

A hazai édesvízi mészkőösszletek származása és összehasonlító vizsgálatuk

Dr. Scheuer Gyula* Schweitzer Ferenc**

(25 ábrával)

Összefoglalás: Magyarországon túlnyomórészt a karsztos hegységreszekhez vagy hegységekhez kapcsolódva számos édesvízi mészkőelőfordulás ismeretes. Ezek közül a természeti látványosság — Szalajka-völgy, Lillafüred — túlmenően a Gerecse hegységben megismert és feltárt ősemberi tanyahelyek terelték a szakemberek fokozott figyelmét a képződményekre. A cikk keretében vizsgáljuk a hazai édesvízi mészkövek származását és megkíséreljük típusba sorolásukat elvégezni. Ezen túlmenően részben saját, részben pedig a rendelkezésre álló irodalmi adatok alapján értékeljük és vizsgáljuk az egyes hegységekben települő édesvízi mészkövek elterjedését, kifejlődésüket és keletkezésük körülményeit.

Bevezetés

Hazánk területe rendkívül gazdag édesvízi mészkőelőfordulásokban. E körülmény természetesen azzal áll kapcsolatban, hogy a földtani, vízföldtani, geomorfológiai adottságok és egyéb természeti tényezők keletkezésüknek kedveztek. Ezen belül egyes előfordulásoknak fontos tudományos értékük van — Vértesszőlős, Tata —, mert egykor az ősembernek voltak tanya helyei (1. ábra).

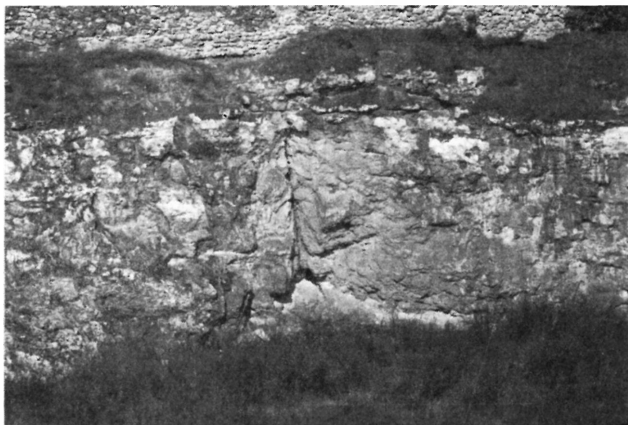
Az édesvízi mészkövek már korán felhívták magukra a szakemberek figyelmét. Számos szerző foglalkozott keletkezésükkel és elterjedésükkel (CHOLNOKY J., 1914, 1940; FERENCZI I., 1925; HORUSITZKY H., 1923; JASKÓ S., 1939, 1943; KORMOS T., 1916, 1925; NOSZKY J., 1939, 1940; PAPP F., 1929; PÁLFI M., 1925, 1929; STAUB M., 1893, 1895; SZENTES F., 1940; SZONTÁGH T., 1908; VADÁSZ E., 1936; VITÁLIS I., 1911). Az édesvízi mészkőképződést források működésével, illetve meghatározott típusú (karsztvíz) vizekkel hozták kapcsolatba, megállapítva, hogy ezekből keletkeztek.

A vizsgálatok az ötvenes évektől kezdve újabb eredményeket szolgáltatottak, amelyek tovább fejlesztették a korábbi ismereteket (SCHÉTER Z., 1953), KROLOPP E. (1961), KRIVÁN P. (1964), PÉCSI M. (1959, 1973, 1978), SCHEUER Gy. — SCHWEITZER F. (1970, 1973, 1974), WEIN Gy. (1977).

A megfigyelések tisztázták, hogy az édesvízi mészkőösszletek milyen genetikájú forrásokhoz kapcsolódnak és milyen törvényszerűségek határozták meg keletkezésüket és rétegtani felépítésüket (KRIVÁN P., 1964), továbbá milyen éghajlati fázisokhoz köthető lerakódásuk. A kutatások azt is kimutatták, hogy az édesvízi mészköveknek egyes hegységeknél (pl. Gerecse és Budai-hegység) különböző tengerszint felett települő, sok esetben egymás alatt sorakozó előfordulásai segítséget nyújtanak a felszínfejlődési folyamatok rekonstrukciójában, kiemelkedésük idejére és sebességére vonatkozóan (PÉCSI M., 1959, 1973, 1978; SCHEUER Gy. — SCHWEITZER F., 1974, 1978, 1979).

* EVM Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat

** MTA Földrajz Tudományi Kutató Intézet



1. ábra. Felsőpleisztocén tetarátás kifejlődésű édesvízi mészkő a tatai Kálvária-hegy ÉK-i oldalán az ősemberi telephellyel

Fig. 1. Upper Pleistocene tetarata-facies freshwater limestone with a prehistoric campsite on the northeastern side of Kálvária Hill at Tata

A jelen munka keretében bejártuk a hazai előfordulások jelentős részét, amelyeket nem tudtunk a helyszínen tanulmányozni, irodalmi adatokra támaszkodva ismertetünk.

2. Az édesvízi mészkövet lerakó források típusai

A recens üledékeket lerakó források (2. ábra) és vizek tanulmányozása alapján, amely kiterjedt a források genetikájára, a vizek kémiai összetételére, megállapítható, hogy azok egymástól nagyon eltérő származású és típusú vizekhez kapcsolódnak, természetesen eltekintve a képződést befolyásoló egyéb tényezőktől (domborzat, kitettség, éghajlat).

A forrásüledékeket lerakó forrásokat és vizeket öt nagy főcsoportra oszthatjuk:

1. Hideg karsztforrások és karsztvíz eredetű patakok (14 °C alatt)
2. Langyos és meleg karsztforrások, valamint ezek vizei (patak, mocsár)
3. Talaj- réteg- és résforrások
4. Posztvulkáni eredetű meleg vagy forróvízű források és vizek
5. Kevért vagy vegyes források és vizek (pl. a gáz posztvulkáni (CO₂) és a víz talaj vagy karsztvíz)

Az itt felsorolt 5 főcsoportba tartozó vizek bármelyike képes, ha a körülmények ennek kedveznek, édesvízi mészkövet lerakni. Ezért az édesvízi mészkőképződést nem lehet csak — még a hazai előfordulásoknál sem — karszt és termális karsztvizekkel összefüggésbe hozni.



2. ábra. A Bükk hegységi Sebes-víz völgyében képződő völgyi édesvízi mészkő

Fig. 2. Freshwater limestone of valley-type formed in the valley of the Sebes víz streamlet in the Bükk Mountains



3. ábra. Pados, tavi eredetű édesvízi mészkő Dunaszentmiklósnál

Fig. 3. Bedded lacustrine freshwater limestone at Dunaszentmiklós

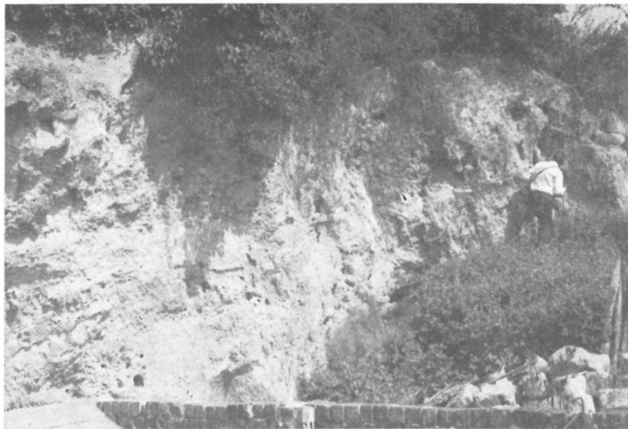
3. Édesvízi mészkőtípusok

A források meghatározott, de egymástól eltérő geomorfológiai helyzetben fakadnak. E körülmények is befolyásolják az édesvízi mészkő keletkezését, kifejlődését, rétegzettségi viszonyait. Így létrejöhetnek rétegtelen, tömeges, pados (3. ábra), lemezesen rétegzett (4. ábra), kemény, tömör, laza (5. ábra), porózus, növénymaradványokban gazdag vagy attól mentes édesvízi mészkövek. Gyakran tagolják az összletet más, eltérő genetikájú üledékek is. A rétegzettség lehet vízszintes, ferde vagy függőleges irányú. Az egyéb üledékek kifejlődésétől eltérően az édesvízi mészkőösszletekre nagyon jellemző a tetarátás kifejlődés, amikor egymás mellett, alatt és felett tetarátá rendszerek keletkeztek. Ezek formái rendkívül változatosak, sokféle típusuk alakult ki. A tetarátá medencék mint üledékgyűjtők szeszélyes és bonyolult rétegzettségi adottságokat mutatnak a behordott anyagok minőségétől, mennyiségétől és a helyi kiválásoktól függően.



4. ábra. A Szinva-patak által lerakott völgyi tetarátás kifejlődésű édesvízi mészkő rétegzettségi adottságai Lilafürednél

Fig. 4. Stratification characteristics of the freshwater limestone of tetarata facies and valley type accumulated by the stream Szinva, at Lilafüred



5. ábra. Termális karsztvízből kivált tetarátás kifejlődésű felsőpleisztocén édesvízi mészkőösszlet, Eger, Tetemvár
 Fig. 5. Upper Pleistocene freshwater limestone sequence of tetarata facies precipitated from hot springwaters, Eger, Tetemvár

Ezért az édesvízi mészkövek típusba sorolását település viszonyaik alapján lehet elvégezni, figyelembe véve kifejlődésüket (SCHEUER Gy.—SCHWEITZER F. 1970).

A korábbiakban közölteket tovább fejlesztve megkülönböztetünk:

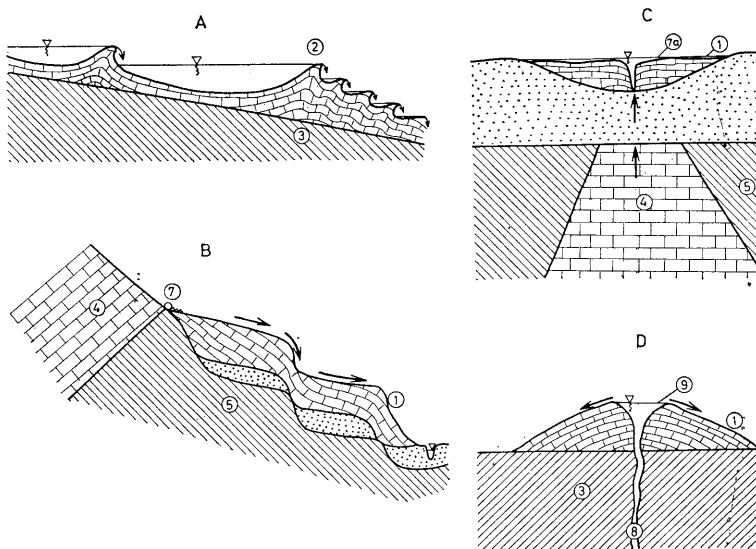
1. Völgyi
2. Völgyoldali vagy lejtői
3. Tavi-mocsári
4. Forráskúpos
5. Vegyes

édesvízi mészkő típusokat (6. ábra).

Ezeknek számos altípusa, változata fordulhat elő. Így például a völgyi típusnál a völgy esés viszonyaitól függően vagy szélessége alapján sokféle változat van. A forráskúpoknak is számos formája lehetséges és ezek összehasonlíthatóak lehetnek, vagy ha lejtőn fakadnak a források akkor eltorzulva féloldala fejlődnek ki stb.

Az egyes típusokra vonatkozóan az alábbi általános megállapításokat és megfigyeléseket adjuk:

1. Az édesvízi mészkőösszleteket, amelyek kisebb patakok vagy folyók völgyében, azok meghatározott helyein képződtek, neveztük el *völgyi típusúaknak*. Nagyon gyakori. A jugoszláviai világhírű plitvicei, krkai és jajcei előfordulások is ebbe a típusba tartoznak. Hazánkban a völgyfőkben fakadó karsztforrások vizei raknak le szakaszosan vagy a völgy felső szakaszán a források közelében édesvízi mészkövet. Szép előfordulásai ismeretesek Balaton-felvidék-

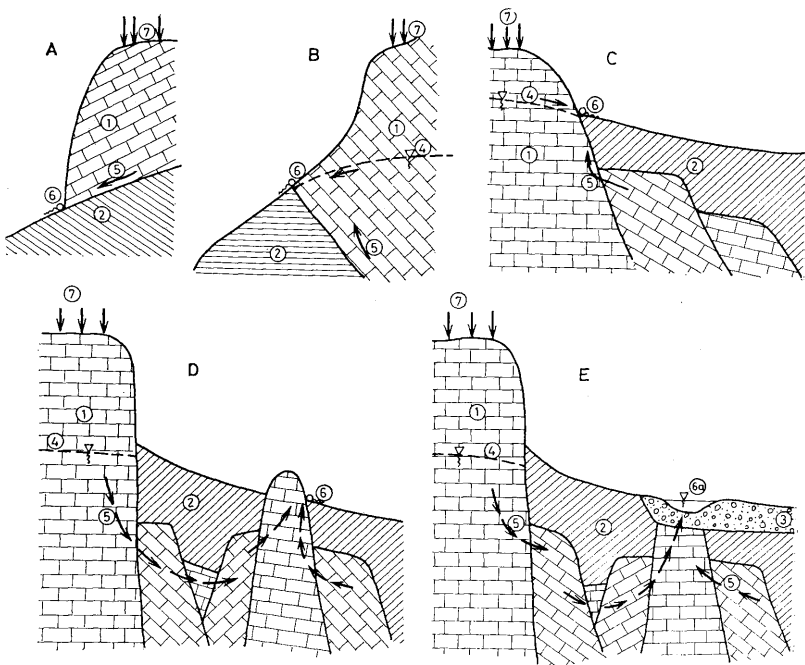


6. ábra. Különböző édesvízi mészkőtípusok. A = Völgyi, B = Völgyoldali, C = Tavi-mocsári, D = Kúpos. J e l l e m l e g y a r á z a t: 1. Édesvízi mészkő, 2. Tetarátágatok, víz visszaduzzasztása miatt keletkezett tavak, 3. Fekvő-kőzet, 4. Víztartó karbonátos kőzetek, 5. Víz záró rétegek, 6. Folyóvízi vagy lejtő üledékek, 7. Karsztforrás, 7a. Forrástó, 8. Forrásjárat, 9. Forráskráter

Fig. 6. Various types of freshwater limestone. A = valley type, B = valley-side type, C = palustrine and paludal type, D = sinter cone type. Legend: 1. Freshwater limestone, 2. Lakes due to streamwater damming by tetarata accumulations, 3. Underlying rock, 4. Water-bearing carbonate rocks, 5. Impervious strata, 6. Fluvialite or slope sediments, 7. Karst spring, 7a. Spring-lake, 8. Spring vent, 9. Spring crater

ken, és a Bükkben (Szalajka-völgy, Lillafüred). A vizekből kivált mészanyag keresztirányban kitölti a völgyet tetarátá gátaakat alakítva ki, amelyeken keresztül folyik le a víz, azokat állandóan magasítva. Így néha 10 m-es vagy még magasabb édesvízi mészkőgátak alakulnak ki. Gyakori eset, hogy a mészkőgátak mögött a víz visszaduzzasztás hatására tavak alakulnak ki.

2. A források egy meghatározott típusa mindig az adott erózióbázis felett fakadnak, illetve fakadtak (7. ábra). A források vizei így a lejtőkön folynak le és útjuk során édesvízi mészkövet raknak le (8. ábra). Az erózióbázis mélyülése és a szakaszos bevágódásból származó teraszfelszín kialakulása befolyásolja az édesvízi mészkő képződését. Ha a források mészlerakó képessége korlátozott, akkor csak közvetlenül a vízkilépés alatt halmoz fel édesvízi mészkövet, így csak az erózióbázis és a forrás közötti lejtő kis részét takarja le üledékanyaggal. De vannak olyan források, amelyek a kilépési szint és az erózióbázis közötti lejtős terület nagyrészét beborítják mészanyaggal. Gyakori típus hazánkban.



7. ábra. A hazai főbb karst és termális karstforrás típusok. A = Leszálló forrás, B = Átbukó forrás, C = Duzzasztott forrás, D = Felszálló forrás közvetlenül a víztartó kőzetből, E = Törrelékes üledékeken keresztül felszálló forrás. J e l m a g y a r á z a t: 1. Vízvezető karbonátos kőzet, 2. Vízáró rétegek, 3. Folyóvízi üledékek, 4. Karstvízszint, 5. Vízáramlási irányok, 6. Karstforrások, 6a. Forrástó, 7. Vízgyűjtő terület

Fig. 7. Main types of Hungarian karst and hot springs. A = Gravity spring, B = Overflow spring, C = Impounded spring, D = Overflow spring directly from the aquifer, E = Overflowing spring percolating through detrital sediments. Legend: 1. Water-bearing carbonate rock, 2. Impervious strata, 3. Fluvial sediments, 4. Karst water table, 5. Flow directions, 6. Karst springs, 6a. Spring-lake, 7. Drainage area

3. A tavi-mocsári típusú édesvízi mészkőösszletek ott keletkeznek, ahol sík elegyengetett térszíneken (mint pl. egyes folyók széles alluviális síkságai) történik fel bővízhozamú források és környezetükben tavak, mocsarak alakultak ki (9. ábra). Az édesvízi mészkő ezekből a forrástáplálta állóvizetből válik ki és halmozódik fel.

4. Magas ásványi sótartalmú forrásoknál a felszínre lépésük pillanatától kezdve erőteljes kiválás történik. Ezért az ilyen források feltörésük környezetében forráskúpokat hoztak létre (10. ábra). A megfigyelések szerint rendkívül változatos formájú forráskúpok alakultak ki. Egyesek magassága az 50–60



8. ábra. A völgyoldalon lefolyó hideg karsztforrás által lerakott recens édesvízi mészkő tataráta gátjának külső része, Bükk hegység, Eszperantó forrás

Fig. 8. Outer part of the tatarata dam of freshwater limestones of modern origin deposited by cold karst springwaters running down the valley-side, Bükk Mountains, Eszperantó spring

m-t, átmérőjük pedig a 200 m-es értéket is elérheti. Ha egymás közelében fakadnak a források, a kezdetben önálló kisebb forráskúpok fokozatosan összenőhetnek és így érdekes bonyolult formákat hozhatnak létre. Rétegzettségük viszonyaik nagyon változatosak.

Általában a kúp középpontjától kiindulva sugárirányban ferde rétegzettséget mutatnak, de rétegzetlen tömeges kifejlődés is megfigyelhető. A forráskúpok felszínén gyakran megtelepszik a növényzet, amely szintén befolyásolja a kialakuló kőzetszerkezetet.

5. Az előzőekben felsorolt önálló négy „tisza” típus természetesen a felszínfejlődési folyamatok hatására átfejlődhetik egy másik típusba, vagy a környezeti feltételek már kezdetben úgy befolyásolták az édesvízi mészkőképződést, hogy összetett formák keletkeztek. Ezért nagyon változatos, a helyi adottságokból eredő sajátos egyedi vonásokat is mutató rendszerint nagyon bonyolult összeállítások alakultak ki.



9. ábra. A tatai termájis karsztforrásokból kivált recens édesvízi mészkő a tatai Öreg tó ÉK-i részén

Fig. 9. Modern freshwater limestone precipitated from hot karst springwater at Tata, in the northeastern part of Lak Öreg



10. ábra. Kovás hidrotermális vizek hatására képződött hidrokvarcitból álló kis forráskúp, Tihany, a Nagynyereg gerince

Fig. 10. Minor hydroquartzite cone formed around an ancient spring upon siliceous hydrothermal activities, Nagynyereg crest, Tihany peninsula

4. A hazai édesvízi mészkőösszletek területi elterjedése

Az előző fejezetben vázoltuk, hogy az édesvízi mészkövek milyen típusú forrásvizekhez kapcsolódhatnak. Ennek figyelembevételével ismertetjük területi elterjedésüket és ezen belül keletkezési körülményeiket.

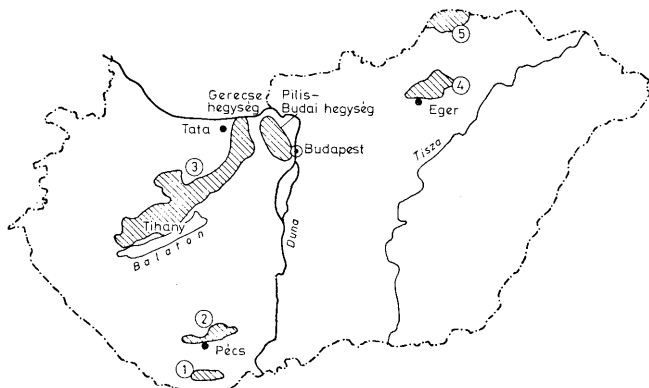
4.1. Hideg és termális karsztvizekből származó édesvízi mészkőösszletek területi elterjedése

Hazánk földtani viszonyaiból eredően hegységeink jelentős részét karbonátos kőzetek építik fel. Ezért az ezekben tárolt karsztvizek jelentős szerepet játszanak az ország életében.

A karsztos kőzetek területi elterjedése és a hidrogeológiai adottságok alapján öt karsztvízföldtani tájegységet lehet elkülöníteni:

- a) Villányi-hegység
- b) Mecsek hegység
- c) Dunántúli-középhegység
- d) Bükk hegység
- e) Aggtelek környéke és a Szendrői-hegység (11. ábra)

A karbonátos kőzetek a vizsgálatok szerint nem csak a hegységre terjednek ki, hanem azok előterében mélybesüllyedve tovább folytatódnak. Ez a karsztvízföldtani viszonyoknak egy érdekes sajátossága. Ehhez kapcsolódnak termális karsztvizek, mert a medenceüledékek alá mélyen benyúló karbonátos kőzetek karsztvize felmelegedve ásványi sókban feldúsulva lép ki a felszínre a karsztos hegységek peremén vagy azok előterében.



11. ábra. A karsztvízföldtani tájegységek vázlatos helyszínrajza. 1. Villányi-hegység, 2. Mecsek hegység, 3. Dunántúli-középhegység, 4. Bükk hegység, 5. Aggtelek vidéke és Szendrői-hegység. A sraffozott rész a karbonátkőzetek felszíni elterjedése

Fig. 11. Schematic layout of the karst hydrogeological regional units. 1. The Villány Mts., 2. The Mecsek Mts., 3. The Transdanubian Highland Range, 4. The Bükk Mts., 5. The Aggtelek region and the Szendrői Mts. The shaded part shows the surface extension of carbonate rocks

Vizsgáljuk meg egyes karsztvízföldtani tájegységek területén az édesvízi mészkövek elterjedését és kifejlődésüket.

a) *Villányi-hegység.* A hegység jól karsztosodó mezozoós kőzetekből épül fel, és D-i előterében neogén és negyedkori képződményekkel körülvett kis sziget-rögök találhatók részben a felszínen, részben pedig vékony üledékek takaróval elfedve. A harkányi, siklósi, kistapolcai és a beremendi karsztrögökből langyos és meleg felszálló karsztforrások fakadnak. Vízhozamuk jelentős. A helyszíni megfigyelések szerint a jelenlegi források környezetében nincs édesvízi mészkő-képződés. Az irodalmi adatok (WEIN Gy. — MOLDAVI L., 1973) sem említenek édesvízi mészkőelőfordulást még a hegységi területeken sem.

A Beremendi Cementgyár vízellátásával kapcsolatban a beremendi apti-albai mészkörög környezetében telepített fúrások közül 2 db édesvízi mészkövet harántolt a kréta mészkőre települve (DEÁK I. — KARÁCSONYI S. — SCHEUER Gy., 1969) (12. ábra). A mészkő kb. 100 m-t meghaladó pleisztocén eolikus, folyó- (Dráva) és tavi-mocsári üledékösszetlet alatt települ kb. 15–25 m-es vastagságban. A fúrási magok szerint az édesvízi mészkő fehéresszürke és változatos kifejlődésű. A feltárt alsópleisztocén korú édesvízi mészkő jelzi azt, hogy a Villányi-hegységhez tartozó méltán híres termális karsztvizek is raktak le egykor édesvízi mészkövet.

b) *Mecsek hegység.* A hegységet karsztvízföldtani szempontból két tájegységre lehet bontani: Nyugati- és Keleti-Mecsekre.

A Nyugati-Mecsekben a fő karsztvíztároló kőzet az anizuszi mészkő, a másik egységben pedig a jura mészkövek dominálnak. A Nyugati-Mecsekben jelentős vízhozamú karsztforrások fakadnak, míg a K-i részen kisebb források ismeretesek csak. A Mecsek hegység területén csak hideg karsztforrások által felhalmozott és lerakódott édesvízi mészkövek fordulnak elő, és jelenleg is történik kőzet-képződés, illetve a források vizeinek foglalásával a közelmúltban szűnt meg egyes helyeken (Tettye).

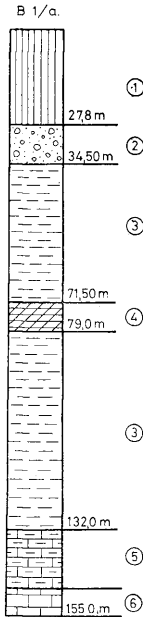
A gazdag szakirodalom az édesvízi mészkövekkel sok esetben egyáltalán nem vagy igen hézagosan és mellékesen foglalkozik. VADÁSZ E. (1936) két előfordulást említ: a pécsi Tettye forrásnál és a Rákos-völgyben. Ezen túlmenően SCHMIDT E. R. és munkatársai (1962) és WEIN Gy. (1953) leírásaiban találunk többek között még adatokat.

A Nyugati-Mecsekben a jelentősebb előfordulások a következők:

Tettye
Mélyvölgy és
Melegmányi völgy

Ezek közül a közelmúltban a Tettye forrás édesvízi mészkőösszetletét sikerült legrészletesebben tanulmányozni. Jellegzetes völgyi típusú édesvízi mészkő és a forrás foglalása miatt képződése már megszűnt (13. ábra). A forrás átbukó forrástípusba tartozik, nemkövette az erózióbázis mélyülését. A megfigyelések szerint a forrás az alsópleisztocén óta tör fel ezen a helyen és mészkőanyagát ettől kezdve halmozta fel előterében, ezért a tettyei édesvízi mészkő az alsópleisztocéntól napjainkig képződött.

A Mecsek hegység még ma is képződő legszebb és jól tanulmányozható előfordulásait találjuk a Mély és Melegmányi völgyben fakadó hideg karsztforrások környezetében. Az édesvízi mészkő jellegzetesen völgyi kifejlődésű, egyedi jellemvonások mellett, mert a források a völgyben fakadva rakták le mészenanyagukat. A gátakról a víz ma is vizeséseket alkotva folyik le. A Keleti-



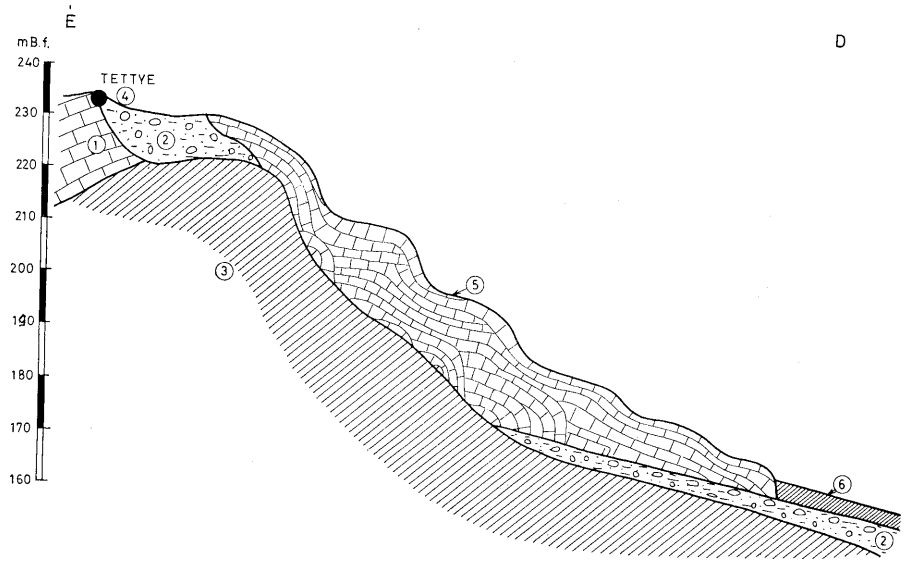
12. ábra. A beremendi B 1/a pleisztocén édesvízi mészkövet harántolt fúrás rétegszelvénye. Jelmegegyezés: 1. Eolikus üledékek fosszilis talajokkal tagolva, 2. Dráva eredetű folyóvízi rétegek, 3. Tavi-mocsári rétegek, 4. Vörösgyagy, 5. Édesvízi mészkő, 6. Apti-albai mészkő

Fig. 12. Columnar section of borehole B 1/a of Beremend which intersected Pleistocene freshwater limestones. Legend: 1. Eolian sediments interrupted by fossil soil layers, 2. Fluvial sediments of Dráva origin, 3. Lacustrine and paludal sediments, 4. Red clays, 5. Freshwater limestones, 6. Aptian-Albian limestones

Mecsekben fakadó számos kisvízhozamú hideg karsztforrás rak le ma is édesvízi mészkövet (WEIN Gy., 1962). A hidasi völgyben a Csurgó és Bettyár források a legjelentősebb. A helyszíni megfigyelések szerint részben lejtői-völgyoldali, részben pedig völgyi típusok fordulnak elő.

Összefoglalóan megállapítható, hogy a Mecsek hegységben tanulmányozott édesvízi mészkőelőfordulások hideg karsztvizekből származnak és völgyi, völgyoldali típusba sorolhatók.

c) *Dunántúli-középhegység.* A Keszthelyi-hegységtől a Duna bal partján emelkedő Naszályig terjedő ÉK—DNy csapásirányú túlnyomó részben mezozoos karbonátos kőzetekből álló hegység hazánk legnagyobb összefüggő karsztvízöldtani tájegysége, amely több kisebb rész egységre bontható (Keszthelyi-hegység, Bakony és ezen belül a Balaton-felvidék, Vértes, Gerecse, Budai-hegység és Naszály és környékének kisebb karsztrögei). A Dunántúli-középhegység területén számos hideg és termális karsztforrás fakad és vízhozamuk



13. ábra. A Pécs. Tettye átbukó karszfóráss által lerakott tetarátás édesvízi mészkőelőfordulás áttekintő szelvénye. J e l m a g y a r á z a t: 1. Vízvezető triász (anizusi) mészkő, 2. Agyagba ágyazott kötőrmelék, 3. Rossz vízvezető fekvőkőzetek (jura márgák, migmatit), 4. Karszfóráss, 5. Édesvízi mészkő, 6. Feltöltés

Fig. 13. Outline of the geological section of tetarata-facies freshwater limestones laid down by the overflow karst spring Tettye at Pécs. L e g e n d: 1. Water-bearing Triassic (Anisian) limestones, 2. Rock debris embedded in clays, 3. Underlying rocks (Jurassic marls and migmatites) of low permeability, 4. Karst spring, 5. Freshwater limestones, 6. Alluvium

is nagyon jelentős. Különösen gazdag karsztforrásokban a Bakony, Balaton-felvidék, a Gerecse és a Budai-hegység. A Vértes hegységben a karbonátos kőzetek nagy felszíni előfordulásban ismertek, azonban forrásokban mégis szegény. A hegység területén beszivárgó csapadék más egységek karsztvízkészletét növeli.

Változatos földtani felépítéséből eredően, a karsztvízföldtani adottságok nagyon bonyolultak. A hegységperemeken vagy a hegység előterében fakadnak a méltán híres termális karsztforrások, mint pl. hévízi, pápai, tapolcai, inotai, tatai, esztergomi és a budai hévforrások. Miután a karbonátos kőzetekből a dolomit az uralkodó, ezért a dolomit-karsztokra jellemző adottságok dominálnak. A karsztvizek kémiai összetétele eltérő a többi hazai karsztvízföldtani tájegység vízösszetételétől. Az uralkodó kation a karsztvizekben itt is a kalcium, de emellett magas a magnéziumtartalom is. Ezért a vizek kalcium-magnézium-hirdogénkarbonátosak és az oldott Mg^{++} mennyisége legtöbb esetben meghaladja az 20 egyenérték %-ot, sőt egyes vizekben az Mg eléri vagy meghaladja a kalcium mennyiségét (14. ábra). A forrástípusok közül az *átbukó források a Balaton-felvidéken* nagyon gyakoriak, mert a földolomit alól kibukkanó idősebb kőzetek vízzáróak, és ezek határán lépnek ki a források a Balaton szintje felett 70–120 m magasságban. Ilyen típusúak a Kéki, Koszka, Nosztori, Malomvölgyi stb. források.

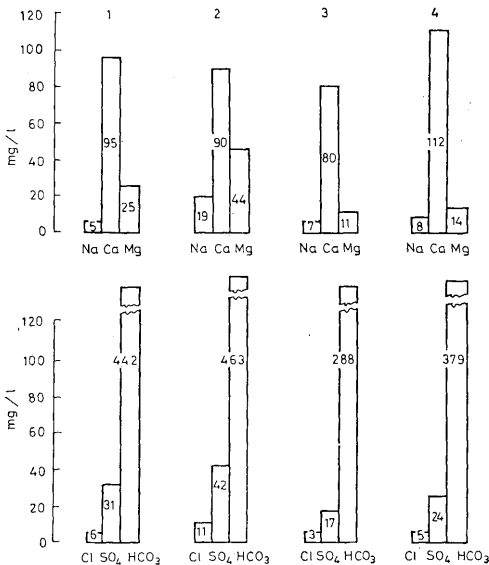
A *felszálló források* is nagyon gyakoriak. Közvetlenül az *alapkőzetből* eredő források közül megemlítendő a magyaralmási Mosó-forrás, a Gellért és Rudas fürdői, a Lukács fürdői, a Tataiak egyrésze, a Pápa melletti Tapolcafői források. Szemcsés üledékes kőzetben alulról keresztültörő felszálló források közé tartozik a Budapest rómaifürdői, a tatai Fényes és Angolkerti, az ösküi Aranyosi, iszkaszentgyörgyi Duzzogó-forrás stb. E források jelentős részének vízhőmérséklete magasabb, mint amely a karsztvízforrásokra jellemző. Oldott sótartalmuk is meghaladja a hideg karsztvizekre jellemző értéket.

A *duzzasztott források* is számos helyen törnek fel a vizsgált területen. Ilyenek a nyugati-bakonyiak egy része, valamint az ösküi Gyélaki források többek között.

Az igen gyakori karsztvíz feltöréseknek megfelelően a Dunántúli-középhegység hazánk édesvízi mészkőelőfordulásokban leggazdagabb területe, mert több százra becsülhető az önálló előfordulások száma. A középhegységen belüli résztájjegyek közül a Bakony, Gerecse és Budai-hegység különösen gazdag.

A Bakony hegységen belül különösen a Dél-Bakony és a Balaton-felvidék bővelkedik édesvízi mészkövekben. Id. Lóczy L. (1913) a Balaton monográfiájában vázlatosan felsorolja a főbb és jelentősebb előfordulásokat. Nagy kiterjedésű édesvízi mészkő van Ócs, Pula, Vigánpelend Vöröstó, Barnag, Tót-vázsony, Fajs, Szentkirályszabadja, Paloznak-Lovas, Kövesháta, Várpalota környékén. Lóczy L. (1913) szerint képződésük a felsőpannonban már megkezdődött. A legújabb vizsgálatok, az Ócs-Pula, valamint a Várpalota környéki előfordulásokat felsőpannonba helyezik (DEÁK M. és munkatársai, 1972; RÓNAI A.—SZENTES F., 1972). A Várpalota környéki mészkövek különböző tengerszint feletti magasságban helyezkednek el (RÓNAI A.—SZENTES F., 1972). Az átlagmagasság 170–190 m Af, de az utólagos szerkezeti mozgások miatt részben magasabbra, részben pedig alacsonyabb szintre kerültek.

A helyszíni megfigyeléseink szerint az idős édesvízi mészkövek (felsőpannon) általában nagyon tömöttek, de határozottan felismerhetők a növénymaradványos rétegek. A tavi-mocsári kifejlődés az uralkodó.



14. ábra. A hazai karsztvízföldtani tájegységek hideg karsztvízeinek főbb kationjai és anionjai átlagának mennyiségi megoszlása. 1. Mecsek hegység, 2. Dunántúli-középhegység, 3. Bükk hegység, 4. Aggteleki karsztvidék

Fig. 14. Main cations and anions from the cold karstic waters of Hungary's karst hydrogeological regional units: quantitative distribution of their average values. 1. Mecsek Mts., 2. Transdanubian Highland Range, 3. Bükk Mts., 4. The Aggtelek Karstregion

Az édesvízi mészkőelőfordulások azt mutatják, hogy a Bakony hegységben hatalmas nagyterjedésű karsztforrás-tevékenység volt, amelynek hatására keletkeztek az édesvízi mészkőösszletek.

A Várpalota és Nagyvázsöny környéki felsőpannon édesvízi mészkövek keletkezését a karsztforrás-működéssel hozzuk kapcsolatba, mert ezek ma is intenzív karsztforrás feltörések környezetében fordulnak elő.

A tavi-mocsári genetikájú édesvízi mészkőösszletek mellett (Várpalota—Öcs, Pula) megtalálhatók a völgyi (Koloska, Nosztori, Malomvölgy) és lejtői (Balatonfüred) típusúak is.

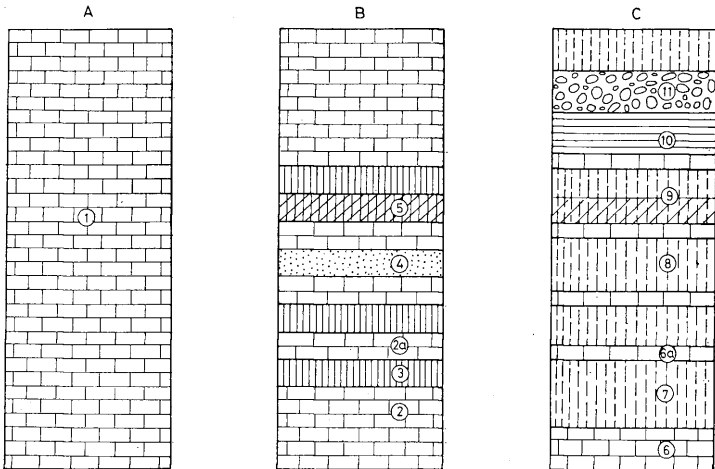
A Vértes hegységben az irodalmi adatok nem tesznek említést édesvízi mészkőelőfordulásokról. A Vértes és a Budai-hegység közötti területen — Alcsut-Etyeki dombvidék, Zsámbéki-medence — azonban ismét megjelennek és ezekről JASKÓ S. (1939, 1943) ad rövid leírást. Megfigyelése szerint az édesvízi mészkő kemény, szürke színű és bitumenes. Korukat felsőpliocénbe (levantei) helyezi és párhuzamosítja a Szabadság-hegyi előfordulásokkal.

A helyszíni megfigyeléseink kiterjedtek az irodalomban megemlített előfordulásokra. Ezek alapján megállapítható, hogy az édesvízi mészkövek karszt-

vizekből származtathatók. Zsámbéknál — többek között — az édesvízi mészkő és a vízvezető dolomit kapcsolata jól tanulmányozható. Több egymástól független önálló előfordulás mutatható ki. Az első egy DK-i irányba lejtő nagyobb fennsíkot képez, és 250—255 m Af magasságban települ. A második ettől DK-re egy kisebb előfordulást alkot 230 m Af magasságban. A harmadik közvetlenül a falu felett van 210 m Af szinten. Az édesvízi mészkőben a növényi maradványok nagyon gyakoriak.

Az édesvízi mészkő általában sötétebb szürke színű, vastagpados, de néhol lemezes. Mésziszapos puha rétegek is vannak, sőt az áramló víz hatására rendezetlenül összemossa fordulnak elő mészlemezkek és növényi részekre kivált mészcsovecskék.

Az édesvízi mészkőképződés e részen több fázisban egymás alatt megújult. Kifejlődését vegyesnek kell minősíteni, mert a vízszintes rétegzettség mellett a jellegzetes tetarátás alakulati forma is felismerhető. JASKÓ S. (1939) véleményével egyezően párhuzamosítható a Szabadság-hegy környéki előfordulásokkal. Miután azok a közelmúltban előkerült faunaleletek alapján felső-



15. ábra. A Gerecse hegységi édesvízi mészkőösszletek főbb kifejlődési típusai. A = Tömör, egynemű vagy pados édesvízi mészkőösszlet, B = Köztes üledékekkel tagolt összlet, C = A tetarátá medencéket kítőltő vegyes anyagu összlet. J e l m a g y a r á z a t: 1. Vastag, tömör, rétegzetlen vagy pados édesvízi mészkő, 2. Rétegzett édesvízi mészkő, 2a. Mészkőpad, 3. Agyagos lósz, 4. Különböző eredetű homok, 5. Hidromorf talaj, erdőtalaj vagy szempedollit, 6. Vékonyrétegzett lemezes mészkő, 6a. Édesvízi mészkőrétteg (1—15 cm), 7. Lósz, áthalmazott lósz, 8. Homokos lósz, lószos homok, 9. Talajosodott lósz, 10. Szoliflukciós üledék, 11. Fagyaprózdásos édesvízi mészkőtörmelék

Fig. 15. Main facies types of freshwater limestone sequences in the Gerecse Mts. A = Massive, homogeneous or bedded freshwater limestones, B = Freshwater limestone sequence interrupted by intermediate sediments, C = Sequence of mixed lithology filling tetarata basins. Legend: 1. Thick, massive or bedded freshwater limestone, 2. Stratified freshwater limestone, 2a. Limestone bed, 3. Argillaceous loess, 4. Sands of different origin, 5. Hydromorphous soil, forest soil or semi-pedollite, 6. Thin-bedded to laminate limestone, 6a. Freshwater limestone layer (1—15 cm), 7. Loess, redeposited loess, 8. Sandy loess, loessic sand, 9. Humified loess, 10. Solifluction sediment, 11. Cryogenic freshwater limestone debris



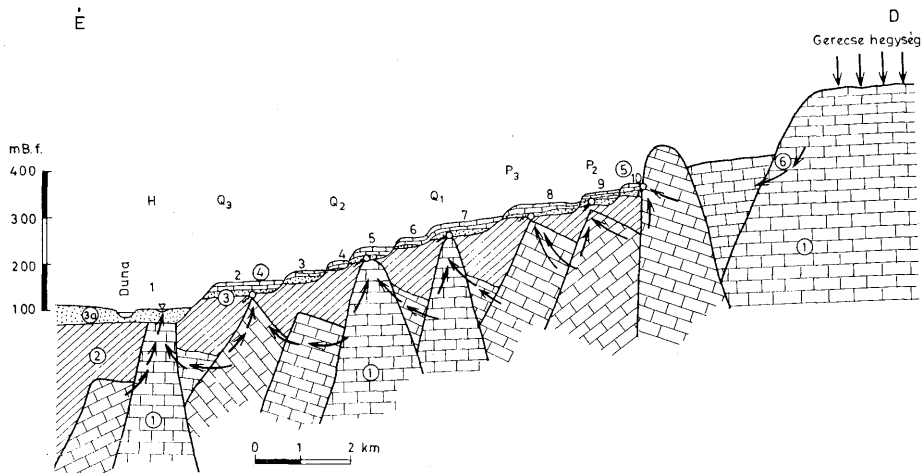
16. ábra. A völgyoldalon lefolyó karsztvizek által keletkezett édesvízi mészkő helyi, kisebb tetarátát képezve. Jól megfigyelhető a tetarátának belső részén a medence és a külső oldalán a függőleges rész, Epöl, Juhállás

Fig. 16. Freshwater limestone produced by karstic waters running down the valley slope and forming a minor tetarata basin. The basin in the internal part of the tetarata and the vertical part on its external side, can be readily seen, Epöl, Juhállás

pannon korúnak bizonyultak (KRETZOI M. közlése) a zsámbéki előfordulásokat is a felsőpannonba helyezhetjük azzal, hogy a képződés egyes helyeken átnyúlt a felsőpliocénbe is. Az Alcsut-Etyeki dombvidék és a Zsámbéki-medence édesvízi mészkőelőfordulásai összekötő kapocsként foghatók fel a Bakony és a Gerecse—Budai-hegységi édesvízi mészkőösszetek között.

A Gerecse hegység É-i része is rendkívül gazdag édesvízi mészkövekben. Az utóbbi években végzett kataszterezésünk szerint az önálló előfordulások száma meghaladja az ötvenet. A megfigyeléseink szerint az édesvízi mészkőképződés a területen a felsőpannonban indult meg és tartott napjainkig kisebb-nagyobb megszakításokkal. Túlnyomórészt termális karsztforrások rakták le, amelyek vízzáró képződményekkel körülhatárolt és folyóvízi üledékekkel elfedett triász karbonátos kőzetekből álló sasbércekből törtek fel és rakták le környezetükben mészsanyagukat. Természetesen voltak olyan karsztforrások is, amelyek a felszínen levő vízvezető kőzetből származtak, de ezek száma alárendelt. A gerecsei édesvízi mészkövek részben tavi-mocsári, részben völgyoldali, részben pedig vegyes típusba sorolhatók (15. ábra). A tavi-mocsári típus szép példája a Muzsla hegyi előfordulás, a völgyoldalira az Epöl-Juh állás, ahol a patak felé egymás alatt sorakoznak a tetaráták és ezekről vízeséssel bukott le a forrásvíz (16. ábra). A vegyes kifejlődésre pedig Vértesszőllős említhető.

A Gerecse hegység édesvízi mészkőelőfordulásokra jellemző, hogy általában egymás alatt települnek, mint egy összefüggő sorozatokat képezve (17. ábra). Ez a jelenség azzal magyarázható, hogy a felszínfejlődési folyamatok a vízzáró képződményekkel elfedett vízvezető karbonátos kőzetek magasabbra kiemelt



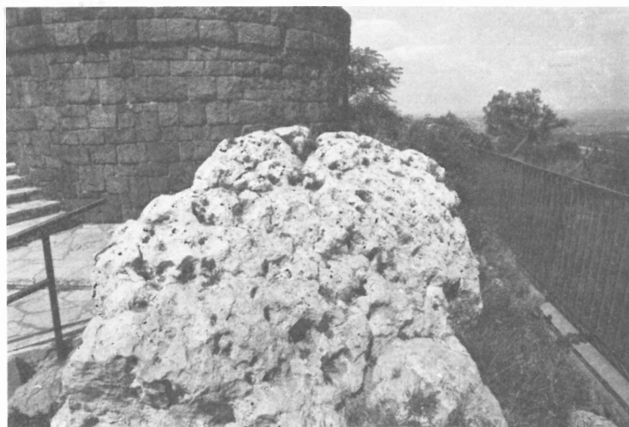
17. ábra. A Gerecse hegység É-i peremén kifejlődött egymás alatti édesvízi mészkőösszletek áttekintő szelvénye. J e l m e g y a r á z a t: 1. Triász karbonátos kőzetek, 2. Vízáró harmadidőszaki rétegek, 3. Részben folyóvízi (Duna), részben pedig abrázíós kavicsos fekvőüledékek, 3a. Dunai üledékek, 4. Édesvízi mészkőösszletek, 5. Karszfóráások. 1–10 különböző magasságban települő édesvízi mészkőszintek

Fig. 17. Outline of the geological section of a vertical freshwater limestone sequence on the northern margin of the Gerecse Mts. Legend: 1. Triassic carbonate rocks, 2. Impervious Tertiary strata, 3. Partly fluvialite (Danubian), partly abrasional, pebbly underlying sediments, 3a. Danubian sediments, 4. Freshwater limestone sequences, 5. Karstic springs, 1 to 10. Freshwater limestone horizons lying at different heights



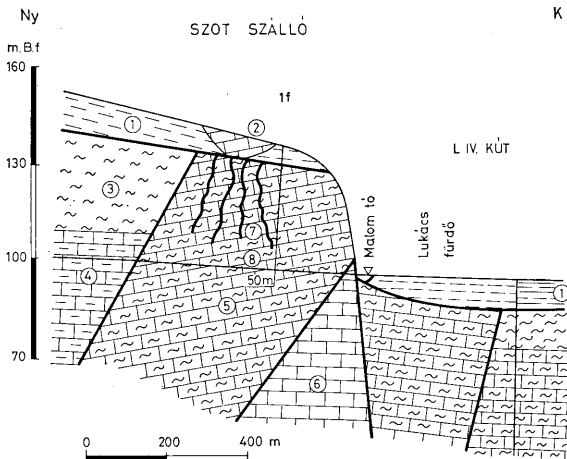
18. ábra. Alsópleisztocén tetarátás kifejlődésű édesvízi mészkő a Süttői Cukorbányában

Fig. 18. Lower Pleistocene freshwater limestone of tetarata-facies in the Cukorbánya quarry at Süttő



19. ábra. A budapesti Szemlő hegyi édesvízi mészkőelőfordulás

Fig. 19. Freshwater limestone occurrence on Mt. Szemlő in Budapest



20. ábra. A budapesti Apostol utcai (Rózsadomb) édesvízi mészkőelőfordulás környezetének áttekintő földtani szelvénye. J e l m a g y a r á z a t: 1. Negyedkori rétegek általában, 2. Édesvízi mészkő, 3. Alsóoligocén tardi agyagmárga, 4. Átmeneti budai márga rétegösszetétel a tardi rétegek felé, 5. Felsőeocén budai márga, 6. Felsőeocén bryozóos márga, 7. Forrásjáratok a budai márgában, 8. Jelenlegi karsztvízszint

Fig. 20. Outline of the geological section of the freshwater limestone occurrence, Apostol Street, Rózsadomb, Budapest. Legend: 1. Quaternary at large, 2. Freshwater limestone, 3. Lower Oligocene Tard Clay, 4. A transition from the Buda Marl to the Tard Clay, 5. Upper Eocene Buda Marl, 6. Upper Eocene Bryozoa marl, 7. Springwater ducts in the Buda Marl, 8. Present-day karst water table

rögeiről eltávolították a víz kilépését akadályozó vízzáró üledéket. Ezzel rendszeresen előidéztek a forrás kilépési helyek áthelyeződését mélyebb szintekre, ami természetesen azzal járt, hogy a felső régi források elapadtak. Ezért alakult ki egymás alatt az említett édesvízi mészkősorozatok, amelyeknek egy-egy tagját az ott működő forrás rakta le. A vizsgálatok szerint 10 ilyen mészkőképződési fázist lehet egymástól elkülöníteni a hegység területén.

A Gerecse hegységben Vértesszőlős, Tata, Dunaszentmiklós, Szomod, Almásneszmély, Süttő (18. ábra), Lábatlan, Bajót, Tát, Epöl, Tokod környékén vannak jelentős édesvízi mészkőelőfordulások.

Budai-hegység. A vizsgálatok és megfigyelések szerint a Budai-hegység és tágabb környezete a Gerecse hegységhez hasonlóan rendkívül gazdag édesvízi mészkőelőfordulásokban. A közelmúltban elvégzett édesvízi mészkő kataszterezés (SCHEUER Gy.—SCHWEITZER F., 1974) szerint több mint ötven előfordulás ismeretes és ebben a számban nincsenek benne azok, amelyeket FERENCZI I. (1925, 1926) ismertet a Budai-hegység Ny-i részén (Páty, Budajenő, Tinnye).

A Szabadság-hegyen a Svájci utcában az alap feltárásnál az édesvízi mészkőből a tetaranyi medencét kítő anyagból gazdag felsőpannonra jellemző faunát sikerült gyűjteni (KRETZOI M.). A János-, Szabadság-, Széchenyi-hegyi és környéki előfordulások azt bizonyítják, hogy a mai termális karsztvizek



21. ábra. Budapest Törökvézi úti édesvízi mészkőelőfordulás, amelyet az Ördög árok irányába lefolyó termális karsztvizek raktak le a völgyoldalban tetarata kifejlődésben

Fig. 21. Freshwater limestone occurrence in Törökvézi Street, Budapest, produced, in a tetarata facies, by hot karstic waters that ran downslope towards the Ördögárok and deposited their load on the valley-side



22. ábra. Alsópleisztocén vegyes kifejlődésű édesvízi mészkőelőfordulás, Budapest, Gellérthegy, Ifjúsági Park

Fig. 22. Lower Pleistocene freshwater limestone of mixed facies, Youth Park, Mt. Gellért, Budapest

ősei a felsőpannonban már működtek és a felsőpliocén-pleisztocén során a Budai-hegységben lezajlott felszínfejlődési folyamatok eredményeként kerültek több lépcsőben a mai helyükre. Jelentős előfordulások ismeretesek Pomáz, Budakalász, Békásmegyer környékén, az Üröm hegyen, a Hármashatár hegy térségében (Kiscell, Farkastorki út stb.), Rózsadombon (Szemlőhegy) (19. ábra), Vérhalom, Apostol utca (20. ábra) Törökvézi dűlő (21. ábra), Várhegyen, a Naphegyen és a Gellért hegyen (22. ábra). Recens előfordulások ismeretesek mai források környezetében a Rudas, Római fürdőknél és a Csillaghegyi strandnál.

A Budai-hegységi édesvízi mészköveket termális karsztforrások rakták le, ezt bizonyítják többek között KROLOPP E. (1961, 1976) vizsgálatai. A vízföldtani adottságok már lényegében a felsőpannonban kialakultak, amelyek mai termális vizek keletkezésében közrejátszanak (a pesti oldalon fiatal üledékekkel elfedett mélyre lesüllyedt triász karbonátos kőzetek). A felszálló források mindkét változata kimutatható (közvetlenül a karbonátos kőzetekből, vagy alulról üledékes kőzeteken áttörve fakadók).

Az édesvízi mészkőösszletek tavi-mocsári (Budakalász, Monalovác-hegy) völgyoldali (Kondor utca, Törökvézi út) és vegyes (Széchenyi-hegy) típusba sorolhatók. További vizsgálatok tárgyát képezik FERENCZI I. (1925, 1926) által közölt Sváb hegyi típusú (Szabadság-hegy) édesvízi mészkövek a Budai-hegység Ny-i oldalán a Pátyi u. mentén, Telki-budajenői alaphegység szegélyéről leírt több kisebb kibukkanás, valamint a tinnyei Szénégető-hegy lejtőjén, a piliscsabai Stanica Ny-i részén említett előfordulások.

A Vác felett emelkedő Naszály triász karbonátos kőzetekből álló hegyvonulat környezetében az édesvízi mészkőelőfordulások ritkák, NOSZKY J. (1940) ír le a Naszály DNY-i részéről törmelékben édesvízi mészkövet.

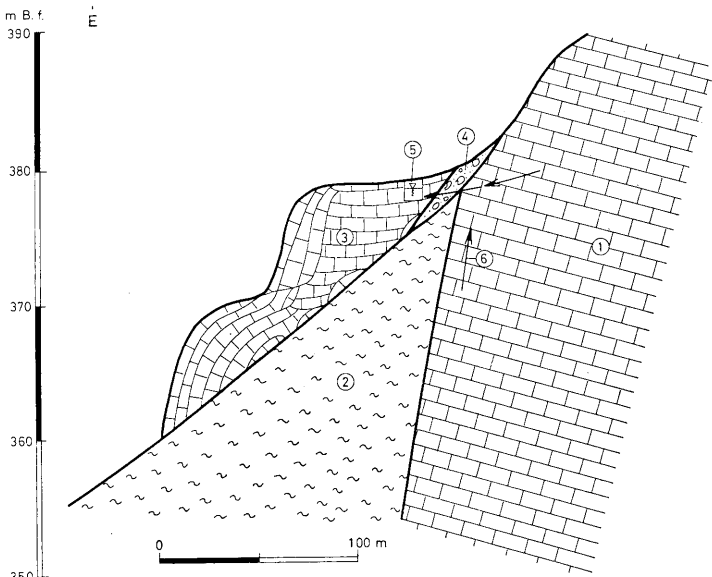
A Budai-hegységi édesvízi mészkövekre is jellemző, amelyet már a gerecei előfordulásoknál kihangsúlyoztunk, az egyre fiatalodó travertinó összletek egymás alatti, a Szabadság-hegytől a Dunáig fokozatos tengerszint feletti magasság csökkenése. Vizsgálataink szerint az újabb adatok figyelembevételével 10 szintet és főbb képződési fázist lehet elkülöníteni. Ezek a szintek kialakulása összefüggésbe hozható a Budai-hegység felsőpannon utáni fokozatos kialakulásával.

d) A Bükk hegység túlnyomó részben karbonátos kőzetekből álló felépítéséből eredően igen gazdag karsztos jelenségekben, forrásokban és édesvízi mészkövekben.

A megfigyelések szerint 31 édesvízi mészkőelőfordulást ismeretes (SCHEUER Gy., 1975), részben a belső, részben pedig a peremi területeken.

A karsztvízföldtani adottságoknak megfelelően a hegység É-i részén átbukó források vannak: Mónosbél, Vízfő, Mária, Salátás (23. ábra), Szalajka és Bán források stb., a belső területeken leszálló és duzzasztott típusú források fakadnak, délen pedig felszálló vízü források mindkét változata előfordul. Az egrri források alulról törmelékes üledékeken keresztültörő, míg a miskolctapolcáiak közvetlenül a karsztos kőzetből kilépő forrástípusba sorolhatók.

A karsztforrások jelentős részénél ma is történik lerakódás, vagy a közelmúltban szűnt meg. A hegység két legnagyobb forrásánál (Eger, Miskolctapolca) azonban nincs a megfigyelések szerint mészkiválás. Ez abból ered, hogy a források fiatalok, a közelmúltban (felsőpleisztocén vége, óholocén) keztek működni jelenlegi helyükön és még nem teremtődtek meg a lerakódások megindulásához a környezeti feltételek.



23. ábra. A Bükk hegység ÉK-i részén fakadó beláptátfalvai Salitás forrás és az általa lerakott édesvízi mészkő áttekintő szelvénye. J e l m e g y a r á d a t: 1. Vízvezető triász mészkő, 2. Vízáró miocén homokkőrteges agyagmárga, 3. Völgyoldalban képződött édesvízi mészkő, 4. Lejtőtörmelék, 5. Forrás, 6. Karstvízáramlási irányok

Fig. 23. Outline of the Salitás spring at Béláptátfalva, northeastern Bükk Mts., and of the freshwater limestones deposited by it. L e g e n d: 1. Water-bearing Triassic limestone, 2. Impervious Miocene clay-marls interbedded with sand layers, 3. Freshwater limestone formed on a valley-side, 4. Talus, 5. Spring, 6. Directions of karstwater flow

A Bükk hegységben az előfordulások száma ugyan nagy, de az édesvízi mészkőek területi kiterjedése általában kicsi. A jelentősebbek száma nem haladja meg az 5-öt.

A hegység É-i részén fakadó átbukó források az erózióbázis süllyedésével nem tudtak lépést tartani, mivel a feltörések mélyebb szintekre történő helyeződésére az idősebb vízáró fekvőképződmények erre nem adnak lehetőséget.

Ezért ezek magasan az erózióbázis felett völgyekben, völgyfőkben vagy hegyoldalokban fakadnak. Az adott morfológiai helyzetnek megfelelően, völgyi, völgyoldali — lejtői — édesvízi mészkő típusok jöttek létre. Miután hosszabb idő óta (alsópleisztocén) fakadnak egy helyen a források, az idősebb és fiatalabb rétegek bonyolult összekapcsolódásával, jellegzetes tetarátás ki-fejlődés alakult ki. Ilyen adottságokat találunk pl. Mónosbénél.

Az előzőekben ismertetettétől élesen eltérő viszonyok vannak a hegység D-i oldalán. Az egyenlőtlenül megsüllyedt és nagy részben fiatal üledékek lefedett karströgök magasan maradt részei felszálló forrás feltörési helyekké váltak.

Ilyenek például az egri források, ahol az Eger-patak völgybevágódása távolította el a kiemelt helyzetű karbonátos kőzetekből álló sasbérc tetejéről a víz-záró oligocén, miocén képződményeket. E forrásnak ősei rakták le az egri vár-nál és a tetemvári városrész alatt ismert nagykiterjedésű előfordulásokat. A hegység D-i részén levő mészkőelőfordulások részben *vegyes* (pl. az egri, amely tavi-mocsári típusal indul, majd az Eger-patak völgybevágódásának hatására átfejlődik tetarátás völgyoldalivá) részben pedig *völgyi* típusúak (Kács-Sály).

A hegység belső területein uralkodó a völgyi típus (Szinva), de gyakoriak a völgyoldaliak is (Eszperantó forrás).

e) *Aggtelek környéke* — *Szendrői-hegység*. A területet vízföldtanilag három egységre lehet bontani (SCHMIDT E. R. és munkatársai, 1962). Magára Aggtelek környékére, a Rudabányai-vonulatra és a Szendrői-hegységre. A vizsgálatok szerint a legnagyobb vízkészlettel az Aggteleki karszt rendelkezik. E részen sekély, illetve magas karsztvíz van nagy vízhozamingadozást mutató forrásokkal. Több karsztforrása méltán híres (Jósvafői, Tohonya, Lófej források). Termális karsztforrások ismeretesek a Bodva szerkezeti völgyéhez kötődve, Szalonánál, Szendrónél, Komjátinál.

ALFÖLDI L. és munkatársai (1975) szerint Szalonánál és Martonyinál vannak több szinten települő édesvízi mészkövek. A szerzők szerint a Bodva jelenlegi szintjében fakadó források környezetében lerakódott anyag holocén korú, a 170 m-en települők pleisztocén és 250—280 m között mAf magasságban levők pedig felsőpliocén.

Fúrásokkal feltárt édesvízi mészkő ismeretes még Rudabánya és Szendrő környékéről is.

A fentiek alapján látható, hogy előfordulások keletkezése összefügg termális karsztforrásokkal, azok termékének tekinthetők. A szlovák oldalon számos hideg forrásból válik ki édesvízi mészkő. Legszebbek közé tartozik az új-völgyi feltárás.

4.2. Talaj- és rétegforrásokból keletkezett édesvízi mészkövek területi elterjedése

Már a korábbi kutatások és vizsgálatok rámutattak arra, hogy az édesvízi mészkő képződésére és mészanyag felhalmozódására nemcsak a hideg vagy termális karsztforrások képesek. Az irodalom számos olyan előfordulást ismertet, amely eredete nem vezethető vissza karsztvíz származására. Ilyen édesvízi mészköveket NOSZKY J. (1940), PAPP F. (1929), PÁLFY M. (1924—25), PÉCSI M. (1959), SCHMIDT E. R. és munkatársai (1962), VITÁLIS I. (1911) írtak le.

a) *Talajvízforrásokból keletkezett édesvízi mészkövek*. A Gerecse hegységben 2 helyről ismeretes előfordulásuk. A források löszből kifejlődésű édesvízi mészkövet. Az egész előfordulás falevél és más növényi részekre kicsapódott és összecementálódott mészanyagból áll. A másik előfordulás Pusztamaróttól D-re emelkedő Kerekerdő-hegy DNy-i részén szintén löszből fakadó forrásnál található. A Dunazug hegységben LÉNGYEL E. (1951) említi a leányfalui Varjúkútnál kisebb holocén korú előfordulást. PÉCSI M. (1959) Váctól DNy-ra szintén löszből fakadó forrásnál figyelt meg édesvízi mészkőképződést.

b) Rétegvíz forrásokból keletkezett édesvízi mészkövek. Az ilyen vizekből kivált üledékek elterjedésére és helyeire vonatkozóan hasonlóan az előzőhöz, szintén nagyon korlátozottan rendelkezünk adatokkal, PAPP F. (1929), NOSZKY J. (1940) és SCHMIDT E. R. és munkatársai (1962) közleményeiben találunk szórványadatokat rétegvízforrások által lerakott recens édesvízi mészkövekkel kapcsolatban.

PAPP F. (1929) a Börzsöny hegységben Diósjenő határában fakadó Zsibak forrásnál említ kiválást és lerakódást, amely alsómiocén homokrétegből ered. A Börzsönyben még Drégely vár alatt fakadó Vargató forrás rak le édesvízi mészkövet.

SCHMIDT E. R. és munkatársainak (1962) megfigyelése szerint a Cserhátban az Aretuza forrásnál, amely miocén rétegekből ered van kiválás.

A rétegvízforrások által felhalmozódott mészsanyag elterjedése nem jelentős. Ilyen típusú források nem alkalmasak nagytömegű édesvízi mészkőképződésre és csak az adottságok kedvező összeesése esetén keletkezik kis kiterjedésű és vastagságú mészsanyag.

4.3. Vulkanai utóműködéssel kapcsolatos édesvízi mészkő és kalciumtartalmú forrás-üledékek területi elterjedése

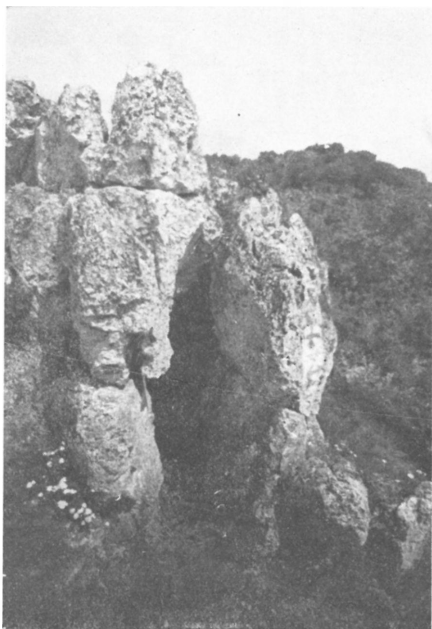
Az utóvulkanai tevékenység jelenségei hazánk területén is elterjedtek. Nem tűztűk ki feladatunknak ezek részletes vizsgálatát, ezért csak olyan jellegű utóvulkanai tevékenységre terjedtek ki megfigyeléseink, amelyek édesvízi mészkövet vagy annak valamilyen átmeneti formáját hozták létre.

A források környezetükben forráskúpokat hoztak létre, amelyek formái, méretei, rétegzettségi adottságai változatos alakgazdasággal mutatkoznak. A legaktívabb tevékenység a tihanyi felszígeten volt, ahol a kovás mészben gazdag források több mint száz, részben önálló, részben pedig összenövő forráskúpot hoztak létre. A forráskúpos típusok (24. ábra) mellett tihanynál lemezesen rétegzett tavi kifejlődés is ismeretes (25. ábra). A pulai előfordulás egy egyedülálló kis forráskúp, amely a tihanyihoz hasonló forró kovás forrással indul és fokozatosan átfejlődik kalciumban gazdag forrásműködésbe. A pulaihoz hasonló kis előfordulást említ még VITÁLIS I. (1911) a Kissomlyó tetején, amely szintén az utóvulkanai forrásműködés terméke.

A tihanyi igen gazdag és változatos formájú forráskúpok azt jelzik, hogy ezen a területen olyan viszonyok alakultak ki helyileg, amelyek rendkívül kedveztek az ilyen típusú forrástevékenységnek. A megfigyelések szerint első lépésben forró (90–100 °C), kova anyagban gazdag vízfeltörésekkel indult, majd átfejlődött meleg vagy langyos, mészben dúsabb forrásokká.

4.4. Kevert vízü forrásokból kivált édesvízi mészkövek

A már korábban tárgyaltaknak megfelelően ott alakulnak ki kevertvízü források, ahol az egyes víztartó rétegeket és az azokban infiltrálódó vagy áramlómozgó (karszt) vizet posztvulkanai hatás éri. Ilyen források, amelyek édesvízi mészkövet vagy kovás édesvízi mészkövet raktak le, jelenleg csak a Balaton környéki bazalt vulkanizmussal kapcsolatban ismerünk. A vizsgálataink szerint e területen kétféle víztípussal állunk szemben. Az első az, amikor a talajvizet, amely szokványos vagy kissé magasabb oldott sótartalmú, a mélyből feltörő CO₂ gáz járja át és legtöbbször ásványvízzé vagy ásványvíz jellegű-



24. ábra. A híres tihanyi Aranyház forrásképe

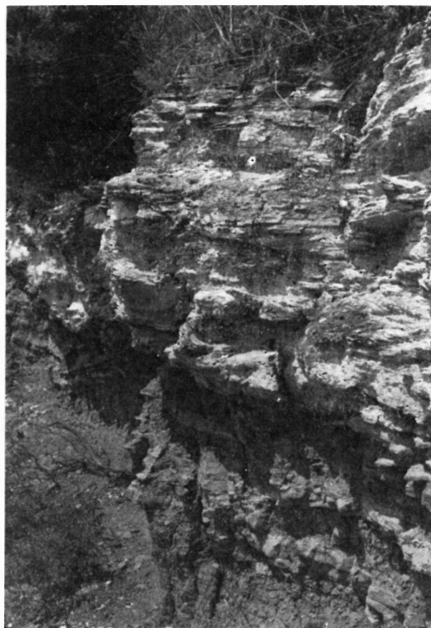
Fig. 24. Sinter cone of the famous Aranyház (Golden House) in Tihany peninsula

vé változtatja. A második eset pedig az, amikor a karsztvizet kovasavas vagy CO_2 hatás érte.

Mindezekre vonatkozóan szép, de nem általánosítható egyedi előfordulásokat találunk a Balaton-felvidéken. A talajvíz és az elhaló posztvulkáni tevékenységből származó CO_2 gáz találkozására révén létrejött források által lerakott édesvízi mészkövet helyileg a Balatonfüreden és attól Ny-ra Tihany felé eső lejtős területen találjuk a Balaton-part közelében. Azt, hogy az édesvízi mészkövek szénsavas talajvízes forrásokból keletkeztek, ifj. LÓCZY L. (1938) bizonyította be a területen végzett kutatási munkálatokkal. A természetes szénsavas források ma is fakadnak ezen a részen.

A Balatonfüred környékén több helyen kimutatott előfordulások kis területi elterjedésben nyomonkövethetők, és megjelenés formáik változatosak.

A fekvőkarsztvíz és a CO_2 gáz keveredéséből alakult ki a kékkúti forrás, amelyet PÁLFY M. írt le (1924–25). Vizsgálata szerint a CO_2 gáz utóvulkáni eredetű és a forrásvíz kampilli mészkőből származik. A forrás 0,5 m vastagságú kis mésztufa dombot hozott létre.



25. ábra. Utóvulkáni működés hatására keletkezett kovás, lemezes édesvízi mészkő és mészszip, Tihany

Fig. 25. Siliceous, laminated freshwater limestone and chalk produced by postvolcanic activities, Tihany peninsula

Előfordult, hogy a fekvőkarsztvizek kovasavas mélyből feltörő forró vizekkel keveredtek. Ilyen forrásvizekből keletkezett a balatonkenesei, Pappvásári hegy kissé kovás édesvízi mészköve. A kőzetkémiai vizsgálatok szerint az édesvízi mészkő kovartartalma magasabb az átlagnál, ezért feltételezhető, hogy az előfordulást olyan fekvőkarsztvizek rakták le, melyeket csak gyenge utóvulkáni hatás ért. Az édesvízi mészkő fekvőjét folyóvízi üledékek alkotják —, durva kavicsos rétegek. A kavicsokat 3—5 mm vastagságú rétegzett mézsréteg vonja be jelezve azt, hogy a forrásműködés már akkor is megvolt, amikor a kavicsos üledékek lerakódtak.

A fő karsztvízből táplálkozó forrás lerakódási termékének tartjuk a Mázas-kút környékén levő édesvízi mészkövet, amelyet kovás édesvízi mészkőpadok tagolnak. A karsztvízből való származtatás bizonyításának tekinthető, hogy az édesvízi mészkőből ma is karsztforrás fakad és a környéken számos karsztvíz-kilépés ismeretes. A kovás rétegek jelzik azt, hogy átmenetileg, időszakosan utóvulkáni behatás érte a karsztvizet. Kovasavas vizek átmenetileg módo-

sították a karsztvíz összetételét, megemelkedett annak kovatartalma és az együtt vált ki a kalcium-karbonáttal. Kialakulása kedvező földtani adottságokkal magyarázható, mert a karsztvíz dinamikus és statikus készlete messze meghaladja mennyiségi tekintetben a posztvulkáni működéssel kapcsolatosan létrejött kovás oldatok mennyiségét.

5. Összefoglalás és megállapítások

1. Az édesvízi mészköveket különböző típusú források rakhatják fe. Nem lehet csak karszt és hévizes forrástevékenységgel magyarázni keletkezésüket. Ez természetesen nemcsak a jelenleg képződő recens édesvízi mészkő lerakódására vonatkozatható, hanem kiterjeszthető a felsőpannon, felsőpliocén és pleisztocén korszakokban képződöttekre is.

A Budai- és a Gerecse hegységben oly gyakori és nagy elterjedésben nyomozható édesvízi mészkőösszleteket a korábbi vizsgálatoknak megfelelően, langyos és meleg karsztforrás tevékenység hozta létre. Lillafürednél a hidegvízű Szinvaforrás rakott le völgyi típusú édesvízi mészkövet, de már a diósgyőri előfordulást langyos karsztvizek hozták létre. A Mecsek hegységben az édesvízi mészköveket hideg karsztforrások halmozták fel.

2. Jelentős és nagy területi elterjedésű édesvízi mészkő rendszerint a nagy vízhozamú forrásoknál mutatható ki. Számottevő szerepe van a vízhozam mellett az idő tényezőnek is, a források földtani értelemben vett állandóságának, egy helyen vagy megközelítően azonos területen történő feltörésének.

Számos karsztos hévforrásnál ma nem figyelhetünk meg édesvízi mészkőképződést. Ez a körülmény azzal magyarázható, hogy a környezeti feltételek — főként a forrásfeltörés geomorfológiai helyzete — a felhalmozódást még nem teszi lehetővé.

Az édesvízi mészkőösszletek szerkezeti, kifejlődésbeli eltérései, a források fakadási helyei alapján megkülönböztetett öt típus, az erózióbázis és a források helyváltoztatása közötti viszonyt is tükrözik. Legtöbbször a források az erózióbázis mélyülését úgy követik, hogy a magasabban fakadó források elapadnak. Így korban és geomorfológiailag is jól elkülönülő egymástól független édesvízi mészkövek keletkeznek. Más esetekben a források a helyi erózióbázis mélyülését csak késleltetve vagy egyáltalán nem követik, s így a lefolyó forrásokból a lejtő peremén, illetve a lejtőn kifejlődött tetarátágatokon keresztül a víz kisebb- nagyobb vízésekkkel éri el a sokszor 40—50 m-rel alacsonyabban fekvő területeket (Mónosbél).

3. Hazánkban vannak olyan édesvízi mészkőelőfordulások is, amelyek képződése nem hozható összefüggésbe az oly gyakori karsztvizekkel. A vizsgálatok és megfigyelések szerint ezek főleg a posztvulkáni tevékenységgel összefüggő forrásokhoz kapcsolódnak. Ezekben túlmenően helyileg kis területi elterjedésben megfigyelhető még ritkán egyes talaj és rétegforrások környezetében is édesvízi mészkő. Jelentőségük hazánkban alárendelt és az édesvízi mészkő keletkezésére vonatkozó korábban kialakult álláspontot alapvetően nem befolyásolják, csak teljesebbé teszik e képződményekhez kapcsolódó ismereteinket.

Irodalom — References

- ALFÖLDI L. (1973): A budapesti hévizek és a Gerece aljai barnaszén bányászat vízföldtani kapcsolatának kérdései. *Bányászati és Kohászati Lapok* — *Bányászat*, 106. p. 831—832.
- ALFÖLDI L. és munkatársai (1975): Magyarország Magyarország 200 000-es földtani térkép sorozatához Miskolc. MÁFI kiadás. Budapest. p. 1—277.
- ALFÖLDI L.—LORBERER A. (1976): A karsztos hévizek háromdimenziós áramlásának vizsgálata kútadatok alapján. *Hidrologiai Közöny*, 56. p. 433—443.
- ALFÖLDI L.—BÖCKER T.—LORBERER A. (1977): Magyarország karbonátos repedezett hévítárolóinak hidrogeológiai jellemzői. Magyarország Hévízkútjai III. 1970—1976. VI. TUKI kiadvány. Budapest. p. 17—28.
- AJTESZKY G.—KARÁCSONTYI S.—SCHEUER GY. (1973): A DNY-i Bükk karsztvízföldtani viszonyai. *Hidrologiai Közöny*, 53. p. 465—476.
- AJTESZKY G.—SCHEUER GY. (1974): Adatok a Bükk hegység karsztvízföldtani viszonyaihoz. *Hidrologiai Közöny*, 54. p. 173—183.
- AJTESZKY G.—LIPTAI EDIT—SCHEUER GY. (1977): Az ÉNy-i Bükk vízföldtani viszonyai. *Hidrologiai Közöny*, 57. p. 273—283.
- AJTESZKY G.—SCHEUER GY. (1972): A pécsi Tetteye forrás hidrologiai vizsgálata. *Hidrologiai Közöny*, 52. p. 81—93.
- BALOGH K. (1947): A MÁVAG diósgyőri forrásfoglalása. *Hidrologiai Közöny*, 27. p. 146—147.
- BALOGH K. (1964): A Bükk hegység földtani képződményei. MÁFI Évkönyv, XLVIII. k. 2. f. Budapest. p. 1—348.
- BARTHA F. és munkatársai (1971): A magyarországi pamponkori képződmények kutatásai. Akadémiai Kiadó. Budapest. p. 1—360.
- BÖCCÁN B. és munkatársai (1966): Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. Sátoraljaújhely. MÁFI Kiadás. Budapest. p. 1—199.
- BOLEMÁN I. (1896): Magyar fürdők és ásványos vizek. Budapest. p. 1—158.
- Budapesti hévizei (1968): VI. TUKI kiadvány. Budapest. p. 1—427.
- BULLA B. (1962): Magyarország természeti földrajza. Tankönyvkiadó. Budapest. p. 1—427.
- CHITTENEN, H. M. (1935): *Yellowstone National Park*. Stanford. University Press. California. p. 1—286.
- CHOLNOKY J. (1914): *Földrajzi Képek*. Budapest. p. 107—175.
- CHOLNOKY J. (1932): Tihany. Morfológiai megfigyelések. *Mat. és Term. Tud. Ért.* 48. p. 214—235.
- CHOLNOKY J. (1935): A tihanyi gejzirkörök. *A Földgömb*, 6. p. 41—49.
- CHOLNOKY J. (1940): A méstufa vagy travertin képződéséről. *Mat. és Term. Tud. Ért.* 59. p. 1004—1010
- CZIRÁLY J. (1970): A Dunántúli ásvány és gyógyvizek. *Hidrologiai Tájékoztató*, p. 82—83.
- DEAK I.—KARÁCSONTYI S.—SCHEUER GY. (1969): Vízföldtani tapasztalatok Beremend környékén. *Hidrologiai Közöny*, 49. p. 503—515.
- DEAK M. és munkatársai (1972): Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához L-33-XII. Veszprém. MÁFI kiadvány. Budapest. p. 1—271.
- ERDÉLYI M. (1971): Magyarország vízföldtani tájai. *Hidrologiai Közöny*, 51. p. 143—155.
- FALLER J. (1937): A fehérmegyei Csőr és Inota közleges karsztforrásainak hidrogeológiai ismertetése. *Bány. és Koh. Lap*, 80. p. 198—205, 223—228.
- FERENCZI I. (1925): A Timnye vidéki harmadkori medencérszlet földtani viszonyai. MÁFI Évi Jel. 1920—23-ról p. 40—49.
- FERENCZI I. (1926): Adatok a Buda-Kovácsi hegység geológiájához. *Földtani Közöny*, 55. p. 196—211.
- FORGÓ L. és munkatársai (1966): Magyarország 200 000-as földtani térképsorozatához Pécs. MÁFI kiadvány. Budapest. p. 1—196.
- FÖLDI M. (1972): Újabb vízföldtani adatok a Villányi hegységi karszterületről. MÁFI Évi Jel. 1970-ról. p. 181—195.
- FTI Mérnökgeológiai Iroda szakvéleményei. Kézirat. Adattár.
- HÁHN GY. (1972): Tata környékének geomorfológiai képe. *Földrajzi Értesítő*, 21. p. 389—407.
- HÉVESI A. (1972): Forrásmész-képződés a Bükkben. *Földrajzi Értesítő*, 21. p. 187—205.
- HOFER A. (1943): A tihanyi felszíni vulkán képződményei. *Földtani Közöny*, 73. p. 373—429.
- HORUSZIKY H. (1923): Tata-Tóváros hévforrásainak hidrogeológiája és közgazdasági jövője. MÁFI Évkönyv, 25. p. 1—83.
- JAKUCS L. (1950): Újabb hozzászólás a Budai hegység hidrotermáinak eredetéhez. *Hidrologiai Közöny*, 30. p. 233—235.
- JAKUCS L. (1971): A karsztok morfofenetikája. *Földrajzi Monográfiák VIII. k.* Akadémiai Kiadó. Budapest. p. 1—310.
- JÁMBOR Á.—MOLDVAI L.—RÓNAI A. (1966): Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. Budapest. MÁFI kiadvány. Budapest. p. 1—358.
- JASKÓ S. (1939): Adatok az Alcsit-Etyeki dombvidék földtani ismeretéhez. *Földtani Közöny*, 69. p. 109—130.
- JASKÓ S. (1943): A bicsei öböl fejlődéstörténete, hegyszerkezete és fűrésai. Beszámoló a MÁFI vitaulésekről. 5. p. 254—302.
- JASKÓ S. (1959): A földtani felépítés és a karsztvíz elterjedésének kapcsolata a Dunántúli Középhegységen. *Hidrologiai Közöny*, 39. p. 289—297.
- JUHÁSZ J. (1960): A Balatonfelvidék vízbeszerzési lehetőségei. *Hidrologiai Közöny*, 40. p. 405—416.
- JUHÁSZ J. (1977): *Hidrogeológia*. Akadémiai Kiadó. Budapest. p. 1—418.
- KARÁCSONTYI S.—SCHEUER GY. (1968): Laza üledékekben áttörő források foglalkásának esetei. *Hidrologiai Közöny*, 48. p. 474—479.
- KÉZ A. (1939): A Duna Győr—Budapest közötti szakaszának kialakulása. *Földrajzi Közlemények*, 62. p. 175—193.
- KÉZ A. (1965): Az édesvízi mészkövek koráról. *Földrajzi Értesítő*, 14. p. 164—165.
- KORIM K. (1975): A Balaton környéki hévifeltárási helyzete és jövője. *Hidrologiai tájékoztató* 1974-ről p. 47—54.
- KORMOS T. (1925): A suttói forrásmész-központ faunája. *Állattani Közlemények*, 22. p. 159—175.
- KORMOS T.—SCHRÉTER Z. (1916): Előzetes jelentés a Budai hegység és a Gerece hegység sálein előforduló édesvízi mészkövek tanulmányozásáról. MÁFI Évi Jel. 1915-ről p. 542—544.
- KRETZOR M. (1969): A magyarországi quarter és pliocén szárazföldi biosztratigráfiájának vázlata. *Földrajzi Közlemények*, 17. p. 179—203.
- KRIVÁN P. (1964): Erozíóbázis feletti édesvízi mészkö alakulatok földtani vizsgálatának elvi alapjairól. *Óslényntani Viték*, p. 13—18.
- KROLOPP É. (1961): A Buda környéki alsópleisztocén mészszipapok csigaföldrajzának állatföldrajzi és ökológiai vizsgálata. Doktori disszertáció, p. 1—141. Kézirat.
- KROLOPP É. és munkatársai (1976): A Budat-Várhely negyedkori képződményei. *Földtani Közöny*, 106. p. 193—228.
- LÁNG G. és munkatársai (1970): Tihany. Magyarország a Balaton környéke 1:10 000-as építészföldtani térképsorozatához. MÁFI kiadvány. Budapest. p. 1—104.
- LÉCZFALVY S. (1966): Vízbeszerzés, vízellátás forrásokból. *Műszaki Könyvkiadó*. Budapest. p. 1—182.
- LÉNYEY E. (1953): A Dunántúli hegység andezitterületének felépítése. MÁFI Évi Jel. 1951-ről. p. 17—26.
- LIPTAI E.—SCHEUER GY. (1975): Újabb adatok az egri források vízföldtanához. *Hidrologiai Tájékoztató*, p. 74—76.

- ID. LÓCZY L. (1913): A Balaton környékének geológiai képződményei és ezeknek vidékek szerinti telepedése. A Balaton Tud. Tanulm. Eredm. I. köt. Budapest. p. 1—617.
- IFJ. LÓCZY L. (1937): A Balatonfüred és Aszófő közötti terület vidék hegyszerkezeti és hidrológiai viszonya. MÁFI Évi Jel. 1929—1932. évekről. p. 71—126.
- LOVÁSZ GY.—WEIN GY. (1974): Délkelet-Dunántúli geológiája és felszín fejlődése. Baranya monográfia sorozat Pécs p. 1—215.
- LOZEK, V. (1961): Travertines. INQUA. Warszawa. p. 1—19.
- NO SZKY J. (1939): Adatok az északi és középső Cserhát geológiai felépítéséhez. MÁFI Évi Jel. 1936—38. évekről I. köt. p. 531—545.
- NO SZKY J. (1939b): A Börzsöny hegység ÉK-i lábának földtani viszonyai. MÁFI Évi Jel. 1936—38. évekről I. köt. p. 503—516.
- NO SZKY J. (1940): A Cserhát hegység földtani viszonyai. Magyar Tájak földtani leírása. 3. köt. MÁFI kiadvány. Budapest. p. 1—283.
- PA LFY F. (1929): Hidrológiai megfigyelések a Börzsöny hegységben. Hidrológiai Közölny. 9. p. 83—99.
- PÁLFY M. (1925): A zala megyei kékküti savanyúvíz forrás hidrológiai viszonyai. Hidrológiai Közölny. 4—5. p. 3—8.
- PÁLFY M. (1929): Adatok Pécs környékének hidrogeológiájához. Hidrológiai Közölny. 9. p. 13—29.
- PÉCSI M. (1959a): A magyarországi Dunavölgy kialakulása és felszínaktana. Földrajzi Monográfiák. 3. köt. Akadémiai Kiadó. Budapest. p. 73—135.
- PÉCSI M. (1959b): A negyedkori tektonikus mozgások a Dunavölgy magyarországi szakaszán. Geofizikai Közlemények. 8. p. 73—83.
- PÉCSI M. (1973): A vértesszőllősi ópaleolit ősember telep helyének geomorfológiai helyzete és abszolút kora. Földrajzi Közlemények. 21. p. 109—119.
- PÉCSI M.—PEVZNER M. A. (1976): Paleomágneses vizsgálatok a Gerecse hegységben. Kézirat MTA FKI p. 1—10.
- PÉCSI, M.—SCHEUER, GY.—SCHWEITZER, F. (1978): Die Plio-Pleistozén tektonischen Bewegungsphasen im Budaer Gebirge. Dequa Tagung. 1978. szept. 3—5. p. 45—49.
- PRICAJAN, A. (1972): Apele minerale si termale din Romania. Bukarest. p. 1—295.
- RÓNAI A.—SZENTES F. (1972): Magyarazó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. Szekesfehérvár. MÁFI kiadvány. Budapest. p. 1—179.
- RÓNAI A. (1973): A negyedkori kéregmozgások térképe Magyarországon. MTA X. oszt. Közleményei. 6. p. 241—243.
- SCHUEER GY. (1964): A budapesti hévízek vízföldtana. Egyetemi doktori disszertáció. Kézirat. p. 1—151.
- SCHUEER GY. (1975): Kiegészítő adatok a Bükkhegységi édesvízi mészkövek előfordulásaihoz. Földrajzi Értesítő. 24. p. 75—78.
- SCHUEER GY.—SCHWEITZER F. (1970): A karsztos eredetű édesvízi mészkövek csoportosítása. Földrajzi Értesítő. 19. p. 356—360.
- SCHUEER GY.—SCHWEITZER F. (1973b): A magyarországi travertínó-összletek képződésének fázisai a negyedkorban. Földrajzi Közlemények. 21. p. 133—144.
- SCHUEER GY.—SCHWEITZER F. (1974): Új szempontok a Budai hegység környéki édesvízi mészkőösszletek képződéséhez. Földrajzi Közlemények. 22. p. 113—134.
- SCHUEER GY.—SCHWEITZER F. (1974): Adatok a Balaton felvidéki forrásüledékek vizsgálatához. Földrajzi Értesítő. 23. p. 347—357.
- SCHUEER GY.—SCHWEITZER F. (1978): A Kelet-gerecsei édesvízi mészkő előfordulások. Kézirat. (megjelentetés alatt).
- SCHMIDT E. R. és munkatársai (1962): Vázlatok és tanulmányok Magyarország vízföldtani atlaszához. MÁFI kiadvány. Budapest. p. 1—664.
- SCHRÉTER Z. (1953): A Budai és Gerecse hegység peremi édesvízi mészkőelőfordulásai. MÁFI Évi Jel. 1951-ről. p. 111—146.
- SCHRÉTER Z. (1954): A Bükk hegység régi tömegének földtani és vízföldtani viszonyai. Hidrológiai Közölny. 34. p. 287—294.
- STAUB M. (1893): A gánczi mésztufa lerakódás földrajza. Földtani Közölny. 23. p. 162—197.
- STAUB M. (1895): A borszei mésztufa lerakódás. Földtani Közölny. 25. p. 185—191.
- SZENTES F. (1943): Aszófő távolabbi környékének földtani viszonyai. Magyar Tájak földtani leírása. Budapest. p. 1—68.
- SZENTES F. (1968): Magyarazó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. L—34—I. Tatabánya. MÁFI kiadvány. Budapest. p. 1—123.
- SZENTIVÁNYI F. (1932): Adatok a Nagy Svábhegyen és környékén előforduló levantei mészkő geológiai és paleontológiai viszonyainak ismeretéhez. Budapest. Doktori értekezés.
- SZONTAGH T. (1908): A hontvirmegyei Bur-patak völgyének ásványos forrásai. Földtani Közölny. 18. p. 329—337.
- VADÁSZ E. (1936): A Megyei hegység. Magyar Tájak földtani leírása. Budapest. p. 1—105.
- VIGH GY. (1943): A Gerecse hegység északnyugati részének földtani és őslénytani viszonyai. Földtani Közölny. 73. p. 304—359.
- VIGH GY. (1940): Rétegtani és hegyszerkezeti megfigyelések a Nagy Pisznicse környékén. MÁFI Évi Jel. 1933—35-ről. 4. p. 1455—1466.
- VIRÁLIS I. (1911): A balatonvidéki bazaltok. A Balaton Tud. Tan. Er. I. köt. Függelék II. rész p. 1—169.
- VÉRTESS, L. és munkatársai (1964): Tata. Eine mittelpaläolithische Traverin Siedlung in Ungarn. Budapest. p. 1—284.
- WEIN GY. (1959): A Mecsek hegységbeli kistűbbányai medence karszthidrológiája. Hidrológiai Közölny. 39. p. 298—302.
- WEIN GY.—MOLDAVI L. (1973): Magyarazó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához. Mohács. MÁFI kiadvány. Budapest. p. 1—104.
- WEIN GY. (1977): A Budai hegység tektonikája. MÁFI alkalmi kiadvány. Budapest. p. 1—76.

Origin of the Hungarian freshwater limestone sequences and their comparative study

Dr. Gy. Scheuer and F. Schweitzer

The territory of Hungary is extremely rich in freshwater limestones deposited in spring-water. This fact is naturally due to geological, hydrogeological, geomorphological and other natural factors and circumstances that favoured their genesis. Independent* occurrences are more than 500 in number. Of course, there are substantial differences between

the individual occurrences owing to the particular quantitative and qualitative characteristics of spring action. Some occurrences are more than 10 km² in size and 30 to 40 m in thickness, but occurrences as small as 2 to 3 m² are also known.

The significance of the Hungarian freshwater limestone sequences and their scientific value are proved by the prehistoric campsites at Vértesszőlős and Tata and numerous vertebrate faunal elements. On top of this, studies in recent years have also shown that valuable information on the history of hydrogeological development of single mountain ranges and parts of them, their tectonic setting and the rhythmicity and size of emergences can be derived from these sequences.

In springs still undergoing travertine deposition extended observations as to the chemical composition of springwater and the origin of the springs were carried out. Freshwater limestones were observed to have been deposited in waters of very different origin and type, so that their formation cannot be restricted to mere hot spring action. Springs depositing freshwater limestones can be divided, hydrogeologically, into five main groups:

1. Cold karst springs and streamlets of karstwater origin (below 14 °C)
2. Subthermal to hot karst springs and their waters (streams, marshes, etc.)
3. Phreatic, connate- and fissure-water springs
4. Springs of postvolcanic origin
5. Springs and springwaters of mixed or composite origin (e.g. in which the gas (CO₂) is of postvolcanic, the water of phreatic or karstic origin).

Any of the water types belonging to the groups just listed is capable of depositing freshwater limestone, if the environmental conditions are favourable.

The springs may well up in definite, though different, geomorphological positions. For this reason, the origin, development and stratification of freshwater limestones are controlled even geomorphologically. Hence the extreme variety of forms. The classification of Hungarian freshwater limestones is based on their mode of occurrence and on their geological and lithological features.

Accordingly, the following types have been distinguished:

1. Freshwater limestones of valley type
2. Freshwater limestones of valley-side- or slope type
3. Freshwater limestones of lacustrine and paludal type
4. Freshwater limestones of sinter cone type
5. Freshwater limestones of mixed type

In Hungary, the freshwater limestones controlled by karst springs are predominant. Especially the accumulations associated with hot karst springs are considerable. Accumulations of more restricted extension are also known in the neighbourhood of single phreatic springs welling up from loess layers and around the exit points of calcium-rich connate waters. Springs of this kind will deposit some carbonate matter only in places, where the environmental conditions are favourable for carbonate precipitation. For this reason, the springs are of very restricted lime-accumulating capacity. The siliceous freshwater limestone mounds or sinter cones of Tihany were produced by activities connected with the volcanic aftermath. The concentration of more than 100 cones within a small area (2 × 2 km²) indicates a very heavy hot spring activity taken place in Early Pleistocene (Günz) time.

In connection with the postvolcanic activities, let us mention, in addition, the freshwater limestones precipitated from mixed waters. In the Balaton Highland several occurrences are known which were deposited by springs of different origin, affected by different postvolcanic actions. At Balatonfüred, freshwater limestones were formed in springwater in which a phreatic water of high calcium content had got mixed with endogenic CO₂ gas. At Balatonkenese, on the Papvásár Hill siliceous solutions of postvolcanic origin were occasionally admixed to karst springwaters that had percolated through fluvialite sediments, as indicated by the locally high silica content of the freshwater limestone. In summary, it can be concluded that numerous freshwater limestone occurrences are known in Hungary's territory. These were deposited by springs of different type whose waters were partly cold, partly subthermal and partly hot, and the origin of these waters was controlled by the hydrogeological setting of the area concerned. Most of the formations were accumulated in the neighbourhood of the exit points of subthermal (hot) or cold karst springwaters. The rest is associated with springs of very diversified origin.