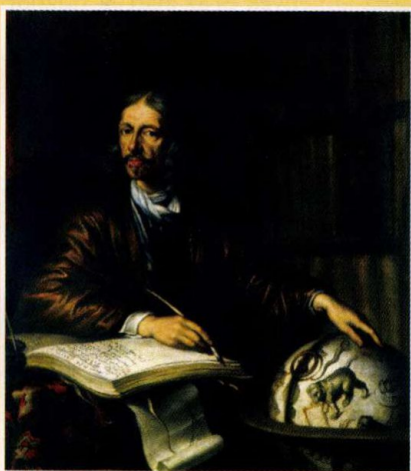




végeztek az űrkabinon. Az űrhajósok emlékére egy-egy krátert neveztek el a Holdon.

január 28.

1611-ben e napon született Danzigban (Gdansk, Lengyelország) *Johannes Hevelius*, eredeti nevén Jan Hövelke (megh: 1687. január 28.) lengyel csillagász. 1641-ben Danzigban csillagászati obszervatóriumot épített, amelyet korának legjobb megfigyelő műszereivel szerelt fel. 1647-ben jelent meg *Selenographia* és 1668-ban *Cometographia* című műve, amely az első részletes holdtérképet tartalmazta. 1687-ben 1564 csillagot tartalmazó katalógust adott ki. Tíz új csillagképet alkotott, ezek közül hét ma is a hivatalosan elfogadottak között szerepel. Nevét viseli az 5703 Hevelius-aszteroida.



Szintén 28-án született *Kulin György*, 1905-ben Nagyszalontán. (megh: 1989. április 22. Budapest) Magyar csillagász, számos kisbolygó és egy üstökös felfedezője, a csillagászat fáradhatatlan népszerűsítője, a hazai amatőr csillagászat

atyja. A Pázmány Péter Tudományegyetemen matematika-fizika szakos tanári diplomát szerzett 1932-ben, de nem tudott elhelyezkedni. 1935-ben került gyakornokként a Konkoly-ala-pítványú Asztrofizikai Obszervatóriumba. Korábban nem gondolt arra, hogy csillagász legyen. Itt ismerkedett meg a csillagászzal és szeretett bele egy életre. Főleg kisbolygók és üstökösök megfigyelésével foglalkozott. Jelentős eredményei voltak a kisbolygók pályaszámítási módszereinek kidolgozásában, illetve pontosításában. 21 kisbolygót és egy üstökösöt fedezett fel. A háború után, 1946 novemberében megalakította a hazai amatőröket összefogó Magyar Csillagászati Egyesületet. 1947. szeptember 22-én pedig felavatták az ő kezdeményezésére létesült budapesti Uránia Csillagvizsgálót, melynek első igazgatója lett. Létrehozta a Csillagok Világa című folyóiratot. 1946-tól 1949-ig az első MCSE elnöke,



1964 és 1968 között a CsBK ügyintéző elnöke, később örökös tiszteletbeli elnöke, 1976-tól haláláig a TIT Uránia Csillagvizsgáló igazgatója. 1956 és 1959 között a TTIT Asztronautikai Bizottságának első elnöke volt. Mindvégig szorgalmazta egy nagy planetárium létesítését Budapesten. Több csillagászati ismeretterjesztő könyv szerzője, társszerzője volt, de néhány tudományos igényű megírt fantasztikus regénye is megjelent.

A fáradhatatlan ismeretterjesztő csillagász sok ezer távcsőtűkröt csiszolt és sok száz amatőrt tanított meg távcsövek készítésére. Életcéljává vált, hogy

mindenkit részesíteni kell a „Galilei-élményben”, a világegyetem személyes megtapasztalásokon, élményeken alapuló megismerésében. Nevét az égbolton az általa felfedezett 3019 Kulin kisbolygó és a Whipple-Bernasconi-Kulin (1942a) üstökös viseli.



1986. Az STS-51L *Challenger* űrrepülőgép katasztrófája. Az űrrepülőgép 73 másodperccel az indulása után, 22 km-es magasságban megsemmisült. A legénység hét tagja; Francis „Dick” Scobee, Michael J. Smith, Ellison Onizuka, Donald McNair, Judith Resnik, Gregory Jarvis és Christa McAuliffe életét veszítette. A műszaki vizsgálatok kiderítették, hogy a katasztrófát az egyik szilárd hajtóanyagú gyorsítórakéta tömítőgyűrűjének átégése okozta, amely a felszállás előtti éjszakai fagyban elvesztette rugalmasságát, megkeményedett. A következő űrrepülőgép-startra több mint két év múlva került sor.

január 29.

1989. A szovjet *Fobosz-2* marskörüli pályára állt, és két hónapon keresztül kutatta a vörös bolygó felszínét és légkörét, továbbá képeket készített a Phobos holdról is. Irányítási hibák miatt 1989. március 27-én megszakadt vele a kapcsolat.

január 30.

1964. Az amerikai *Ranger-6* indítása. A Ranger volt az első amerikai űrszondatípus, amely elérte a Hold felszínét. Bár 66 órás repülés után becsapódott kísérőnk felszínébe, a Ranger-6 kamerái sajnos nem működtek. A program keretében összesen 9 indításra került sor, de csak az utolsó három volt sikeres.

KRISTÁLLYAL BÉLELT TAVAK

Az egykori „bauxitváros”, Tapolca tavaly év végén kis időre ismét a média középpontjába került. Helyi barlangászoknak ugyanis sikerült feltárniuk Magyarország ismert két legnagyobb vízfelületű föld alatti tavát. A kutatók azon is fáradoznak, hogy a kisváros alatt húzódó több, egyelőre önálló barlangokat összekössék. Remélhetőleg már közel az az idő, amikor előkerülnek az összekötő járatok, és a város házai alatt egyetlen összefüggő, hatalmas barlangrendszerrel beszélhetünk.



2. rész

Az „új” tapolcai föld alatti járat, a Berger-barlang 2010 novemberében felfedezett részének tudományos jelentőségét az itt található rendkívül gazdag ásványtársulás jelenti. Bár a Kórház-barlangban és a felső szinten sem ritkák a kiválások, itt jóval fejlettebb formákra bukkanhatunk. Sajnos ezeket eddig csak formai jegyek alapján határozták meg, műszeres vizsgálat még nem történt. Biztosra vehetjük azonban, hogy a képződmények anyaga túlnyomórészt *kalcit*, azaz a kalcium-karbonát rombo-

édes szimmetriájú módosulata. A kalcitól az *aragonit*, azaz a szintén kalcium-karbonát anyagú, rombos szimmetriájú ásvány pontosan röntgen pordiffrakciós vizsgálattal különíthető el biztonságosan. Ezeket az elemzéseket az *ELTE laboratóriumá*-ban fogják elvégezni.

Oszlopok borsókőből

Az egyes formák képződése körül is talán több a vitatott, mint a biztos tény. A képződmények gyakorisága itt valószínűleg az erős, a többi barlangnál hiányzó függőleges repedezettséggel

áll összefüggésben, ami sokkal intenzívebbé teszi a vízcepegést.

Leggyakoribbak a járatok talpát és oldalát összefüggően borító hófehér *borsókő*ek, amelyek a mélyebben húzódó langyos, illetve meleg vizű tavak párolgása során keletkeztek (a meleg pára lecsapódott a hidegebb oldalfalakra, amelyeken filmszerű vékony vízréteg alakult ki, s ebből váltak ki az egyes borsószemek). A rózsadombi barlangok analógiája alapján, figyelembe véve a borsókő-képződmények és az alattuk húzódó karsztvíz szintje közötti alig néhány



Borsókőcsoport



Kalcitgömbök a mennyezeten



Tüszérű huzatborsókövek. Feltehetően aragonit alkotja őket

méteres szintkülönbséget, valamint az állandóan nedves falfelületet, ezek a kiválások még ma is élő, növekvő képződmények! Az egyes borsószemek körülbelül 0,3–1 centiméter átmérőjűek és gömbhéjas szerkezetűek.

Klasszikus gömbös formája mellett a borsókó itt korallszerű alakzatokban és állócseppkőszerű csoportban is előfordul. Utóbbiak neve borsókóoszlop (logomit), amelyre hazánkban eddig csak a Villányi-hegységből, a Nagyhársányi- és a Beremendi-kristálybarlangokból, valamint a budapesti Szemlő-hegyi-barlangból ismertünk. Ezek a

karcsú, gyertyaszerű képződmények itt százszámra ágaskodnak a földön... A logomitok mellett valódi cseppkövek is láthatók, igaz, csak egy-két arasznyi méretben. Helyenként tús kiválások ugyancsak megjelennek, ezek agyaga nagy valószínűséggel aragonit.

Érdekesekek az elkalcitosodó gyökerek, amelyek ágas-bogas formákat alkotnak. Néhol penészszerű fehér bevonat látható a még élő gyökerek környezetében, ez talán *lublinit*-ből, illetve hegyitejből, de mindenképpen kalcium-karbonát valamilyen módosulatából áll, azaz kalcit mikrokristályos változatából van a szerkezete.

A tavakban állóvízi kalcitképződmények váltak ki, meglehetősen változatos, néhol szegfűhöz, másol karfiolhoz hasonló formában. A Titkok-tavánál a mennyezetet is ellepik, utalva a hajdani vízborításra, azaz a karsztvíz szintjének többméteres ingadozására.

Uránsoros kormeghatározás

Ugyancsak az egykori vízszint jelzői azok a kalcitlemezek, amelyek a kalcium-karbonátban gazdag vízű tavak vízfelületén váltak ki mint egy vékony jégkéreg, és most a járatok párkányain hevernek.

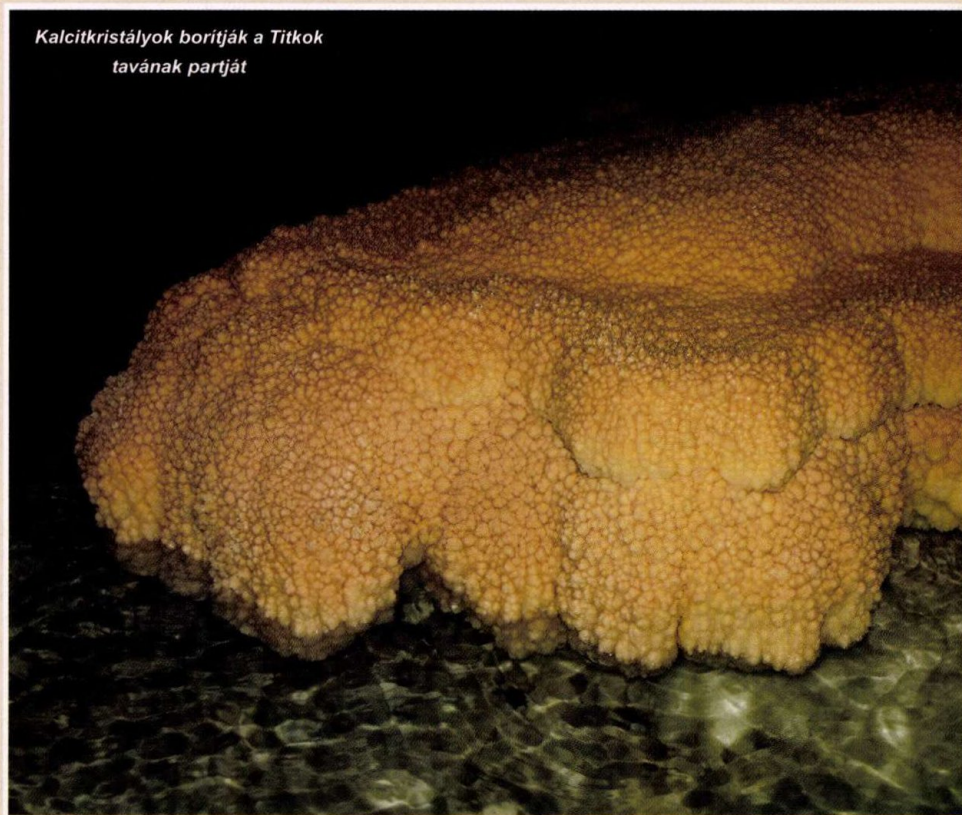
Ezek a kiválások a legalkalmasabbak az uránsoros korhatározásra. A barlangi kalcit ugyanis szinte mindig tartalmaz 0,1–1,0 ppm (g/t!) uránt is (ez a kis mennyiség persze semmilyen egészségügyi kockázatot nem jelent). Az ^{238}U izotópja pedig spontán módon bomlik, és végül – 14 lépésben! – ^{206}Pb -á alakul. A bomlási sor ^{230}Th tagja viszonylag hosszú felezési idejű, kémiaiilag eltérő a kiindulási urántól, így jól mérhető, alkalmas arra, hogy mennyiségéből következtessünk arra, mennyi ideje kezdődött meg a ^{238}U bomlása. A normál vizes oldatokban

ugyanis csak az urán képes feloldódni, a tórium gyakorlatilag nem. Így a mintában észlelt tórium teljes egészében csak az urán bomlásából származhat.

A természetből ismert, állandó izotóparányokból, a szintén ismert felezési időkből és a mért elem mennyiségekből egy számítógépes program segítségével kalkulálható a képződmény kora, azaz keletkezési ideje. Ehhez először, persze, ki kell nyerni a képződményből a csekély mennyiségű uránt és tóriumot, amelyet egy meglehetősen munka-, idő- és anyagigényes, vagy kéttucatnyi lépésből álló nedves kémiai eljárással végezhetünk el. Ezt a vizsgálatot az ELTE laboratóriumában szándékoztunk elvégeztetni. Ez a módszer ugyan legfőljebb 400 000–500 000 éves korig alkalmazható, de a Berger Károly-barlang képződményei ennél bizonyosan fiatalabbak.

Néhány helyen, feltehetően az egykori csepegések alatt, a kalcitlemezek nagyobb mennyiségben halmozódtak fel. Ezek kúpszerű formává, „karácsonyfává” cementálódtak össze – hasonlóan a Rózsadombon a Pál-völgyi-, a József-hegyi- és a Szemlő-hegyi-barlangokban megfigyelhető formákhoz. Az

Kalcitkristályok borítják a Titkok tavának partját





Kalcitos gyökér



A lublinit

(KOVÁCS RICHÁRD ÉS HORVÁTH SÁNDOR FELVÉTELEI)

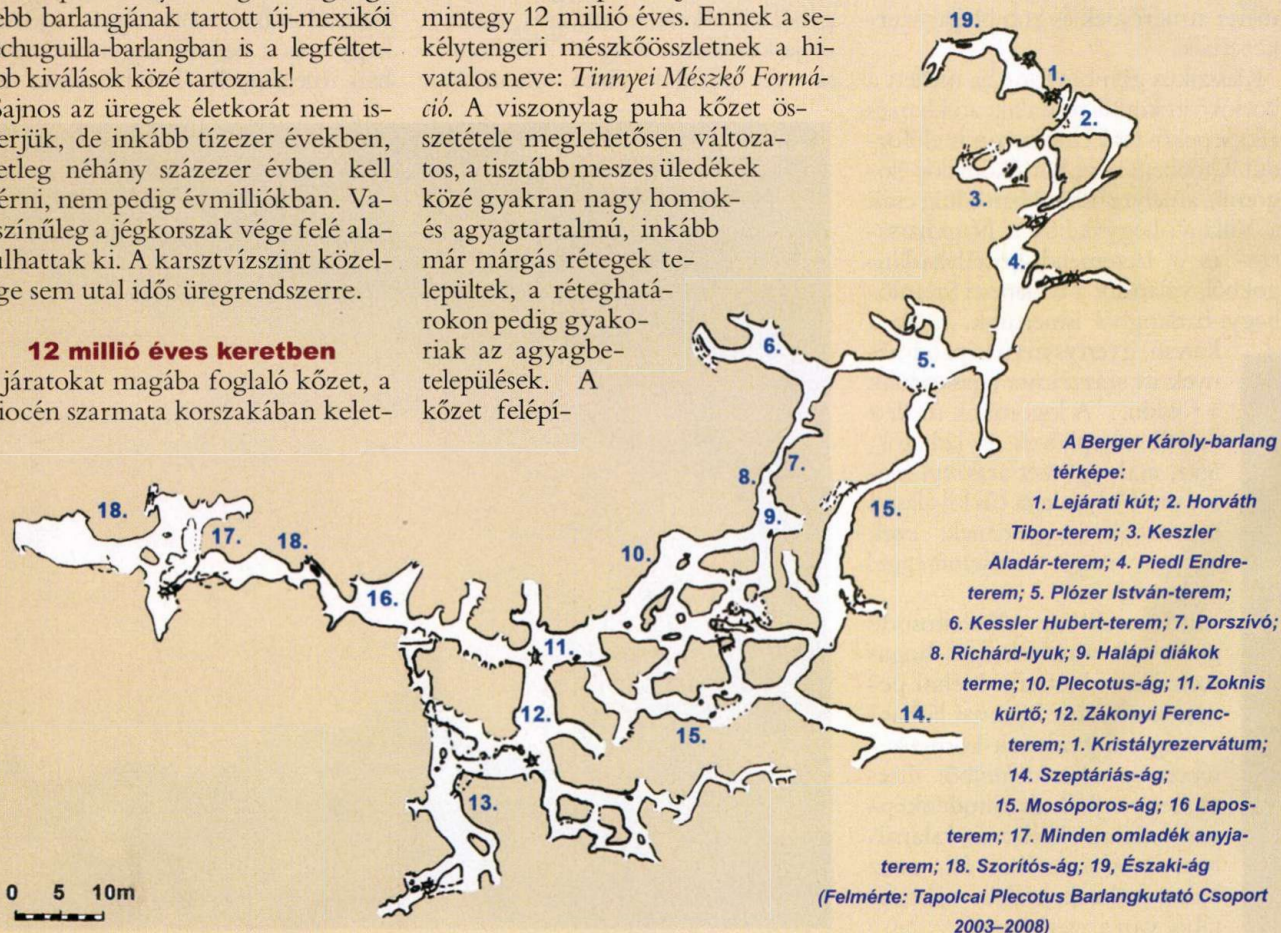
ilyen képződmények még a világ legszebb barlangjának tartott új-mexikói Lechuguilla-barlangban is a legféltettebb kiválások közé tartoznak!

Sajnos az üregek életkorát nem ismerjük, de inkább tízezer években, esetleg néhány százezer évben kell mérni, nem pedig évmilliókban. Valószínűleg a jégkorszak vége felé alakulhattak ki. A karsztvízszint közelsége sem utal idős üregrendszerre.

12 millió éves keretben

A járatokat magába foglaló kőzet, a miocén szarmata korszakában kelet-

kezett mészkő persze jóval idősebb, mintegy 12 millió éves. Ennek a sekélytengeri mészkőösszletnek a hivatalos neve: *Tinnyei Mészkő Formáció*. A viszonylag puha kőzet összetétele meglehetősen változatos, a tisztább meszes üledékek közé gyakran nagy homok- és agyagtartalmú, inkább már márgás rétegek települtek, a réteghatárokon pedig gyakoriak az agyagbe-települések. A kőzet felépí-



tése, a változó oldhatóság és állékonyság folytán jelentős hatással van a barlang formakincsére is. A szarmata mészkő alatt a jóval idősebb, mintegy 200 millió évvel ezelőtti keletkezett, triász időszaki mészkő- és dolomitrétegek húzódnak. Az ezekben a kőzetekben tározódó, előfordulási mélységének megfelelően meleg karsztvíznek is fontos szerep jutott a barlangok kioldásában.

A hajdani szarmata kori, 12 millió évvel ezelőtti létezett tenger csiga- és kagylófaunája, általában lenyomatok és kőbelek formájában gyakran feltűnik a járatok falain is. Leggyakoribbak a szívkaagylók (*Cardiumok*) és a szintén közismert, hegyes-kúpos alakú *Cerithium*-féle csigák, de előfordulnak a sekély tengerre utaló osztrigák is.

A barlangképződést a terület tektonikus mozgásai során keletkezett kőzetrések és hasadékok tették lehetővé, amikor délnyugati-északkeleti irányú törések keletkeztek a kőzetben. Míg az északi terület a Déli-Bakonnyal együtt emelkedni kezdett, és a lepusztulás

szefüggésben áll a barlangokkal. A karsztvizek eredete a várostól északra, a Nyírádig húzódó triász időszaki (tehát több mint 200 millió éves) mészkő-, illetve dolomittérszínnel áll kapcsolatban. A hidegebb források valószínűleg a közelben beszivárgó, felszín közeli karsztvíz feltörési pontjai. A melegebb vizek viszont a mélyben elhelyezkedő triász kőzetekből emelkednek fel a tektonikus repedések mentén. A barlangjáratok ott keletkeztek, ahol a különböző kémiai összetételű és eltérő hőmérsékletű hideg és meleg vizek találkoztak. Ekkor ugyanis egy érdekes jelenség – a *keveredési korrózió*-nak nevezett folyamat – játszódik le. Lényege, hogy a különböző hőmérsékletű és összetételű vizek keveredése esetén a létrejövő oldat oldóképessége lényegesen megnő a kiindulási oldatokhoz képest. Tehát a már telített oldatok is újra képessé válnak mészkő oldására. Ennek eredményeként a keveredési zónában tekintélyes méretű üregek jöhetnek létre, néha meglepően szűk kijáratokkal. Talán a Nagy-tavak termei is hasonló módon keletkeztek, egyfajta forrástermekként. A karsztvíz szintjében, a mai keveredési zónában ezek a barlangképződési folyamatok még napjainkban is aktívak lehetnek.

Gömbfülkék, vakkürtök, kőpengék

Az oldott formák minden tapolcai barlangban gyakoriak. Ezek közül a kupolákat (gömbfülkéket) és a korróziós üstöket, kagyló alakú bemélyedéseket, a szűk forráscsőveket, a vakkürtöket, a kiálló réteglapokat és a „kőpengéket” említhetjük meg. Érdekessége, hogy míg a többi barlangban az oldódás főként a vízszintes réteglapokat követte, addig a Berger-barlang alsó részén emellett jelentős függőleges hasadérendszer is található. Ez nyilván a befoglaló kőzet eltérő tektonikai adottságainak köszönhető.

Mivel a terület emelkedőben van, a benne keletkező járatok egyre magasabbra kerülnek. A források zónája, a megcsapolási szint viszont süllyed, így a karsztvíz szintje egyre mélyebbre kerül, a keveredési korró-

zió újabb és újabb járatokat alakít ki. Hatására a tapolcai barlangrendszerben – némi egyszerűsítéssel – három fő szint alakult ki. A legfelsőhöz a Kórház-barlang járatai és a Berger-barlang régebben ismert részei tartoznak. Ezek pusztulóban levő, a felszínhez képest 12–14 méter mélyen elhelyezkedő járatok, tágabb üregeik a réteglapok leválásával a mennyezetről sok helyütt beomlottak. Ezeket az omlásos folyamatokat megkönnyítik a már említett agyagcsíkok a kőzetrétegek között.

Turistáknak szűk

A második szint közvetlenül a karsztvíz felett helyezkedik el, néhol tavak, pocsolyák tarkítják 18–20 méter mélyen a bejárathoz képest. Itt található a Berger-barlang új szakasza és a Tavasbarlang turistarésze. Ez alatt található a harmadik, vízzel kitöltött aktív alsó szint, mint amilyen a Tavasbarlang nagy része. Úgy tűnik, hogy ez utóbbi két szint nem választható szét élesen, a képződésükben lehetett azonosság és folytonosság. Ellenben a legfelső járatszint kapcsolódása ezekhez mindkét ismert helyen szűk és elég véletlenszerűnek tűnik. Lehetséges, hogy a felső szint nem a Malom-tó vízrendszeréhez tartozott, hanem egy azóta eltűnt forráshoz. Ez talán abban a mélyedésben helyezkedett el, amely a Kórház- és a Berger-barlang között található, és valamikor egy futballpályát alakítottak ki.

Turisták számára ezek az új feltárások a szűk és hosszú bevezető szakasz miatt nem elérhetők, de a testesebb barlangászoknak is be kell érniük a régebben feltárt részek megtekintésével. A képződmények védelme ugyanakkor a gyakori látogatás ellen szól. Terveink szerint a Nagy-tavakhoz és a Húsvét-terembe jelölünk ki egy-egy túraútvonalat, így a túraengedéllyel rendelkező barlangkutatók a felfedező csoport tagjainak kalauzolásával megtekinthetik ezeket. Szívünk szerint csak kutatási céllal engedélyeznénk le szállást... Elméletileg felmerülhet a tágasabb belső szakaszok megnyitása egy mesterséges, kútszerű bejáraton keresztül, de erősen kérdéses, hogy ez a barlang védelmét szolgálná-e?!

**SZILAJ REZSŐ
LEÉL-ŐSSY SZABOLCS**



Karácsonyfák

folytán kibukkant a fiatalabb üledékek alól, addig a déli rész lesüllyedt, és az elmúlt néhány ezer évben (tehát már a holocén folyamán) újabb, főleg mocsári rétegek is rakódtak rá. (A térségben a Balaton mai formájában, kissé nagyobb kiterjedésben mintegy 10 000 éve jött csak létre). A környék forrásai ennek a Balaton-medencéhez csatlakozó mocsárnak mint helyi *erózióbázisnak* az északi partján fakadnak, nagyjából az említett irányú törésvonalak mentén. Többségük hidegvízű karsztforrás, de a Malom-tónál fakadó források egy része 18–20 Celsius-fokos. Már régóta felismerték, hogy ez utóbbiak vize ösz-