomorfológiájával és hidrogeológiájával LEÉL-ÖSSY S. (1954) és LÁNG S. (1954) foglalkozott. LÁNG S. megállapításai mellett egész sor munkahipotézist adott, s számos feltevése azóta beigazolódott. PINCZÉS Z. (1969) a Bükk tönkösödésének magyarázatával indítékot adott a terület karsztmorfológiai képének új szempontok szerinti értékeléséhez. JAKUCS L. (1951) karszthidrogeológiai elemzései elsősorban a Bükk K-i feléről nyújtottak értékes adatokat, megállapításokat. A K-i részre vonatkozó eredmények és következtetések azonban még általánosságban sem alkalmazhatók a Nyugati-Bükk területére. Néhány, főleg karsztvízhasznosítással és forrásfoglalással kapcsolatos értékes dolgozat ismeretes a Nyugati-Bükk területéről, amelyek egymástól függetlenül szolgáltatnak adatokat a terület Ny-i peremrészeiről, a vízkivételi helyeknél.

A Nyugati-Bükk karsztjának jellegét, karsztvizének tér- és időbeli viszonyait alig ismerjük. A terület nagy részét átfogó, a mérhető karsztforrásokra kiterjedő gyakori vízhozam-, ionkoncentráció- és hőmérséklet-mérések, valamint vízjelzések a legutóbbi időig nem történtek. Az 1950-es évek elejétől eltelt közel két évtized alatt a Bükk módszeres karsztmorfológiai, hidrogeológiai kutatása alig lépett előre. Míg a K-i rész kutatása — Miskolc, az ipari nagyváros karsztvíz-igénye miatt — a lelkes barlang-

kutató csoportok munkájának eredményeként jelentősen előrehaladt, a Ny-i rész szinte érintetlen maradt. Egy terület földtani kutatása nem igényel karszthidrogeológiai, ill. karsztmorfológiai ismereteket; fordítva már nem mondhatjuk ezt. A karsztmorfológiai, karszthidrogeológiai kutatások közben azonban felvetődhet olyan kérdés, amely a földtani kutatások során nem tűnik fel, de a terület hidrogeológiai viszonyainak ismeretében a földtani képződmények korának, rétegsorának, térbeli kiterjedésének esetleges felülvizsgálatára hívja fel a figyelmet. Kérdéses pl. a Bükk DNY-i felében a középső-triász (ladini) agyagpala-összetétel és a középsőtriásznak meghatározott mészkövek helyzete, ill. rétegsora. A szakirodalom és a geológiai térképek azt tanúsítják, hogy az „agyagpala tengerben” mészkörögök helyezkednek el „úszó szigetekként”. A terület hidrogeológiai összefüggései azt látszanak igazolni, hogy az „agyagpala tengernek” mészkő a fekéje, és a belőle kiemelkedő mészkörögök a nagy kiterjedésű mészkőtömegekkel kapcsolatban levő szigetek. Úgy tűnik, nagy területeken agyagpala fedte, és a korábbi geológiai időkben még vastagabb rétegekben fedte a triász mészkövet. A geológiai irodalom szerint a középsőtriász (alsó- és középsőladini) sötétszürke palaösszetételben a felsőladini—karni répáshutai mészkőtömegek szigetszerűen helyezkednek el. A hidrogeológiai összefüggés-vizsgálatok eredményei inkább a Felsőtárkány—Lök-völgyi mészkörögök felső-anisusi korát valószínűsítik. Így magyarázható az agyagpallal fedett területek alatti hidrogeológia összefüggés, hiszen a ladini sötétszürke agyagpala alatt folytonos az anisusi mészköréteg. Az anisusi mészkő magasra emelkedő redőit az agyagpalába bevágódott völgyek mélyen feltárták.

A Nyugati-Bükk karsztja mint karsztgenetikai és karszthidrogeológiai egység



1. ábra. A Nyugati-Bükk karsztterülete. — 1–14 = karsztforrások; a = fennsíkú mészkő, bervai-répáshutai mészkő; b = sötétszürke palaösszetétel, homokkő, kovapala; c = tűzköves mészkő, dolomit; d = különböző korú vízáró és karsztosodó kőzetek; e = diabáz, gabbró, ultrabázit; f = karszt erőzlobázis; g = a Nyugati-Bükk határa. Karstgebiet des Westbükkgebirges. — 1–14 = Karstquellen; a = Plateaukalkstein, Kalkstein von Berva-Répáshut; b = dunkelgrauer Schieferverband, Sandstein, Kieselschiefer; c = feuersteinhaltiger Kalkstein, Dolomit; d = wasserstauende und verkarstende Gesteine verschiedener Alters; e = Diabas, Gabbro, Ultrabasit; f = Karsterosionsbasis; g = Grenze vom Westbükk

A Nyugati-Bükk karsztja mint hidrogeológiai egység, nem szorítkozik kizárólag a felszíni karsztos képződmények területére. Az eddigi megfigyelések, mérések és számítások azt a felfogást erősítik meg, hogy a Nyugati-Bükk karsztja a hegység-peremi természetes karsztvíz-felfakadásokkal határolható le. Bár nagy területek vízáró kőzetekkel fedettek, a felszín alatti hidrogeológiai folytonosság feltételezhető, szükségszerű, sőt, helyenként bizonyított. A peremi területeken csak foltszerűen bukkannak ki mészkövek, dolomitok. A Nyugati-Bükk központi részének területe azonos a szűkebb értelemben vett karsztterület, a Magas-Bükk Ny-i felével. Ez a hegység-rész a Bükk legmagasabb területe, egyúttal a hegység legmagasabban fekvő karsztos közeivel is egybeesik. A Keleti-Bükk alacsonyabb, fedett karsztterületeivel szemben a központi terület jelentős kiterjedésben nyitott, „A” típusú karszt, és egy rövid *allogén* fejlődési szakasztól eltekintve (miocén), autogén fejlődésű. A terület fennsíki határa K-en ott jelölhető ki, ahol a karszt „B” típusúvá válik, s annak megfelelő karsztmorfológiai képződmények jelennek meg. Ez a vonal: Bánkút—Csipkésút—Jávorkút—Pénz-patak. Pontos határ jelenleg nem vonható meg, de nem is elsődleges cél. A fentiek alapján tehát a Nyugati-Bükk karsztja (szűkebb értelemben) egy központi, tisztán „A” típusú karsztterületből (a Bükk-fennsík Ny-i feléből), tágabb értelemben a Bükk-hegység karsztos erőzlobázisát kijelölő, peremi karsztforrások által lehatárolt terület Ny-i feléből áll. A tágabb értelemben vett terület a felszíni képződmények alapján csak

részben tekinthető karsztterületnek (1. ábra). Ezen belül csupán a Bükk-fennsík „A” típusú karsztja lehet részletes karszt kutatás tárgya. A környezetében elhelyezkedő — hidrogeológiai összefüggések alapján valószínűsített — fedett mészkőtömeg hidrogeológiai szerepe csak a központi rész ismeretében és függvényében elemezhető. A figyelmet tehát a központi, szabadon álló, autogén fejlődésű karsztos területre kell irányítani.

A szűkebb értelemben vett Nyugati-Bükk karsztja geomorfológiailag és hidrogeológiai is eltér környezetétől. Körülhatárolása a karsztgenetikai, geomorfológiai és hidrogeológiai azonosságok, ill. különbségek feltárása alapján történhet.

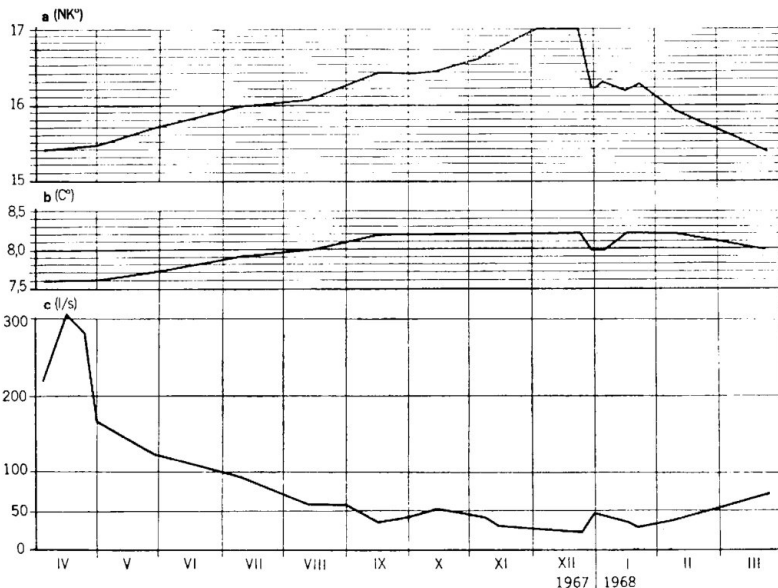
A Bükk-fennsík Ny-i karsztterülete karszt morfológiailag szerényebb: állandóan aktív víznyelőkkel nem rendelkezik, barlangfeltárás, karsztvíz-kiaknázás tekintetében látszólag kevesebb lehetőséget kínál a K-i oldalnál. Behatóbb tanulmányozásra mégis ösztönzött a Magas-Bükk D-i peremén fakadó időszakos karsztforrások aktivitása és vízutánpótlási kérdése. A karsztgenetikai és hidrogeológiai egység fogalma csak a központi részre, a Magas-Bükk Ny-i felére vonatkoztatható.

K felé egy felszín alatti „hidrogeológiai határvonal” feltételezhető, amelytől K-re a karsztvíz formája — a „B” típusnak megfelelően — az „A” típustól lényegesen eltér a kőzet réshálózatában. A hidrogeológiai egység a tágabb értelemben vett Nyugati-Bükk területére kiterjeszthető, és az „A” típusú platófelszín alatt kulmináló karsztvíz, valamint a peremek forrásai közötti kapcsolat formájában jut kifejezésre.

A terület karsztjának típusa, fejlettsége, jellegzetességei

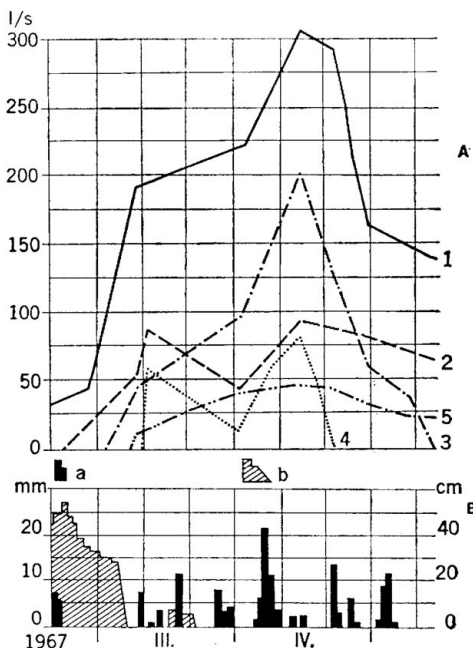
A Nyugati-Bükk karsztjának típusát, jellegét, sajátosságait több oldalú vizsgálatokkal határozhatjuk meg.

1. A terület helyzete, kapcsolata a környező, nem karsztosodó kőzetekkel.
2. A felszíni karszt morfológiai képződmények tanulmányozása.
3. Vertikális és horizontális méretek: a platófelszín, a helyi és a karsztos hegység erózióbázisát jelentő források távolsága, szintkülönbsége.
4. A karsztforrások aktivitása, vízhozam-, hőmérséklet-, ionkoncentráció értékek változása, azaz a beszivárgás és forrásaktivitás kapcsolatának vizsgálata.
5. Karszthidrogeológiai összefüggésvizsgálatok eredményei.



2. ábra. A Szalajka-karsztforrás összes keménység (a), hőmérséklet (b), valamint vízhozam (c) értékeinek változása 1967. április 1. és 1968. március 31. között

Veränderungen der sämtlichen Werte der Härte (a), der Temperatur (b), sowie der Schüttung (c) zwischen dem 1. April 1967 und dem 31. März 1968



3. ábra. A Nyugati-Bükk időszakos karsztforrásai és a Szalajka-forrás vízhozam értékeinek (A), valamint a tavaszi hónapok csapadékvízviszonyainak (B) összehasonlítása 1967-ben. — 1 = Szalajka-karsztforrás; 2 = Vöröskői alsó időszakos karsztforrás; 3 = Imóközi időszakos karsztforrás; 4 = Vöröskői felső időszakos karsztforrás; 5 = Feketeleni időszakos karsztforrás; a = csapadék; b = hóvastagság

Vergleich der Schüttungswerte (A), sowie der Niederschlagsverhältnisse der Frühjahrsmonate (B) der periodischen Karstquellen des Westbüks und der Szalajka-Quelle im Jahre 1967. — 1 = Szalajka-Karstquelle; 2 = untere periodische Karstquelle bei Vöröskő; 3 = periodische Karstquelle bei Imóköz; 4 = obere periodische Karstquelle bei Vöröskő; 5 = periodische Karstquelle bei Feketelen; a = Niederschlag; b = Schneemächtigkeit

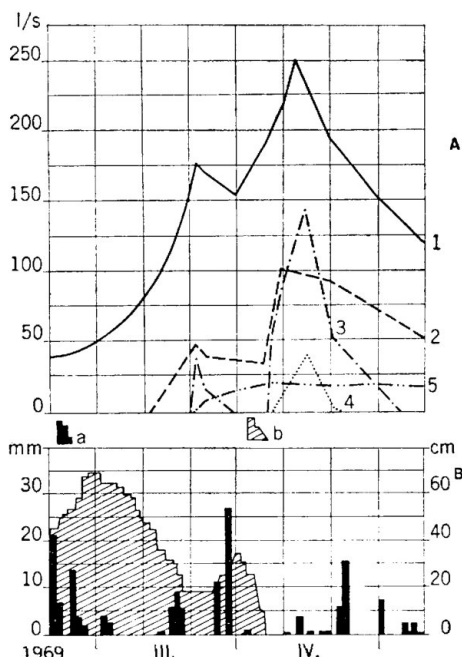
A Nyugati-Bükk központi részének, a Magas-Bükk mészkő-területeinek kapcsolata környezetével

A Magas-Bükk Ny-i része kb. 20 km² kiterjedésű karsztterület. Kiemelkedő helyzetéből adódóan nem kaphat más területről átfolyó csapadékvizet. A terület kevés kivételtől eltekintve a vízzáró kőzetgyűrű felett helyezkedik el. E kőzetgyűrű a központi karszt területhez nem juttathat vizet, mivel a hegység peremei felé lejt. Tehát a központi karszt környezetével összevetve *autogén* fejlődésű, jellegzetes „A” típusú karsztterület. Ezzel szemben a Bükk-fennsík K-i fele nagyrészt a „B” típusú karsztterületek jellegzetességeit mutatja.

A terület karsztmorfológiai képe, és az ebből levonható karszthidrológiai következtetések

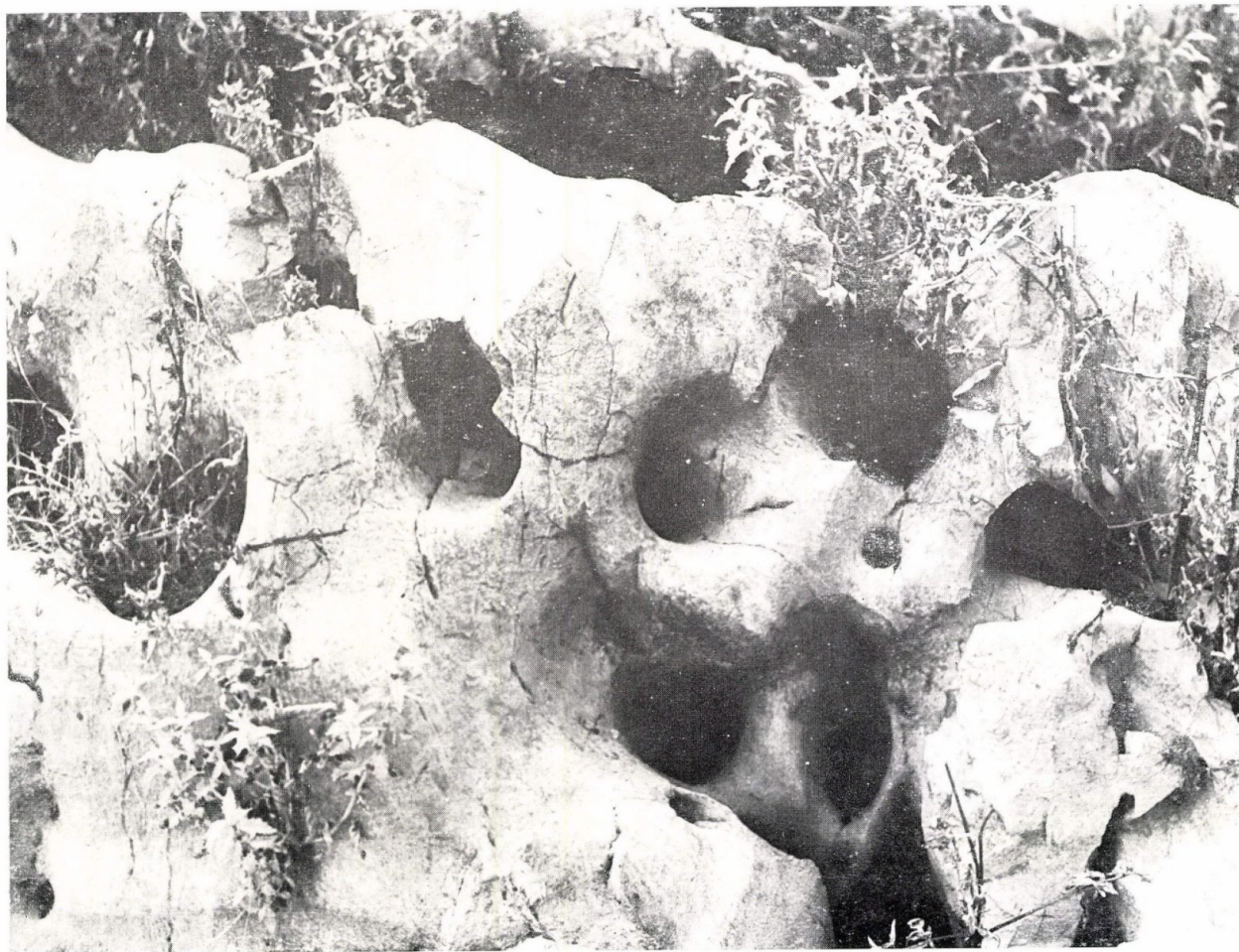
A terület tszf-i magassága túlnyomórészt 800–950 m között váltakozik. A magasra kiemelkedő platóhoz viszonyítva mélyen, 400–500 m tszf-i magasságban fakadnak a terület legjelentősebb karsztforrásai. A víznek a plató legmagasabb területeiről a forrásokig tehát 400–500 m-es szintkülönbségű utat kell megtennie.

A terület legjellegzetesebb képződményei a karros felszínek, dolinák, dolinasorok és dolinahalmazok. Említésre méltóak a denudációs eredetű Nagymező és a Feketesár

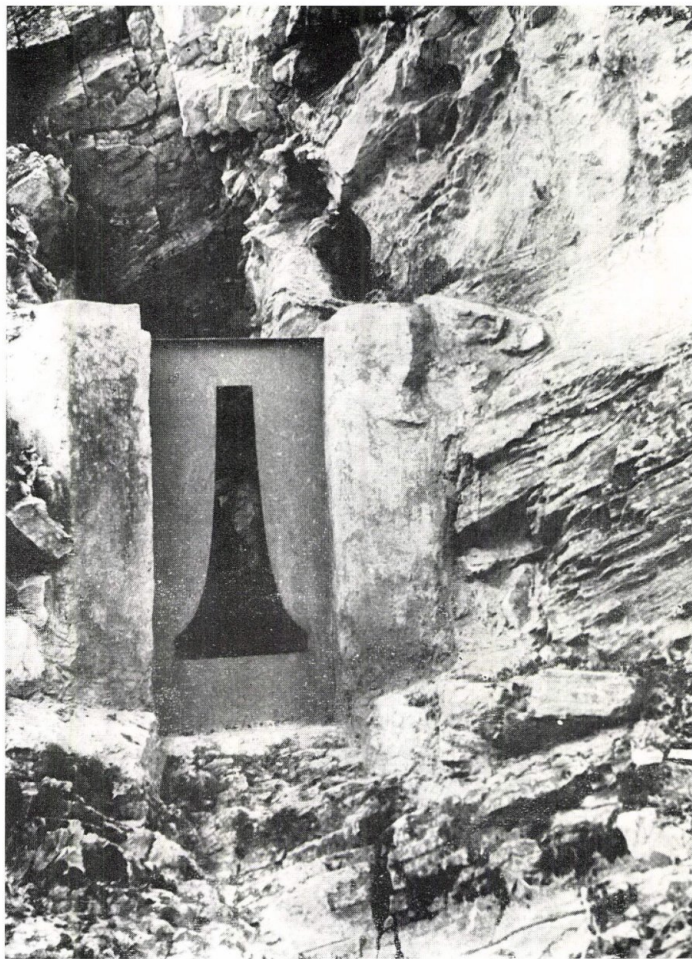


4. ábra. A Nyugati-Bükk időszakos karsztforrásai és a Szalajka-forrás vízhozam értékeinek (A), valamint a tavaszi hónapok csapadékvízviszonyainak (B) összehasonlítása 1969-ben. — 1–5 és a–b magyarázatát l. a 3. ábránál

Vergleich der Schüttungswerte (A), sowie der Niederschlagsverhältnisse der Frühjahrsmonate (B) der periodischen Karstquellen des Westbüks und der Szalajka-Quelle im Jahre 1969. — Erklärungen für 1–5 und a–b: siehe unter Abb. 3



1. kép. Karros mészkőfelszín a Feketesár-rét területén
Karrige Kalksteinoberfläche im Gebiet der Feketesár-Wiese



a

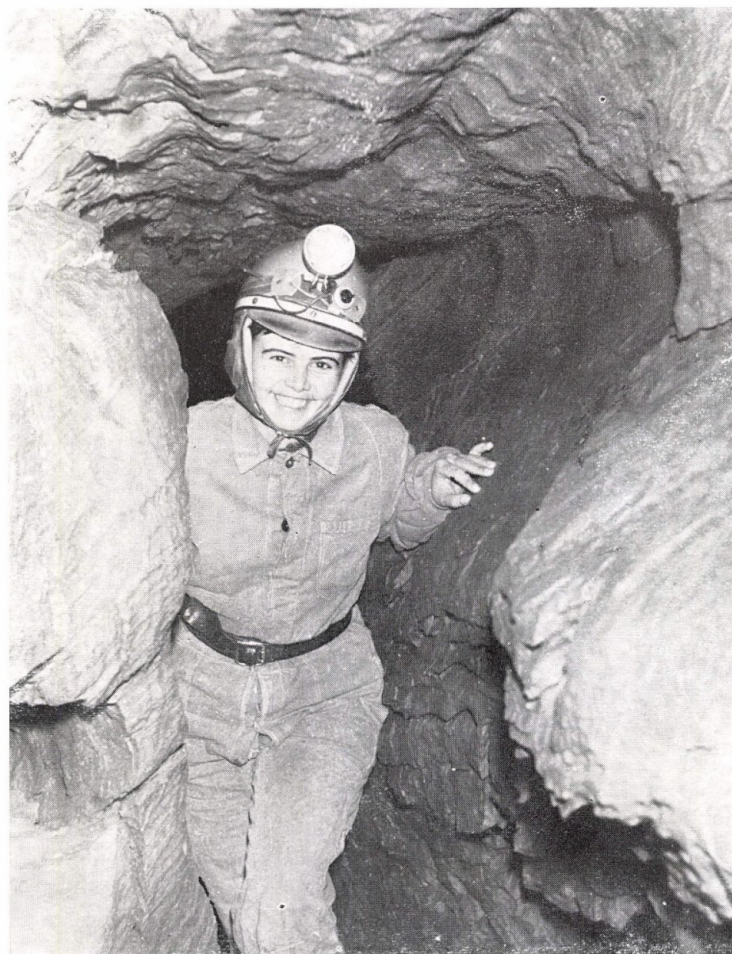


b

2. kép. Az Imóköi időszakos karsztforrás inaktív (a) és aktív (b) periódusban 1970. április 6-án 160 l/sec vízlözménnyel
Die periodische Karstquelle bei Imókö in inaktiver (a) und aktiver (b) Periode mit einer Schüttung von 160 l/s am 6. April 1970



3. kép. Az Imóközi időszakos karsztforrás 1972. május 14-én 32 l/sec vízhozammal
Dieperiodische Karstquelle bei Imókő mit einer Schüttung von 32 l/s am 14. Mai 1972



4. kép. Az Imóközi időszakos karsztforrás barlangja inaktív periódusban
Die Höhle der periodischen Karstquelle bei Imókő in inaktiver Periode



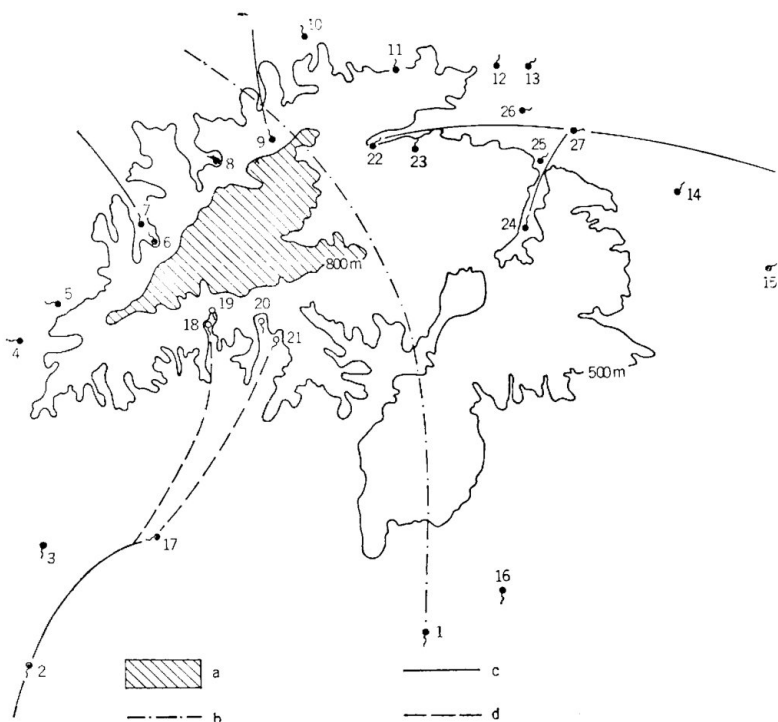
5. kép. Aktív periódusban a Vöröskői felső időszakos karsztforrás (1970. április 12.)
Die periodische Karstquelle bei Vöröskő in aktiver Periode (12. April 1970)

nagy kiterjedésű karsztos mélyedései is, amelyek csakúgy, mint az egész terület, az év nagy részében túlnyomóan areális beszivárgás térszínei. Kivétel a tavaszi hóolvadás, továbbá egy-egy feltűnően nagy intenzitású csapadék, amikor a terület egyes pontjain (időszakos víznyelők) átmenetileg centrális vízlevezetés is előfordul. Ilyenkor néhány időszakos víznyelő aktívvá válik. A centrális vízlevezetés mértéke és jelentősége a hegység egészét jellemző areális, lassú beszivárgáshoz képest minimális. A felszíni geomorfológiai jelenségek az areális beszivárgás eredményei, egyben bizonyítékai is. A beszivárgó víz a felszín alatt elhagyva a keskeny aktív korróziós zónát, ugyancsak areálisan szivárog át a vastag mészkőrétegeken. A lassú átszivárgást számos tényező bizonyítja; pl. a kémiai jellemzők, a hőmérséklet minimális változása, a vízhozam-értékek lassú emelkedése és csökkenése stb. (2., 3., 4. ábra). Ez pedig az egész hegység rész karsztvizeinek tér- és időbeli helyzetét meghatározza.

A felszíni formák az „A” típusú karszt formajegyeit mutatják, s „A” típusú karsztra utal a beszivárgás is. Kérdés, hogy a karsztforrások vízhozam-időértéksorai, hőmérsékleti értékei, ionkoncentráció-változásai mit mutatnak, összhangban állnak-e a megállapított lassú beszivárgással.

A terület karsztforrásainak jellemzése

A terület karsztforrásainak vizsgálata a hegység karsztvízszintjének helyzetéről, mozgásáról ad képet (5. ábra).



5. ábra. A Nyugati-Bükk állandó (1–8, ill. 17) és időszakos (18–21) aktivitású karsztforrásai. — 1 = Kács-források; 2 = Egri-források; 3 = Berva-forrás; 4 = monosbéli Vízfő; 5 = Bélhárom-kút; 6 = Szalajka-forrás; 7 = Szalajka-völgyi Szikla-forrás; 8 = Bán-patak forrása; 17 = felsőtárkányi Sziklaforrás; 18 = Vöröskői alsó karsztforrás; 19 = Vöröskői felső karsztforrás; 20 = Imókői-karsztforrás; 21 = Feketeleni-karsztforrás; a = Bükk-fennsík; b = a Nyugati-Bükk határa; c = állandó vízfolyású patak völgyek; d = időszakos vízfolyású patak völgyek

Karstquellen vom Westbükk perennierend (1–8, bzw. 17) und periodischer (18–21) Aktivität. — 1 = Quellen von Kács; 2 = Quellen von Eger; 3 = Berva-Quelle; 4 = Vízfő (Quelle) von Monosbél; 5 = Bélhárom-Brunnen; 6 = Szalajka-Quelle; 7 = Felsquelle im Szalajka-Tal; 8 = Quelle des Bán-Baches; 17 = Felsquelle bei Felsőtárkány; 18 = untere Karstquelle bei Vöröskő; 19 = obere Karstquelle bei Vöröskő; 20 = Karstquelle bei Imókő; 21 = Karstquelle bei Feketelen; a = Bükk plateau; b = Grenze vom Westbükk; c = Gerinne mit perennierenden Wasserlauf; d = Gerinne mit periodischen Wasserlauf

A karszthegeységek vízháztartását számos tényező befolyásolja. Ezek közül különösen fontos a *beszivárgás és a forrásaktivitás*. E két tényező mennyiségi és időbeli kölcsönhatása — szoros egységben a karszt típusával — határozza meg a hegységben a karsztvíz mennyiségét és térbeli elhelyezkedését.

A Nyugati-Bükk karsztjából fakadó legjelentősebb karsztforrás a *Szalajka-forrás*. Tszf-i magassága 445 m. A tavaszi hóolvadás után, március végétől kezdődően, áprilismájus hónapokban általában 100 l/s feletti vízmennyiséget ad. Tetőzése a Bükk-fennsík hótakarójának teljes elolvadása után, kb. április második hetében következik be. 1967. IV. 15-én 300 l/s, 1969. IV. 10-én 220 l/s, 1970. IV. 10-én kb. 600 l/s vízhozammal tetőzött a forrás (2. ábra). Az áprilisi nagy vízhozamtól függően a 100 l/s feletti aktivitás kitarthat a nyár közepéig is. Pl. 1970. VI. 21-én 150 l/s, VII. 2-án pedig 138 l/s vízhozamot mérhettünk. Az őszi hónapokban 50 l/s alatti vízhozam-értékek jellemzőek. Az 1968-as rendkívül száraz esztendőben, IX. 17-én 13 l/s volt a legkisebb vízhozam. 1972. II. 6-án a lineáris vízhozammérő bukógát csak 2 cm-es vízréteget buktatott át; ez alig több mint 2 l/s vízhozamnak felel meg.

A forrás vízhőmérséklete 100 és 50 l/s vízhozam között általában 8°, 50 l/s vízhozam alatt, tehát kis vízhozamok idején, 8,2°-ig emelkedik, 100 l/s vízhozam-érték felett pedig 7,6°-ra süllyed. Az 1967—68-as év két szélső vízhozam-értékével összevetve a hőmérséklet változása a következőképpen alakult:

1967. IV. 15-én a vízhozam 310 l/s, a hőmérséklet 7,6° XII. 21-én a vízhozam 21 l/s, a hőmérséklet 8,2°. Az év közbeeső időszakaiban az ingadozás a két szélső érték között maradt. Az említett időpontok között a forrás összes keménységi értékének változása a vártnál is kisebb ingadozást mutatott. Az előbbi megfigyelési periódusra vonatkoztatva: 1967. IV. 4-én 200 l/s vízhozamnál 15,4 n. k. f., 1967. december 24-én 21 l/s vízhozamnál 17,0 n. k. f. értéket kaptunk. A vízhozam-maximumok és -minimumok közötti ingadozás tehát mindössze 1,6 n. k. f.

A terület É-i részén a vízzáró kőzetek nagyobb felszíni magassága biztosítja a források (Szalajka-völgyi Szikla-forrás, Szalajka, Bán-patak forrása) állandó aktivitását, a D-i oldal azonos magasságban fakadó, időszakos karsztforrásaival szemben. Az É-i és D-i oldal minden bizonnyal más karsztvíz formációt mutat. A D-i oldalon a karsztvízfelület dőlése kisebb.

A *Szalajka-völgyi Szikla-forrás* az eredeti forrásbarlangból, a mesterséges táróból és a forrás előtt elhelyezkedő tavakból tör felszínre. Vízhozama kb. 100 l/s értékkel tetőzik. Aktivitása a Szalajka-forrásét évi átlagban meg sem közelíti, annak kb. felét éri el. Vízhőmérséklete lényegesen magasabb a Szalajka-forrásénál. Ez a tény mélyebben fekvő vízkészletekre utal. Vízének hőmérséklete a tavaszi nagyvizek alkalmával 10,0°, ősszel, kisvíz idején pedig 12,2°-ig emelkedik. A Szikla-forrás a Szalajka-forrás depressziós tölsére mögött helyezkedik el, így közvetettebb a kapcsolata a hegység központi tömege alatt megemelkedő karsztvízzel.

A központi területtől távolabb fekszik a *Bélahárom-kút* és a *monosbéli Vízfő*, a *Berva-forrás*, valamint a *felsőtárkányi Szikla-forrás*. E források vízhozama kiegyenlített. Vízhőmérsékletük magasabb (pl. a monosbéli Vízfő forrásának hőmérséklete 1967. IV. 30-án 14,8° volt). (Megjegyezzük, hogy e források adatainak pontos regisztrálása a foglalás és a csővezetékén történő vízszállítás miatt nem lehetséges.) A felsőtárkányi Szikla-forrás — mint az 1968 őszén egy Lök-völgyi vízjelzés során kiderült — csak részben kapja vizét a Magas-Bükk felől. Hőmérséklete 8,4 és 10,2° között váltakozik. Vízhozama eléggé kiegyenlített, de nagy ritkán teljes inaktív állapot is előfordul.

A felsorolt források közül sajnos, csak a Szalajka-forrás vízhozama mérhető és tekinthető összehasonlítási alapnak a Magas-Bükk Ny-i fele hidrogeológiai rendszerének meghatározásához.

A terület D-i oldalának időszakos karsztforrásai — éppen időszakos aktivitásuk miatt — több jellemző adatot nyújtanak a karszt jellegéről, mint az állandó aktivitású karsztforrások. A hegység rész központi tömegéhez és a fennsíki triász mészkőtömeg legmagasabb pontjához az időszakos Vöröskői karsztforrások vannak a legközelebb.

A *Vöröskői alsó* időszakos karsztforrás tszf-i magassága 460 m. Aktivitásának kezdete a megfigyelések szerint a Szalajka-forrás 150 l/s körüli vízhozam-értékénél következik be. Általában február végétől június-júliusig aktív, de esetenként a télközi olvadás is aktivizálja a forrást. Pl. 1970. I. 17-én aktivizálódott, néhány nap múlva 41 l/s vízhozammal tetőzött, és II. 12-én elapadt. Csapadékos őszykón rövid, őszi aktív periódus is megfigyelhető. Gyakran a többi időszakos forrás ugyan nem lép aktivitásba, de a Vöröskői alsó forrás szolgáltat vizet. A forrás eredetileg kisméretű medencéből fakadt; a víz néhány dm-nyire felemelkedett a fakadási helyén. Vízhozama nem haladta meg a 30—40 l/s-ot. Később a forrást megbontották, majd eltömődött, vagy lecementezték.

Ezt követően 40—50 m-re ÉK-re a patakmederben került napvilágra a víz. Jelenlegi vízhozam-maximuma meghaladja a 100 l/s-ot. Lehetséges, hogy a patakban fakadó források már az eredeti forráscsatorna eltömődése előtt is aktívak voltak, csak a felülről érkező patak eltakarta a feltörési helyüket, majd a forrás eltömődése után a jelentős vízhozamnövekedés hívta fel a figyelmet a mederben fakadó forrásokra. Vízének hőmérséklete 8,0 és 8,4° között ingadozik.

A Vöröskő-völgyben, 500 m magasságban fakad a Vöröskői felső időszakos karsztforrás. Ez sorrendben utoljára aktivizálódik a terület időszakos forrásai közül. Aktivitása sokszor csupán 1—2 hét. Maximális vízhozama eléri a 100 l/s-ot. Hőmérséklete 8,2—7,9° között váltakozik.

Az időszakos karsztforrások közül az *Imókö karsztforrása* a legnagyobb vízhozamú. Tszf-i magassága 445 m, a Szalajka-forrásával megegyező. Ennek ellenére időszakos aktivitású. Aktív periódusa rendszerint március végén kezdődik és május közepéig tart. Gyorsan emelkedő vízhozama esetenként 200 l/s körüli értékekkel tetőzik. Hőmérséklete a nagy vízhozam idején a jellemző 7,6°-ról 7,4°-ra süllyed.

A terület legkisebb időszakos karsztforrása a *Feketelen sziklaletörésének* tövében fakad. Vízhozama nem haladja meg a 45 l/s-ot. Vízjárása a legkiegyenlítettebb az időszakos karsztforrások között. Állandó, 8,0°-os hőmérséklete ezzel összhangban áll.

A terület karsztforrásainak aktivitása és az ebből levonható következtetések

Az előzőekben ismertetett karsztforrások a terület karsztvíz formáját közvetlenül határozzák meg. Természetesen jó néhány távolabbi forrás is szerepet játszik a pillanatnyi karsztvíz forma kialakításában, ezek szerepét azonban nehezebb meghatározni. A 400—500 m tszf-i magasságban elhelyezkedő, ún. „felső forrásgyűrű” forrásainak aktivitása, vízhozam-értéksorai értékes következtetésekre adnak lehetőséget a terület karszt típusainak, karsztvízhelyzetének, a résrendszer fejlettségének meghatározásához. Ezek közül csupán néhány megállapítást szeretnék a következőkben ismertetni:

— A beszivárgást követően a forrásaktivitás, vízhozamnövekedés megkétszereződik.

— A beszivárgás kezdete után, napok múlva (egyes esetekben egy teljes hét elteltével) következik be a vízhozamok tetőzése.

— A tetőzés után lassan csökken a vízhozam.

Az állandó és időszakos karsztforrások vízhozam-értékének növekedése hasonló arányú.

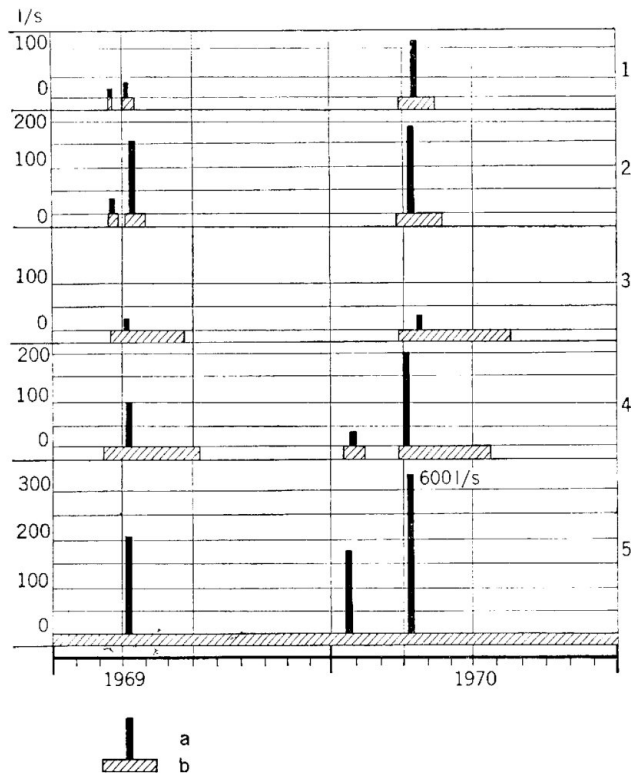
A vízhozam-maximumok valamennyi forrásnál egy időben következnek be. Az említett tények egymással összefüggő, egységes karsztvízrendszer mellett szólnak a Bükk-fennsík Ny-i területei alatt (6. ábra). A vízhozamértékek növekedésének üteme a „B” típusú karsztok forrásainál jóval lassúbb és kiegyensúlyozottabb és a beszivárgást követően csak napok elteltével következik be a maximum. A vízhozamok a tetőzés után fokozatos csökkenéssel, hetek, hónapok elteltével érik el az átlagos értékeket.

A terület forrásainak több éves megfigyelése alapján egy tavaszi és egy őszi vízhozam-maximum kialakulása szabályszerű, közben egy nyárvégi, kora őszi és tél közepén kialakuló minimum között kiegyenlítetten, fokozatosan változik a vízhozam. A vízhozam-értékek lassú változása szintén „A” típusú karsztot, s ezzel kapcsolatos kevésbé fejlett réshálózatot igazol.

A hőmérsékleti és keménységi, ill. ionkoncentráció mérések ugyancsak lassú átszivárgásról, az állandó értékektől való minimális eltérésről tanúskodnak.

A Nyugati-Bükk karsztjának vertikális és horizontális mérete a terület karsztvízrendszerének lényeges meghatározója

A karszthegységek típusa és fejlettsége mellett jelentős tényező a karszt térbeli mérete, vertikális és horizontális kiterjedése. A Bükk-fennsík felszíne és a hegység karsztos erózióbázisa közötti szintkülönbség hazai karsztos hegységeink között a legnagyobb. Ez oda vezet, hogy a réshálózatban időlegesen visszaduzzasztott víztömeg méretei, azaz a karsztvíz pillanatnyi tömege, térbeli formája, vertikális mozgása olyan megfigyelésekre, mérésekre ad lehetőséget, amelyek hazai karsztjainkon másutt kevésbé lehetségesek. Néhány megfelelő telepítésű karsztvíznívó-mérő kút, valamint a természetes karsztvíz felfakadások együttes mérése új eredményeket adhat a karsztvízkérdés megoldásához.



6. ábra. A Nyugati-Bükk néhány időszakos karsztforrása (1–4) és a Szalajka-forrás (5) aktivitása és vízhozam-maximumai 1969–1970-ben. — 1 = Vöröskői felső (500 m); 2 = Imóközi (445 m); 3 = Feketeleni (435 m); 4 = Vöröskői alsó (460 m); 5 = Szalajka (445 m); a = vízhozam-maximum; b = az aktivitás időtartama

Aktivität und maximale Schüttung einiger periodischer Karstquellen vom Westbükk (1–4) und der Szalajka-Quelle (5) in 1969–1970. — 1 = obere Karstquelle bei Vöröskő (500 m); 2 = Karstquelle bei Imóköz (445 m); 3 = Karstquelle bei Feketelen (435 m); 4 = untere Karstquelle bei Vöröskő (460 m); 5 = Szalajka-Quelle (445 m); a = Schüttungsmaximum; b = Aktivitätsdauer

Az alábbiakban végül a területen végzett vizjelzések (festés) eredményeit ismertetem.

1968 őszén a Lök-völgyben és a felsőtárkányi Szikla-forrásnál végzett kísérlet (vízjelzés) bizonyította, hogy a felszíni karsztos képződmények folytonosságának hiánya nem zárja ki a felszín alatti karsztosodó képződmények jelenlétét, hidrogeológiai kapcsolatát. Minden bizonnyal másutt is érvényes ez a megállapítás, másutt is feltételezhetjük a felszín alatt a karsztos képződmények folytonosságát, hidrogeológiai összefüggéseit.

A Bükk fennsíkján 1969 és 1970 tavaszán 20, ill. 50 kg szilárd fluoreszcein oldatbavitelével végeztünk vízjelzéseket. A Feketesár-rét egyik időszakos dolinátavát festettük meg. A jelző anyag a D-i oldal 4 időszakos karsztforrásában jelentkezett, szemmel jól látható mennyiségben. Az 1969-es vízjelzés a hóolvadás utolsó napjaiban történt, így a karsztvízkulmináció maximumát sikerült megfogni. Valamennyi időszakos karsztforrás hátralevő teljes aktivitása idején egyenletes hígításban szolgáltatta a jelzett vizet. A források vízhozam-adataiból kiszámított víztömeg a festékhígulást figyelembe véve meglepő pontossággal kiadta a 20 kg jelzőanyag mennyiségét. A vízjelzések a terület összefüggő karsztvízrendszerének létét igazolták, ezzel a jól fejlett átmenő barlangok ellen szolgáltatott bizonyítékot.

E kísérlettel — az előző megállapításokkal összhangban — a réshálózat nehéz átjárhatóságát, valamint a karsztvíz magas kulminációját sikerült igazolni.

Összegezés

A Nyugati-Bükk karsztterületének geomorfológiai képződményei, a terület forrásainak jellemzői, az időszakos karsztforrások aktivitásának tapasztalatai, valamint a területen végzett vízjelzések elégséges alapot adnak a terület karsztjának átfogó jellemzésére, a karszt típusának megállapítására.

A szűkebb értelemben vett Nyugati-Bükk karsztja a Bükk-fennsík Ny-i felére, a Bánkút—Csipkésút—Jávorkút—Pénz-patak vonaltól Ny-ra eső területre terjed ki. Ez a felszín a hegység központi, legmagasabban fekvő, karsztos, triász korú mészkőterületeivel esik egybe. A karsztos képződmények feltehetően nagy mélységig hatolnak, és a nem karsztosodó felszíni kőzetek alatt is kapcsolat van a hegység peremén fakadó legtávolabbi karsztforrások felé. Nincs okunk tehát a peremi források esetében különálló helyi, elszigetelt vízgyűjtő területeket feltételezni.

A Nyugati-Bükk karsztja — a 959 m-ig emelkedő fennsík Ny-i fele — „A” típusú karsztterület. Túlnyomóan areális beszivárgás jellemzi. A beszivárgás üteme, a karsztforrások vízhozam-értékei, az időszakos karsztforrások aktivitási sorrendje, a karsztvízforma jelentős vertikális megemelkedése azt bizonyítja, hogy a karszt réshálózata kevéssé fejlett. A vízjelzések eredményei nagy területre kiterjedő hidrogeológiai egység létét bizonyítják (a karsztosodó képződmények felszíni folytonossági hiánya ellenére), egyben a résrendszer jellegére, a karsztvíz mozgására és az időszakos karsztforrások aktivitására vonatkozó következtetések alapjai is.

A Nyugati-Bükk nagy vertikális tagozódású, horizontálisan távoli peremi területek karsztvízelőfordulásait is befolyásoló, a réskeresztmetszetet tekintve kevéssé fejlett karsztterület, amely sok vonatkozásban alkalmas általános karszthidrogeológiai kérdések kutatására. Hazai karsztos hegységeink közül jól lehatárolható, a karsztvízmozgás törvényszerűségeinek vizsgálata szempontjából sajátos lehetőségeket kínáló karsztterület.

IRODALOM

- AJESZKY G.—KARÁCSONYI S.—SCHEUER GY. 1971. Vízföldtani megfigyelések Eger környékén. — Hidr. Közl. 51. p. 254—260.
- BALOGH K. 1964. A Bükkhegység földtani képződményei. — MÁFI Évk. XLVIII. köt. p. 245—719.
- BÁRÁNY L. 1926. Időszakos források a Bükkfennsík D-i oldalán. — Földr. Közl. 54. p. 225—226.
- FRISNYÁK S. 1958. A Bükk-fennsík kialakulása és mai felszíne. — Borsodi Földr. Évk. 1. Miskolc. p. 14—19.
- HORVÁTH S. 1962. Fedett karok a Bükkben. — Karszt és Barlang, 1. p. 25—26.
- JAKUCS L. 1951. A Bükkhegység még feltáratlan, ismeretlen barlangrendszerei. — Földt. Közl. p. 81—93.
- JAKUCS L. 1971. A karsztos morfológia. — Akad. Kiadó, Budapest. 310 p.
- JUHÁSZ A. 1962. A Létrástetői-barlang. — Karszt és Barlang 2. p. 45—50.
- KEREKES J. 1936. A Tárkányi öböl morfológiája. — Földr. Közl. 64. p. 83—100.
- KESSLER H. 1954. A karsztból tartósan kitermelhető vízmennyiség és a beszivárgási százalék megállapítása. — Hidr. Közl. 34. p. 213—222.
- LÁNG S. 1954. Hidrológiai és morfológiai tanulmányok a Bükkben. — Hidr. Közl. 34. p. 70—81.
- LEÉL-ÖSSY S. 1959. A Bükk víznyelőinek és víznyelőbarlangjainak tanulmányozása. — Földr. Ért. 2. p. 179—190.
- LEÉL-ÖSSY S. 1954. A Magas-Bükk geomorfológiája. — Földr. Ért. 3. p. 323—356.
- MARTON L. 1963. A monosbéli forráscsoport foglalkozása. — Hidr. Közl. 3. p. 251—256.
- PINCZÉS Z. 1969. Herausbildung der tertiären Oberflächen des Bükk-Gebirges. — Acta Geogr. Debrecina.
- SÁRVÁRY I. 1969. A Létrás—Istvánlápai barlangrendszer. — Karszt és Barlang. 2. p. 53—55.
- SCHREYER Z. 1954. A Bükkhegység régi tömegének földtani és vízföldtani viszonyai. — Hidr. Közl. 34. p. 287—294. és 369—381.
- TÓTH G. 1966. Az intermittáló karsztforrások működése. — Egri Tanárképző Főiskola füzetei. p. 585—591.
- VITÁLIS GY. 1966. Adatok a DNY-i Bükk vízföldtanához. — Hidr. Közl. 6. p. 255—259.

BEITRÄGE ZUR KARSTHYDROGEOLOGIE DES WESTBÜKKGEBIRGES (DER KARSTTYP VOM WESTBÜKK)

von G. Tóth

Zusammenfassung

Der Aufsatz hat zum Gegenstand die westliche Hälfte des Karstplateaus des Bükkgebirges, den sogenannten Karst vom Westbükk, und erschließt den Karsttyp und einige kennzeichnende Eigentümlichkeiten des Gebietes.

Die morphologischen Bildungen des Karstgebietes vom Westbükk, die Kennzeichen der Quellen des Gebietes, die Erfahrungen über die Aktivität der periodischen Karstquellen sowie die im Gelände durchgeführten Markierungen dienen als eine genü-

gende Grundlage zur umfassenden Kennzeichnung des Karstes im Gebiete, zur Bestimmung seines Karsttyps. Der im engeren Sinne genommene Karst vom Westbükkt enthält die westliche Hälfte des Bükktplateaus, westlich von der Linie Bánkut—Csipkés-kut—Jávorkut—Pénz-Bach. Dieses Gebiet fällt mit den zentralen, am höchsten gelegenen, karstigen, triassischen Kalksteingebieten des Gebirges zusammen. Die Karstbildungen reichen vermutlich in große Tiefe hinab, und sogar unter den nicht verkarstenden Gesteinen der Oberfläche gibt es Verbindungen zu den am weitesten entfernt gelegenen, am Gebirgsrand zu Tage tretenden Karstquellen hin. Wir haben keinen Grund, im Falle der Randquellen örtlich abgesonderte, isolierte Einzugsgebiete vorauszusetzen.

Der Karst vom Westbükkt, im engeren Sinne die westliche Hälfte des 959 m hoch aufragenden Plateaus des Gebirges, ist im Vergleich zu seiner Umgebung ein Karstgebiet vom Typ »A«. Morphologisch untersucht kann im Gebiet die Tatsache der oberflächlichen Einsickerung festgestellt werden. Der Rhythmus der Einsickerung, die Schüttungswerte der Karstquellen, sowie die Aktivitätenfolge der periodischen Karstquellen, die erhebliche vertikale Erhöhung der Karstwasserform beweisen, daß das Kluftnetz des Karstes wenig entwickelt ist. Die im Gelände durchgeführten Markierungen haben Beweise geliefert für die sich auf großes Gebiet erstreckende hydrologische Einheit (im Verhältnis von Lök-Tal—Felsőtárkány, sowie in bezug auf das Bükktplateau und die an dessen südlichem Rand entspringenden periodischen Karstquellen), selbst im Falle der fehlenden oberflächlichen Kontinuität der verkarstenden periodischen Karstquellen; sie gelten gleichzeitig als Beweise für das Gepräge des Kluftsystems, die Bewegung des Karstwassers und die Aktivität der periodischen Karstquellen. Der Karst vom Westbükkt wird also als ein Karstgebiet vom Typ »A« betrachtet, das eine große vertikale Gliederung aufweist, die Karstwasservorkommen horizontal fernegelegener Randgebiete beeinflusst, hinsichtlich des Spaltenquerschnittes wenig entwickelt ist, das aber in vieler Hinsicht für die Forschung allgemeiner karsthydrologischer Fragen geeignet ist. Dieses Karstgebiet kann von den ungarischen Karstgebirgen wohl unterschieden werden und bietet eine spezielle Möglichkeit, die Bewegungsgesetze des Karstwassers zu untersuchen.

Übersetzt von S. KERÉKES

Haggett, P.—Chorley, R. J.: Network Analysis in Geography 1969. — New York, St. Martin's Press, 348 p.

A természet- és gazdaságföldrajz egyaránt tértudomány, tehát mindkettő térbeli rendszerekkel, térbeli szerkezetekkel foglalkozik. Így érthető, hogy R. J. CHORLEY és P. HAGGETT műve módszertani kézikönyv, mind a természeti földrajzosok, mind a gazdasági földrajzzal foglalkozók számára. Azonban maguk a szerzők is felhívják figyelmünket, hogy óvakodjunk a látszólagos analógiáktól: helytelen volna például azt állítani, hogy egy vízhálózat és egy közlekedési hálózat földrajzilag azonosak. Így ugyanis figyelmen kívül hagynánk a hálók különböző fejlődési útjait, lehetőségeit.

A mű alap gondolata és szerkezete tehát a következő: mindkét szerző a maga szakterületéről összegyűjtött — rendszerint számunkra is jól ismert — anyagot új megvilágításba helyezi, és azt a háló-elmélet szempontjai szerint rendszerezi. Így egyrészt gondolatokat és megoldandó problémákat ad a matematikus felé, másrészt az ismert földrajzi anyag új szempontú tárgyalásával a geográfus szemléletmódját gazdagítja, formálja.

Az anyagot három részre tagolták. Az első rész a térbeli szerkezetek általános jellemzését adja előbb topológiai, majd geometriai szempontból. Megismerjük a földrajzban előforduló háló-szerkezeteket, a Gráf-elmélet bevezetésének lehetőségeit. A második rész a térbeli szerkezetek értékelésével foglalkozik. A harmadik részben a strukturális változások tárgyalása szerepel: a hálók fejlődési útjait szimulációs modellekkel vizsgálják.

Meg kell jegyezni, hogy az anyag új szempontú átesortosítása véleményem szerint gyakran zavaró. Aki pl. nem ismeri a vízhálózat HORTON-féle értelmezését, nehezen tud eligazodni, nehezen tudja újra összerakni azt az egyes fejezetekbe beépített kockakövekből. Ettől eltekintve az anyag tárgyalása világos, logikus, közérthető. 38 táblázat és több mint 200 ábra illusztrálja a könyvet. Rendkívül bőséges (kb. 400 tételtől álló) bibliográfia ad útmutatást az érdeklődőknek a további kutatáshoz.

KERTÉSZ ÁDÁM