

# HIDROLÓGIAI KÖZLÖNY

61. ÉVFOLYAM 8. SZÁM

333—380. oldal

Budapest, 1981. augusztus

## A Gerecse hegység paleokarszthidrogeológiai viszonyainak rekonstrukciója a felsőpannontól napjainkig

SCHUEER GYULA\*—SCHWEITZER FERENC\*\*

### I. Bevezetés

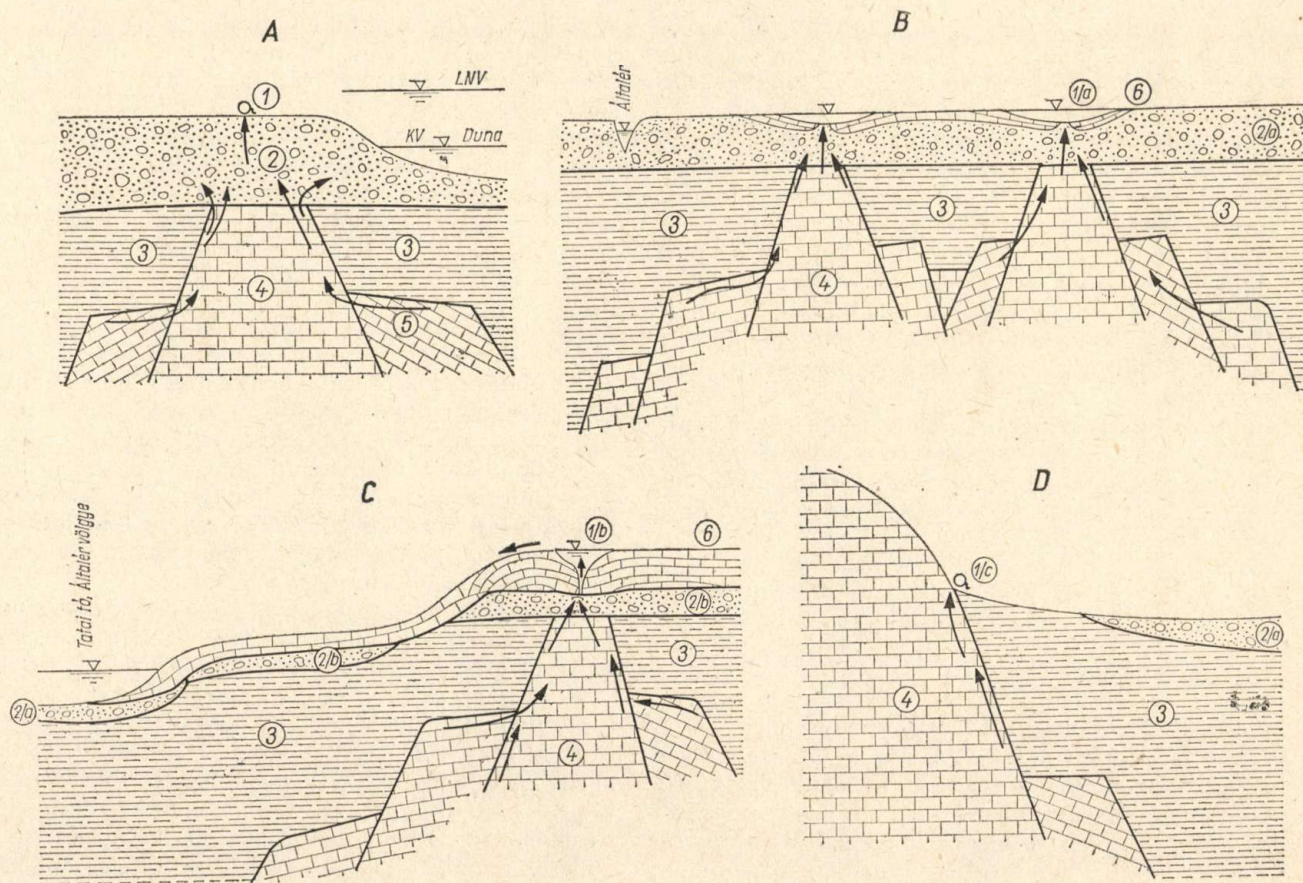
A Gerecse hegység körül ismeretes sok karszt és karsztos hévíz eredetű édesvizi mészkő-előfordulás. Ezekkel és a karsztvízföldtani viszonyokkal az elmúlt évtizedekben sok szerző foglalkozott.

\* ÉVM Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat, Budapest.

\*\* MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest.

Schréter Z. [35] összefoglaló munkáján kívüli szakirodalom vagy csak megemlíti az előfordulások helyét, vagy pedig csak egy-egy előfordulást ismertet. A történeti vízföldtani következtetéssel és értékeléssel minden szerző adós maradt.

Schréter Z. munkáján kívül az alábbi földtani és geomorfológiai irodalmat használtuk: [1, 5, 8, 11, 15, 16, 19, 28, 29].



1. ábra. A Gerecse hegységi termális karsztforrások típusai. A törmelékes kőzeteken át törő források altípusai. „A” Almásneszmélyi Lilla forrás altípusa. „B” tatai Fényes források altípusa. „C” tatai angolkerti források típusa. Közvetlenül a karbonátos víztartó kőzetből felszálló karsztforrások típusok. „D” a tatai Kálvária hegy körüli források típusa. Jelmagyarázat: 1. Lilla-forrás 1/a. Fényes-források. 1/b. Angolkerti források. 1/c. Kálvária hegyi források. 2. Dunai üledék. 2/a. Átalér hordalék. 2/b. Átalér teraszai. 3. Vízáró vagy rossz vízvezető harmadidőszaki képződmények. 4. mezozoos vízvezető karbonátos kőzetek. 5. Édesvizi mészkő. 6. Vízáramlás iránya.

Abb. 1. Typen der thermalen Karstquellen im Gerecse-Gebirge. Subtypen der die trümmerigen Gesteine durchstossenden Quellen. „A” Subtyp der Lilla-Quelle bei Almásneszmély, „B” Subtyp der Fényes-Quelle in Tata. „C” Subtyp der Quellen Angolkert in Tata. Unmittelbar aus dem carbonathaltigen Wasserspeichernden Gestein aufsteigende Karstquellen-Typen. „D” Typ der Quellen um den Kálvária-berg in Tata.

Zeichenerklärung: 1. Lilla Quelle. 1/a Fényes-Quellen. 1/b Quellen im Angolkert. 1/c Quellen am Kálvária-Berg. 2. Donausedimente. 2/a Átalér-Geschiebe. 2/b Terrassen des Átalér. 3. Wasserdichte oder schlecht wasserführende Formationen aus dem Tertiär. 4. Mesozoische wasserführende carbonathaltige Gesteine. 5. Süßwasser-Kalkstein. 6. Richtung der Wasserströmung.



1. kép. A Duna magas árterén fakadó almásneszmélyi Lilla forrás

Bild 1. Die am hohen Überschwemmungsgebiet der Donau entspringende Lilla-Quelle

A Gerecsei édesvízi mészkő karsztos hévforrásokból rakódott le [24, 35]. Az egykori hévízforrások hidrogeológiai viszonyaira, a földtani múlt folyamataira, így a mai helyzet fokozatos kialakulására lehet következtetni a mészkő-előfordulások topográfiai helyzetéből, kifejlődésükből, környezetük geológiai viszonyaiból, éghajlatjelző közbetelepült üledékeikből, korjelző óslénytani adataikból stb. A Gerecse és környéke igen alkalmas karszthidroológiai vizsgálatokra, mert itt a múltban is jelentős források törtek fel, ahogy azt a nagy területű és vastag édesvízi mészkő-előfordulások bizonyítják. A szabályosan szintekbe rendeződött előfordulások vizsgálatával nyomonhatjuk a vízföldtani történetet, vagyis egy-egy múltbeli idő forrásainak helyét, a források típusát és a kőzetképződést. Az édesvízi mészkő-előfordulások kataszterezése volt elsődleges célunk. Terepi megfigyeléseink adataiból azonban ennél többre is vállalkozhattunk, megkísérelhettük felderíteni a Gerecse vidékének hidrogeológiáját a felsőpannontól napjainkig.

## 2. A karszt hidrogeológiája és a karsztforrások sajátosságai

### 2. 1. A Gerecse áttekinthető hidrodinamikája

A Gerecse legnagyobb karsztosodott hegységünknek, a Dunántúli Középhegységnek egyik része. A Dunántúli Középhegység ÉK-i szárnyán a források fakadását a felszíni karsztos vízgyűjtőterületeket határoló magas térbeli helyzetű rossz vízvezető és vízzáró üledékek meggátolják. Források csakis a Gerecse ÉNy-i szintjén (peremén) fakadhatnak, mert csak ott vannak erozióbázis sávjában lévő fedetlen karsztos kőzettrögök, melyek összefüggenek a záró fedőösszlet alatt a hegység fő karsztos kőzeteinek tömegével. Az ÉNy-i perem tehát nagy terület természetes megcsapolója.

Az Általér völgyében Tata környékén és Almásneszmélynél (Dunaalmás) a Dunapart közelében számos nagy forrás fakad. A hegység K-i részén csak Sárísáp közelében az Öregárok völgyében fakadt még kisebb karsztforrás (40–50 l/p). Ez az



2. kép. Az Általér völgyében törmeléken üledékeken keresztül törő tatai Fényes forrás

Bild 2. Die im Tale des Általér die trümmerigen Sedimente durchbrechende Fényes-Quelle in Tata

aszimmetria azt mutatja, hogy a dinamikus karsztvízkészlet legnagyobb része Tata felé áramlik és itt fakad fel. Tata és közvetlen környéke volt egykor hazánk egyik legnagyobb karsztforrásvidéke. A források a karsztvíztermelés miatt kiapadtak. Az almásneszmélyi és a tatai források hőmérséklete 13–23 °C között volt. A forrásvizek hőmérséklete különböző. Valószínűsíthető, hogy eltérő hőmérsékletű víz érkezik a forrásokhoz és csak részleges a keveredés. A hidegebb víz közelebről a hegység felől áramlik, míg a melegebb víz a vastag vízzáró alatti mélykarsztból származik.

### 2. 2. A karsztos hévforrások típusai

A felszálló vízűek csoportja fordul elő és a források mindkét változata megtalálható, mégpedig:

1. felszíni karsztos rögből közvetlenül fakadó
2. folyóvízi üledékeken keresztül, elfedett sáberéből feltörő egyaránt kimutatható.

A fő típusnak altípusait lehet elkülöníteni, ha vizsgáljuk a források közelében a földtani helyzetet, a morfológiát, a forrás és a folyóvíz kapcsolatát, tehát a helyi sajátosságokat.

Az altípus jellemezhető egy-egy forrással vagy forráscsoporttal (1. ábra).

- A. altípus, almásneszmélyi Lilla forrás (1. kép).
- B. altípus, tatai Fényes források (2. kép).
- C. altípus, tatai Angolkerti források
- D. altípus, tatai Kálvária dombi források

Az „A” jelű almásneszmélyi Lilla forrás (Dunaalmás) közvetlenül a Dunaparton fakad. Az árvizek elöntik. Környezetében a felszínen sehol sem ismerünk víztartó mezozoós kőzetet. Egyes budapesti és az egri forrás ismeretében nagy valószínűséggel állíthatjuk, hogy a langyos karsztvíz kb. 15 m-es dunai üledék alatti kiemelt helyzetű rögből származik. A folyóvízi üledék csak közvetíti a karsztvizet a felszínre. A forrásra erőteljesen hat a Duna közelsége, a kavicsos réteg talajvizének a folyó vízállásától függő nagy ingadozása.

„B” altípus. A tatai Fényes források az Általér völgyének alluviumán fakadnak. A források különböző nagyságú és mélységű forrástavainak környezetében 1–3 m-es tavi-mocsári édesvízi mészkő

követ rakott le. A források összes vízhozama igen jelentős volt (20 000 m<sup>3</sup>/nap). A hévíz több (5—6), az Általér alluviális üledéke alatti kiemelt helyzetű, mezozoós karbonátos kőzetű rögből fakad.

„C” altípusként különítettük el Tata K-i oldalán fakadó Angolkerti forrásokat, melyek az erózióbázis felett fakadnak. Környezetükben már vastagabb édesvízi mészkövet raktak le és ma is jól megfigyelhetők a forrástölcsérek. A völgyoldalon lefolyó forrásvízből a befogadóig kisebb-nagyobb vastagságban édesvízi mészkő vált ki. A források kezdetben az Általér völgyének üledékén át törve fakadtak az akkori völgytalpon, tavi-mocsári környezetben, ugyanúgy, mint a Fényes források. Az Általér bevágódásával teraszok alakultak ki. Pécsi (28) szerint az Általér II/b jelű teraszán fakadnak jelenleg a források. Az édesvízi mészkőfedő miatt a terasz szintje magasabb. Az erózióbázis süllyedését a források nem követték, ezért a völgyoldalon folyt le a forrásvíz, édesvízi mészkövet rakva le. Itt egyes tavi-mocsári és lejtői

édesvízi mészkő vált ki. Már Horusitzky H. [12] is utalt rá, hogy a Tata környéki források nem egyidősek. Ezt megfigyeléseink is igazolták, mert az Angolkerti források idősebbek, mint a Fényes források. Ezt bizonyítja térbeli helyzetük, mert különböző korú felszíneken és teraszokon fakadnak és a lerakódott édesvízi mészkő kiterjedése és vastagsága is eltérő.

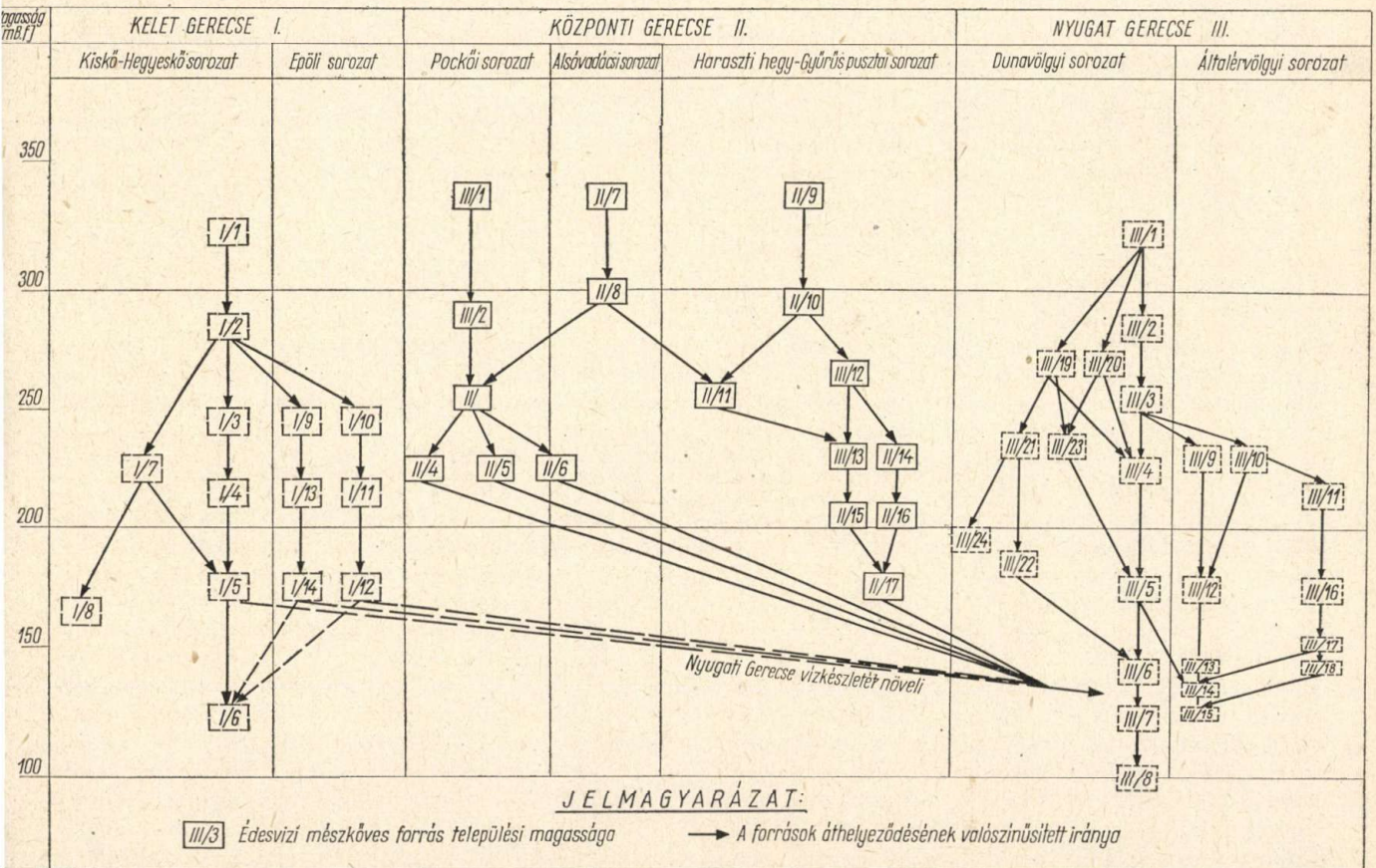
Megfigyeléseink szerint a források területén is a felső pleisztocénben a források helye változott környezetük felszínfejlődési folyamatai miatt.

„D” altípusként különítjük el a tati Kálvária domb és a hozzá kapcsolódó felszínen lévő mezozoós kőzetekből fakadó forrásokat. A források közvetlenül a víztartókőzetből fakadnak.

### 3. Az őskarszt-vízföldtanának rekonstrukciója, a felsőpannontól napjainkig

#### 3.1. Az édesvízi mészkövet lerakó források típusai

Az édesvízi mészkövek földtani és geomorfológiai vizsgálati adatainak, valamint a források

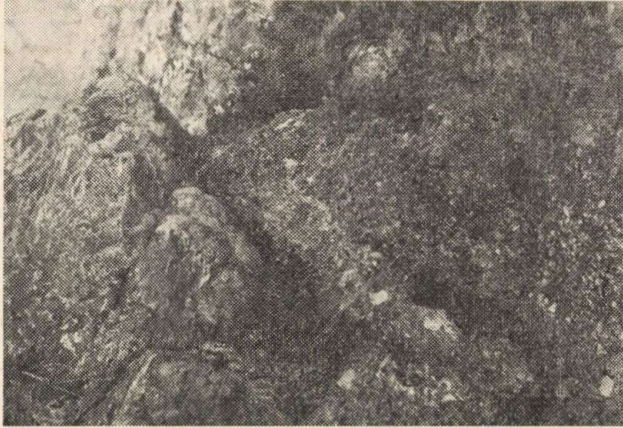


2. ábra. Gerecsei hévízforrások helyváltozási vázlata, az édesvízi mészkövek korának és tengerszint feletti magasságának vizsgálata alapján

I/1. Muzsla hegy. I/2. Kőhegy. I/3—5. Hegyeskő-Kiskő sorozat. I/6. Sárissápi forrás. I/7. Öregkői előfordulás. I/8. Muzsla hegy alsó. I/9. Körvtélyes hegy. I/10—12. Epöli sorozat. I/13—14. Babál hegy. II/1. Pockó. II/2—3. Öreghegyi előford. II/4. Rézhegy. II/5. Cseresznyés gerinc. II/6. Kecskő K-i előford. II/7. Alsóvadács. II/8. Csonkás hát. II/9. Margittetői nyereg. II/10—11. Vékonycser. II/12—13. Süttöi előford. II/14. Gyűrűspusztai bányák. III/15. Pusztapiszke. II/16. Kanberek vízmós. III/17. Vaskapu hegy. III/1. Újhegy-Öreghegy. III/2. Köpíte. III/3—7. Almásneszmélyi sorozat. III/8. Almásneszmélyi források. III/9. Leshegy. III/10. Csúcsos hegy. III/11. Baji szőlők. III/12. Kenderhegy. III/13. Mária-Magdolnai előford. III/14—15. Tatai édesvízi mészköves források. III/16—18. Vértesszőllős

Abb. 2. Ortsänderungsschema der Thermalquellen im Gerecse aufgrund des Archaismus der Süßwasserkalksteine, und der Höhe über dem Meeresspiegel.

I/1. Muzsla hegy. I/2. Kőhegy. I/3—5. Serie Hegyeskő-Kiskő. I/6. Quelle in Sárissáp. I/7. Vorkommen im Öregkő. I/8. Unteres Muzsla hegy. I/9. Körvtélyes Berg. I/10—12. Serie Epöli. I/13—14. Babál. II/1. Pockó. II/2—3. Vorkommen in Öreghegy. II/4. Rézhegy. II/5. Cseresznyés gerinc. II/6. Kecskő, östliches Vorkommen. II/7. Alsóvadács. II/8. Csonkás hát. II/9. Margittetői nyereg (Gebirgssattel). II/10—11. Vékonycser. II/12—13. Vorkommen in Süttö. II/14. Bergwerke in Gyűrűspuszt. II/15. Pusztapiszke. II/16. Auskolkung in Kanberek. II/17. Vaskapu-Berg. III/1. Újhegy-Öreghegy. III/2. Köpíte. III/3—7. Serie in Almásneszmély. III/8. Quellen bei Almásneszmély. III/9. Leshegy. III/10. Csúcsos hegy. III/11. Weingarten in Baj. III/12. Kenderhegy. III/13. Vorkommen bei Mária-Magdolna. III/14—15. Süßwasserkalksteine und Quellen in Tata. III/16—18. Vértesszőllős.



3. kép. Felsőpannon abráziós kavicsanyagon képződött édesvízi mészkő Pockónél

Bild 3. Die sich am Abrasions-Kiesmaterial des Oberen Pannon gebildete Süßwasser-Kalksteine bei Pockó

vízöldtani viszonyainak ismeretében megbízhatóan rekonstruálhatjuk az egykori források típusait és minden egyéb olyan tényezőt, amelyek az egykori források működéssel voltak kapcsolatosak.

Megfigyeléseink szerint K-i Gerecsében 13, a Központi Gerecsében 17, a Ny-iban pedig 16 egykori forrás helyét sikerült kimutatni (2. ábra).

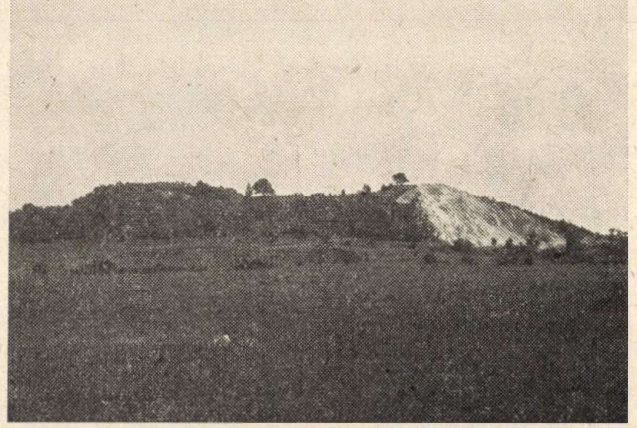
A 46 egykori forrás környezetének tanulmányozása alapján a maiakhoz hasonló vagy azoktól teljesen eltérő forrástípusok különböztethetők meg. Két alaptípus van: (1) közvetlenül a felszínen lévő, vagy (2) törmelékes kőzetekkel eltakart karbonátos kőzetből fakadó. A legtöbb (kb. 80%) édesvízi mészkővel jelzett egykori forrás környezetében nem látható a víztároló karbonátos kőzet, mert fiatal üledék fedti. Itt két eset lehetséges.

A karsztos rög a forrás időszakában eredetileg is a felszínen volt és csak utólagosan fedték be üledékek (löss, lejtőüledékek).

A második esetben az erozió elhordotta a vízzáró fedőt, tehát felfakadhatott a forrás, majd hamarosan vízvezető törmelékes kőzet rakódott a forrásra. E törmelék felszínén rakódott le az édesvízi mészkő.

A mai és az egykori karsztos hévforrások mindig a legmélyebb helyzetű felszíni vagy vékonyabb vízvezető törmelékes üledékekkel fedett karsztos rögökből fakadtak. Nyilvánvalóan a felsőpannonban is így volt. A felsőpannon transzgresszió azért következett be, mert egyes mezozoós alaphegységi részek megsüllyedtek [47], ezért a karbonátos kőzetek vagy víz alá kerültek, vagy pedig a karsztos rögök vagy rögvonulatok közé benyomult a víz. A beltő legnagyobb kiterjedésének idejében is szárazulat volt a Gerecsében az Öreg Kovács, a Központi Gerecse legnagyobb része, a Bajóti Öregkő stb. Közvetlen kapcsolat alakult ki tehát a karsztvizet tároló karbonátos kőzetek és a beltő vize között. A legmélyebben fekvő karsztrögök a part mentén, vagy annak közelében voltak és belőlük fakadtak a források.

Az édesvízi mészkő egy része abráziós kavicsra rakódott, így Pockónél (3. kép) a Központi Gerecsében [40]. Az édesvízi mészkövek másik része



4. kép. Kavicsos üledékeken keresztültörő hévforrások által lerakott édesvízi mészkő Kőpiténél

Bild 4. Durch kiesige Sedimente durchbrechende Thermalquellen abgelagerte Süßwasser-Kalksteine bei Kőpité

lagunában vagy zárt öblökben fakadó forrást jelez. Az akkori karsztforrások típusjellemzői tehát sok vonatkozásban eltérnek a későbbi időszakokétól és a maiakétól.

A felső pliocénben megváltozott a földtani helyzet, hévforrások elegyengetett hegylábi felszíneken vagy folyóvízi üledékekre rakták le az édesvízi mészkövet. A forrásokat ezért e morfológiai tájegységekhez kapcsolhatjuk (4. kép).

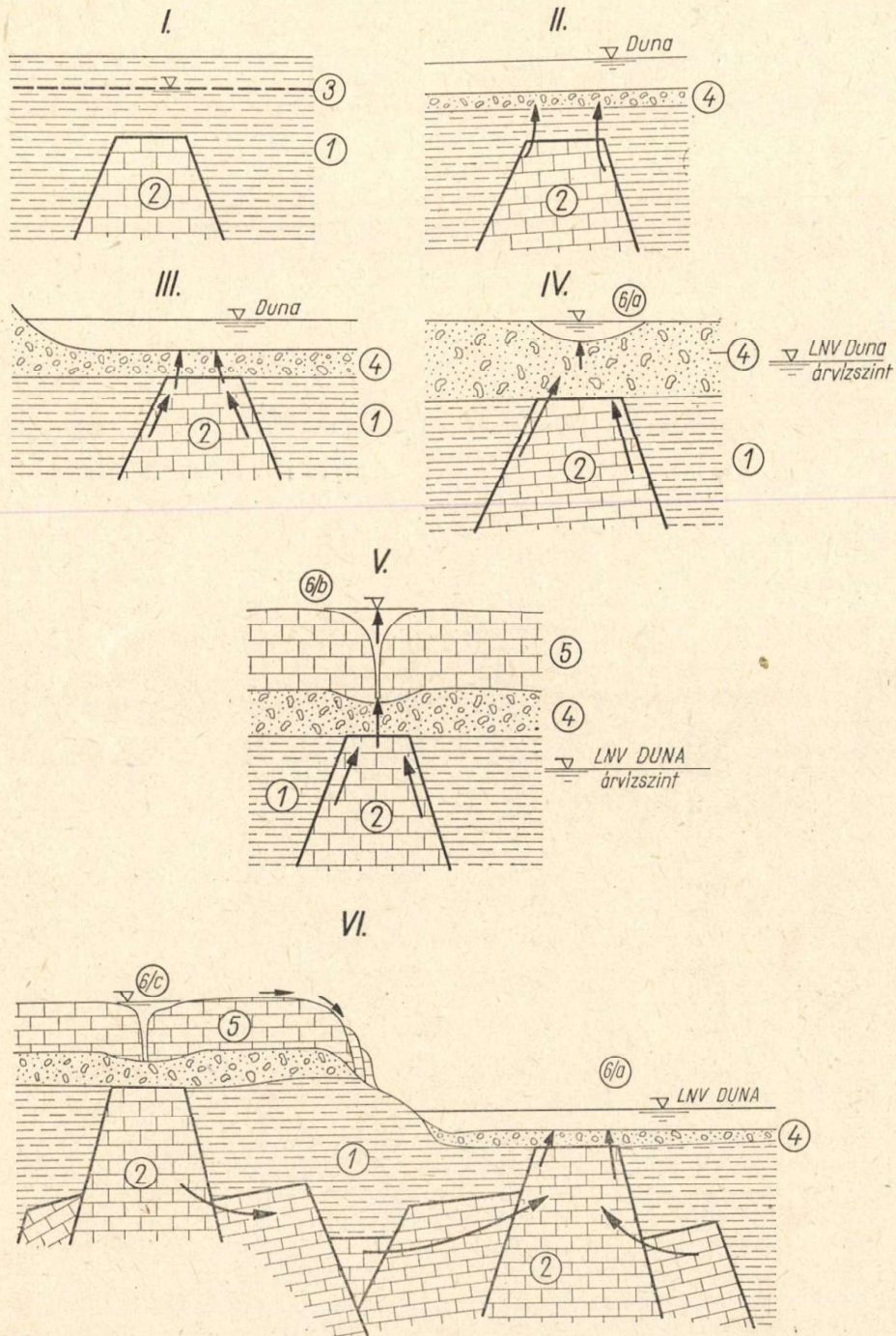
A pleisztocénben a források a folyóvölgyekhez kapcsolódnak. A pleisztocén völgybevágódás feltárta a fedett karsztot, így belőle források fakadhattak. Ma ugyanúgy van, a források a völgyekben fakadnak.

1. A hévizes karsztforrásokat több altípusra lehetett tagolni. Az egyes altípusok jellemzői mutatják a működésük és apadásuk közötti szakaszokat.

A figyelések alapján felvázolhatjuk egy törmelékes üledékeken keresztül törő kiemelt helyzetben lévő karbonátos sasbércből feltörő hévizes karsztforrások keletkezésének és fejlődésének főbb állomásait, egészen elhalásukig. Ezt mutatjuk be a 3. ábrán a kezdeti állapottól a forrás megszűnéséig, ill. új forrás keletkezéséig a közbenső főbb fejlődési szakaszokkal. Kezdetben a karsztrög feletti vastagabb vízzáró fedő miatt leszorított vízszintű területként kapcsolódott a karsztrendszerhez. Majd a bekövetkezett szerkezeti mozgások, völgybevágódás, felszíni lepusztulás miatt fokozatosan vékonyodott a karsztrög vízzáró fedője.

A bemutatott példán a Duna völgybevágódását eróziós szerepét vettük figyelembe, miután a Gerecse hegységben a folyónak a felsőpliocéntől kezdve ilyen jellegű szerepe alapvető és meghatározó volt. A vízzáró rétegek fokozatos lepusztulása és elvékonyodása hatására a karsztvíz nyomásviszonyainak függvényében egy adott időpillanatban megindul a vízáramlás, amely a további lepusztulás és a víz anyagkihordása miatt fokozatosan nő mindaddig, míg el nem éri a karsztos kőzet átteresztő képessége és a nyomásviszonyok által meghatározott értéket.

Kezdetben a forráshozamokat növeli a korábbi magasabb és az új mélyebben fakadó forrás közötti



3. ábra. A dunai üledéken áttörő forrás keletkezése és fejlődése, fázisainak és megszűnésének vázlatja

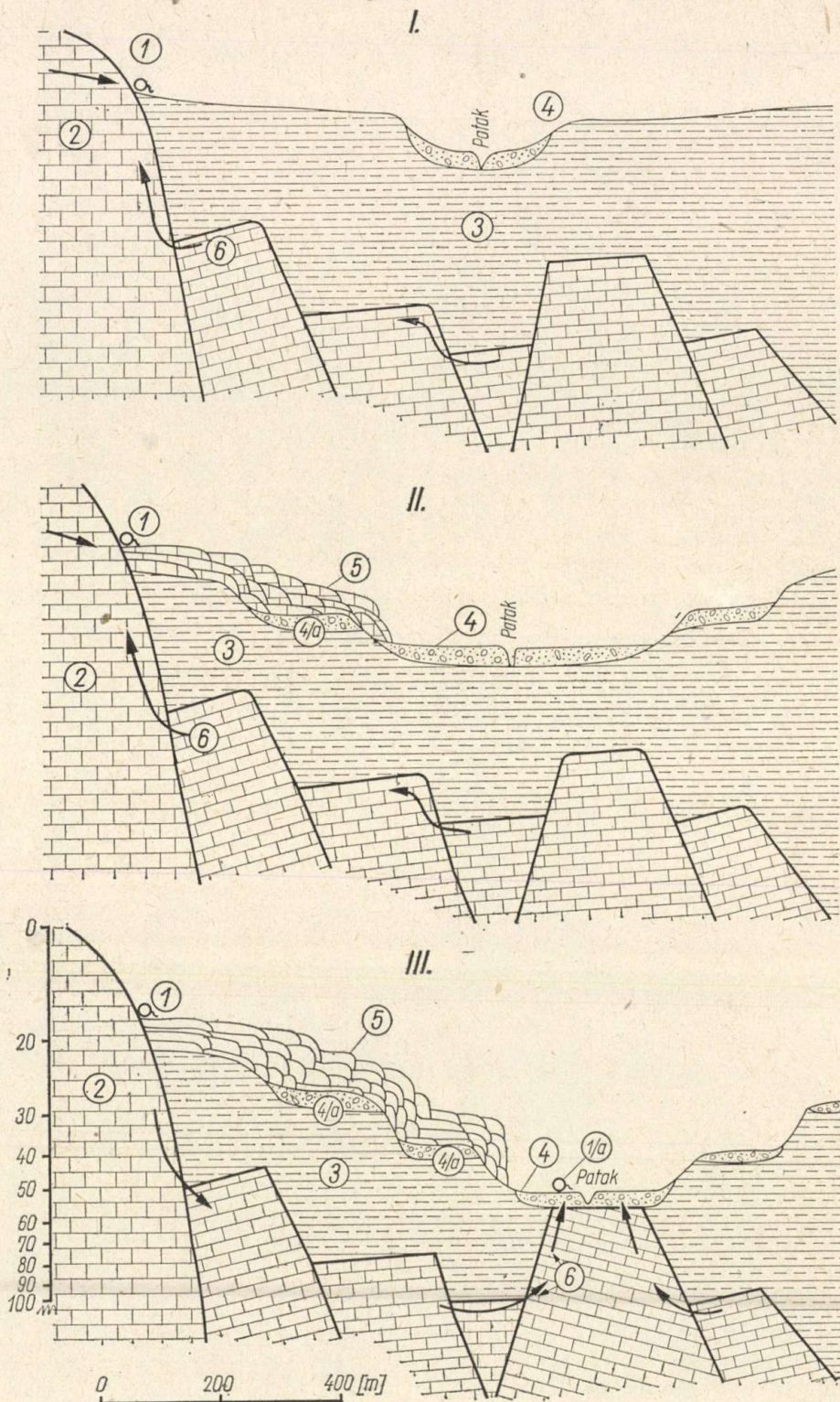
I. Kezdeti állapot. II. A forrás keletkezése. III. A törmelékös üledékek felhalmozódásának kezdete és a Dunameder megszűnésének időszak. IV. A dunai törmelék lerakódás megszűnésének és a meder áthelyeződésének időszaka. A forrást már a legmagasabb árvíz sem éri el. V. Az édesvízi mészkő képződésének időszaka és a Duna bevágódása. VI. A forrás elapadás és az új forrás fakadása 1. Vízrő üledékek. 2. Karbonátos víztartó kőzet. 3. Leszorított karsztvízszint. 4. Dunai üledékek. 5. Édesvízi mészkő. 6/a. forrástól. 6/b. forrástólcsér. 6/c. kiapadt forrás. 6/d. új forrás felé a vízáramlás iránya.

Abb. 3. Schema der Phasen der Entstehung und Entwicklung der das Donausediment durchbrechenden Quelle und ihre Versiegung.

I. Anfangsstadium. II. Entstehung der Quelle. III. Beginn der Anhaufung der grusigen Sedimente und der Zeitabschnitt der Anzapfung des Donaubettes. IV. Zeitraum des Aufhörens der Grus-Ablagerung und der Bettverlegung. Nicht einmal das grösste Hochwasser kann Quelle erreichen. V. Periode der Süßwasserkalksteinbildung und der Einschnitt der Donau. VI. Versiegen der Quelle und das Entspringen der neuen Quelle. 1. Wasserdichte Sedimente. 2. Karbonathaltiges wasserdichtes Gestein. 3. Verdichtetes Karstwasser-niveau. 4. Donausedimente. 5. Süßwasser-Kalkstein. 6/a Quellensee. 6/b Quellentrichter. 6/c Versiegte Quelle. 6/d Wasserströmungsrichtung der neuen Quelle zu.

sztatikus készletnek megfelelő vízmennyiség kiáramlása a tároló kőzetből mindaddig, míg ki nem ürül a rendszer az új forrásküszöbszintig. A források kezdetben magában a folyóban törnek fel, melyre ma is Budapestnél több példát ismerünk. A forrásműködéssel párhuzamosan a folyó törme-

léket is halmoz fel, így végül meghatározott vastagságú üledékösszet rakódik le a karsztos rög felett, amelyen keresztül áramlik fel a karsztvíz. Ezt mutatja a IV. sz. jelzett fejlődési állapot. A forrás környezetében tavakat és mocsarakat hoz létre, amikor a folyó, a forrástól távolabbi



4. ábra. Az alaphegységből fakadó karsztforrás működésének és elapadásának vázlatja, amely 2 ütemben lezajlott völgy bevágódás-erózióbázis süllyedési szakasz után apadt csak ki.

I. Kezdeti állapot. II. Völgybevágódás, meg az édesvízi mészkő képződése a teraszokon és a lejtőkön. III. A régi forrás elapadása, a völgybevágódással mélyebb szinten fellárt karbonátos víztartó kőzet miatt. 1. régi forrás. 1/a. új forrás. 2. vízvezető karbonátos kőzetek. 3. vízzáró kőzet. 4. folyóvízi üledék. 4/a. különböző magasságban települő teraszanyag. 5. édesvízi mészkő. 6. vízáramlás iránya.

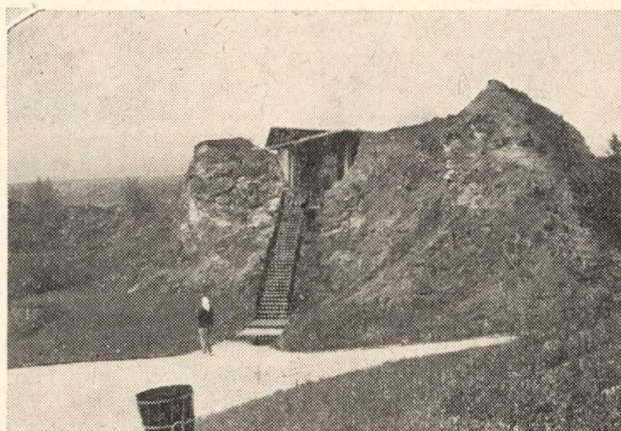
Abb. 4. Funktionierungs- und Versiegungsschema der aus dem Grundgebirge entspringenden Karstquelle, die erst nach der in zwei Phasen vor sich gegangenen Einsenkungsstrecke der Taleinsturz-Erosionsbasis versiegte.

I. Anfangszustand. II. Taleinsturz und die Süßwasser-Kalksteinbildung an den Terrassen und Abhängen. III. Versiegen der alten Quelle wegen dem carbonathaltigen wasserdichten Gestein in einem tieferen Niveau aufgeschlossenen Taleinschnitt. 1. Die alte Quelle. 1/a Die neue Quelle. 2. Wasserführende carbonathaltige Gesteine. 3. Wasserdichtes Gestein. 4. Flusswasser-Sediment. 4/a Sich in verschiedenen Höhen ablagernden Terrassenmaterial. 5. Süßwasserkalkstein. 6. Richtung der Wasserströmung.



5. kép. Az Általér II/b teraszán képződött tetarátás édesvízi mészkő a tatai gimnáziumnál, amely felső pleisztocénben élt ősember tanyahelye volt

Bild 5. Der sich an der Terrasse II/b des Általér gebildet tetaratiger Süßwasser-Kalkstein beim Tataer Gymnasium, wo der Aufenthaltsort des Urmenschen im Pleistozon gewesen ist



6. kép. A vértesszöllősi travertínó összletben löszös rétegekben feltárt ópaleolitik ősember telep

Bild 6. Das in den Löss-Schichten der travertinischen Schichtenreihe in Vértesszöllös aufgeschlossene Lager des Urmenschen im Altpaläolith



7. kép. A Ny-Gerecse legnagyobb édesvízi mészkő előfordulásának egyik feltárása Dunaszentmiklósnál

Bild 7. Eine der Aufschliessungen des grössten Süßwasserkalksteinvorkommens im westlichen Teil des Gerecse Gebirges bei Dunaszentmiklós

területekre helyeződik át és azt árvizei sem érik el. Megindul az édesvízi mészkőképződés és mindaddig folytatódik, ameddig mélyebb szinten új forrás nem keletkezik, a régi elapad, és a fentiekben vázolt folyamat kezdődik előről.

Vizsgálataink szerint a Gerecse hegységben 10 ilyen forrás áthelyeződési és karszt-hidrodinamikai átrendeződési folyamatot sikerült kimutatni, ami szorosan összefüggött a Gerecse hegységben lezajlott szerkezeti mozgásokkal, szakaszos kiemelkedésekkel.

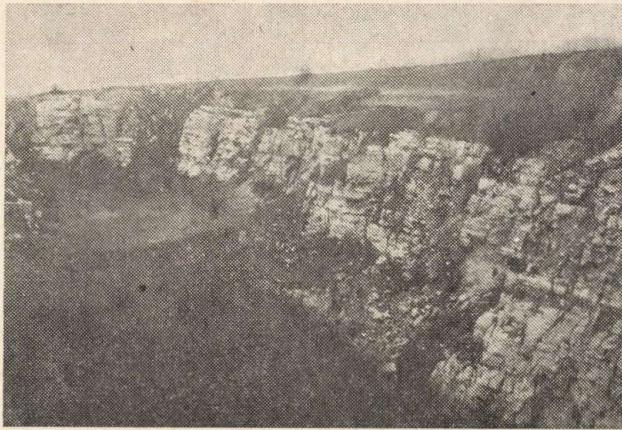
A 4. ábrán olyan forrást mutatunk be, amely kezdeti állapotban a felszínen lévő karsztos kőzetből fakadt, sem több kiemelkedési fázis, sem völgybevéágódás és teraszképződés működését nem befolyásolta. Csak egy későbbi völgybevéágódás tárt fel mélyebb szinten vízvezető kőzetet, amely kiváltotta a felső forrás elapadását.

A fent bemutatott példák csak a Gerecse hegységi forrásokra vonatkoztathatók, általánosításuk még további vizsgálatokat igényel.

2. A Gerecse hegységi édesvízi mészkőösszletek kifejlődésében nagy formagazdaság figyelhető meg. Ennek okait vizsgálva megállapítható, hogy többféle tényező befolyásolta kialakulásukat és kifejlődésüket. Egyik ilyen tényező vízföldtani vonatkozású, a források működésében szünetek és erő-



8. kép. A K-Gerecsei Kőhegy édesvízi mészkő sziklái  
Bild 8. Süßwasserkalkstein-Felsen bei Kőhegy, im Gerecse-Gebirges



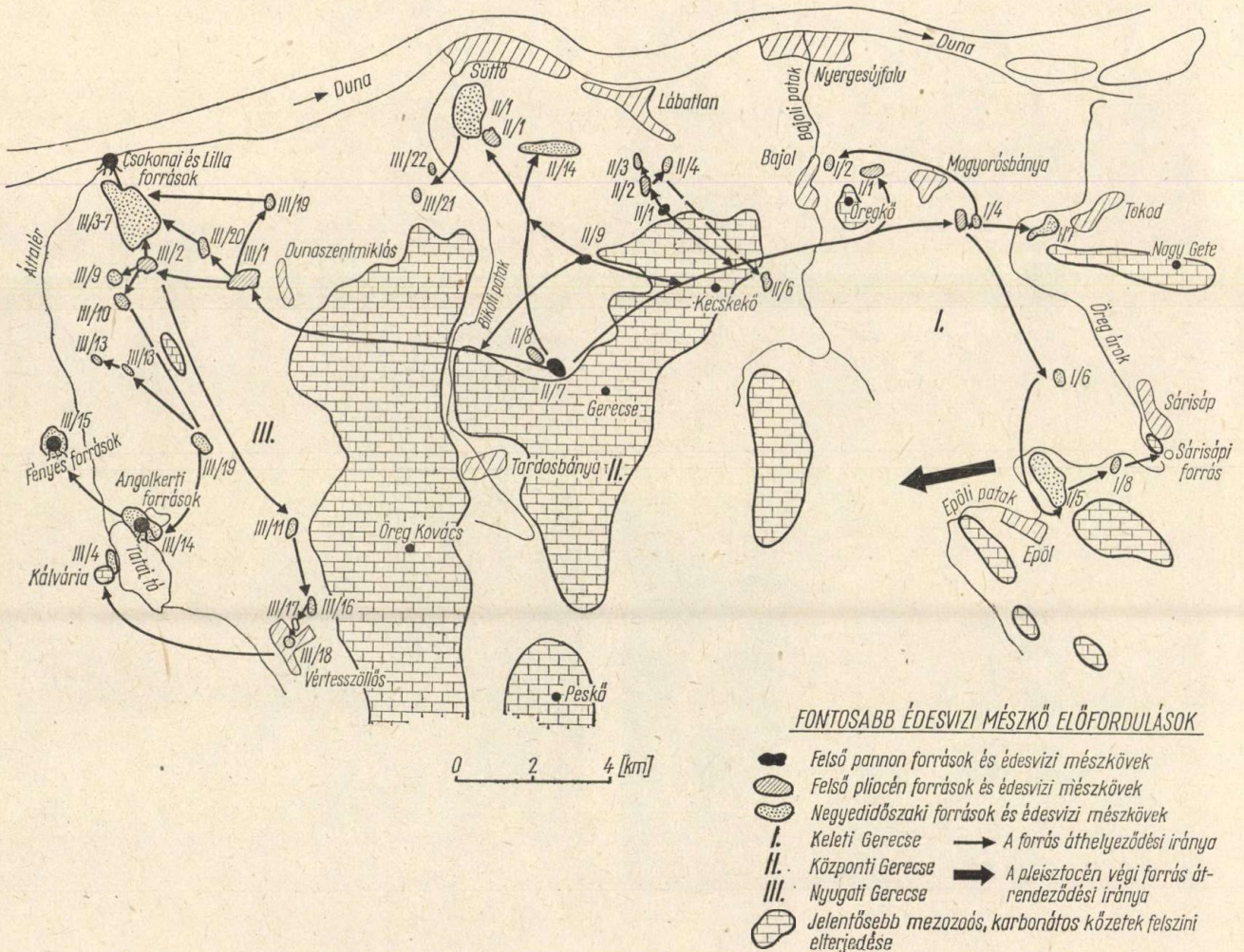
9. kép. A Gerecse hegységi karsztos hévizek által lerakott édesvízi mészkő egyik legnagyobb előfordulása Süttőnél Auer Bányája.

Bild 9. Eines des grössten Vorkommens der durch die Karst-Thermalwasser des Gerecse Gebirges abgelagerten Süßwasserkalksteine bei Süttő, Auer Bergwerk.

teljes vízhozamcsökkenések mutathatók ki. Az édesvízi mészkőösszletbe közbetelepülő rétegek (pl. lösz, futóhomok) jelzik közvetve — miután ezek keletkezése száraz éghajlathoz kapcsolódik — a forrásműködés átmeneti hiányát és ezzel az édesvízi mészkő képződésének ideiglenes szünetelését. E jelenségek jelzik, hogy a klíma hatással volt a dinamikus karsztvízkészlet alakulására, sőt egyes éghajlati periódusban átmenetileg teljes kiürülés következett be, ami a források ideiglenes megszűnését okozta. Tehát a karsztvízszintben korábban is ingadozások mutathatók ki, amelyek az éghajlati adottságok szabta beszivárgási viszonyok változásával állnak összefüggésben (5., 6. kép).

3. 2. A paleokarszt vízföldtani viszonyainak változásai

Ha vizsgáljuk az édesvízi mészkővek korát és a különböző korú előfordulások egymáshoz viszonyított helyzetét, szembetűnők az egymás alatti



5. ábra. Gerecse hegységi édesvízi mészkővek és karsztforrások helyszínrajza  
Abb. 5. Lageplan der Süßwasser-Kalksteine und Karstquellen im Gerecse Gebirge.

egyre fiatalodó sorozatok. Ez nyilván összefügg a karszthidrodinamika sajátosságaival és annak időbeli változásaival. A csaknem azonos magasságban lévő mészkövek jelzik a karsztforrások meghatározott szintjét és ezek bizonyos ideig tartó állandóságát. De jelentik azt is, hogy esetenként a karszt hidrodinamika megváltozott, a források mélyebben fakadtak.

A hegység részeinek vízkészlete is jelentősen módosult, a források megváltozása miatt. Jelentős különbségek tapasztalhatók, ha összehasonlítjuk a hegység egyes részeiben a mai források összes vízhozamát, az azokhoz kapcsolódó édesvízi mészkő-előfordulások számát, nagyságát, vastagságát.

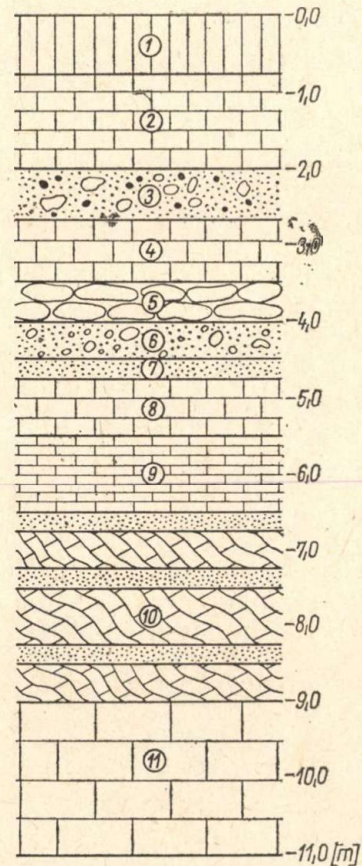
A mai források lényegében csak a Nyugati Gerecsére korlátozódnak, míg az egykori édesvízi mészkő-előfordulások azt jelzik, hogy a Központi és Keleti Gerecsében is hosszú idejű igen jelentős forrásműködés volt. Ebből az következik, hogy karsztvízkészlet esetenként egyes hegység részek javára jelentősen eltolódott. Ez az édesvízi mészkő-előfordulások kora, száma, nagysága és vastagsága szerinti összehasonlításából kimutatható.

A felsőpleiocénben a Nyugati és Keleti Gerecsében igen jelentős karsztforrásműködés volt. Ekkor keletkeztek a nagy édesvízi mészkőösszletek: mint a Nyugat Gerecsében a dunaszentmiklósi Új-hegy-Öreghegyi (7. kép) — ez a Gerecsében a legnagyobb — vagy a kőpitei előfordulások, a Kelet Gerecsében a Muzsla és a Kő-hegyi (8. kép). A Központi Gerecsében ebben az időszakban csak kisebb forrástevékenység valószínűsíthető. A felső pleiocénben tehát a vízkészlet nagyobb része a K-i és a Ny-i Gerecsében volt és csak a kisebbik hányada lépett ki a Központi Gerecsében. Ez a helyzet az alsó pleisztocénben megváltozik és a vízkészlet megoszlásában jelentős eltolódások következnek be. A Központi Gerecsében hatalmas édesvízi mészkő-összletek keletkeztek, mint pl. a süttöi (9. kép) és gyűrűspusztai előfordulások. Ehhez hasonló nagyságú és kifejlődésű összletek csak a Nyugati Gerecsében vannak.

Az alsó pleisztocénben részben a Központi Gerecse lett a megcsapolás területe. A középső pleisztocénben a Központi Gerecse forrásai elapadnak.

Súlyponti területté válik a Nyugati Gerecse és végül a felső pleisztocénben és a holocénben kialakul a mai állapot, amikort a K-i Gerecse forrásai is majdnem teljesen elapadnak és a karsztvíz legnagyobb része Tata környékére áramlik (5. ábra).

A édesvízi mészkövek vizsgálatával — mészkőképződés intenzitásának csökkenése, a lejtőkön lefolyó forrásvizekből kisebb-nagyobb tetaráták képződésére lehet következtetni az egyes karszthidrodinamikai változások sebességére (6. ábra). Megkülönböztethető gyors és rövid idejű karsztvízszintcsökkenés. Ebben az esetben a mészkövet lerakó forrás hirtelen elapad. Máskor a forrás lassan, hosszú időn át fokozatosan elhal, mert mélyebben már új források fakadtak fel. A karszthidrodinamikai változás sebessége összefügg a



6. ábra. A gyűrűspusztai 2. bánya édesvízi mészkő-szelvénye.

1. lösz. 2. majdnem függőlegesen rétegezett édesvízi mészkő. 3. kvarckavicsos, homokos, mészisapos tetarátá üledék. 4. rétegezett édesvízi mészkő. 5. lemezesen széteső édesvízi mészkő réteg. 6. cementált mészhomok görgetett és görgetetlen édesvízi mészkőtörmelékkel. 7. laza mészhomok-mésziszap. 8. függőlegesen rétegezett édesvízi mészkő. 9. lemezesen rétegezett édesvízi mészkő. 10. mésziszap rétegekkel tagolt lazán cementált mészkő. 11. kemény egynemű rétegezetlen édesvízi mészkő.

Abb. 6. Süßwasserkalksteinprofil des 2. Bergwerks in Gyűrűspuszta.

1. Löss. 2. Nahezu senkrecht geschichteter Süßwasser-Kalkstein. 3. Quarzhaltiger Kies, sandiges, kalkschlammiges Tetaraten-Sediment. 4. Geschichteter Süßwasserkalkstein. 5. Blätterig zerfallende Süßwasserkalkstein. 6. Ungergöllten Süßwasserkalkstein-Schutt. 7. Lockerer Kalksand-Kalkschlamm. 8. Senkrecht geschichteter Süßwasserkalkstein. 9. Blätterig geschichteter Süßwasserkalkstein. 10. Mit Kalkschlammsschichten gegliedeter locker zementierter Kalkstein. 11. Harter homogener ungeschichteter Süßwasser-Kalkstein.

karbonátos kőzetek porozitásával. A karsztvíz gyorsan leszáll, a felső források elapadnak és az új, vagy újabbak hozama megnő, ha az újabban és mélyebben feltárt karbonátos kőzetek jó vízvezetők és a források tápterületével jó a hidraulikai kapcsolat.

Az átrendeződés lassú, ha a felszínre kerülő mélyebb rög vízáteresztő adottságai olyanok, hogy a kőzet a tápterületről érkező teljes vízmennyiséget nem képes elvezetni, vagy hidraulikai kapcsolata a fő vízvezető pályákkal kedvezőtlen. Ilyenek figyelhetők meg többek között a Keleti Gerecsében a mogyorósbányai kőhegyi előfordulásnál, ahol keskeny sávban (20—30 m) a lefolyó karsztvízből az Öreg árok völgye felé több szinten vált ki édesvízi mészkő, mutatván az erőteljes forrástevékenység-csökkenést egymás alatti tetarátá sorokat hozva létre.

Eredményeink szerint a régi karsztforrások elapadása és mélyebben az újak felfakadása, vagyis időnkénti szakaszos áthelyeződésük, nem mindig követi az erózióbázis változását. Van úgy, hogy a források az erózióbázis mélyülését követik, vagy úgy, hogy a magasabban fakadók — a régiek — elapadnak. Ezért térszínileg is, korban is eltérő mészkő-összetételek keletkeztek. Van olyan eset is, amikor a források nem követik az erózióbázis mélyülését, mert a bevágódási szakasz nem tárt fel mélyebb karsztos kőzeteket, amiből forrás fakadhatott volna. Nem történt sem gyors, sem pedig lassú hidrodinamikai átrendeződés, a forrásküszöb változatlan maradt. Ebben az esetben a forrásvíz a völgyoldalon folyt le és ott rakódott le az édesvízi mészkő. Ilyenkor a nem egyidejű előfordulások szétválasztása igen részletes vizsgálatokat igényel.

A harmadik esetben az erózióbázis mélyülésével új források keletkeznek, de a régiek sem apadnak el, vagy csak lassan szűnnek meg. Ekkor az édesvízi mészkőképződés vagy a régi forrásnál folytatódik, vagy csökken, ahogy apad a forrás. De a mészkő már az új források közül is képződik.

## IRODALOM

- [1] *Alföldi L.—Lorberer Á. (1976)*: A karsztos hévizek háromdimenziós áramlásának vizsgálata kútdatok alapján. *Hidrológiai Közlöny*, 56. p. 433—443.
- [2] *Alföldi L.—Böcker T.—Lorberer Á. (1977)*: Magyarország karbonátos repedezett hévíztárolóinak hidrogeológiai jellemzői (in Magyarország hévízkútjai III.) VITUKI kiadása. p. 17—28.
- [3] *Ádám L.—Marosi S.—Szilárd J.: Mezőföld természeti földrajza*. Földrajzi Monográfiák. 2. k. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- [4] *Bartha F. és munkatársai (1971)*: A magyarországi pannonkori képződmények kutatásai. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- [5] *Bulla B. (1962)*: Magyarország természeti földrajza. Tankönyvkiadó. Budapest.
- [6] *Cholnoky J. (1940)*: A mésztufa vagy travertinó képződéséről. *Mat. Term. Tud. Értesítő*, 659. p. 1004—1019.
- [7] *Földvári A. (1935)*: Hidrológiai megfigyelések a Budai hegység Ny-i peremén. *Hidrológiai Közlöny*, 14. p. 105—11.
- [8] *Dornyai B. (1925)*: Tata-Tóváros hőforrásai és közgazdasági jövőjük. *Tata*. Alkalmi kiadvány.
- [9] *Fülöp J. (1954)*: A tatai mezozoós alaphegység rög földtani vizsgálata. *Földtani Közlöny*, 84. p. 304—325.
- [10] *Gyémánt Gy.*: A déli Gerecse karsztos jelenségei és ezek összefüggése a bányászattal. *Tatabányai Szénbányák* 10 (1971): 41. okt.-dec./p. 160.
- [11] *Háhn Gy. (1972)*: Tata környékének geomorfológiai képe. *Földrajzi Értesítő* 21. p. 389—407.
- [12] *Horusitzky H. (1923)*: Tata-Tóváros hévforrásainak hidrogeológiája és közgazdasági jövője. MÁFI Évkönyv. 25. p. 1—83.
- [13] *Jakucs L. (1971)*: A karsztok morfológikája. Akadémiai kiadó. Budapest. Földrajzi Monográfiák. VIII.
- [14] *Jaskó S. (1943)*: A kieskeői öböl fejlődéstörténete, hegyszerkezete és fúrásai. Beszámoló a Földt. Int. vitaüléseiről. 4. p. 254—302.
- [15] *Kéz A. (1934)*: A Duna Győr-budapesti szakaszának kialakulása. *Földrajzi Közlemények*, 62. p. 175—193.
- [16] *Kormos T. (1925)*: A süttői forrásmész-kő komplexus faunája. *Állattani Közlemények* 22. p. 159—175.
- [17] *Kormos T.—Schréter Z. (1916)*: Előzetes jelentés a Budai hegység és a Gerecse hegység szélein előforduló édesvízi mészkövek tanulmányozásáról. MÁFI Évi Jel. 1915-ről p. 542—544.
- [18] *Kretzoi M. (1969)*: A magyarországi quarter és pliocén szárazföldi biosztratigráfiájának vázlata. *Földrajzi Közlemények*, 17. p. 179—203.
- [19] *Kriván P. (1964)*: Erózióbázis feletti édesvízi mészkő alakulatok földtani vizsgálatának elvi alapjairól. Öslénytani Viták. p. 13—18.
- [20] *Krolopp E. (1973)*: Negyedkori malakológia Magyarországon. *Földrajzi Közlemények*, 21. p. 167—171.
- [21] *Láng S.*: Karsztvíztanulmányok a Dunántúli Középhegységben. *Hidr. Közl.* 28 (1948).
- [22] *Láng S. (1955)*: A Gerecse peremhegységi részeinek geomorfológiája. *Földrajzi Értesítő*, 4. p. 157—191.
- [23] *Lenkei T. (1943)*: A tatai langyos források 1941—1942 évi hozam és hőmérséklet mérései. *Hidrológiai Közlöny*, 23. p. 115—117.
- [24] *Liffa A. (1907)*: Geológiai jegyzetek a Gerecse hegység és környékéről. MÁFI Évi Jel. 1906-ról p. 163—176.
- [25] *Moldvay Lóránt*: A reotektonikus felszínalakulás jelenségei a magyarországi Középhegységekben. MÁFI. Évi Jel. 1970-ről p. 155—179.
- [26] *Mike Károly*: Szerkezeti mozgások morfológiai és gyakorlati értékelése a Dunántúli ÉK-i részén. *Földrajzi Értesítő* 12 (1963). 2.
- [27] *Pécs M. (1959)*: A magyarországi Dunavölgy kialakulása és felszínalakulata. *Földrajzi Monográfiák*, III. k.
- [28] *Pécsi M. (1973)*: A vértesszöllősi ópaleolit ősember telep helyének geomorfológiai helyzete és abszolút kora. *Földrajzi Közlemények*, 21. p. 109—119.
- [29] *Rónai A. (1973)*: A negyedkori kéregmozgások térkép Magyarországon. *MTA. X. Oszk. Közleményei*, 6. p. 241—243.
- [30] *Sarló K. (1946)*: A dunaalmási Csokonai ártézi forrás kémiai és fizikai vizsgálata. *Hidrológiai Közlöny*, 26. p. 91—93.
- [31] *Scheuer Gy.—Schweitzer F. (1973)*: A magyarországi travertinó ösztetek képződésének fázisai a negyedkorban. *Földrajzi Közlemények*, 21. p. 133—144.
- [32] *Scheuer Gy.—Schweitzer F. (1978/a)*: Az édesvízi mészköveket lerakó források sajátosságai. *Földrajzi Értesítő*, 27. p. 485—496.
- [33] *Scheuer Gy.—Schweitzer F. (1978/b)*: A Kelet-Gerecei édesvízi mészkőelőfordulások. Kézirat.
- [34] *Schmidt E. R. és munkatársai (1962)*: Vázlatok és tanulmányok a Magyarország vízföldtani atlaszához. MÁFI kiadvány. Budapest.
- [35] *Schréter Z. (1953)*: A Budai és Gerecse hegység peremi édesvízi mészkő előfordulásai. MÁFI Évi Jel. 1951-ről. p. 11—146.
- [36] *Skoflek I.—Budó V. (1967)*: A vértesszöllősi mésztufa floráról. *Botanikai Közlemények*, 54. p. 39—43.
- [37] *Szádeczky K. E. (1939)*: A Gerecse hegység magas teraszairól. *Földtani Közlöny*, 69. p. 279—288.
- [38] *Szabó Lajos (1975)*: Felszínalatti vízforgalom meghatározása a Dunántúli Középhegység északi részén. MÁFI Évi Jel. 1974. p. 487.

- [39] *Szentes F. és munkatársai (1965)*: Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. Tatabánya. MÁFI kiadvány. Budapest.
- [40] *Vadász E. (1960)*: Magyarország földtana. 2. kiadás. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- [41] *Vértes L. és munkatársai (1964)*: Tata eine mittelpaläolithische Travertin Siedlung in Ungarn. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- [42] *Vigh G. (1943)*: A Gerecse hegység ÉNy-i részének földtani és őslénytani viszonyai. *Földtani Közlemény* 73. p. 645—655.
- [43] *Vigh G. (1961)*: A Gerecse hegység Ny-i felének földtani vázlatja. *MÁFI Évkönyve*. 49. p. 445—461.
- [44] *Vigh Gy. (1925)*: Földtani jegyzetek a Gerecse hegységből. *MÁFI Évi Jel.* 1920—23-ról p. 60—68.
- [45] *Vigh Gy. (1940)*: Rétegtani és hegyszerkezeti megfigyelések a Nagypisznice környékéről. *MÁFI Évi Jel.* 1933—35-ről 4. k. p. 1455—1466.
- [46] *Vitális S. (1940)*: Dunajobbparti teraszok Dunaalmás és Esztergom között. *MÁFI Évi Jel.* 1933—35-ről 4. k. p. 1565—1578.
- [47] *Wein Gy. (1977)*: A Budai hegység tektonikája. MÁFI alkalmi kiadvány. Budapest.

*Dr. Erdélyi Mihály: A magyar medence hidrodinamikája (Hydrodynamics of the Hungarian basin.) VITUKI, Budapest, 1979. 82 old., 67 ábra, 70 irod.*

A felszín alatti vizeknek az ország vízellátásában való növekvő szerepe egyre inkább szükségessé tette az egész természeti egységek, a magyar medencének összefoglaló értékelését a hidraulika, grológia, geofizika, vízkémia és geotermika szempontjai szerint és módszereinek alkalmazásával. *Dr. Erdélyi Mihály* tanulmánya részletesen igyekszik ábrázolni a víz mozgását a felszín alatti térrészben a természeti viszonyok által meghatározott pályákon. A hidrodinamika vízművelési és geotermikai kapcsolatainak felderítésével és felhasználásával az eddigieken túl további, indirekt módszereket is bevezet a felszín alatti vízmozgás nyomozására.

A tanulmány röviden foglalkozik az áramlási rendszer hidraulikai jellegzetességeivel, a magyar medence vízföldtani ismertetésével, a medence áramlási rendszerével, a vízáramlás kémiai és geotermikai vonatkozásaival. Szól a természetes izotópok kutatási szerepéről és a vízáramlások szénhidrogén kutatással kapcsolatos kérdéseiről is.

A viszonylag rövid és az éppen csak szükséges magyar szövegeket gazdag ábraanyag kíséri, amelyet sokszorosítástechnikai okokból a tanulmány önálló részében helyeztek el. Számos, hazánk egész területét áttekintő izo-vonalas térkép mellett különösen értékesek azok a geológiai hossz-szelvények, amelyeken a fúrásokban talált rétegződés feltüntetése mellett szintén izo-vonalak ábrázolják a különböző hidrodinamikai, vízkémiai és geotermiai paramétereknek felszín alatti elhelyezkedését. A tanulmány kétségtelen erőssége és nagy értéke ábraanyagában van.

Sajnálatos, hogy ezt a nagyigényű munkát nyomdailag méltatlan külső kíséri: a sokszorosítás technika nem mindenben bizonyult tökéletesnek. Ezt az ábrák kivitele is megérezte.

Műszaki oldalról még figyelmeztethetünk arra is, hogy a szerző korántsem azt a terminológiát használta, amit a műszaki tudományoknak — elsősorban a hidraulikának — a szigorúsága nemcsak az elmélet, hanem a gyakorlat szakembereitől is megkövetelt. A tények helyes leírása és értékelése a hidraulikában szokatlan, sőt annak egyes megállapításával ellentétes fogalom-és nevezéktanrendszer használata mellett történt. Mindez, szerencsére nem a szerző helyes végmegállapításait kérdőjelezi meg, legfeljebb a műben foglaltak későbbi továbbfejlesztésének kell majd a jövőbeni következtetéseiket most már alkalmas nevezéktan szerint értékelniük. Megkérdezhetjük azonban, hogy a geológus és

### Rekonstruktion der paläokarsthydrologischen Verhältnisse des Gerecse-Gebirges vom oberen Pannon bis zu unseren Tagen

Scheuer, Gy.—Schweitzer, F.

Am nördlichen Rand des Gerecse-Gebirges sind mehrere Süßwasser-Kalkstein-Vorkommen bekannt. Die Entstehung dieser ist mit der Funktionierung der Thermalwasser-Karstwässer in Verbindung.

Laut den Untersuchungen waren die Karstquellen an der Nord-Seite des zentralen Gerecse Gebirges, weil nur hier so alte Quellen-Kalksteine vorhanden sind. Im oberen Pliozän haben die Quellen ihren Platz geändert. Die am südlichen Teil des Gebirges entspringenden Quellen versiegten und die Quellen verbreiteten sich an allen drei morphologischen Landschaften des Gebirges. Dies setzte sich auch im unteren Pliozän fort. Im mittleren Pleistozän begann wesentlich jener Karstwassergeologische Umänderungsprozess, der in mehreren Schritten zur Ausbildung des heutigen Zustands führte. Als erste versiegten die Karstquellen des zentralen Gerecse-Gebirges und sodann die im oberen Pleistozän einstens so wasserreichen Quellen des östlichen Gerecse-Gebirges. Diesem Umstand ist es zu verdanken, dass die sich einstens auf das nördliche Gebiet ausgebreiteten Quellschüttungen heute schon in überwiegenden Teil auf das Quellengebiet im Tale konzentrieren.

a hidraulikus szakemberek együttműködése a tanulmány megjelenése előtt miért nem terjedhetett odáig, hogy a hasonló nehézségeket a kiadott szövegben már elkerülhették volna.

Lehet, hogy a fenti megjegyzésekre alapot nyújtó körülmények bizonyítják a vízügyi tudományokkal más és más oldalról foglalkozó kutatások együttes erejét. Tapasztalataim szerint csak a vízügyi tudományokban van példa az olykor ellentétes elméletek és vélemények együttélésére, hogy azután a kérdéseket az egyik oldalról a hiányosságok ellenére is egészében jól látó szakember végül találkozhasson a kérdéseket a másik oldalról jól látó szakemberek véleményével. Ezt látva és az ellentmondásokkal együtt tarthatjuk igazán értékesnek a most megjelent rövid összefoglalót.

Dr. Vágas István

*I. Sz. Turovskij: A szennyvíziszap kezelése* Műszaki Könyvkiadó, 1980. Környezetvédelmi sorozat, 154. old.

A szennyvíztisztítás módja és mértéke a lakosság közegészségügyének, infrastrukturális ellátottságának egyik jelentős tényezője, továbbá az élővizek és általában a környezet védelme miatt is fontos követelmény. A szennyvíz megtisztítása a feladatnak csak rész megoldását jelenti. Az elválasztott szennyvíziszap kezelése, ártalmatlanítása sok esetben nagyobb probléma, mint maga a szennyvíztisztítás. Egy komplett szennyvíztisztító telep üzemeltetésénél a teljes üzemi költség 30—50 százalékát az iszap kezelése igényli.

Mindezek ismeretében igen öröndetes, hogy a magyar szakemberek szélesebb rétege számára közvetlenül is hozzáférhetővé vált *Turovskij* műve. A könyv részletesen beszámol a Szovjetunióban e témakörben végzett kutatásokról. Módszereket és berendezéseket ismertet az iszapok sűrítésére, koagulálására, víztelenítésére, csíráztatására, termikus szárítására és elégetésére. Áttekinti a szűrési és szárítási technológia elméleti alapját, az iszapok fizikai-kémiai jellemzőiből kiindulva képleteket ad a berendezések teljesítményének és üzemeltetési módjának meghatározására. A szerző javaslatokat tesz szennyvíziszap-kezelési technológiákra és azokat műszaki-gazdasági szempontból indokolja. Gyakorlati adatokat mutat be táblázatokon, amelyek tájékoztató jelleggel segítenek a kérdéssel foglalkozó tervezőknek.

A környezetvédelmi technika fejlődésével lépést tartani csak az új eredményeket ismertető, összefoglaló szakkönyvek tanulmányozásával lehet. A Műszaki Könyvkiadó hiánypótló monográfiát jelentetett meg környezetvédelmi sorozatában. A hazai iszapkezelés jelenlegi szakaszában egy jól használható, aktuális szakkönyvvel lettünk gazdagabbak. *Dr. Lux András*