

101

# KARSZT- ÉS BARLANGKUTATÁS

A MAGYAR KARSZT-  
ÉS BARLANGKUTATÓ TÁRSULAT  
ÉVKÖNYVE

(HIVATALOS KIADVÁNY)

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОРГАН БЕНГЕРСКОГО ОБЩЕСТВА  
ПО ИССЛЕДОВАНИЮ КАРСТОВ И ПЕЩЕР

AMTLICHES ORGAN DER UNGARISCHEN GESELLSCHAFT  
FÜR KARST- UND HÖHLENFORSCHUNG

ORGANE OFFICIEL DE LA SOCIÉTÉ HONGROISE  
DE SPÉLÉOLOGIE

OFFICIAL ORGAN OF THE HUNGARIAN  
SPELAEOLOGICAL SOCIETY

ORGANO UFFICIALE DELLA SOCIETÀ  
UNGHERESE DI SPELEOLOGIA

I. ÉVFOLYAM  
1959



Kiadja a MTESZ keretében működő  
MAGYAR KARSZT- ÉS BARLANGKUTATÓ BIZOTTSÁG  
BUDAPEST  
1960

# KARSZT- ÉS BARLANGKUTATÁS

A MAGYAR KARSZT-  
ÉS BARLANGKUTATÓ TÁRSULAT  
ÉVKÖNYVE

(HIVATALOS KIADVÁNY)

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОРГАН БЕНГЕРСКОГО ОБЩЕСТВА  
ПО ИССЛЕДОВАНИЮ КАРСТОВ И ПЕЩЕР

AMTLICHES ORGAN DER UNGARISCHEN GESELLSCHAFT  
FÜR KARST- UND HÖHLENFORSCHUNG

ORGANE OFFICIEL DE LA SOCIÉTÉ HONGROISE  
DE SPÉLÉOLOGIE

OFFICIAL ORGAN OF THE HUNGARIAN  
SPELAEOLOGICAL SOCIETY

ORGANO UFFICIALE DELLA SOCIETÀ  
UNGHERESE DI SPELEOLOGIA

I. ÉVFOLYAM  
1959



Kiadja a MTESZ keretében működő  
MAGYAR KARSZT- ÉS BARLANGKUTATÓ BIZOTTSÁG  
BUDAPEST  
1960

KARSZT- ÉS BARLANGKUTATÁS  
A Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetségének keretében működő  
Magyar Karszt- és Barlangkutató Bizottság kiadványa

Főszerkesztő:

Dr. DUDICH ENDRE  
egyetemi tanár

Felelős szerkesztő:

Dr. HEGEDŰS GYULA

Szerkesztő:

Dr. BERTALAN KÁROLY

Szerkesztőbizottság:

BARÁTOSI JÓZSEF, DR. JAKUCS LÁSZLÓ,  
DR. KESSLER HUBERT, DR. KRETZOI MIKLÓS, DR. LÁNG SÁNDOR,  
DR. LOKSA IMRE, DR. PAPP FERENC, VÉRTES LÁSZLÓ.

Technikai szerkesztők:

DR. DÉNES GYÖRGY, KÁRPÁTINÉ RADÓ DENISE, MAUCHA LÁSZLÓ.

Szerkesztőség:

Budapest, VIII., Puskin u. 3.

Felelős kiadó: Dr. Hegedüs Gyula

2579 -- Fővárosi Nyomdaipari Vállalat 5. sz. telep

Felelős vezető: Pege János

## K Ö S Z Ö N T Ő

A Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat köszönti most a „Karszt- és Barlangkutató” betűin, sorain és lapjain a Társulat tagjait és mindazokat, akik hittek abban, hogy ez a kiadvány megjelenik, bizonyítva azt, hogy a Társulatot megalapító tagok elérhető célt tűztek ki mindnyájunk elé. Évkönyvünk megjelenése igazolja azokat, akik méltónak, érdemesnek találták támogatni, segíteni az egy éve megalakult társulatot. Az egész társulat nevében köszönöm elsősorban a *Nehézipari Minisztériumnak*, hogy társulatunk célkitűzéseit megértette és támogatta. Szól azonban a tagság köszöntője e munka szerkesztőinek és a cikkek íróinak is, mert ők teszik lehetővé munkájukkal, hogy a társulat minden tagjának érdeklődését, kutatását olyan irányba vezessük, amely hazánk javát szolgálja és kivívja a szocialista és baráti államok hasonló kutatóinak elismerését is.

Munkásságunk nem új, régi hagyományokra tekinthetünk vissza. Reméljük, hamarosan módunk lesz a Társulat egy következő kiadványában részletesebben foglalkozni a karszt- és barlangkutató magyarországi fejlődésével, mert sokan és sokat áldoztak szabadidejükből, erejükből addig, amíg 1958. december 12-én a mai *Karszt- és Barlangkutató Társulat* megalakulhatott. Alapszabályunkat a *Nehézipari Minisztérium* hagyta jóvá 1959. március hó 31-én. Alapszabályunk értelmében társulatunk „...*Tevékenysége keretében kutatásokat szervez, előadóüléseket tart, folyóiratot és egyéb kiadványokat bocsát ki, kapcsolatot létesít hasonló jellegű külföldi szervezetekkel, elméleti és gyakorlati irányú tanfolyamok keretében gondoskodik a barlangkutató népszerűsítéséről és az ifjúság körében az utánpótlásról, műveli a karszt- és barlangkutató minden ágazatát...*”.

Sok és nagy tehát a feladatunk így első olvasásra is. Még nagyobb lesz azonban együttes munkánk feladata, ha elemezzük, hogy milyen célok elérését tűztük ki magunk elé. Kétségtől társulatunk tudós tagjainak kell munkásságukkal, publikálásukkal és eredményeikkel kivívni és megvédeni helyünket Magyarország tudományos egyesületei között. Hisszük, hogy ez sikerülni is fog nekik. Társulatunknak azonban, éppen sajátos szervezete révén, ez a munka még nem elegendő, sőt önmagában meg sem valósítható. A barlangkutató csak akkor lehet élő valóságra támaszkodó, ha sokak állandó és rendszeres munkájára támaszkodhatik. Társulatunk feladata tehát megtalálni az utat és módot, hogy összefogjuk Magyarország minden bar-

langkutató csoportját és segítsük kutató munkájukat tudós tagtársaink irányító készségével. Társulatunk feladatai közé tartozik, hogy az egyes kutatócsoportok eredményeiket közvetlenül közölhessék tagtársaikkal és az érdeklődő tudományos világgal. Kutatóink nem elégedhetnek meg öncélú kutatások szervezésével, megvalósításával. Szocialista államunk parancsolóan követeli tőlünk, hogy olyan munkát végezzünk, amellyel egész népünket tesszük gazdagabbá. Ez a gazdagabbá tétel lehet tudományos, de lehet gazdasági is. Tagjainktól és az egyes személyek összetartó, egymást segítő munkájától függ csak, hogy milyen mértékben és milyen gyorsan tudunk eredményes munkát végezni.

Az *Allami Földtani Intézet* által rendezett „mezozóos konferencián” beszélgettem szovjet, keletnémet és lengyel tudósokkal társulatunk célkitűzéseiről is. Ószinte örömmel folytattak eszmecsserét a barlangkutatásról és abban látták társulatunk nagy lehetőségeit, hogy társulatunkban geológusok, biológusok, földrajzosok, mineralógusok, vegyészek, archeológusok stb. dolgoznak tervszerűen együtt és ez a tudós kutatógárda a társulatban megtalálta a közvetlen együttműködés lehetőségét az ország minden részében a bányákhoz és más üzemekhez kapcsolódó barlangkutató szakosztályokkal.

Társulatunk központjának, vezetőségének mindenkorra legnagyobb feladata ezt a jó kollektívát egyre fokozni, bővíteni, közvetlenebbé tenni. Gondoskodnia kell tehát arról, hogy hazánkban egyre szélesedjék az a kör, egyre népesebb legyen azok száma, akik érdeklődéssel fordulnak barlangjaink felé és így minél többen és többen kapcsolódjanak be a magyar karszt- és barlangkutatás munkájába.

Ehhez a munkához, társulatunk jövőjéhez és tagjaink eredményes kutató munkájához kívánok a bányászok ősi köszöntésével mindannyiunknak

*jó szerencsét*

BARÁTOSI JÓZSEF  
az MKBT id. ügyv. elnöke

## ZUM GELEIT

Wir müssen mit freudigem Herzen all denen unseren innigen Dank aussprechen, die an der Gründung der *Ungarischen Karst- und Höhlenforschungs-Gesellschaft* teilgenommen haben, besonders aber jenen, die das Erscheinen der vorliegenden Publikation mit ihrer Arbeit ermöglicht haben. In erster Reihe muss unter denen, die die Gründung der Gesellschaft und später das Erscheinen dieser Publikation unterstützt haben, das *Ministerium für Schwerindustrie* erwähnt werden. Die Gesellschaft wurde den 12. Dezember 1958 gegründet und am 31. März 1959 begutachtete das *Ministerium für Schwerindustrie* seine Statuten. Laut dieser Statuten soll die Gesellschaft „...*im Rahmen seiner Tätigkeit Forschungen organisieren, Vortragsitzungen halten, eine Zeitschrift und andere Publikationen herausgeben, einen Kontakt mit ähnlichen ausländischen Organen anbahnen, an Hand theoretischer und praktischer Lehrkurse für die Popularisierung der Höhlenforschung und die Heranbildung eines jugendlichen Nachwuchses sorgen, und alle Zweige der Karst- und Höhlenforschung betreiben*“. Die spezielle Organisation der Gesellschaft ermöglicht, dass Geologen, Mineralogen, Biologen, Archeologen, Geographen und Chemiker mit den Höhlenforscher-Sektionen der Bergwerke und der Betriebe des ganzen Landes um das Verwirklichen gemeinsamer Ziele zusammenwirken. Die Hauptaufgabe der Zentralleitung ist, den Kreis dieser erfolgreichen, guten Kollektive immer zu erweitern. Diese Publikation soll mit Hilfe seiner Autoren und Redakteure jedes einzelne Mitglied der Gesellschaft dem gemeinsamen Ziele näherbringen.

Hierzu wünscht uns allen mit dem uralten Bergmanns-Gruss

„Glück auf!“

JOSEPH BARÁTOSI

Einstweiliger geschäftsleitender Präsident  
der Ungarischen Karst- und Höhlen-  
forschungs-Gesellschaft

## ОБРАЩЕНИЕ

С искренней радостью благодарим всех, кто участвовал в учреждении *Венгерского Общества Исследователей карстов и пещер* и в особенности тех, кто своей работой содействовал публикации настоящего издания. Учреждением Общества и публикацией настоящего издания мы в первую очередь обязаны *Министерству Тяжелой Промышленности*. Общество было учреждено 12-го декабря 1958 года и уже 31-го марта 1959 года *Министерство Тяжелой Промышленности* утвердило его устав. Согласно уставу Общество «... организует в рамках своей деятельности исследования, заседания, чтение докладов, издает журналы и разные издания, завязывает отношения с сходными зарубежными организациями, в рамках теоретических и практических курсов позаботится о популяризации исследования пещер, вовлекает в работу молодых специалистов, развивает все отрасли исследования карстов и пещер». Своеобразная организация Общества позволяет геологам, минералогам, биологам, археологам, географам, химикам, а также секциям по исследованию пещер шахт и заводов страны совместно работать в интересах достижения общих целей и осуществления общих задач. Важнейшей же задачей центрального руководства является всемерное развитие и расширение этого дружного коллектива. Настоящее издание поможет всем членам Общества, а его авторы и редакторы направляют их усилия на достижение общей цели.

К этому *Йозеф Баратоши*, временный делопроизводительный председатель Венгерского Общества Исследователей Карстов и Пещер желает всем, по старому шахтерскому обычаю, «Хорошего счастья».

## DIE GEOLOGISCHEN VERHÄLTNISSSE DES BÜKK-GEBIRGES\*

Von

DR. Z. SCHRÉTER

Doktor der geologisch-mineralogischen Wissenschaften

Das Bükk-Gebirge ist ein aus palaeozoischen und mesozoischen Schichten aufgebautes Faltengebirge, teilweise von Schuppenbau; im geologischen Aufbau und in der Tektonik von südalpinem und dinarischem Charakter. In geographischer und orographischer Hinsicht gehört es zum ungarischen Mittelgebirge, als dessen nordöstlichstes Glied.

Im geologischen Aufbau besteht das Bükk-Gebirge aus zwei verschiedenen Teilen: aus dem viel kleineren und niedrigeren nördlichsten Teil, dem *Inselgebirge von Uppony* und aus dem viel grösseren und höheren *eigentlichen Bükk-Gebirge*. Das Inselgebirge von Uppony ist nämlich die Fortsetzung des Szendrő—Edelényer Inselgebirges, die beiden werden aber durch tertiäre Beckenablagerungen weit von einander getrennt. Das Bükk-Gebirge weist eine von jenem abweichende, selbständige Entwicklung auf; die beiden sind von einander durch eine von Miozän-Ablagerungen aufgefüllte einstige Meerenge getrennt.

Das Bükk-Gebirge und das Upponyer Inselgebirge sind aus Karbon-, Perm- und Trias-Schichten aufgebaut, stark gefaltet und zeigen zum Teil Schuppenbau. Beide zusammen stellen in ihrer heutigen Form eigentlich ein grosses Inselgebirge dar. An der Südost- und teilweise Nordostseite des Bükk-Gebirges finden wir paleogene Ablagerungen (Obereozän und Oligozän). Dies beweist, dass das Gebirge wenigstens seit dem oberen Eozän eine Insel war; an seiner Nord- und Nordwestseite finden wir unmittelbar am Rande des Gebirges die Schichten des mittleren Miozäns, unter ihnen, im tertiären Beckengebiete, sind aber auch hier die Ablagerungen des Oligozäns vorhanden. Aber mit Rücksicht darauf, dass im Upponyer Inselgebirge auf

\* Ez a dolgozat magyar nyelven megjelent a „Hidrológiai Közlöny” 1954. évi 34. évfolyamának 7—8. számában, földtani térképpel és szelvényekkel Budapesten. A dolgozat második, hidrológiai részét itt nem közöljük. A földtani részt az újabb vizsgálati eredmények figyelembevételével itt némileg módosítottuk.



den gefalteten Karbon-Schichten diskordante litorale Ablagerungen der oberen Kreide liegen, können wir behaupten, dass das Bükk-Gebirge schon zur Zeit der oberen Kreide eine Insel war.

Die südwestliche Fortsetzung des Bükk-Gebirges bilden das Inselgebirge von Bátor und noch weiter den Darnó-Berg und die beiden Siroker Schlossberge. Diese letzten Ausläufer des Bükk sinken dann mit grossen Verwerfungen unter die junge vulkanische Masse der Mátra und dürften dann in den grossen Tiefen der ungarischen Ebene (Alföld) in südwestlicher Richtung die Fortsetzung finden.

## STRATIGRAPHISCHE VERHÄLTNISSE

### A. Das Upponyer Inselgebirge

Das Inselgebirge von Uppony ist die Fortsetzung des nordwestlich liegenden Inselgebirges von Szendrő—Edelény und an seinem Aufbau nehmen in grossen und ganzen dieselben Schichten teil. Da sich in diesen Schichten bis jetzt keine Fossilien fanden, ist die Bestimmung ihres geologischen Alters nur bedingt richtig. Wir betrachten sie gegenwärtig als *Unterkarbon*, ohne nähere Altersbestimmung.

#### K a r b o n

Wir unterscheiden die folgenden Schichtenreihen:

*Halbkristalliner Kalkstein von lichtgrauer und dunkelgrauer Farbe.* Diese älteste Schichte finden wir im nördlichsten Teil der Insel vor. Über Uppony ragen längs einer SW—NO gerichteten Aufschiebungsebene mit südöstlichem Einfallen von 60° lichtgraue und weisse halbkristallin-körnige Kalksteinschichten empor, als steile Felsen, welche gegen Südosten in einem dunkelgrauen Kalkstein übergehen. Teilweise ist dieser ebenfalls halbkristallin-körnig; es gibt aber dazwischen auch normale Kalksteine.

*Schichtenreihe des Tonschiefers und dunkelgrauen Kalksteins.* Über dem beschriebenen Kalkstein folgt eine Schichtenreihe, in deren konkordantem Einfallen dunkelgrauer Tonschiefer und dunkelgrauer Kalkstein wiederholt abwechseln. Die Mächtigkeit der Kalksteinschichten ist verschieden; unter ihnen kommen manchmal Dolomitbänke vor. In den Tonschiefer-Schichtenreihe kommen auch Diabas-Tuffe vor (G. PANTÓ). Das Einfallen der Schichten ist steil, vorherrschend in SO-licher Richtung.

*Schichtenreihe des Tonschiefers und Sandsteins.* Über der vorherigen Schichtenreihe folgt, ebenfalls konkordant, eine aus dunkelgrauem Tonschiefer und Sandstein bestehende Schichtenreihe. Sehr untergeordnet finden wir in dieser Schichtenreihe Kalksteinlinsen und schwarze oder dunkelgraue Kiesel-schiefer-Schichten. An den letzteren bemerkt man stellenweise eine partielle Faltung. Die Schichtenreihe fällt ziemlich steil nach SO ein. Es zeigen sich manchmal, in Begleitung von Kiesel-schiefer, auch schwarze manganhaltige Eisenerzlinsen, die früher ausgebeutet wurden.

## Trias

Im Gebirge sind in kleiner Ausdehnung auch die Schichten der Trias vorhanden.

*Dolomit und weisser Kalkstein aus der anisischen Stufe der mittleren Trias.* Im nördlichsten Teil des Inselgebirges, unter der grossen Kalkstein-Felsen-wand von Uppony kommt in einem dünnen Streifen ein bräunlich-gelber Dolomit zum Vorschein, welcher petrographisch mit den Dolomit (anisische Stufe) des Rudabányaer Gebirges übereinstimmt. Der Dolomit wurde — wie in Rudabánya — metasomatisch in Siderit umgewandelt und später limonitisiert. Der Limonit wurde einst ausgebeutet, jedoch ist der Vorrat erschöpft.

Im südöstlicheren Teil des Gebirges, bei Nekézseny, sind kleinere Ausbisse von weissem Kalkstein und grau-weissem dolomitischem Kalkstein zu finden, in welchem Durchschnitte von Crinoiden-Stielgliedern zu sehen sind. Diese können den Crinoiden-Kalksteinen des Rudabányaer Gebirges gleichgestellt werden. Im eigentlichen Bükk-Gebirge kommen ähnliche Crinoiden-Kalksteine nicht vor.

## Kreide

*Diabas.* Der Trias-Kalkstein und der dolomitische Kalkstein werden am nördlichen Ende von Nekézseny durch den grünlich-rötlichen Diabas durchbrochen, welcher manchmal mandelsteinartig entwickelt ist. Am Salband zeigt sich eine geringfügige Limonitierung. Der Diabas zieht sich in Begleitung des Trias-Kalksteins noch nach Südwesten weiter. Die Zeit des Aufdringens des Diabas können wir in die Mitte der Kreide verlegen.

*Litorale Schichten in Gosau-Fazies der oberen Kreide.* An der SO-Seite des Inselgebirges hat sich auf die gefaltete Karbon-Schichtenreihe diskordant eine Konglomerat-, Sandstein- und Tonschiefer-Schichtenreihe der sogenannten Gosau-Fazies abgelagert; zwischen die Schichten dieser Reihe schalten sich stellenweise Fossilien enthaltende Kalksteinlinsen ein. Aus dieser Schichtenreihe sind unter anderen folgende Arten zum Vorschein gekommen: *Acteonella gigantea* Sow., *Glaucania kefersteini* MÜNST., aus den Kalksteinlinsen *Hippurites cornu vaccinum* BRONN, *H. sulcatus* DEFR. Die Fossilien geben einen Beweis für das *Senon*-Alter der Schichtenreihe.

## B. Das Bükk-Gebirge

Das eigentliche Bükk-Gebirge wird von wechselreichen Schichten des oberen Karbon und des unteren Perm, des oberen Perm, weiterhin der Trias aufgebaut.

### I. Oberkarbon und Unterperm

*Tonschiefer- und Sandstein-Schichtenreihe.* Im nordwestlichen Teile des Bükk-Gebirges finden wir eine Tonschiefer-Schichtenreihe von dunklerem und lichterem Grau vor, in welche sich untergeordnet dunkelgraue oder

braune Sandsteinschichten und stellenweise auch dunkelgraue, oder schwarze Kalksteinlinsen und Schichten einschalten. Der untere, dunklergrau gefärbte Teil der Tonschieferschichtenreihe ist fossilfrei und dürfte aus dem oberen Karbon stammen, der obere, fossilienhaltige lichter-graue Teil vertritt vielleicht einen Teil des unteren Perm. Die Fossilien hat Gy. RAKUSZ beschrieben (Geol. Hung. Ser. Pal. Bd. 8. 1932). Diese Fossilien sind meistens solche, die im oberen Karbon und im unteren Perm gleicherweise vorkommen, wie *Productus gruenewaldti* KROTOW, *Linoproductus lineatus* (WAAGEN), *Echinoconchus fasciatus* (KUTORGA), *Spirifer (Choristites) fritschi* SCHELLWIEN, etc. Dagegen nur auf den unteren Perm beschränkt sind die *Linoproductus cancriniformis* (TSCHERNYSCHEW), die *Martinia triquetra* GEMMELARO und die *Lima krotowi* STUCKENBERG. Die von MAJZON bestimmte *Aljutovella* sp. und *Phillipsia eichwaldi* (FISCHER) weisen auf Karbon hin. Die Tonschiefer wurden früher im oberen Teile des Bán-Tales als gute Dachschiefer gebrochen.

Der untere Teil der Schichtenreihe dürfte den alpinen Auernig-Schichten und der sowjetrussischen Gschel-Stufe, der obere Teil der Sakmar-Stufe und dem unteren Teil der Artinsk-Stufe (den Schwagerina-Kalksteinen) entsprechen.

*Die oberen Kalksteinlinsen.* In dem oberen Teil der Tonschiefer-Schichtenreihe schalten sich schwarze Kalksteinlinsen ein, von denen einige Fossilien enthalten: *Martinia triquetra* GEMM., *Isogramma paotchowensis* GRABAU et CHAO, eine grosse *Spirifer (Choristites)*-Art von Samara-Typus, *Trachydomia wheleri* SWALLOW, etc. weiters Fusulinidae, welche nach MAJZON den *Triticites*, *Rauserella* und *Schubertella* Genera angehören und nach ihm auf Unterperm hinweisen. Nach den neueren Untersuchungen einiger ausländischer Fachgenossen deuten aber die Fusuliniden auf Karbon hin. In der Kalksteinlinse der Felsőzölököve-Weide kam zusammen mit den Fusuliniden *Martinia triquetra* vor.

In einigen Kalksteinlinsen befinden sich grosse *Poteriocrinus*-Stiele und Stielglieder. Unter den Stockkorallen sind die *Waagenophyllien* häufig, wie *W. indicum* (WAAG. et WENTZ), *W. columbicum* STANLEY-SMITH, welche oberpermischen Charakter besitzen, weiters *Siphonophyllia sophiae* HERITSCH etc. (determiniert von HERITSCH und KOLOSVÁRY). Es ist auffallend, dass in einer der obersten Kalksteinlinsen (Nagyberénáslápa) ein *Choristetes* von Samara-Typus und *Waagenophyllien* oberpermischen Charakters zusammen vorkommen. Wenn wir als richtiges Alter der Fusuliniden das Oberkarbon annehmen, würde das Unterperm im Bükk-Gebirge vollständig fehlen und die *Waagenophyllien* würden von stratigraphischen Gesichtspunkte aus wertlos erscheinen.

Die Kalksteinlinsen können wir in den oberen Teil der Artinsk-Stufe setzen.

*Grödener Schichtenreihe.* Über den oberkarbonischen-unterpermischen Tonschiefer-Schichtenreihe und den oberen Kalksteinlinsen folgt eine aus rotem und weissem Sandstein, rotem, violetterem und grünem Tonschiefer und teils sandigem Tonschiefer bestehende Schichtenreihe, in die sich untergeordnet auch Dolomit und Kalksteinbänke einschalten. Wir haben es also hier mit einer Schichtenreihe vorherrschend terrestrischen Ursprungs zu tun, in welche sich manchmal auch Karbonatschichten marinen Ursprungs ein-

schalten. Die sandiglehmige bunte Schichtenreihe fossilienfrei ist. In der Nähe des Tarótfő kommt in kleiner Ausdehnung auch Quarzitbrekzie vor.

Stratigraphisch entspricht diese Schichtenreihe den südalpinischen und dinarischen „Grödener Schichten“, die man heute für das oberste Glied des unteren Perm hält und dem oberen Rotliegend und der sowjetrussischen Kungur-Stufe gleichstellt. Diese Schichtenreihe findet man ebenfalls in der Gegend von Nagyvisnyó und im Hohen Bükk.

## II. Oberperm

Im Nordwesten, in der Gegend von Nagyvisnyó besteht die untere Schichtengruppe aus dem oberen Perm mit einer wechselnden Folge von lichtgrauem und weisslichem Dolomit und dolomithältigem Kalkstein, untergeordnet auch von dunkelfarbigem Kalkstein. Sie ist fossilienfrei. Die obere Schichtengruppe besteht aus schwarzen Kalkstein und hat eine Mächtigkeit von cca 200 m. In den einzelnen Schichten finden wir ziemlich zahlreich die Fossilien der von Südosten vordringenden indo-pazifischen oder indo-armenischen Fauna. Charakteristischere Formen sind *Schizophoria indica* (WAAGEN), mehrere Arten von *Derbyia*, *Productus (Dictyoclostus) yangtzensis* CHAO, *Tschernyschewia typica* STOYANOW, *Marginifera intermedia-belica* (ABICH), *Lyttonia nobilis* WAAGEN, *Spirifer (Comelicania) vultur* STACHE (nur ein Exemplar), *Spiriferellina cristata* (SCHLOTHEIM), *Notothyris warthi* WAAGEN var. *bükkensis* var. n., *Edmondia permiana* SIMIĆ, *Oxytoma wöhneri* KITTL. Stellenweise häufig sind die *Bellerophontiden*, mit der Sub-Gattungen *Bellerophon*, *Stachella*, *Bucania*, *Euphemus*. Von den *Cephalopoden* spielen nur die *Nautiloiden* eine Rolle, wie der *Pseudorthoceras cyclophorum* (WAAGEN), *Brachycycloceras oblique-annulatum* (WAAGEN), *Tainoceras bükkense* sp. n., *Tirolonautilus* sp., aus dem Formenkreis des *T. hoernesii* (STACHE) und *Temnocheilus* sp. Die Trilobiten sind durch die der *Pseudophillipsia elegans* GEMMELLARO'S aus dem Sosio-Kalkstein nahestehende *P. hungarica* SCHR. vertreten. Von den *Foraminifera* sind nur kleine Arten bekannt. Die *Glomospira* füllen manchmal dünne Schichtchen aus. Von den *Korallen* finden wir das *Waagenophyllum indicum* (WAAG. et WENTZ), diese wichtige Form des mittleren und oberen Productus-Kalksteins und des jugoslawischen oberen Perm. Eine bedeutende Rolle spielen die Kalkalgen, in erster Reihe die *Mizzia velebitana* SCHUBERT, ferner *Gymnocodium bellerophontis* (ROTHPLETZ). Die wichtigsten Fossilienfundorte sind im Steinbruch neben der Eisenbahnstation von Nagyvisnyó, dann der 3., 4. und hauptsächlich der 5. Eisenbahneinschnitt.

Im Gegensatz zu den bis jetzt behandelten Vorkommen des oberen Perm aus der Gegend von Nagyvisnyó finden wir im Hohen Bükk ganz andere Verhältnisse. Hier lagert unmittelbar über der Grödener Schichtenreihe die schwarze Kalksteinschichtengruppe, ebenfalls in einer Mächtigkeit von cca 200 m, diese enthält aber nur sehr spärlich Fossilien. Es zeigen sich fast nur *Mizzia* und *Korallen*. Bemerkenswert ist aber, dass die Schichten nach oben hin in einen lichten Kalkstein übergehen, welcher manchmal gegenüber dem schwarzen Kalkstein dominierend wird. Der lichtfärbige Kalkstein enthält keine Fossilien, er geht aber nach oben hin unmerklich

in den Kalkstein der unteren seiser Schichten über, dessen Alter schon durch Fossilien bewiesen wird. Es handelt sich also um Übergangsschichten. Diese, ebenso wie die Schichten der Trias fehlen in der Gegend von Nagyvisnyó gänzlich. Diese haben sich wahrscheinlich unter den Grund der tertiären Beckenteile gesenkt.

Die oberpermische Fauna des Bükk-Gebirges ist mit der südalpinen, jugoslawischen Fauna, dann mit dem mittleren und oberen Productus-Kalkstein des Salt-Range, mit Loping, Djoulfa, mit dem Nordkavkasus, etc. verwandt. Der Meereszweig, durch welchen der Meeresteil des Bükk mit der Tethys des oberen Perm in Verbindung gestanden ist, dürfte zwischen dem Bakony und dem Mecsek in der Richtung der heutigen Julischen und Karnischen Alpen gelegen sein.

### III. Trias

#### a) Untertrias, Werfener Schichtenreihe

##### 1. Seiser Schichten

In die seiser Schichtengruppe gehören licht- und dunklergraue, gut geschichtete Kalksteine, oolith-enhaltende graue Kalksteine, weiter nach oben zu grünlichgraue und rötliche sandige Tonschiefer. Alle sind im Hohen Bükk vorzufinden. Wie oben gezeigt wurde, werden die schwarzen Kalksteine des oberen Perm aufwärts lichter gefärbt und erscheinen manchmal in bedeutender Mächtigkeit; sie enthalten im unteren Teil keine Fossilien (Übergangsschichten). In den oberen Bänken des lichten Kalksteines sind aber seiser Schichten andeutende Fossilien zum Vorschein gekommen. Wir können also feststellen, dass die Schichten des oberen Perm in identischer Fazies unmerklich in die seiser Schichten der unteren Trias übergehen. Da auch die Konkordanz vollständig ist, kann man die Grenze zwischen Trias und dem oberen Perm nicht genau ziehen.

Die Kalksteine der unteren seiser Schichten (welche wir auf der Karte mit dem Übergangs-Kalkstein des oberen Perm zusammengefasst haben) bilden in den nördlichen Teilen noch eine einheitliche Masse, so auf dem Kemesnye. Nach Süden zu schalten sich in die Schichten des Kalksteins grünlichgraue Tonschiefer ein, was zur Folge hat, dass an den Flanken der tief eingeschnittenen Täler die Kalksteine als steile, fast vertikal stehende Felsenrippen („Teufelsrippen“) emporragen.

Die seiser Kalksteine kommen vor: auf dem Begyeleg-Berg, wo die *Anodontophora* cfr. *fassaensis* (WISSM.) zu finden ist; im Masse des Szilasfő und des Kemesnye, dann in dem Zug Leányvölgy—Gerennavár—Ablakoskő—Bálvány—Száravölgy—Ómassa. Auf dem Ablakoskő haben wir in ihnen die *Anodontophora fassaensis* (WISSM.) und die *Myophoria* cfr. *laevigata* (ZIETH.) gefunden. In der Nähe des Bálvány und bei Bánkút fanden sich die meisten Fossilien, unter anderen die *Anodontophora fassaensis* (WISSM.) *A. canalensis* (CAT.), *Pseudomonotis (Claraia) aurita* (HAU.) *P. orbicularis* (RICTH.), *Myophoria laevigata* (ZIETH.), etc.

Die unter die seiser Schichten einzureihenden Tonschiefer kommen vor: in kleiner Ausdehnung WSW von Nekézseny, wo die *Anodontophora canalensis* CAT. sich fand; dann in einem Zug um Gerennavár, Leányvölgy, Eszterfő, Ablakoskövölgy, Bánkút. An den letzten zwei Stellen kam die *Pseudomonotis (Claraia) aurita* (HAU.) vor. Im mittleren Teil des Csondróvölgy haben wir aus dem Tonschiefer die *Anodontophora fassaensis* (WISSM.) und die *Pseudomonotis (Claraia) aurita* (HAU.) gesammelt.

Das geologische Alter der in der Karte eingetragenen anderen seiser Tonschiefer-Vorkommen ist — da in ihnen keine Fossilien vorhanden sind — nicht sicher.

## 2. Kampiler Schichten

Ihre Gesteine sind hauptsächlich bräunlichgelbe und graue Kalksteine, untergeordnet rötliche und grauliche sandige Tonschiefer-Mergel. Ihr nordwestlichstes Vorkommen ist auf dem Málvinkaer Bogdánytető, wo man die meisten Fossilien findet. So unter anderen: die *Myophoria laevigata* (ZIETH.), *M. costata* (ZENK.), *Pseudomonotis inaequicostata* (BEN.), *Natiria costata* (MÜNST.), *N. subtilistriata* FRECH, *Turbo rectecostatus* HAU., *Tirolites cassianus* (QU.). Kampiler Schichten sind auf dem Csondrótető, in der Umgebung des Odvaskö und des Bartoskö vorhanden, wo wir die *Natiria costata* (MÜNST.) finden. Ein anderer Zug beginnt bei dem Szalajkavölgy, wo ebenfalls die *Natiria costata* zu finden ist, läuft dann weiter nach Norden, in die Umgebung von Hámor, wo sie in grösserer Ausdehnung vorhanden ist. Neben dem Lillafüreder Hotel ist es neuerlich K. BALOGH gelungen, aus sandigem Tonschiefer Exemplare der *Natiria costata* (MÜNST.) zu sammeln.

### b) Mitteltrias

#### 1. Dolomit und Kalkstein der anisischen Stufe

Die kampiler Schichtenreihe ist von einem grauen, geschichteten Dolomit überlagert, den wir in die anisische Stufe der mittleren Trias einschalten können. Er entspricht dem Mendola-Dolomit der Ost-Alpen und dem Megyehegyer Dolomit des Bakony. Sein genaueres geologisches Alter kann durch Fossilien nicht bewiesen werden. Wir finden ihn in einem langen Zug im Hangenden der Schichtenreihe der unteren Trias bei Hámor, von wo er nach WSW weiterläuft, hauptsächlich an der rechten Seite des Garadna-Tales über Ómassa nach Bánkút zu. Wir finden die Fortsetzung von diesem Zug im oberen Teil des Ablakoskövölgy, von wo sie in die Richtung des Hollókő sich weiterzieht, um von dort, schmaler geworden über den Rónabükk in die Umgebung von Nagyverő hinüberzugreifen. Während der Dolomit in den östlichen Teilen grau gefärbt ist, ist er in den südwestlichen Teilen weiss. An beiden Seiten des Hámorer Sees stehen die gut aufgeschlossenen Dolomit-Schichten fast senkrecht. Die chemische Analyse eines Musters aus dem Tunnel bei Lillafüred zeigt: Unlöslicher Rückstand 1,51 %,  $R_2O_3$  0,33 %, CaO 30,04 %, MgO 21,29 %, Glühverlust 46,62 %.

Ein kleineres Vorkommen finden wir im südlichen Teil von Lillafüred in einem zweiten Zug und in dessen östlichen Fortsetzung süd-westlich von Diósgyőr, auf dem Hegyestető-Berg. Im nördlichen Teile des Bükk-Gebirges, östlich von Mályinka, finden wir an der W Seite der Berge Nagykaticsány und Szalasznya einen ähnlichen Dolomit.

Die anisische Stufe ist gegen Süden zu schon in der Form eines grauen hornsteinführenden Kalksteines (Reiflinger Kalkstein) anwesend, der nach oben hin in den, den unteren Teil der ladinischen Stufe vertretenden, hornsteinführenden Kalkstein übergeht. Von diesem wird weiter unten die Rede sein.

## 2. Ladinische-karnische Stufe

Die Ablagerungen des Bükk-Gebirges aus der ladinischen Stufe sind sehr abwechslungsreich. Die Änderungen der Fazies sind rasch; wir finden neben einander und über einander Gesteine mit verschiedener abweichender Entwicklung, von denen nur ein Teil — als Seltenheit — alterbestimmende Fossilien führt.

Die petrographische Entwicklung der Stufe ist teilweise jener der östlichen Alpen ähnlich. Das unterste Glied der Stufe ist *a*) ein dunkelgrauer gut geschichteter, hornsteinführender Kalkstein (Reiflinger Fazies, Unterladin), *b*) ein weisser und lichtgrauer Dolomit (Wetterstein-Dolomit, Unterladin), *c*) ein dunkelgrauer Tonschiefer, mit untergeordnetem hornsteinführendem Kalkstein (Partnach-Fazies, Unterladin), *d*) Kieselschiefer-Fazies. Das obere Glied besteht aus geschichtetem lichtgrauem und weissem Kalkstein, selten mit Korallen (Wetterstein-Fazies, Oberladin-Karn), weissem fossilienführendem Kalkstein (Esino-Marmolata-Fazies, Oberladin-Karn). Schliesslich müssen wir auch die vulkanische Schichten beträchtlicher Ausdehnung, die die Porphyritoide, Porphyrite und Diabastuffe als zur ladinischen Stufe gehörig betrachten, deren grösster Teil zwischen den Schichten der ladinischen Stufe vorzufinden ist, d. h. mit dieser in engem Zusammenhang steht.

Wir müssen bemerken, dass das geologische Alter mancher der aufgezählten Schichten längere Zeit unsicher war. Ich habe die im südlichen Teil des Bükk in grosser Ausdehnung vorkommenden Tonschiefer (mich auf die Ansichten der älteren Forscher stützend), bis in die letzte Zeit für Karbon-Perm gehalten, teils, weil die petrographische Ähnlichkeit sehr gross ist, teils, weil aus ihnen keine Fossilien zum Vorschein gekommen sind, die für ein anderes geologisches Alter gesprochen hätten. K. BALOGH ist es gelungen, im Rudabányaer Gebirge in einer Kalksteinlinse des ganz ähnlichen und ebenfalls in den Karbon eingereihten Tonschiefers eine auf die ladinische Stufe hinweisende *Daonella* zu finden. Auf Grund dieses Fundes hat er die Tonschiefer des südlichen Bükk-Gebirges ebenfalls in die ladinische Stufe gestellt. Auf dieser Grund kann man die komplizierten stratigraphischen — und tektonischer — Verhältnisse besser interpretieren.

*Dunkelgrauer hornsteinführender Kalkstein.* Dieses Gestein kommt im Norden in der Flanke des Örvénykő, auf dem Oszratető, auf der Nordseite des Galyabérc, NW von Diósgyőr in der Umgebung des Bányabükk vor. In

der Gegend der Hámorer Mühle finden wir einen weissen hornsteinführenden Kalkstein. Derselbe ist auch auf der Diósgyőrer Burghöhe (Vártető) vorhanden. In einer bedeutenderen Mächtigkeit finden wir den hornsteinführenden und zum Teil hornsteinfreien dunkelgrauen Kalkstein in der Umgebung von Újhuta entlang des Csákányvölgy und des Lustavölgy, dann auf dem Nagydél-Berg. Hier geht er in die Kieselschiefer-Fazies über. Fortsetzungsweise finden wir ihn unter dem Peskő und an beiden Seiten der weissen Kalksteinmasse des Bélkő, wo er in schmalen Zügen hervortritt; auch bei den Bélapátfalvaer Quellen sehen wir ihn in einem langen, schmalen Streifen auf der Oberfläche. Eine Fortsetzung bildet nach Nordosten der zwischen dem Istállóskő und dem Gerennavár liegende beträchtlichere hornsteinführende Kalksteinzug, der sich nach NO verschmälert und fast bis zum Bánkút erstreckt. Sehr interessant ist an diesem Zuge, dass man hier am besten sieht, wie sich der hornsteinführende Kalkstein fingerartig mit dem gleichalterigen Tonschiefer verbindet (Partnach-Fazies) und zwar längs des oberen Teiles des Szalajkatales.

Südwestlich von der Masse des Bélkő zieht der hornsteinführende Kalkstein in das Haupttal von Szarvaskő hinein und zwar mit Tonschiefer- und Kieselschieferschichten rasch abwechselnd. Weiter entfernt tritt derselbe in ähnlicher Entwicklung auf dem Villóhegy und den Siroker Schlossbergen zu Tage. Ein langer schmaler Zug dieses Gesteines schaltet sich östlich vom Diabas-Vorkommen von Szarvaskő in die Tonschiefer ein; aus demselben bestehen der Kis- und Nagyeged, ein Teil des Várhegy, ein Teil des Imókő; mehrere kleinere Flecken in der Umgebung des Odorhegy. Sehr verbreitet ist derselbe in der Gegend zwischen Répáshuta und Kács, in der Umgebung von Nagydall, Imolytető, Odorvár, Csákány, Hármastető, Borsóstető, Szárhegy etz.

Im letztgenannten Gebiete fanden sich schlechterhaltene Fossilien, welche das geologische Alter der Schichten bestimmen. Diese sind: *Posidonia wengensis* WISSM. (Várhegy, Tibavölgy, Hármastető), *Daonella* cfr. *moussoni* MÉR. (Várhegy), *Daonella tyrolensis* MOJS., *Daonella pichleri* MOJS., *Proarcestes* cfr. *subtridentinus* MOJS. (Hármastető, Umgebung von Mohalma, Várhegy). Nach den erwähnten Fossilien zu urteilen, gehört der grössere Teil der hornsteinführenden Kalksteine dem Niveau „*Proarcestes subtridentinus*“ und „*Daonella lommeli*“ der ladinischen Stufe an (Wengener Schichten). Der untere Teil geht zweifelsohne auch in die anisische Stufe hinüber.

Die Schichtenreihe verliert stellenweise ihren Hornsteingehalt und geht unmerklich in einen lichtgrauen und sogar weissen Kalkstein über (Hosszúsom, Ökrös), wo der hornsteinführende Kalkstein nur in einem schmalen Streifen auftritt. In diesem Falle geht er meistens nach oben hin — in eine lichtgraue-weiße Kalksteinfazies (Wetterstein-Fazies) über, während er anderswo durch Tonschiefer vertreten wird (Partnach-Fazies).

*Weisser und lichtgrauer Dolomit.* In die ladinische Schichtenreihe der mittleren Trias schaltet sich stellenweise auch eine aus weissem und lichtgrauem Dolomit bestehende Schichtenfolge ein. Wir finden diese in ziemlich bedeutender Mächtigkeit an der rechten Seite des Schlossberges von Felsőtárkány in Begleitung der dunkelgrauen hornsteinführenden und hornsteinfreien Kalksteine. Hier habe ich im ganzen Bükk-Gebirge die einzige



*Diplopora* (wahrscheinlich die *D. annulata* SCHAFH.) gefunden. So können wir diesen Dolomit dem sogenannten Wetterstein-Dolomit gleichstellen.

In den hornsteinführenden Kalkstein eingelagert finden wir weissen kristallinen Dolomit und Kalkstein in grösserer Mächtigkeit in mehreren Zügen NW-lich von Kács, in der Gegend Felsőcsákány-, Magastető-Örhegy-Mohalma und Almásbérc-Galambic. Dieser kristalline Dolomit ist wahrscheinlich eine metamorphe Bildung.

*Dunkelgrauer Tonschiefer und Sandstein.* Die hier eingereihten dunkelgrauen Tonschiefer und Sandsteine sind ebensolchen Bildungen des Oberkarbon ausserordentlich ähnlich und können deshalb mit jenen verwechselt werden. Die Sandsteine spielen eine sehr untergeordnete Rolle und sind nicht abzusondern. An den Tonschiefern ist heute nur die Schieferung auffallend, während die einstige Schichtung verschwommen ist. Die sich einschaltenden Sandstein- und Kalksteinschichten laufen parallel mit der schieferigen Struktur, deswegen müssen wir an den meisten Stellen die Schieferung als identisch mit der wirklichen Schichtung annehmen. Die von I. SZEBÉNYI gemessenen wirklichen Fallrichtungen weichen auch kaum von der Richtung der Schieferung ab. Der Tonschiefer ist zweifellos stark gefaltet und in Schuppen angeordnet.

In die Tonschiefer-Schichtenreihe lagern sich an zahlreichen Stellen dunkelgraue, manchmal lichtergraue, oft hornsteinknollenführende Kalksteinschichten und Linsen ein, welche den oben erwähnten hornsteinführenden Kalksteinen ähnlich sind. Sie unterstützen unsere Meinung betreffs der geologischen Gleichaltrigkeit der beiden Schichtengruppen, welche sonst — wegen absoluten Mangels an tierischen Fossilien — schwer zu rechtfertigen wäre. Ich habe nur in dem ehemaligen Steinbruch des Szarvaskőer Vaskapu aufgeschlossenen Sandstein nicht näher definierbare Farnblätterspuren gefunden, welche also bezüglich des geologischen Alters nichts beweisen. Hier habe ich auch einige mm dicke Kohlenstreifen gefunden, die auf den terrestrischen bis Süsswasser-Ursprung dieser Sandsteine hinweisen, während der Tonschiefer und der übrige Teil des Sandsteine zweifellos eine Ablagerung aus seichtem Meere darstellen.

In den Tonschiefer schalten sich stellenweise auch manganhaltige Eisenerzlinzen ein (Gilitka-Kapelle, Kelemenszék-Berg, N von Felsőtárkány), welche die Ähnlichkeit mit den Oberkarbon-Schichten noch bekräftigen. Manchmal schalten sich auch Kieselschieferschichten ein. Der Tonschiefer guter Qualität wurde früher in der Gemarkung von Felsőtárkány, Bükkzsérc und Kisgyőr als Dachschiefer gebrochen.

Die Tonschiefer-Sandstein-Schichtenreihe findet man in grosser Verbreitung noch SW von Répáshuta, bis Bükkzsérc und Felsőtárkány, dann zwischen Felnémet und Mónosbél, von Diabas-Extrusionen mehrfach unterbrochen, NO-lich von Bélapátfalva, in der Gegend des Kelemenszéke, des weiteren im südöstlichen Teil des Bátorer Inselgebirges und im Darnóhegy. Wir finden sie dann um Gyertyánvölgy herum und nordwestlich von Kisgyőr in kleineren Zügen und zwar dort, wo einst die Schiefergruben waren.

*Kieselschiefer.* Die Kieselschiefer sind früher als zum Karbon gehörig beschrieben worden, auch Rüst hat seine Radiolarien als solche beschrieben. Heute stellen wir sie in die ladinische Stufe, als eine Fazies derselben. Es

scheint, dass infolge einer Anhäufung der Radiolarien-Überreste in grossen Massen zur Zeit der unteren ladinischen Stufe stellenweise ziemlich ansehnliche Kieselschiefer Ablagerungen — meistens Linsen — entstanden sind, welche sich in der teils kalkigen, teils lehmigen Ablagerungszone in gleicher Weise ausbilden konnten. Wahrscheinlich hat nicht nur eine solche Radiolarien-Sedimentation stattgefunden, sondern mehrere; dies wird z. B. durch den Umstand angedeutet, dass zwischen dem Tarkő und Imókő vier solche Kieselschieferschichten zu finden sind. Es ist nicht wahrscheinlich, dass diese Wiederholungen tektonischen Ursprung hätten, d. h. dass diese sich wiederholenden Schichten durch Faltung oder Aufschuppung entstanden wären.

Die Kieselschiefer sind teils grau, teils gelblich-braun, teils rot. In Begleitung der Kieselschiefer finden wir häufig rote und violette Tonschiefer und dünngeschichtete, rosafarbige oder gelbe Kalksteine. Rüst hat die Radiolarien des Bükk-Gebirges als karbonisch beschrieben (Palaeontogr. Bd. XXXVIII. 1892), heute müssen wir sie als ladinisch betrachten. Die von Rüst beschriebenen Radiolarien sind alle neue Arten, also für das Karbon nicht charakteristisch. Solche sind *Cenosphaera*, *Lithocampe*, *Tricolocapsa* sp. etz. (Vöröskő). Das Gestein des Schlossberges bei Felsőtárkány zeigt folgende Zusammensetzung: Glühverlust —,  $\text{SiO}_2$  91,47%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  2,66%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  4,57%,  $\text{CaO}$  —,  $\text{MgO}$  —,  $\text{BaSO}_4$  0,56%. Feucht. —. Die Kieselschiefer wechseln aber manchmal auch mit grauen und dunklen Kalksteinschichten ab, wie NW von Szarvaskő und S von Mónosbél.

Die Kieselschiefer finden wir am südlichen Fusse des Hochplateaus des Bükk-Gebirges, um den Tarkő und Imókő, sowie auf dem Hollóstető. Dann S-lich und SO-lich von Répáshuta, bei dem Ballabérc, dem Hosszúsom und Ökrös, auf dem Nyírmező, in der Umgebung der Schiefergruben von Kisgyőr, bei dem Tamásszék völgy, bei Apasoma und Mákszem, in dem Zuge Csipkéstető-Borzlyuktető, dann in bedeutender Ausdehnung im Bátorer Inselgebirge, schliesslich in kleineren Flecken im Gebiete des Darnóer Inselgebirges.

*Lichtgrauer und weisser, manchmal Korallen enthaltender Kalkstein. (Wetterstein-Fazies.) Oberladin-Karn-Stufe.* Auf dem Hochplateau des Bükk-Gebirges und im nördlichen Teil des Gebirges, im der Masse des Örvénykő-Kőlyukgallya-Andóbikk und in dem von der Gegend von Répáshuta fast bis Miskolc reichenden grossen Kalksteingebiete dominiert ein lichtgrauer, zum Teil weisser Kalkstein, der meistens gut geschichtet, manchmal aber nur grobbankig ist (Wetterstein-Fazies). Dieser Kalkstein lagert über dem hornsteinführenden dunklen Kalkstein und dürfte somit mit dem später zu beschreibenden fossilienführenden Kalkstein von Esino-Marmolata-Charakter gleichaltrig sein. Dieser Kalkstein baut die grössten Kalksteingebiete auf. Es ist möglich, dass er auch einen Teil des hornsteinführenden Kalksteins ersetzt, namentlich dort, wo die Schichtenreihe des hornsteinführenden Kalksteins sich stark verdünnt, oder fehlt.

Ausser den erwähnten grossen Kalksteinplateaus sind seine kleinere Vorkommen die Folgenden: die grösseren Schollen des Szalasznya, Nagykaticsány, Buzgókő, Dolka, Szeleta, des Kecskelyuk-Messzelátó, die kleine Scholle neben dem Diósgyőrer Schlossberg, die kleinen Schollen in der

Umgebung des Tatárdomb, die Schollen bei dem Görömbölyer Bad, die östliche Fortsetzung des Kalkstein-Hochplateaus über Lillafüred hinaus von der Gegend des Fehérkö bis zur Gegend des Fényeskő, schliesslich die Kalksteinausläufer bei der Kisgyörer Schiefergrube. Fossilien sind in den Schichten sehr spärlich zu finden. Es zeigen sich nur Korallen, welche nach der Bestimmung von G. KOLOSVÁRY die folgenden sind: *Thecosmilia badiotica* VOLZ, *T. subdichotoma* MÜNST., *T. granulata* (KLIPST.), *Montlivaltia septafidens* VOLZ, *Montlivaltia obliqua* (MÜNST.), *Isastraea bronni* (KLIPST.), *Craspedophyllia alpina* LORETZ, *Conophyllia recondita* (LAUBE), *C. zitteli* (VOLZ), *Margarosmilia confluens* (MÜNST.) usw.

Weisser und lichtgrauer, fossilienführender Kalkstein von Esino-Marmolata-St. Cassian-Charakter. Oberladin-Karn-Stufe. Die weissen und lichtgrauen Kalksteine zeigen meistens keine gute Schichtung, höchstens Grobbankigkeit. Charakteristisch ist es, dass man im Gegensatz zu der anderen Kalkstein-Fazies in ihnen an manchen Stellen ziemlich reichlich Fossilien findet. Der grösste Teil der Fossilien sind Schnecken, seltener finden sich Brachiopoden und Muscheln. Die Fossilien sind im allgemeinen schlecht erhalten, meistens brüchig, manchmal nur Steinkerne, weil sie aus dem einschliessenden Gestein nur schwer zu befreien sind. Darum können die Bestimmungen in den meisten Fällen nur durch cfr. erfolgen.

Die meisten Fossilien fanden sich in der Schlucht des von Felnémet 2,5 km nördlich liegenden Bervatales und auf dem Bervahát-Berg. Diese sind die folgenden: *Conophyllia recondita* (LAUBE), *Calamophyllia fenestrata* (REUSS), *Bavarosmilia bavarica* (FRECH).

Bruchteile von *Echinus*-Stacheln, darunter die Stacheln der *Cidaris* cfr. *dorsata* BRAUN.

*Terebratula* cfr. *oppeli* LAUBE, *T.* cfr. *commendai* BITTN. cfr. *tenella* BITTN., *T. julica* BITTN., *Waldheimia* (*Aulacothyris*) cfr. *dualis* var. *depressa* BITTN., *W. compressa* BITTN., *Rynchonella* cfr. *unciculina* BITTN., *R.* cfr. *concordiae* var. *carantana* BITTN., *Spirigera* cfr. *wissmanni* (MÜNST.), *Spiriferina* cfr. *oligoptycha* BITTN.

*Pecten* cfr. *filosus* HAU., *Pecten*-Arten, darunter auch eine glatte *Pecten*, *Mysidioptera* sp., *Avicula* cfr. *tofanae* BITTN., *A.* cfr. *kokeni* WÖHRM., *A caudata* STOPP., *Myoconcha* cfr. *lombardica* HAU., *Gonodon?* sp., *Cardita* cfr. *crenata* GOLDF.

*Worthenia canalifera* (KLIPST.), *W. venusta* (MÜNST.), *W. apunctata* KITTL., *W.* cfr. *supraornata* KITTL (?), *Sisenna* sp. (ihre Form erinnert an die *S. euspira* KOKEN), *Patella* sp., *Scurria* cfr. *petricola* KITTL., *Trochus subbisertus* d'ORB., *Trochus* sp. (wahrscheinlich eine neue Form), *Loxonema rarecostatum* BÖHM., *Loxonema* (*Polygyrina*) *elegans* M. HÖRN., *L.* sp. — Abdruck, der auf das *L.* (*Polygyrina*) *tornatum* KOKEN hinweist, *Naticopsis klipsteini* M. HÖRN., *Naticopsis* mehrere sp., *N.* (*Vernelia*) cfr. *fastigata* (STOPP.), *Neritopsis striatocostata* (MÜNST.), *Collonia cincta* MÜNST., *Protonerita* cfr. *incisa* KITTL. *P. subcandida* KITTL., *Coelostylina* (*Pseudochrysalis*) cfr. *stotteri* (KLIPST.), *C.* (*Gradiella*) aff. *scissa* J. BÖHM., *C.* mehrere kleiner Arten, *Zygopleura* (*Allocisma*) *grandis* M. HÖRN., *Z.* (*A.*) cfr. *gibbosa* KOKEN (?), *Macrochilina* (*Rama*) cfr. *ptychitica* KITTL. Ein Lägsschnitt von *Coelostylina* (*Gigantogonia*) cfr. *aldrovandi* (STOPP.).

Der Kalkstein des Bervahát zieht sich weiter nach Osten, wo er in der Schlucht des Mészvölgy zu Tage tritt. Hier fanden sich nur einige Korallen [*Conophyllia zitteli* (VOLZ).]

In bedeutenden Mengen kommt dieser Kalkstein NNO von Cserépfalu un NW von Kács vor. 1,7 km N von Cserépfalu, von Aranygombtető an dem Berghang über der Subalyuk-Höhle fanden sich Fossilien, u. zw.: *Conophyllia recondita* (LAUBE), *C. zitteli* (VOLZ), *Stylophyllum praenuntians* VOLZ: (KOLOSVÁRY), dann eine *Terebratula* Art, welche der *T. commendai* BITTNER ähnlich ist, eine andere *T.* Art, mit breitem Sinus (ein beschädigtes Exemplar), ferner *Rhynchonella* cfr. *unciculina* BITTNER. Häufig ist die *Posidonia wengensis* WISSM. und es kommen auch Abdrücke dreier *Pecten*-Arten vor. In den anlässlich der Erforschung der sich ins Hórvölgy öffnenden Subalyuk-Höhle entfernten Gesteinstrümmern fand man: die *Terebratula* cfr. *debilis* BITTNER und eine *Trochus*-Form, welche der *T. serratimargo* KOKEN ähnelt. In der Kalksteinschlucht des Hórvölgy kamen vor: *Encrinurus* Stielglieder, die knotigen Stacheln der *Cidaris alata* AG., dann Korallen.

Hierher gehört schliesslich der am Gipfel des Nagyeged-Berges befindliche weisse Kalkstein, in dem Bruchstücke von *Daonellen* und *Halobien* zu finden sind. Diesen Kalkstein können wir in die karnische Stufe einreihen (S. Földt. közl. Bd. LXV., p. 103,—1935).

Die in diesen Kalksteinen vorhandenen Fossilien weisen auf die Fauna der alpinen Esino-Marmolata-St. Cassian- etz. Schichten hin. Sie sind teils ladinischen, teils karnischen Charakters, viele unter ihnen sind — ebenso wie in den Alpen — in beiden Stufen vorhanden. Cephalopoda, die das geologische Alter sicher bestimmen könnten, sind keine vorhanden. Da dieser Kalkstein über dem oben beschriebenen ladinischen, hornsteinführenden Kalkstein gelagert ist, können wir ihn als höchstes Glied der ladinischen Stufe betrachten, das auch in die untere karnische Stufe hinüberreicht.

Zu diesem Kalkstein können wir noch den Felsen des Papkő und die durch das Lökvölgy durchschnittenen Kalksteinlinsen zählen. Diese Kalksteine sind zum Kalkbrennen sehr geeignet. Die chemische Analyse des Kalksteines vom Bervatal bei Felnémet ist folgende: in Salzsäure unlöslich 0,14%, CaO 55,80%, Glühverlust 43,87%, R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,18% (Analytiker I. BARNA)

*Porphyritoid, Porphyrit und Diabastuff.* Zur Zeit der anisischen und hauptsächlich der ladinischen Stufe hat es auch im Bereiche des Bükk-Gebirges eine vulkanische Tätigkeit gegeben, die mit dem Entstehen der im Bakony feststellbaren schwachen vulkanischen Spuren, des Diabastuffes des *Protrachyceras reitzi*-Niveaus und der in die Buchensteiner und Wengener Schichtengruppe der Ostalpen eingelagerten Eruptiva gleichzeitig erfolgte.

Als ältere eruptive Gesteine des Bükk-Gebirges können wir die Porphyritoide (gepresste Oligoklas-Porphyrite), die Porphyrite und die „Grünsteinschiefer“ betrachten. Die letzteren sind hauptsächlich ältere basischere, gepresste vulkanische Tuffe, namentlich Diabas-Tuffe (Schalstein). Sie haben eine grünliche, grünlich-graue Farbe, sind dünnschichtig, schieferig, haben einen seidenden Glanz, sie sind serizitisiert. Zwischen sie schalten sich manchmal dünne graubraune Kalksteinschichten ein.

In die stark gepressten schieferigen Porphyritoide dringen stellenweise bräunlich-rötliche und violette Augitporphyrite ein, die nur von Lithoklasen durchzogen und nur schwächer gepresst sind (bei Lillafüred, Nagy István eröse usw.). Diese sind wahrscheinlich jüngeren Alters; vielleicht sind sie mit den Diabasen gleichalterig. Auf dem Bagolyhegy von Újhuta kommt auch ein Quarzporphyr vor. Die stärker oder schwächer gepressten älteren Eruptivgesteine sind von dünnen saueren Gängen durchzogen: diese bestehen aus Quarzit-Feldspatquarzit-Granitpegmatit- und Aplit. Die petrographischen Untersuchungen sind von Zs. SZENTPÉTERY ausgeführt worden.

Der nördlichste Zug beginnt im östlichen Teil von Hámor, von wo er auf den Dolka hinaufsteigt. In seiner Fortsetzung nach W finden wir kleinere Vorkommen um Kovácskő, Nagymésztető und Barátságkert. Weiter nördlich kommt das Gestein aber noch an einer Stelle, auf dem Andóbikk zum Vorschein. Der zweite Zug läuft W vom Gulicskaberg auf den Fehérkő, in die Umgebung des Lillafüreder Grand-Hotels, von dort über den Szentistván-hegy auf die Jávor- und Borovnyák-Berge hinüber. Er tritt von neuem auf dem Nagy István eröse und in der Nähe des Hollókő hervor. Seinen südwestlichsten Ausbiss finden wir im obersten Teil des Horotna-Tales („Máriabánya“).

Der breiteste Porphyritoid-Zug beginnt westlich vom Diósgyőrer Eisenwerk in einer Breite von za. 3 km und läuft in die Gegend von Ohuta und in die südliche Umgebung von Lillafüred hinüber, von dort etwas nordwestlich auf den Vesszős hinauf, zieht andererseits von der Újhutaer Gegend NW in die Nähe der oberen Szinva-Quelle und von dort noch weiter nach NW. Das südlichste Vorkommen zeigt sich in der Gegend Miklósluga, Belvácsrét und Hidegpataka, von wo wir gegen W noch einige kleinere Ausbisse in den Talböden zwischen den honrsteinführenden Kalksteinen finden.

Die beschriebenen Gesteine sind — augenscheinlich — Produkte der zur Zeit der mittleren Trias stattgefundenen bedeutenden stratovulkanischen Tätigkeit. Sie sind während des späteren Faltungsprozesses zum grössten Teil schieferig geworden. Die einzelnen Züge treten heute in einzelnen abgeordneten tektonischen Einheiten auf.

*Diabas, Gabbro und Wehrlit.* Im südwestlichen Teil des Bükk-Gebirges haben die alten Massengesteine ansehnliche Verbreitung; ihre Eruption dürfte sich während des Faltungsprozesses der Kreide abgespielt haben. Von diesen Gesteinen können der Wehrlit und der mit ihm in Verbindung stehende Gabbro als in der Tiefe erstarrte (abyssische) Gesteine betrachtet werden, und zwar in der Weise, dass der Wehrlit eine Differentiationsfazies der grösseren Gabbromasse bilden dürfte, während die Diabase die auf die Oberfläche gelangten basischen Laven darstellen.

Der Wehrlit ist auf dem in der Nähe des Szarvaskő befindlichen Kecskefark-Berge mittels eines Stollens aufgeschlossen worden. Auf demselben Berge finden wir auch den Gabbro, dessen kleinere Vorkommen noch weiter südwestlich vorhanden sind. Gute Aufschlüsse sind in Újhatárvölgy. An den Rändern der gabbroidalen Masse haben sich als Differentiationsprodukte die verschiedenartigen ultrabasischen Gesteine (Piroxenite, Hornblendite)

gebildet, die von Zs. SZENTPÉTERY und später E. LENGYEL studiert und eingehend beschrieben worden sind. Die gabbroidalen Gesteine werden ziemlich oft von sauereren Gesteinsgängen, Injektionen durchzogen: Amphiboldioritporphyrte, Quarzdiorit-Aplite und Quarzgänge, Gabbropegmatit-, Gabbroaplit-, Plagiopegmatit- etc. zeigen sich als Gänge.

Die effusive Hauptmasse der Diabase beginnt auf dem Keselyűhegy, setzt sich auf dem Szarvaskőer Schlossberg, auf dem Tardoshegy, Ágazatbérc, Holtembertető und auf dem Kerekhegy fort. Dieser Zug wird von einem feinkörnigen Spilit gebildet. Der Zug des Majortető und des Malomhegy besteht ebenfalls aus Spilit. Aus diesem bestehen auch die die Hauptmasse begleitenden schmalen Lagergänge. Das Innere der Masse neben der Eisenbahnhaltestelle von Tardos ist Gabbrodiabas, welcher gegen die Ränder zu in Spilit übergeht. Dieser ist charakteristisch hypabyssisch. Die von hier südwärts bis zur Ausbuchtung des Csehibaches erscheinenden kleineren Massen haben ebenfalls Gabbrodiabas-Charakter.

Der Spilit zeigt sich weiter nach SW noch in zahlreichen kleineren Vorkommen; so im Bátorer Inselgebirge, auf dem Darnóhegy und in dessen südlichen Ausläufern. In kleinen Mengen kommt er noch nördlich von Felsőtárkány, auf dem Hochplateau des Bükk und in der Nähe der Szinva-Quelle vor.

Die Gabbro-Wehrlit-Diabas-Gesteinsgruppe ist eine aus *einem* Magma hervorgegangene gleichaltrige Gesteinsassoziation. Gabbro und Diabas sind zwischen die Tonschiefer und Sandsteine der ladinischen Stufe eingedrungen und haben dieselben an ihrer Berührungsfläche an mehreren Stellen leicht metamorphisiert. Der Diabas hat an einer Stelle, in der Nähe der Szinva-Quelle auch den hornsteinführenden Kalkstein geringfügig metamorphisiert und an der Berührungsfläche zeigt sich auch die Spur einer schwachen Verzerrung. Dies beweist ebenfalls, dass die Diabas-Gabbro-Aufbrüche jünger waren, als die mittlere Trias und wenn wir die Gebirgsbildungsprozesse in Betracht ziehen, können wir das Aufdringen der basischen Gesteine mit der grössten Wahrscheinlichkeit in die Hauptfaltungsperiode des Bükk-Gebirges, in die Zeit der zwischen die untere und obere Kreide fallenden sogenannten austrischen Faltung verlegen. Die jüngeren mesozoischen basischen Gesteine des Bükk-Gebirges können wir als die nordöstlichen Ausläufer der grossen dinarischen Gabbro etc. Aufbrüche betrachten. Ihre letzten Spuren zeigen sich noch 40 km weiter nach NNO, in dem Tale der Bodva.

## TEKTONIK

Das Bükk-Gebirge ist ein gefaltetes und etwas geschupptes Gebirge, welches in der Kette des Ungarischen Mittelgebirges ein ziemlich fremdes Glied darstellt, und das wir auch nicht als zu den mittleren Karpathen gehörig betrachten können. Sein stratigraphischer und petrographischer Aufbau hat südalpinen und dinarischen Charakter. Einen Hinweis hierfür bieten neben anderen Merkmalen die bedeutendere Rolle der Kieselschiefer (Radiolarite) und die Ähnlichkeit der basischen Eruptiva aus der Kreide mit der „Schiefer — Radiolarit — mesozoischen Grünstein-Fazies“ des jugoslawisch-

dinarischen mittleren Kristallinzuges, d. i. der Zentraliden (KÖBER), und mit den Extern-Radophiten. Das Bükk-Gebirge ist auch viel stärker gefaltet, als die übrigen Glieder des Mittelgebirges, z. B. der Bakony. An seinen Rändern wird es von grossen Randbrüchen begrenzt.

Die ersten Erdkrusten-Bewegungen im Bereiche der des Upponyer Inselgebirge aufbauenden Bildungen haben sich nach dem Unterkarbon vollzogen (Varistische Faltungsperiode).

Im eigentlichen Bükk-Gebirge lagern die Schichten des oberen Karbon, des unteren und oberen Perm, der unteren und mittleren Trias konkordant übereinander und haben sich gleichzeitig gefaltet. Der grösste Teil der oberen Trias, die Schichten des Jura und der unteren Kreide fehlen im Bereiche unseren Gebirges gänzlich. Auf Grund dieser Tatsachen können wir annehmen, dass die ersten Bewegungen schon nach der mittleren Trias, oder im Laufe des Jura begonnen haben (kimmerische Orogen-Phase). Aller Wahrscheinlichkeit nach ist die Hauptfaltung des Bükk-Gebirges zur selben Zeit erfolgt, wie auch die Hauptfaltung der Hauptmasse der Alpen und Karpathen stattgefunden hat, d. h. zwischen der unteren und mittleren Kreide, mit anderen Worten in der *austrischen Orogenperiode* STILLE's. Einen Beweis für die Wirksamkeit dieser Bewegungsperiode bieten die Konglomerate und Sandsteine litoralen Ursprungs aus der oberen Kreide mit den eingeschalteten hippuritführenden Kalksteinlinsen und roten Tonen, die sich an die zuvor gefaltete und denudierte, aus unterkarbonischen Schichten bestehende SO-Flanke des Upponyer Inselgebirges angelagert haben.

Auch auf der Südost-Seite des Bükk finden wir roten Ton und Kiesel-schieferschotter über den Schichten der Trias und unter dem Kalkstein des oberen Eozäns. Wahrscheinlich stammen auch diese aus der oberen Kreide. Zur Zeit der Oberkreide war somit das Bükk-Gebirge im grossen und ganzen schon geformt und dürfte sich nach Osten, Westen und Südwesten bedeutend weit ausgedehnt haben.

Die das Bükk-Gebirge im engeren Sinne aufbauenden Gesteinsschichten fallen in den östlicheren Teilen vorherrschend nach NO, in der Mitte vorherrschend nach N, in den W- und SW-Teilen vorherrschend nach NW, es kommen aber stellenweise auch entgegengesetzter Fall-Richtungen vor. Das west-östliche Streichen des Gebirges und der Schichten krümmt sich gegen Norden etwas bogenförmig. Im nördlichen Teil des Gebirges finden wir nach SO geneigte Falten, in den südlicheren Teilen gehen die Antiklinalen und Synklinalen an manchen Stellen sogar in schuppenartige Aufschiebungen über. Die Aufschiebungen richten sich, dem Streichen der Schichtenfolge entsprechend, nach SO, S und SW. (Vgl. geol. Karte und Profile.)

So können wir östlich von Nagyvisnyó, parallel mit dem Bánvölgy an der Tonschiefer-Schichtenreihe aus dem Oberkarbon-Unterperm zwei Aufwölbungen beobachten; in den Flügeln derselben folgen die oberen Schichtenreihen des oberen Perm, dann der unteren und mittleren Trias in überkippter Stellung. Diese Schichtenreihen des unteren Perm und die Ablagerungen des oberen Perm. Die zwei Aufwölbungen schliessen eine Synklinale ein, welche sich in den Kalksteinfelsen des „Dédesi Nagyvár“ bemerkbar zu machen beginnt, dann sich in der Masse des Szilasfö und des Kemesnye ausbreitet; die Kalksteine der

unteren Trias werden als Muldenmitte von den permischen Schichten umschlossen. Im südöstlichen Flügel der südöstlichen Antiklinale, in der Gegend Ablakoskővölgy—Bálvány—Nyárjuhegy folgen die Schichtenreihen ziehen in ähnlicher Abfolge nach NO dann nach O weiter und bilden den nördlichen und nordwestlichen Flügel einer grossen Synklinale. Der Kern der grossen Mulde ist das Hochplateau des Bükk-Gebirges. Der südwestlichste Ausläufer dieser Synklinale ist der Bélkő, wo die Kalksteinschichten der mittleren Trias im Kern der Mulde vertikal stehen. An seinen beiden Seiten finden wir die schmalen Züge des hornsteinführenden Kalksteines, dann einen breiteren Zug der ladinischen Tonschiefer. Die im NO noch geneigte Mulde geht also am Bélkő in eine normale, stehende Synklinale über. An der SO-Seite der grossen Mulde, in der Gegend Sátorhegy—Peskő—Tarkő—Nagydél kommt der hornsteinführende Kalkstein in einem langen Zug mit NW-lichem, weiter nach Osten N-lichem Einfallen unter dem lichtgrauen Kalkstein hervor. In dessen Liegenden kommt wiederum der Tonschiefer der mittleren Trias zum Vorschein, den südöstlichen Flügel der grossen Mulde andeutend.

Diese Mulde ist jedoch zweifellos nicht einheitlich; es ist wahrscheinlich, dass sie in SW—NO Richtung von mehreren geschuppten Aufschiebungen durchdrungen wird, deren Gegenwart man auf dem einheitlich aufgebauten Kalksteinplateau nicht erkennen kann. In anderer Weise können wir die grosse Verbreitung des steilfallenden Trias-Kalksteines an der Oberfläche nicht erklären. Das Dasein einer solchen Aufschiebung können wir nur an einer Stelle tatsächlich feststellen u. zw. längs dem Zuge Jávorkút—Disznókút—Létrás, wo die als untertriadisch (seiner Schichten) betrachteten seidenglänzenden Tonschiefer einerseits nach N unter die lichtgrau-weissen Kalksteine des mittleren Trias eintauchen, andererseits in südlicher Richtung über die gleichen Kalksteine geschoben erscheinen, sofern wir dies nicht als eine einfache Zwischenlagerung betrachten wollen. Längs des Garadnatales zieht sich eine permischtriadische Schichtengruppe hin, auf welche von Norden die hellgraue-weiße Kalksteintafel des Plateaus von Nagysom—Andóbikk—Kőlyukgallya ein wenig aufgeschoben wurde.

Dieses Kalksteinplateau kann im wesentlichen ebenfalls als eine grössere Schichtenmulde betrachtet werden, an deren Nordseite die hornsteinführenden Kalksteine stellenweise wieder zum Vorschein kommen. Sie dürfte ebenfalls von Aufschiebungslinien durchzogen sein.

In der Gegend von Nagyvisnyó und Dédes sind die Schichten des Oberkarbon und des Perm schwach gefaltet und die Schichtenreihe ist von kleineren Aufschiebungen durchsetzt.

Die Diabase des Bükk-Gebirges scheinen längs der Achse einer schiefen Aufwölbung der Tonschiefer der mittleren Trias aufgebrochen zu sein. Dies ist deshalb anzunehmen, weil in den Tonschiefer sowohl im NW, als auch im SO ein breiterer Streifen des hornsteinführenden Kalksteines eingeschaltet ist.

Die Tektonik des südlichen Teiles des Bükk-Gebirges ist sehr kompliziert, so dass es sehr schwer ist von ihr ein zufriedenstellendes Bild zu entwerfen. Eine bemerkenswerte Erscheinung ist, dass sich bei Feketekő—Imókő die Streichrichtung der Kalksteinzüge ändert. Die in den westlichen



Teilen noch SW—NO gerichteten Kalksteinzüge drehen sich hier um und nehmen eine im wesentlichen nach OSO gerichtete Streichrichtung an.

Der längs der Linie Hidegpataka—Belvácsrét—Miklósluga verlaufende Porphyritoid-Diabastuff-Zug kann eine kleinere NNW—SSO gerichtete Aufschiebungslinie im Bereiche der hornsteinführenden Kalksteine andeuten. Die jüngsten fossilienführenden weissen Kalksteine vom Bervahát, N von Cserépfalu und NW von Kács sind gleichermassen in überkippter Stellung, da sie unter die älteren Tonschiefer oder hornsteinführenden Kalksteine einfallen. Ob die längs des Lök völgy auftretenden weissen Kalksteininseln nur in die Tonschiefer eingelagerten Kalksteinriffeln, oder längs einer NNO—SSW verlaufenden Aufschublinie zum Vorschein kommende Schuppenreste sind, müssen wir vorläufig als offene Frage betrachten. Die mittel-triadischen Tonschiefer und Kieselschiefer sind auch im Bátorer Inselgebirge normal gelagert.

Die das Upponyer Inselgebirge aufbauenden unt. karbonischen Schichten zeigen ein gegen SSO oder SO gerichtetes steiles Einfallen. Sie fallen also in entgegengesetzter Richtung, als es im Bükk-Gebirge vorherrschend ist. Vom tektonischen Gesichtspunkt können wir das Upponyer Gebirge und das eigentliche Bükk-Gebirge in einheitlicher Weise betrachten. Die Gesteine der beiden Gebirge sind durch eine Unterschiebung infolge einer von SO nach NW wirkende Kraft aufgestaucht worden; die Widerstandskraft hat sich hingegen von Nordwesten her geltend gemacht, was zur Folge hatte, dass im Bükk-Gebirge im allgemeinen südwärts gerichtete Falten (Antiklinalen) und Schuppenbildungen zustande gekommen sind, während in der Upponyer Insel die Rückbiegung in der Richtung der Widerstandskraft erfolgt ist. Darüber hat E. R. SCHMIDT ausführlicher geschrieben. Das Vorland, aus dessen Richtung die das Gebirge aufstauende Kraft, die Unterschiebung gewirkt hatte, war vom Bükk-Gebirge SSO-lich gelegen und ist heute von Schichten des Oligozäns, Miozäns und Pliozäns bedeckt.

Ausser der austrischen Hauptfaltung ist unser Gebirge auch von jüngeren Bewegungen betroffen worden. Einen diesbezüglichen Beweis liefert einerseits der Umstand, dass die Schichten der Oberkreide am inneren Rand der Upponyer Insel ziemlich steil (20—50°) einfallen. Obwohl die hier bekannte Ablagerung der oberen Kreide litoralen Charakter hat, finden wir ein so steiles Einfallen doch nur bei sedimentären Schichten, die aus ihrer ursprünglichen Lage herausbewegt wurden. Andererseits haben wir dafür auch einen Beweis in der Aufschiebung, längs deren sich die zum Bükk-Gebirge gehörenden Schichten der Trias und des Perm auf diesen Zug der oberen Kreide bei Nekézseny im NW-Richtung etwas hinaufgeschoben haben. Das Streichen der gut sichtbaren, von Reibungsbrekzie und Reibungslehm begleiteten Aufschublinie ist SW—NO. Wahrscheinlich zur selben Zeit hat sich die aus Karbonschichten bestehende Masse des Upponyer Inselgebirges auf den an seinem nordöstlichen Fusse befindlichen eisenerzführenden anisischen Dolomit Rudabányaer Charakters hinaufgeschoben. Es hat also auch nach der oberen Kreide im Bükk-Gebirge eine Bewegung gegeben, welche wir eventuell an das Ende der oberen Kreide stellen können, was STILLE's *laramischer Phase* entsprechen würde. Diese Bewegung hatte also eine der austrischen entgegengesetzte Richtung.

Die pyrenaische Orogen-Bewegung können wir im Bükk-Gebirge nicht nachweisen. Wir können eventuell noch eine leichte vertikale Hebung des Bükk-Gebirges im Laufe des Eozäns annehmen.

Die Bohrungen in Recsk, Bükkszék und Uppony haben Beweise dafür geliefert, dass die Masse des Bükk-Gebirges auch um die Mitte des Tertiärs nach NW in Bewegung war. Diese Bohrungen beweisen, dass die Trias-Schichten sich in steilen Flächen auf die W und NW vor ihnen gelegenen Oberoligozän-Schichten hinaufgeschoben haben. Dies entspricht also der nach dem Oligozän eingetretenen sogen. *savischen Bewegungsperiode*. Zu dieser Zeit hat sich das schon früher aufgefaltete und zu einer Festebene (Pénéplaine) abgetragene Bükk-Gebirge und das Upponyer Inselgebirge wahrscheinlich in einer Masse nach NW bewegt und auf die Oligozän-Schichten hinaufgeschoben. Diese Aufschiebungslinie verläuft von der NW-Seite der Upponyer Insel über Bükkszék, längs der WNW-Seite des Darnóhegy (Darnó-Linie). Inzwischen wird sie aber auf eine ziemlich lange Strecke von der auf ihr lagernden Unter- und Mittel-Miozän-Schichtengruppe überdeckt. Diese Bewegung war ebenfalls der austrischen entgegengesetzt gerichtet.

Im jungen Tertiär und im Laufe des Pleistozäns ist eine vertikale Hebung des Gebirges eingetreten; ein Prozess, der im Auslande bei zahlreichen Gebirgen hauptsächlich von den grossen Geomorphologen betont wird (DAVIS, PENCK, MARKOW). Dadurch ist die heutige hohe Lage der Hochebenen des Bükk-Gebirges und der juvenile Charakter des grössten Teiles des Bükk-Gebirges, die an vielen Orten antreffbaren wilden, zerklüfteten Täler, die steilen, felsigen Bergabhänge, die hohe Lage einzelner Höhlen etc. zu erklären.

Das Bükk-Gebirge wird von mächtigen Randbrüchen begrenzt, und wo es abgebrochen ist, gibt es auf der Oberfläche den umgebenden tertiären Beckensedimenten und eruptiven Gesteinen Platz. Beim Upponyer Inselgebirge sinken die NW und die SO Seite ab, an je einer SW-NO gerichteten Verwerfung. Die Hauptmasse des Bükk-Gebirges endigt bei Szilvásvárad an einer SW-NO-gerichteten grossen Verwerfung. Die jungtertiäre Felsőtárkányer Bucht wird ebenfalls von SW-NO gerichteten Verwerfungen, an ihrer NO-Seite von einer N-S Verwerfung begrenzt. An der SO-Seite des Zuges Eged-Várhegy läuft ebenfalls eine grosse SW-NO gerichtete Verwerfung und die Südseite des Gebirges endigt an Verwerfungen WSW-OSO-licher Richtung. Nordöstlich von Kisgyőr bricht der Elógallya längs einer WNW-OSO gerichteten Linie ab. Das östliche Ende des Bükk-Gebirges schliesst längs einer im grossem und ganzen SW-NO gerichteten Verwerfung, aber die in der Fortsetzung des Gebirges liegenden zahlreichen kleinen Kalksteinschollen grenzen sich durch weitere kleinere Brüche ab. Der NO-Teil des Gebirges wird durch einen Bruch SO-NW-licher Richtung begrenzt, der von zahlreichen kleineren Querverwerfungen gestört wird. Die Ränder der Bátorer Halbinsel und der Siroker Schlossberge werden durch SW-NO gerichtete Verwerfungen umsäumt und wir finden sogar auch im Inneren der Bátorer Halbinsel eine Verwerfung gleicher Richtung. Das SW-Ende der Bátorer Halbinsel, die NO-Seite des Darnóhegy und der Siroker Schlossberge werden durch NW-SO gerichtete Verwerfungen begrenzt, welche auf die früher erwähnten senkrecht verlaufen.

An der Südseite des Gebirges und in seinen NO- und W-lichen Teilen sind die Randbrüche vor dem oberen Eozän entstanden, was dadurch bewiesen wird, dass hier zum Teil die Schichten des oberen Eozäns sich an die Seiten des Gebirges anlagern und dass im Vorraum des Beckens auch die Schichten des Oligozäns unter den transgredierenden Pliozän-Schichten und Schichten der helvetischen Stufe des mittleren Miozäns vorhanden sind. An der Ostseite des Gebirges sind vorläufig in der Tiefe unter den pliozänen und miozänen Ablagerungen oligozäne und eozäne Schichtengruppen noch nicht bekannt, auch in der Felsötárkányer Bucht nicht; es ist also wahrscheinlich, dass das Absinken dieser Schichten erst vor dem mittleren Miozän stattgefunden hat.

#### **Die gegenseitigen Beziehungen der Morphologie und des geologischen Aufbaues des Bükk-Gebirges**

Das Bükk-Gebirge wird zum Teil von weicheren, der Verwitterung und der Abtragungskraft des Wassers weniger widerstehenden Gesteinen, teils aber von solchen aufgebaut, bei welchen sich mehr die chemisch lösende, als die erodierende Wirkung des Wassers geltend macht. Zu den ersteren gehören die Tonschiefer und die Sandsteine; die Diabase sind schon viel widerstandsfähiger. Wie die letzteren verhalten sich auch die Kalksteine, untergeordnet die Dolomite.

Das Bükk-Gebirge hat sich, wie früher erwähnt wurde, zusammen mit dem Upponyer Inselgebirge zwischen der unteren und oberen Kreide gefaltet. Nach der Faltung (teils während dieser) hat die Abtragung (Denudation) begonnen. Merkmale dieser grossangelegten Denudation sind die Hochebenen des Bükk-Gebirges. Diese sind aber keine isolierten Erscheinungen. Genau solche Hochebenen finden wir auf den Kalksteinbergen an der Südseite der Mittleren Karpathen, wie die Pelsőcer, Sziliceer und Aggteleker Hochebenen, dann im Pilis, Gerecse, Bakony, Mecsek, im Krassószörényer Gebirge, in einem Teil des Karpathenbogens und auch auf dem Balkan. In diesen Gebirgen ist das jüngste Glied, welches an der Faltung teilgenommen hat, die Sedimentgruppe der Unter-Kreide. In diesen gefalteten Gebieten — heute Gebirgen — haben sich in gleicher Weise, offensichtlich zu gleicher Zeit die Fastebenen, oder Denudationsflächen entwickelt und zwar zweifellos in einer terrestrischen Epoche, als Folge einer terrestrischen Denudation: dies bedeutet, dass diese Gebirge bis zum Niveau der damaligen Erosionsbasis zu einer ungleichmässigen Ebene (Fastebene) abgetragen wurden. Nur später, hauptsächlich infolge einer vertikalen Steigung sind einige Gebiete und die auf ihnen ausgebildeten ehemaligen Fastebenen in die gegenwärtige höhere Lage gelangt. Der beste Erhalter, Konservator der einstigen Denudationsflächen war der Kalkstein.

Vom geologischen Gesichtspunkt ist es für den Geologen, Höhlenforscher und den Geographen in gleicher Weise interessant zu wissen, wann, in welcher geologischen Altersstufe diese Fastebenen entstanden sind. Diesbezüglich sind die Meinungen verschieden. Wahrscheinlichsten ist, dass die grosse Denudation nach der Faltung, zur Zeit der Oberkreide, in

der folgenden Übergangsperiode und zur Zeit des Untereozäns stattgefunden hat. Am Ende des Mitteleozäns hat sich das Bükk-Gebirge zusammen mit den vorher entstandenen Fastebenen — infolge einer mehr oder minder vertikalen Bewegung — schon gehoben, und schiefgestellt, beziehungsweise aufgewölbt. Im Obereozän dürfte es eine niedrige Insel gewesen sein und an den Seiten dieser Insel haben sich im Süden und teils im Nordosten die Nummulinen und Lithothamnien führenden Riffkalksteine litoralen Ursprungs abgelagert. Am Ende des Oligozäns, d. h. vor dem Miozän, dann im Laufe des Pliozäns u. Pleistozäns hat sich das Gebirge vertikal weiter gehoben und seine heutige Höhe erreicht.

Mehrere Fachleute stellen dagegen die Bildungsperiode der Rumpfflächen in den Anfang des Miozäns. Die Fastebene hat sich ursprünglich in gleicher Weise auf die aus Kalkstein und aus Tonschiefer aufgebauten, seinerzeit zweifellos viel grösseren Gebirgsteile erstreckt. Während aber im Kalksteingebiet die einstige Fastebene bis heute gut erhalten geblieben ist, hat in den Tonschiefer- und Sandsteingebieten die normale Erosion ihre Arbeit begonnen und bis heute normale Erosionsformen ausgestaltet; im Zusammenhang mit diesem Prozess ist der grösste Teil der Fastebenen zerstört worden. Ihre Überreste sind aber auch heute in den aus Tonschiefer aufgebauten Gebieten stellenweise noch erkennbar.

Alte Denudationsflächenteile sehen wir auf dem Kalksteinplateau nördlich vom Garadna-Tal (450—600 m), auf dem Kalksteingebiete von Kemesnye—Szilasfő (560—600 m) und hauptsächlich auf den steil fallenden Felsen der Hochebene des Bükk-Gebirges (im Osten 400—550 m, im Süden 600 m, im Norden 600—700 m, in der Mitte 560—800 m, im Westen 850—900 m). Ziemlich gut erkennbare, tiefer gelegene Fastebenenteile können wir ONO von Répáshuta und auf dem Nagy Délsár (500—540 m) beobachten; die Fortsetzung dieser sehen wir gegen W auf dem Kajlabérc und Kövesvár (550 m), dann über Répáshuta hinaus auf dem Ballabérc (600 m) und auch noch weiter nach W und SW zu. Gegen SW läuft die Fastebene auch auf das Tonschiefergebiet hinüber, auf die Züge Kolozs, Körtvélyes, Nádasbérc (500—600 m), auf den Lökibérc (450—540 m). Weiter westlich finden wir wiederum ihre Fortsetzung NO vom Szarvaskő, auf dem Bergrücken des Határtető-Magasverő (480—520 m) und auf dem Gipfel des Kövesbérc von Monosbél (500 m). Der Magasverő ist von einem pleistozänen braunen Ton bedeckt, unter dem nur hier und da die ladinischen Sandsteine und Tonschiefer zum Vorschein kommen.

Auf den Kalksteinhochebenen grösserer Ausdehnung haben wir den charakteristischen Anblick der Kalksteingebiete. Besonders charakteristisch ist die grosse Verbreitung der Dolinen, die oft in unterirdischen Gängen, Hohlräumen, Höhlensystemen ihre Fortsetzung finden.

Charakteristisch sind die felsigen Bergabhänge, die tiefen Talteile, Schluchten (Lök völgy). Kennzeichnend ist das sich in den unterirdischen Gängen ansammelnde Karstwasser, das stellenweise in wasserreichen Karstquellen an Tage tritt.

Auf den aus Tonschiefer und untergeordnet aus Sandsteinen aufgebauten Gebieten hat sich das charakteristische normale Denudations-Erosionsrelief entwickelt, mit seinen V-förmigen Tälern. Der grösste Teil der Wasserläufe

des Gebirges besitzt Oberlauf-Charakter, und bietet einen juvenilen Anblick. Im Diabas-Gebiete sehen wir im allgemeinen ebenfalls das durch die normale Erosion geschaffene Bild, indem sich aus den weicheren Tonschiefern die härteren Diabas-Massen oder Gänge mehr oder minder herausmeisseln und als steilen felsigen Bergabhänge emporragen. Ein Beispiel hierfür bietet der Szarvaskőer Schlossberg, der ebenfalls von dem steilen Schluchtental epigenetischen Ursprungs des Eger-Baches durchbrochen wird. Die Morphologie beginnt dort komplizierter zu werden, wo der Kalkstein mit dem Tonschiefergebiet in Berührung kommt. An solchen Stellen hebt sich der Kalkstein aus dem leichter erodierbaren Tonschiefer heraus. Wo sich eine schmale Kalkstein-Schichtengruppe in den Tonschiefer einschaltet, meisseln sich die steil stehenden Kalksteinschichten heraus und ragen als schmale Kanten an den Talflanken empor.

#### Wichtigeres Schriftentum

1. BÖCKH J.: Die geol. Verhältnisse des Bükk-Gebirges. Jahrbuch der geol. R. A. Wien, Band 17, 1867, p. 225.
2. RÜST E.: Beitrag zur Kenntniss d. foss. Radiolarien aus Gesteinen d. Trias u. d. palaeozoischen Schichten. Palaeontographica, Band 38, 1892.
3. VADÁSZ E.: Geológiai jegyzetek a borsodi Bükkhegységéből. Geologische Notizen aus dem Bükk-Gebirge. Földtani Közlöny 39, 1909, p. 164 und 227.
4. RAKUSZ GY.: Dobsinai és nagyvisnyói felsőkarbon kövületek. Die oberkarbonischen Fossilien von Dobsina und Nagyvisnyó. Geologica Hungarica Ser. Palaeont. Vol. 8, 1932.
5. SCHRÉTER Z.: a) A Bükkhegység triász képződményei. Über die Triasbildungen des Bükk-Gebirges. Földtani Közlöny 65, 1935, p. 90. b) A Bükkhegység geológiája. Geologie des Bükk-Gebirges (Nur ungarisch). Beszámoló a M. Földtani Intézet Vitaülésének Munkálatairól. V. évf. I. f. 1943. Relationes Annuae Inst. Geol. Publ. Hungarici. Appendix, Disputationes. 1943. c) A Bükkhegység földtani és vízföldtani viszonyai. Die geologischen und hydrologischen Verhältnisse des Bükk-Gebirges (Nur ungarisch). Hidrológiai Közlöny. (Zeitschrift für Hydrologie). 34. évf. (Jahrg.) 7—10 füzet (Heft), 1954. d) Lyttonia a Bükkhegységéből. Lyttonia aus dem Bükk-Gebirge. Földtani Közl. 66, 1936, pp. 113—121. Egy táblával. Mit einem Tafel. e) Trilobiták a Bükkhegységéből. Trilobiten aus dem Bükk-Gebirge. Földt. Közl. 78, 1948, pp. 25—39.
6. BALOGH K.: Répáshuta körny. földt. vizsgálata. Recherches géol. dans les environs de Répáshuta. M. Áll. Földtani Int. Jelentése 1952-ről. Relationes Ann. Inst. Geol. Publ. Hungariae, 1952, p. 13 et 20.
7. PANTÓ G.: Bányaföldt. felv. az Upponyi hegységben. Le levé des gites métalliques dans le montagne de Uppony. Évi Jel. 1952. p. 91, Relationes 1952, p. 109.
8. KOBER L.: Leitlinien der Tektonik Jugoslaviens. Serbische Akademie der Wiss. Sonderausgabe, Bd. CLXXXIX. Geol. Institut Nr. 3, 1952.
9. JABLONSKY J.: Magyarországi karbonkori algák. Die Karbonalgen Ungarns. Földt. Közl. 48, 1918, p. 397, 449.
10. PIA J.: a) Neues Jahrbuch für Min. Geol. u. Pal. 1928, Referate III. p. 230. b) Neues Jahrb. für Min. etz. 1937 III. Sammelbericht über fossile Algen: Dasycladaceae 1928 bis 1938.
11. HERITSCH F.: Permische Korallen aus dem Bükk-Gebirge. Ann. Mus. Nat. Hung., Part Min. Geol. Pal. T. 27, 1944.
12. KOLOSVÁRY G.: Magyarország permokarbon koralljai. Die permokarb. Korallen Ungarns. Földt. Közl. 81, 1951. b) Trias Madreporarien aus der Zeit von dem ung. Ladinikum. Über die neue Korallenbank in Bükkzentkereszt. Acta Biol. Szegediensis, Nova Ser., T. IV Fasc. 1—2, 3—4, 1958.
13. MAJZON L.: a) A Bükkhegység paleozoos foraminiferái. Földt. Közl. 85, 1955, p. 461. Paleozoic Foraminifera of the Bükk Mountains. Acta Geol. Academia Sc. Hung. Tome

III. Nr. 1—3. 1955. *b)* Kőolajfúrásaink újabb rétegtani eredményei. New stratigr. results of hung. oil prospecting borings. *Földt. Közl.* **86**, 1956, pp. 44—58.

14. PÁLFY M.: A szarvaskői wehrlittömsz. Der Wehrlitstock von Szarvaskő. *Földt. Közl.* **40**, 1910, p. 480, 518

15. SZENTPÉTERY Zs.: *a)* Diósgyőr és Szarvaskő vid. paleo- és mesoeruptívumai. *Földt. I. Évi Jel.* 1917-ről. *b)* A déli Bükkhg. diabáz és gabbro tömege. Le massif de diabase et de gabbro de la partie méridionale de la montagne Bükk. *Földt. Int. Évkönyve (Jahrbuch)* **41**, 1, 1953. *c)* Értekezései a M. Tud. Akadémia Mat.-Termtud. Értesítőjében. 1930, 33, 35, 36. *d)* Értekezései az Acta Chem. Min. et Phys. (Szeged)-ben. 1929, 30, 35, 39. *e)* SZENTPÉTERY et EMSZT K.: *Földt. Közl.* **58**, 1929, p. 109 und 65, 1935, p. 305.

16. VENDL A.: A szarvaskői wehrlitről. *Akad. Mat.-Termtud. Értesítő*, 58, 1939.

17. LENGYEL E.: A Szarvaskő körny. titán-vanádium-vasérckutató. Resultats récents de la recherche de minerai de Titan etc. des environs de Szarvaskő. *Ann. Inst. Geol. Publ. Hung.* Vol. **46**, Fasc. 2. 1947.

## ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ГОР БЮКК

### 3. ШРЕТЕР

Небольшая северная часть гор Бюкк — островные горы Уппонь — сложены верхнекарбонowymi образованиями, а именно криптокристаллическими известняками, чередованием известняка и глинистого сланца и в верхней части глинистым сланцем. К ним кое-где примыкают средне-триасовые образования и сенонские слои «гозаузской» фации.

Самое древнее образование собственных гор Бюкк — это группа глинистого сланца иногда с включениями песчаника и известняка. В них можно в равной мере найти так верхнекарбонowe, так и нижнепермские окаменелости, поэтому эту группу мы называем верхнекарбонowo-нижнепермской.

Окаменелости темных известняковых линз, залегающих в верхней части группы глинистого сланца, — главным образом верхнекарбонowe и нижнепермские. *Fusulinida* по *Майзону* нижнепермская, по мнению других карбонОВАЯ. В одной из линз можно найти *Choristites* типа *Sama* вместе с *Waagenophyllum*, характерным для верхнепермских отложений. Они принадлежат к верхней части артинского яруса.

В кровле предыдущих следует группа слоев пестрого песчаника и глинистого сланца, в которых кое-где встречаются прослойки известняка и доломита. Эти смешанные образования можно считать терригенными. Они соответствуют южноальпийским и югославским «грёденским слоям», верхним «ротлигендам» и советскому кунгурскому ярусу.

В кровле этих слоев следуют верхнепермские образования, главным образом черные известняки, фауна которых соответствует южноальпийским «беллерофовым слоям», средним и верхним известнякам типа *продуктус*, *слоям джулфа* и пр (*Waagenophyllum*, *Productus yangtzeensis* Снао, *Tschernyschewia typica* Стоу, *Marginifera*). Верхнепермские образования постепенно переходят в триасовые. Нижнетриасовые образования следующие: светлый сейсский известняк, зеленовато-серый глинистый сланец с *Anodontophora fassaënsis* (Wissm.) и *Pseudomonotis aurita* (Hau.), кампильский известняк и глинистый сланец с *Natiria costata* (Münst.) и *Tirolites cassianus* (Qu.).

Анизийским образованием является светлосерый доломит. Ладинский ярус можно найти в разных фациях. А именно: в рейфлингской фации темного известняка с роговиками, окаменелости которой указывают на венгенские слои, в фации глинистого сланца с линзами роговикового известняка (фация партнах), в фации кремнистого сланца и радиоларита, и в фации доломита. В верхней части, которая относится уже к ладинскому-карнийскому ярусу, мы находим слоистый светло-серый известняк с кораллами (фация веттерштейнского известняка) и белый неслоистый известняк типа Сан Кассиян и Мармолата, главным образом с гастроподами. Наконец мы считаем ладинскими некоторые вулканические образования, как то диабазовые туффы (Schalstein), порфири-тоиды и порфириды, которые связаны с ладинскими образованиями. Габбро-верлитовые и диабазовые эффузии меловые.

Горы Бюкк воздымались главным образом под влиянием австрийских горообразующих сил в середине мелового периода, но имеются доказательства и для послеолигоценовых (савских) движений.

Геологическое строение гор Бюкк (морские пермские и триасовые образования, радиолариты, мезозойские зеленые камни, значительное присутствие габбро и диабазы и интенсивная складчатость) указывает на связь с развитием Южных Альп и Динарских гор. С Венгерскими Средними Горами и с Северными Карпатами связь гораздо меньше.

Над известняками гор Бюкк находятся обширные полуплато (Peperlaine, Fastebene), которые образовались вероятно между нижним и верхним мелом. По другим мнениям они образовались до нижнемиоценовой эпохи. Здесь встречаются разнообразные карстовые образования (лощины, водопоглотители, пещеры).

## A n h a n g

### Die wichtigsten Höhlen des Bükk-Gebirges\*

(Zusammengestellt von den Miskolczer Höhlenforschern)

1. *Die Seehöhle von Miskolc-Tapolca.* Eine aktive Quellenhöhle mit lauwarmen Wasser von 27—28°C, in oberladinisch-karnischem Kalkstein der mittleren Trias gebildet. Gesamtlänge ungefähr 50 m, Flächeninhalt fast 110 m<sup>2</sup>. Die Höhle besteht aus einem längeren Gang und zwei grösseren Hallen. Der Kamin des grossen Saales ist 15 m hoch. Die Breite des Ganges beträgt 2—5 m. Im Jahre 1959 wurde die Höhle zu einem Höhlenbad ausgestaltet.

2. *Die inaktive wasserschlingende Höhle im Nagykömázsa-Tal.* In oberladinisch-karnischem grauem Kalkstein gebildet, der von einer dünnen pleistozänen Lehmschicht bedeckt wird. Gesamttiefe 93 m. Der bis jetzt bekannte tiefste Horizont wurde nach Durchdringung von zwölf einzelnen, verschieden tiefen Schloten erreicht. Die Höhle ist trocken, Sickerwasser ist nur bei sehr starkem Regen zu bemerken und auch dann nur von geringer Menge. Tropfsteine spärlich. Wurde im Jahre 1954 von den Höhlenforschern der Ung. Hydrologischen Gesellschaft erschlossen.

3. *Höhle im Mexikotal.* Im oberladinisch-karnischen Kalkstein gebildet. Trocken, etwa 50 m lang, bildete sich längs einer 15—15 m langen Spalte. Nach Passierung einer schmalen Eingangspforte, muss man sich an einer vertikalen Felswand 8 m tief herunterlassen, um auf

\* Die laufenden Nummern der Höhlen sind dieselben, unter denen sie in der Kartenbeilage wiedergegeben sind.

einer unter 45° geneigten, 20 m langen Schutthalde die horizontale Sohle der Höhle zu erreichen. Die Höhle ist seit langem bekannt. Ausgrabungen ergaben das Vorhandensein von Knochenresten eiszeitlicher Grosssäugetiere (Höhlenbär, Riesenhirsch usw.).

4. *Wasserschlingende Höhle am Vártető* (SW-lich von Diósgyőr). Diese Höhle bildete sich in unterladinischem dunkelgrauem Kalkstein. Sie ist eine Etagenhöhle mit mehreren Horizonten, welche bis zu 46 m Tiefe schon lange erforscht war. Die Miskolcer Höhlenforscher der Ung. Hydrologischen Gesellschaft haben vor einigen Jahren neue Teile erschlossen, so dass die Höhle jetzt bis 70 m Tiefe erforscht ist. Der Sohlenhorizont der Höhle wurde nach Überwindung zweier Abschnitte von 10 bzw. 22 m Tiefe erreicht. Tropfsteine sind spärlich.

5. *Szeleta-Höhle*. (NO-lich von der Ortschaft Hámor). In oberladinisch-karnischem Kalkstein gebildet. Hier wurden die ersten wissenschaftlichen Ausgrabungen von OTTOKAR KADIČ ausgeführt und von hier stammen die ersten Funde von Steinwerkzeugen (Palaeolithen) des pleistozänen Urmenschen. Sie wurden zusammen mit charakteristischen jungeszeitlichen Säugtierresten gefunden (hauptsächlich Höhlenbär, daneben Mammuth, Höhlen-Löwe und Hyäne, Riesenhirsch, Urstier, usw.).

6. *Szeleta-Schacht*,\* in der Nähe der Szeleta-Höhle. In oberladinisch-karnischem Kalkstein entstandener inaktiver Wasserschlinger. Von 43 m Tiefe abwärts bis zur bis jetzt erreichten grössten Tiefe von 90 m von den Schachtforschern von Miskolc aufgeschlossen, teilt sich der Schacht auf 8 Abschnitte, die sich einmahl sehr einengen, andersmal bis 2—3 m ausweitern.

7. *Büdöpest-Höhle im Forrás-(Quellen-)Tal*. Die Höhle bildete sich im oberladinisch-karnischen Kalkstein und ist etwa 36 m lang, 3—4 m breit und durchschnittlich 3 m hoch. Sie besteht aus einer einzigen grossen Halle. Die Ausgrabungen von O. KADIČ ergaben hier einen ähnlich reichen Werkzeugfund des eiszeitlichen Urmenschen, wie in der Szeleta-Höhle. Auch hier sind jungeszeitliche Grosssäugetierreste bezeichnend (vorherrschend auch hier der Höhlenbär), während aus den oberen Schichten neolithische Menschenskelete und Kulturreste zum Vorschein kamen.

8. *Höhle des Kecské-Loch (Ziegenloch)*. Im Kalkstein des Oberladin-Karns. Es ist eine etwa 400 m lange, am Ende sich stark verschmälernde aktive Quellenhöhle, mit einer schönen, breiten, dreieckförmigen Eingangsöffnung. Ihre inneren Gänge sind schmal, an mehreren Stellen hoch. Im vorderen Höhlenteile wurden in der Höhlenausfüllung jungeszeitliche Tierreste, bzw. neolithische Kulturreste gefunden.

9. *Naturschacht Büdöpest*. Im oberladinischen-karnischen hellgrauen Kalkstein gebildet. Er ist 20—25 m tief, am Ende vollständig verstopft und hat zwei Horizonte. Im Hauptschlot findet sich auch ein 8 m Tiefe und cca 1 m Durchmesser besitzender Blindschacht.

10. *Höhle der Felsőforrás (oberen Quelle)*. Bildete sich im oberladinisch-karnischen Kalkstein über der gleichnamigen Quelle. Sie ist aus mehreren Aufbrüchen und einem grösseren Raum zusammengesetzt, stark im Verfall begriffen. Aus der Höhlenfüllung kamen Überreste des Höhlenbären und menschlicher Kultur zum Vorschein.

11. *Udvarkő*. Es ist eine Einsturzdoline im oberladinisch-karnischen lichtgrauen Kalkstein. Ihr Durchmesser beträgt 15 m, die Tiefe 20 m. Sie wird von senkrechten Felsenwänden begrenzt. Die auf ihrem Grunde befindlichen mächtigen Felsenblöcke, sowie Reste von Höhlengängen beweisen, dass sie ihre Entstehung einem Höhleneinsturz verdankt.

12. *Höhle Kölyuk I. (Steinloch I.)* Sie ist im oberladinisch-karnischen Kalkstein, am Hange des Kölyuk-galya entstanden. Es handelt sich um ein grossangelegtes Höhlensystem, welches aus zwei grossen Hallen, mehreren kleineren Räumen und Gängen besteht. Die Masse einer der Grosshallen betragen ungefähr 40 × 40 m, ihre Höhe ist 10 m. Nur ärmliche Tropfsteinbildungen sind vorhanden. Es wurden zahlreiche Überreste des Höhlenbären gefunden.

13. *Höhle Kölyuk II.\*\** Sie öffnet sich unter der Vorigen, in der Seite eines Einsturztrichters. Zwei grössere Unterhöhlenräumlichkeiten sind vorhanden. Die oberen Teile zeugen für eine Etagenhöhle. Sie ergab wertvolle Reste der Menschenkultur und des Höhlenbären.

14. *Höhle Kölyuk III.\*\** Sie befindet sich in der Nachbarschaft der vorerwähnten Höhlen. Sie ist vorläufig noch mit Höhlenlehm verstopft. Ein einziger Höhlengang von cca 25 m Länge ist bekannt, der sich in die Tiefe verschmälert. Tonscherben der sog. „Bükker Kultur“ fanden sich.

15. *Csókás-Höhle*. Sie bildet sich im oberladinisch-karnischen Kalkstein. Es handelt

\* Auf der Kartenbeilage unter Nr. 5 (zusammen mit der Szeleta-Höhle).

\*\* S. auf der Kartenbeilage unter Nr. 12.



sich um eine wasserschlingende Höhlung, welche sich am Grunde eines Trichters befindet. Gesamtlänge der Höhle: etwa 50 m, der Hauptgang ist 1,5—2 m breit und durchschnittlich 2 m hoch. Sie enthält schöne Tropfsteinbildungen.

16. *Höhle der Csókáswiese*. Im oberladinisch-karnischen Kalkstein gebildet. Nach einem 3 m tiefen, vertikalen, ziemlich schmalen Abstieg folgt ein Labyrinth von Gängen. Sie sind meist sehr schmal und nur kriechend zu passieren. Die Höhle ist ein inaktiver Wasserschlinger. Ihre Erschliessung ist das Verdienst der Miskolcer Erforscher der Naturschächte des Gebirges, besonders von BÉLA SZABADKAY.

17. *Lambrecht Kálmán-Höhle*. Sie ist im oberladinisch-karnischen Kalkstein entstanden. Die über der Galya-Quelle befindliche Höhle besteht aus einem einzigen Raum. Vor einigen Jahren wurde sie von L. VÉRTES mit Ausgrabungen untersucht.

18. *Háromkúter Höhle*. Diese im oberladinisch-karnischen Kalkstein entstandene Höhle befindet sich an der Seite des Háromkút-Tales und besteht aus zwei kleineren Räumlichkeiten. Sie enthielt nur wenige, doch wertvolle Werkzeuge des Steinzeitmenschen.

19. *Wasserschlingende Höhle des Jávorkút*. Sie entstand im oberladinisch-karnischen Kalkstein und ist der Ableiter des Quellwassers des Jávorkút. Die bisher erschlossene Tiefe beträgt mehr als 100 m und die Gesamtlänge aller Gänge beinahe 1,5 km. Der auf 100 m Länge zugängliche Wasserlauf auf ihrem Grunde speist die Garadna-Quelle. Er wird zu beiden Seiten von je einem Syphon abgeschlossen. Der Höhlengang ist verhältnismässig schmal, doch hoch. Die Erschliessung ist das Verdienst der Höhlenforscher der Hydrologischen Gesellschaft.

20. *Aktiver Wasserschlinger des Bolhás*. Er befindet sich im oberladinisch-karnischen Kalkstein. Seine Gesamttiefe beträgt 80 m, welche nach Überwindung von 5 vertikalen Teilstufen erreicht wurde. Insgesamt sind bis jetzt mehr als 300 m erschlossen. Die Dimensionen der Höhlengänge wechseln sehr, von leicht befahrbaren, bis herab zu nur kriechend passierenden Teilstücken. An mehreren Orten, besonders in der SW-Abzweigung finden sich schöne Tropfsteinbildungen. Der aktive Wasserschlinger führt das Wasser des Bolhás-Baches in die Tiefe. Er wurde von den Miskolcer Naturschachtforschern erschlossen.

21. *Wasserschlingende Höhle des Létrás*. Sie bildete sich im oberladinisch-karnischen Kalkstein, an der Grenze von grauem Tonschiefer der seiser Stufe. Die bisher erforschte Gesamtlänge des aktiven Wasserschlingers beträgt 110 m. Der Hauptgang ist durchschnittlich 1 m breit und 8—10 m hoch. Die Höhlungen der oberen Etage sind schmaler und daher schwer zu befahren.

22. *Naturschacht István (Stefan)*. Er befindet sich am Hange der István-lápa, am Kontakt des grauen Kalksteins der kampiler Stufe mit dem hellgrauen oberladinisch-karnischen Kalkstein. Es handelt sich um drei verschiedene Schlotte mit 8—10 m Länge, die in einen 10 m langen horizontalen Gang münden. Die erschlossene Gesamttiefe ist ca 40 m.

23. *Tropfsteinhöhle István (Stefanshöhle)*. Sie befindet sich im weisslich-hellgrau gefärbten Kalkstein der oberladinisch-karnischen Stufe. Sie ist die schönste und an Tropfsteinbildungen reichste Höhle des Bükk-Gebirges. Ihre Gesamtlänge beträgt 340 m, mehrere geräumige Hallen befinden sich in ihr. Ihren Aufschluss besorgte OTTOKAR KADIČ. Später wurde die Höhle als Fremdenverkehrsobjekt ausgebaut. Das Höhlenhochwasser im Jahre 1958 hat sie leider stark beschädigt. Die Miskolcer Höhlenforscher sind gegenwärtig bemüht, auch die Höhlungen der oberen Etage zu erschliessen.

24. *Kalktuff-Höhle Anna*.\* Diese Höhle befindet sich im holozänen Kalktuffstein der unterhalb des Palasthotels von Lillafüred den Absturz des Hängetales der Szinva ausfüllt. Man hat die von der Natur gebildeten Höhlungen des Tuffs mit künstlichen Stollen verbunden und so eine Sehenswürdigkeit für den Fremdenverkehr geschaffen, die sehr schön die verschiedenen Erscheinungsformen des Kalktuffs und seine Tropfsteinbildungen zeigt. In der Kunsthöhle entspringen vier Quellen, von denen drei für den Bedarf des Wasserwerkes von Miskolc gefasst wurden.

25. *Hermann Otto-Höhle*. Diese Höhle entstand im oberladinisch-karnischen Kalkstein, am rechten Ufer des Felsendefilées bei Hámor. Der Name der Höhle ist in der internationalen Fachliteratur infolge der hier gefundenen jungeszeitlichen Steinwerkzeuge des Urmenschen und der mannigfaltigen Tierreste (von Elch, Biber usw.) wohlbekannt.

26. *Höhle am Vesszősgerinc*. Sie befindet sich im oberladinischen-karnischen Kalkstein, am Südhange des Vesszősgerinc, unmittelbar unter der Kammhöhe, mit einer Länge von 118 m. Sie ist durchschnittlich 1—2 m breit und erreicht nur an wenigen Stellen eine Höhe von

\* Die Höhle ist auf der Kartenbeilage nicht besonders bezeichnet, nachdem ihr Zeichen mit dem Zeichen der Quelle Nr. 84. zusammenfällt.

1,5—2 m. Interessant sind die weissen Abscheidungen von „Montmilch“ (feindispersiertes wasserhaltiges Kalkkarbonat) auf den Höhlenwänden.

27. *Wasserschlinger am Crispkés*. Ein aktiver Wasserschlinger, welcher am Fusse einer 8 m hohen Felsenwand im oberladinisch-karnischen Kalkstein entstand. Bis jetzt ist er auf eine Tiefe von ungefähr 24 m und 18 m Länge durch die Hörer der Budapester Eötvös Loránd Universität erforscht, die unter Leitung von S. LEÉL-ÖSSY den völlig mit Porphyrschutt verstopften Höhlengang freilegten.

28. *Höhle am Kisköbát*. Sie ist im dunklergrauen Kalkstein der oberladinischen Stufe entstanden. Ihre Tiefe ist etwa 125 m, es handelt sich aber in diesem Falle nicht um einen einzigen Naturschacht, sondern um ein aus mehreren Naturschächten und verbindenden Horizontalgängen zusammengesetztes Schachthöhhlensystem, in dem die Vertikalrichtungen überwiegen. Es ist jedenfalls die interessanteste Höhle des Bükk-Gebirges. Der „Riesen-Saal“ in 43 m Tiefe hat eine Länge von annähernd 40 m, eine Breite von 10—12 m, und eine Höhe von 8—10 m. Der in diesen einmündende Naturschacht hat einen Durchmesser von 1—2,2 m und ist 52 m tief. Schöne Tropfsteine zieren die Höhle, in der zu Anfang der 40-er Jahre des gegenwärtigen Jahrhunderts von J. DANCZA geforscht wurde.

29. *Die Quellenhöhle des Imókö*. Diese Höhle befindet sich an der Seite der Felswand des Imókö, an der Grenze des unterladinischen dunkelgrauen und des oberladinischen hellgrauen Kalksteines. Sie beherbergt eine intermittierende Quelle, in deren Gang man bis zu 70 m Länge eindringen konnte. Der Gang verbreitert sich stellenweise bis auf 2 m und wird 5—6 m hoch, an anderen Orten aber ist er schmal.

30. *Istállóskő-Höhle*. Sie bildete sich in oberladinisch-karnischem Kalkstein, an der W-Seite des Istállóskő-erőse. Sie wird durch eine grosse Halle gebildet. Wegen der monographisch bearbeiteten Werkzeugfunde des Urmenschen (darunter wichtige Knochenwerkzeuge) und der reichen Urfauna wird die Höhle in der Literatur häufig erwähnt.

31. *Balla-Höhle*. Eine S-lich von Répáshuta gelegene, im oberladinisch-karnischen Kalkstein entstandene, aus einer Halle bestehende Höhle. Eine in der wissenschaftlichen Literatur viel genannte Höhle, wegen des dort gefundenen Urmenschenrestes („Balla-Kind“) und der reichen Urtierassoziation mit Rentier.

32. *Subalyuk-Höhle (Suba-Loch)*. Eine N-lich von Cserépfalu, an der rechten Seite des Hór-Tales gelegene, im weissen Kalkstein des Oberladins-Karns mit Esino-Marmolata-Fazies entstandene Höhle. Sie besteht aus einer länglichen Halle. Der einzige Fundort des *Homo primigenius* in Ungarn. Eine auch wegen des reichen Urtiermaterials (Höhlenbär, Steinbock, usw.) in der wissenschaftlichen Literatur weltweit bekannte Höhle.

33. *Wasserschlingende Höhle von Pénezpaták*. Ein aktiver Wasserschlinger im oberladinisch-karnischen Kalkstein. Wurde von L. JAKUCS bis zu einer Tiefe von 180 m aufgeschlossen. Er führt das Wasser des Pénezpaták ab.

34. *Zsendice-Loch (bei Kács)*. In weissem Kalkstein des Oberladin-Karns mit Esino-Marmolata-Fazies entstandene, aus zwei Hallen bestehende Höhle.

## F ü g g e l é k

### A Bükkhegység nevezetesebb barlangjai\*

(A miskolci barlangkutatók összeállítása)

1. *Miskolc-tapolcai tavasbarlang*. A középső-triászbeli felső-ladini karni mészkőben képződött aktív forrásbarlang 27—28 C°-os langyos vízzel. Összes hosszúsága mintegy 50 m, területe közel 110 m<sup>2</sup>. Egy hosszabb folyosóból és két teremből áll. A nagyterem kürtője 15 m magas. Folyosójának átlagos szélessége 2—5 m, 1959-ben barlangfürdővé építették ki.

2. *Nagykőmázsavölgyi inaktív víznyelő barlang*. Vékony pleisztocén agyagtakaróval fedett felsőladini-karni szürke mészkőben képződött. Összes mélysége 93 m. Tizenkét darab különböző mélységű függőleges szakaszon át érték el a jelenlegi legmélyebb szintet. Száraz, vízhozáfolyás csak igen erős csapadék esetén észlelhető, ez akkor is csekély. Cseppkövekben szegény. 1954-ben a Magyar Hidrológiai Társulat zombolykutatói tárták fel.

\* A térképmellékleten a barlangok sorszáma azonos az „összeállítás“ sorszámaival.

3. *Mexikóvölgyi barlang.* A felső-ladini karni mészkőben képződött. Száraz, mintegy 50 m összes hosszúságú, 15—25 m magas hasadék mentén keletkezett barlang. Szűk bejárat nyílás után 8 m mély függőleges falon kell leereszkedni, innen 45°-os, 20 m hosszú törmelék-lejtőn érjük el a barlang vízszintes alját. Régen ismert. Ásatása jégkorszaki nagyemlősök (barlangi medve, óriásgím stb.) csontmaradványait hozta felszínre.

4. *Várteői víznyelő barlang* (Diósgyőrtől DNy-ra). Az alsó-ladini sötétszürke mészkőben alakult ki. Több szintből álló emeletes barlang, amely 46 m mélységig már régen ismert volt. A M. Hidrológiai Társulat miskolci zombolykutatói pár évvel ezelőtt újabb részeit tárták fel, így ma 70 m mélységig ismert. Egy 10 és 22 m-es szakaszon érték el a barlang alsó szintjét. Cseppkövei gyérek.

5. *Szeleta-barlang* (Hámor községtől ÉK-re). Felső-ladini karni mészkőben alakult ki. Itt kezdte az első tudományos célú ásatásokat KADIČ OTTOKÁR, s innen kerültek elő első ízben a Bükkhegység területén a pleisztocén ősember kőszerszámai (palaeolithok), jellemző felső-jégkorszaki emlésmaradványok (zömében barlangi medve, mellette mammut, barlangi oroszlán és hiéna, óriásgím, ősbölgény stb.) társaságában.

6. *Szeleta-zsomboly*, a Szeleta-barlang közelében.\* A felső-ladini karni mészkőben képződött, inaktív víznyelő barlang. A 43 m régebben ismert mélységtől a jelenleg ismert 90 m-ig a miskolci zombolykutatók tárták fel. Nyolc szintből áll, egyes részei igen szűkek, más helyeken 2—3 m átmérőjű kúrtokban folytatódik.

7. *Büdöspeszt-barlang* a Forrásvölgyben. Felső-ladini karni mészkőben képződött, kb. 36 m hosszú, 3—4 m széles és átlag 3 m magas barlang. Egy nagy teremből áll. KADIČ O. ásatásai a szelentaihoz hasonlóan gazdag jégkorszaki ősemberi szerszám-leletet eredményeztek, jellemző felső-jégkori nagyemlős maradványokkal (uralkodik itt is a barlangi medve), felső rétegekből pedig neolitikori embercsontvázak és kultúrmaradványok.

8. *Kecskegyűk-barlang.* Felső-ladini karni mészkőben alakult ki. Kb. 400 m hosszú, a végén erősen elszűkülő aktív forrásbarlang, szép háromszög alakú tágas bejárat nyílással. Belső részei keskenyek, több helyen magasak. Elülső részén a barlangkitöltés felső-jégkorszaki állapotmaradványokat, illetve neolitik kultúrnyomokat adott.

9. *Büdöspeszt-zsomboly.* Felső-ladini karni világosszürke mészkőben képződött. Mintegy 20—25 m mély, a végén erősen eltömődött, két szintből álló aknabarlang. A zsombolyban egy 8 m mély, kb. 1 m átmérőjű vakakna is képződött.

10. *Felsőforrási-barlang.* A felső ladini karni mészkőben képződött, a Felső-forrás fölött. Több felszakadásból és egy nagy teremből áll. Erősen pusztuló. Kitöltéséből barlangi medve maradványok és ősemberi kultúra maradványai kerültek elő.

11. *Udvarkő.* Felső-ladini karni világosszürke mészkőben keletkezett szakadék-dolina. Átmérője 15 m, mélysége 20 m. Oldalai függőleges sziklafalak. Az alján található hatalmas sziklatömbök, valamint barlangjárat-maradványok azt bizonyítják, hogy barlangbeszakadás révén keletkezett.

12. *Kölyuk I.* Felső-ladini karni mészkőben keletkezett, a Kölyukgalya oldalában. Nagyméretű barlangrendszer, amely két nagy teremből, több kisebb teremből és folyosókból áll. Az egyik nagyterem méretei kb. 40 × 40 m-esek, magassága 10 m. Cseppkőképződményei szegényesek. Gazdag barlangi-medve maradványokat szolgáltatott.

13. *Kölyuk II.\*\** Az előbbi alatt egy töbör oldalából nyílik. Két nagyobb alsó terme van. Felsőbb részei emeletes barlangról tanúskodnak. Értékesek ősemberi kőszerszám- és őslatti, különösen barlangimedve-leletei.

14. *Kölyuk III.\*\** Az előbbieket közelében. Jelenleg még eltömődött, mindössze derékszögben megtörő, mintegy 25 m hosszú, lefelé haladó elkeskenyedő folyosója ismeretes. A bükki kultúra (neolitik) cserépedény-maradványai kerültek ki belőle.

15. *Csókási-barlang.* Felső-ladini karni mészkőben képződött. Inaktív víznyelő barlang, amely egy töbör aljából nyílik. Mintegy 50 m összhosszúságú, a főfolyosó 1,5—2 m széles és átlag 2 m magas. Szép cseppkőképződményekkel.

16. *Csókásréti-barlang.* Felső-ladini karni mészkőben képződött. 3 méteres függőleges, elég szűk lejárata után a járatok labirintusa következik. Sok helyen igen szűk, csak hasoncsúszva járható. Inaktív víznyelőbarlang. Feltárása a miskolci zombolykutatók — különösen SZABADKAY BÉLA — nevéhez fűződik.

17. *Lambrecht Kálmán-barlang.* Felső-ladini karni mészkőben képződött. A Galya-forrás fölött egy teremből álló barlang. Pár évvel ezelőtt VÉRTES L. ásatott benne.

\* A térképen 5. sz. alatt jelölve, az 5. barlanggal együtt.

\*\* Lásd a térképen 12. sz. alatt.

18. *Háromkúti-barlang.* Felső-ladini karni mészkőben alakult ki. A háromkúti-völgy oldalában nyílik, s két kisebb teremből áll. Kiszámú, de jelentős őskőkorszaki szerszám lelete tette nevezetessé.

19. *Jávorkúti víznyelő barlang.* Felső-ladini karni mészkőben keletkezett. A Jávorkúti-forrás vizét vezeti le. Eddig feltárt összmélysége meghaladja a 100 m-t, és összes részeinek hosszúsága közel 1,5 km. Az alján levő vízfolyás kb. 100 m hosszúságban követhető, és a Garadna forrását táplálja. Mindkét végén egy-egy szifon zárja el. Méretei aránylag keskenyek, de magasak. A Hidrológiai Társulat zombolykutatói tárták fel.

20. *Bolhási aktív víznyelő barlang.* A felső-ladini karni mészkőben képződött. Összmélysége 80 m, amelyet 5 különböző függélyes szint leküzdése után értek el. Eddig feltárt részei meghaladják a 300 m-t. Méretei változók; nagyteremtől a hasoncsúszva járható folyosókig különböző méretű üregei vannak. Több helyen, különösen a DNy-i ágban szép cseppkőképződmények láthatók. Aktív víznyelő, a Bolhási-patak vizét vezeti le. A miskolci zombolykutatók tárták fel.

21. *Létrási víznyelő barlang.* A felső-ladini karni mészkőben képződött, a seisi szürke agyaggala határán. Aktív víznyelő barlang. Eddig ismert összhosszúsága 110 m. Főága átlag 1 m széles és 8–10 m magas. Emeleti részei kisebb méretűek, nehezen járhatók.

22. *István-zsomboly,* az István lápa oldalában, a kampili szürke mészkő és a világosszürke felső-ladini karni mészkő találkozásánál keletkezett. Három különböző, 8–10 m mélységű kürtő után 10 m hosszú vízszintes járat következik. Összmélysége kb. 40 m.

23. *István cseppkőves barlang.* A felső-ladini karni fehér-világosszürke mészkőben képződött. Ez a Bükk-hegység legszebb és cseppkőekben leggazdagabb barlangja. Összhosszúsága 340 m, több tágas terme van. Feltárását KADIČ OTTOKÁR végezte. Utóbb az idegenforgalom részére kiépítették. 1958-ban a barlangi árvíz erősen megrongálta. Újabbban a miskolci zombolykutatók emeletes részeit is feltárták.

24. *Anna mésztufa barlang.\** A barlang a lillafüredi Palotaszálló alatt s a Színva völgye alatt fekvő holocén mésztufában keletkezett. Az eredetileg természetes úton képződött üreget mesterséges folyosókkal kötötték össze, és így idegenforgalmi célra kiépítették. Igen szépek a mésztufa különféle kifejlődési formái és cseppkőképződményei. A barlangban négy forrás fakad, amelyből hármat foglaltak, és bekapcsoltak Nagymiskolc ivóvízellátásába.

25. *Hermann Ottó-barlang.* A barlang a felső-ladini karni világosszürke mészkőben fejlődött ki, a háromi sziklaszoros jobb oldalában. Felső-jégkori ősemberi kőszerszámái és állatmaradványai (jávorszarvas, hód stb.) révén jól ismert a nemzetközi irodalomban.

26. *Vesszősgerinci-barlang.* A felső-ladini karni mészkőben keletkezett. A Vesszősgerinc déli oldalában, közvetlenül a gerinc alatt húzódik el, 118 m hosszúságban. Átlagosan 1–2 m széles, az 1,5–2,0 m magasságot csak kevés helyen éri el. Érdekesek a barlang fehér mésztéjszerű kiválásai. A miskolci zombolykutatók tárták fel.

27. *Csipkési víznyelő barlang.* Aktív víznyelő barlang, amely a felső-ladini karni mészkőben alakult ki egy 8 m magas sziklafal aljában. Eddig mintegy 24 m mély és 18 m hosszú szakasza ismeretes. Az Eötvös L. Tudományegyetem hallgatói ásták ki LEÉL-ÖSSY S. vezetésével a porfirtörmelékkel teljesen eltömődött barlangot.

28. *Kiskőbáti-barlang.* Felső-ladini emeletbeli sötétebb szürke mészkőben képződött. Ez a Bükk-hegység legérdekesebb barlangja. Körülbelül 125 m mély, de nem egyetlen zsomboly, hanem több aknából és vízszintes járatból álló, túlnyomólag vertikális jellegű aknabarlang-rendszer. A 43 m mélységben levő „Óriásterem“ hossza közel 40 m, szélessége 10–12 m, magassága 8–19 m. Az ebből nyíló akna 1–2,2 m átmérőjű, 52 m mélységű. Szép cseppkőképződményekkel díszített. A 40-es évek elején DANCZA J. kutatott benne.

29. *Imókői forrásbarlang.* Ez a barlang az Imókő sziklafalának oldalában nyílik, az alsó-ladini sötétszürke és a felső-ladini világosszürke mészkő határán. Időszakos forrás barlangja, amelybe mintegy 70 m hosszúságig sikerült behatolni. A járat több helyen tágasabb, 1–2 m széles és 5–6 m magas, más helyeken szűk.

30. *Istállóskői-barlang.* Felső-ladini karni mészkőben, az Istállóskő-crőse Ny-i oldalában képződött; egy nagy teremből áll. Monografikusan feldolgozott ősemberi szerszámleletei (köztük jelentős csontszerszámlelet is) és gazdag őállatvilága miatt az irodalomban sokat emlegetett barlang.

31. *Balla-barlang.* Répáshutától D-re, a felső-ladini karni mészkőben keletkezett, egy teremből álló barlang. Jégkorszakvégi ősemberlelete („Balla Gyermeke”) és rénszarvasos gazdag őállat-együttese miatt sokat említi a tudományos irodalom.

\* A barlang a térképen nincs jelölve, mivel helye a 84. sz. forrásával egyezik.

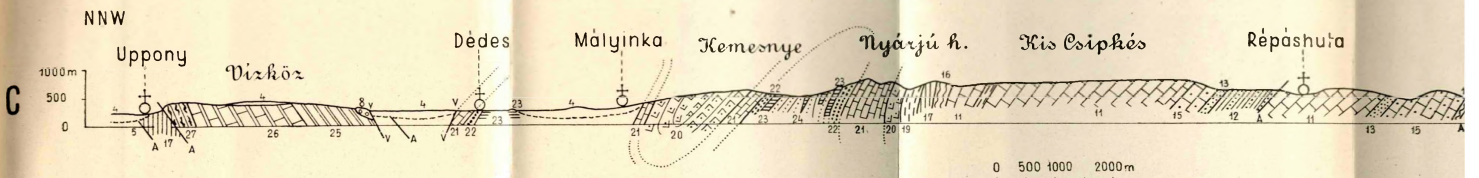
32. *Subalyuk-barlang*. Cserépfalutól É-ra, a Hórvölgy jobb oldalán esino-marmolata jellegű felső-ladini karni fehér mészkőben keletkezett barlang, Egy elnyúlt teremből áll. A *Homo primigenius* egyetlen magyarországi lelete és gazdag őállat-anyaga (barlangi medve, kőszáli kecske stb.) révén a tudományos irodalomban világszerte ismert barlang.

33. *Pénzpataki víznyelő barlang*. A Felső-ladini karni mészkőben képződött aktív víznyelő barlang. JAKUCS L. tárta fel. A Pénzpatak vizét vezeti le. 180 m mélységig ismeretes.

34. *Zsendice-lyuk*. Esino-marmolata jellegű felső-ladini karni fehér mészkőben keletkezett, két teremből álló barlang.

# GEOLOGISCHE PROFILE DURCH DAS BÜKKHEGYSÉGET

VON ZOLTÁN SCHRETER



FÖLDTANI SZELVÉNYEK A BÜKKHEGYSÉGEN ÁT  
(JELMAGYARÁZAT)

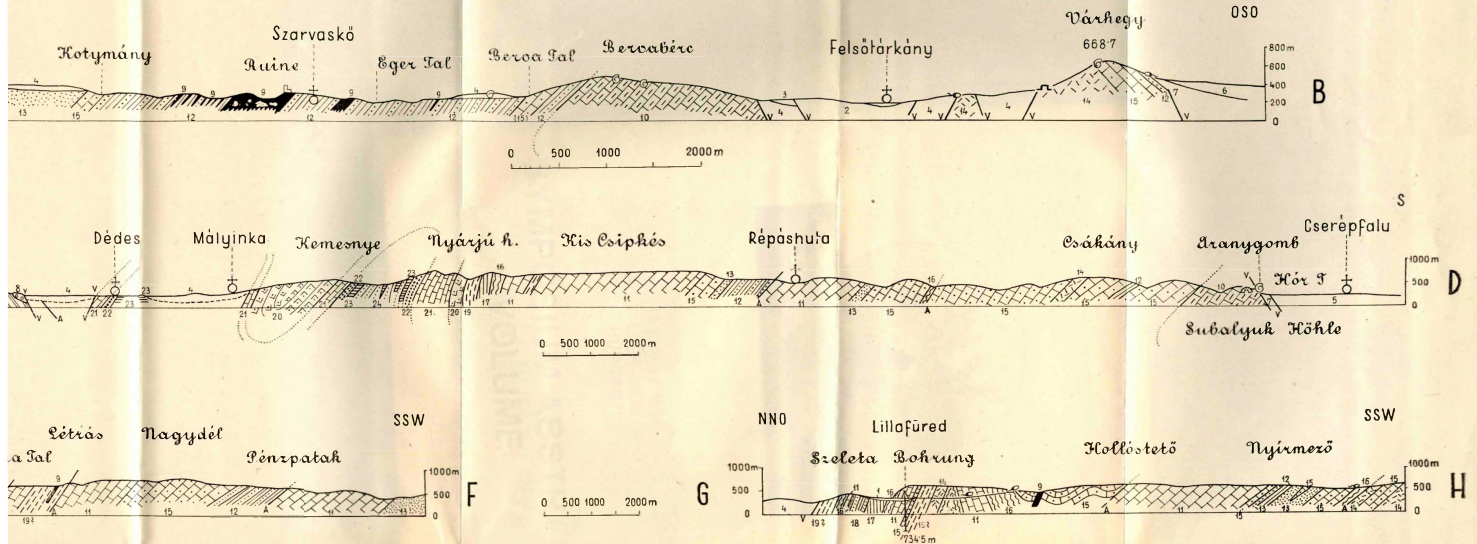
1. Mészufa. Holocén
2. Homok és agyag. Szarmata emelet
3. Riolittufa. Szarmata emelet.
4. Homok, kavics és agyag. Helvétii emelet. A 2—4. számú rétegcsoportok a miocénbe tartoznak.
5. Agyagmárga. Oligocén.
6. Nummulinás mészkő. Felső-eocén.
7. Kavics és konglomerátum. Eocén?
8. Gozau-faciesű konglomerátum és homokkő, hippuriteszes mészkőlelencsékkel. Szenon. Felső-kréta.
9. Diabáz és gabbródiabáz.
10. Fehér mészkő, esino-marmolata-St. Cassian jellegű.
11. Világosszürke fennsíkú mészkő, wettersteini mészkőfaciész. A 10—11. sz. rétegcsoportok a karni felső-ladini emeletbe tartoznak. Felső-középső triász.
12. Sötétszürke agyagpala és homokkő, alárendelten szarukőtartalmú mészkőrétegekkel. Partnach faciész
13. Kovapala és radiolarit, néha agyagpala és mészkőbetelepülésekkel.
14. Kristályos dolomit és dolomitós mészkő.
15. Sötétszürke, többnyire szarukőtartalmú mészkő. Reiflingi faciész

16. Porfiritoid, diabázufa (Schalstein), porfir.
17. Dolomit és mészkő. Anizusi emelet. A 12—17. számmal jelzett képződmények a középső-triászba tartoznak.
18. Szürke mészkő és agyagpala. Kampili rétegek.
19. Tarka agyagpala. Felső-szeizi rétegek.
20. Szürke és világos színű, néha oolitos mészkő. Alsó-szeizi rétegek. A rétegsor alsó része átmeny a felső-permi mészkőbe.
21. Fekete mészkő, néha világosszínű mészkő és dolomit. Felső-perm.
22. Tarka homokkő és agyagpala. Grödeni jellegű rétegek. Alsó-perm.
23. Fekete mészkőlelencsék.
24. Agyagpala rétegcsoport, homokkő és mészkőbetelepülésekkel. A 23—24. sz. rétegcsoportok alsó-permi-felső-karbon korúak.
25. Agyagpala és homokkő diabázufával.
26. Agyagpala és mészkő váltakozása.
27. Félígkristályos mészkő.
- A 25—27. sz. rétegcsoportok valószínűleg az alsó-karbonba tartoznak.
- V—V = vetődések. A—A = feltolódások. A° csigajelzés kövületlőhelyet jelent.

1. Holozán.
2. Sarmatische 5.
3. Obereroceni 6.
4. Kreide. Konj 9.
5. Diabas und Marmolata - steinkalk-Faz und Sandstei 13.
6. ladin. 13. K 14.
7. lagerungen.
8. 15. Dunkelg 16.
9. Porphy. 17.
10. trias. Werfen 18.
11. Bunter 19.
12. thischer Kall 20.
13. oberpermisch 21.
14. und Dolomit 22.
15. Unterperm - 23.
16. mit Sandstein 24.
17. und Sandstein 25.
18. kristalliner K 26.
19. bedeutet Ver 27.

# GEOLOGISCHE PROFILE DURCH DAS BÜKK-GEBIRGE

VON ZOLTÁN SCHRÉTER



FÖLDTANI SZELVÉNYEK A BÜKKHEGYSÉGEN ÁT  
(JELMAGYARÁZAT)































GEOLOGISCHE PROFILE DURCH DAS BÜKK-GEBIRGE  
(ZEICHENERKLÄRUNG)

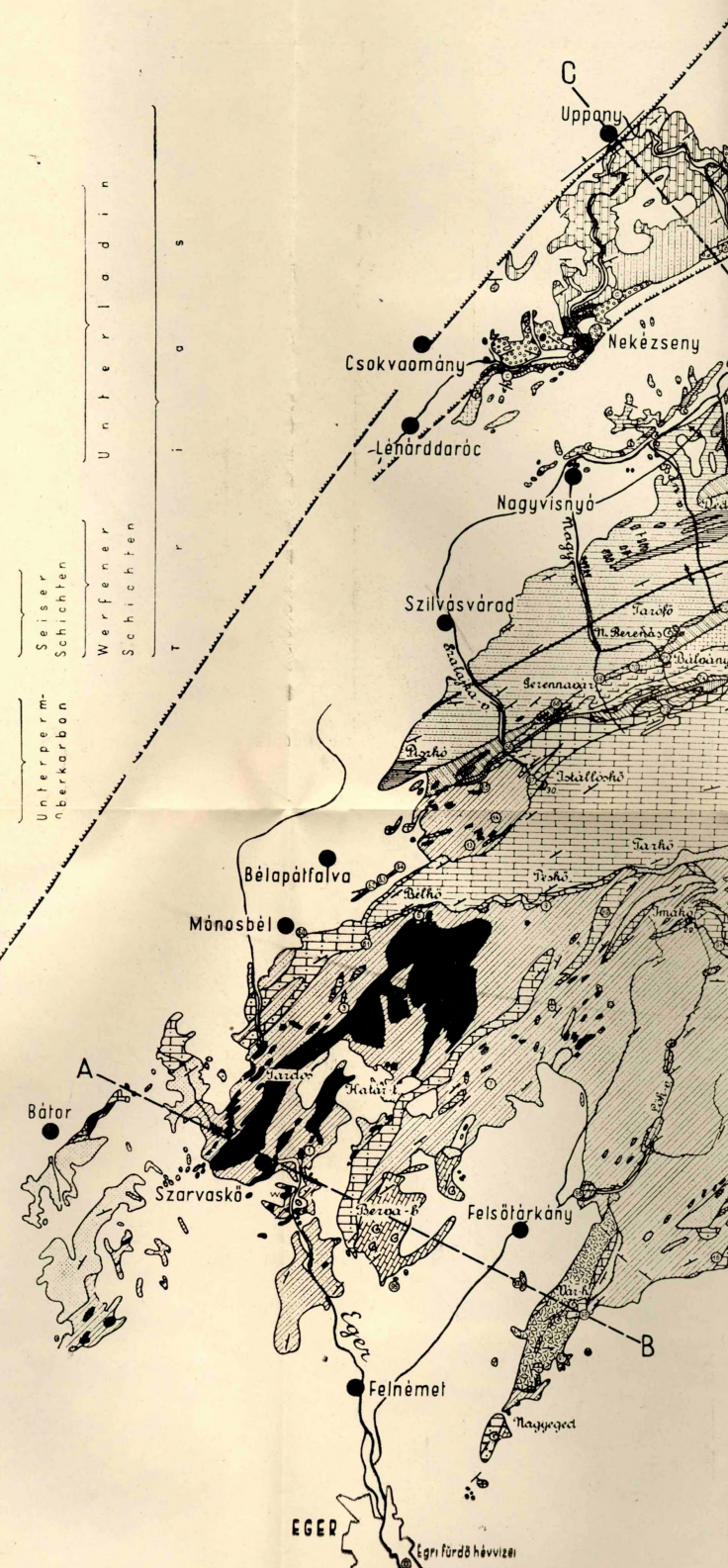
armata emelet  
emelet.  
yag. Helvétii emelet. A 2—4. számú rétegcsoportok a miocénbe tar-  
taznak.  
én.  
Felső-eocén?  
rátum. Eocén?  
omerátum és homokkő, hippuritesszes mészkőlelencsékkel. Szenon.  
báz.  
>marmolata-St. Cassian jellegű.  
léti mészkő, vettersteini mészkőfácies. A 10—11. sz. rétegcsoportok  
emeletbe tartoznak. Felső-középső triász.  
ala és homokkő, alrendeltlen szarukőtartalmú mészkőrétegekkel.  
larit, néha agyagpala és mészkőbetelepülésekkel.  
és dolomitos mészkő.  
Reiflingi fácies

16. Porfiritoíd, diabázutufa (Schalstein), porfir.  
A 12—16. sz. rétegcsoportok alsó-ladini emeletbeliek.
17. Dolomit és mészkő. Anizusi emelet. A 12—17. számmal jelzett képződmények a középső-  
triászba tartoznak.
18. Szürke mészkő és agyagpala. Kampili rétegek.
19. Tarka agyagpala. Felső-szeizi rétegek.
20. Szürke és világos színi, néha oolitos mészkő. Alsó-szeizi rétegek. A rétegsor alsó része  
ármegy a felső-permi mészkőbe.
- A 18—20. számúak a werreni rétegek. Alsó-triász.
21. Fekete mészkő, néha világos színű mészkő és dolomit. Felső-perm.
22. Tarka homokkő és agyagpala. Grödeni jellegű rétegek. Alsó-perm.
23. Fekete mészkőlelencsék.
24. Agyagpala rétegcsoport, homokkő és mészkőbetelepülésekkel.  
A 23—24. sz. rétegcsoportok alsó-permi—felső-karbon korúak.
25. Agyagpala és homokkő diabázutufával.
26. Agyagpala és mészkő váltakozása.
27. Féligkristályos mészkő.  
A 25—27. sz. rétegcsoportok valószínűleg az alsó-karbonba tartoznak.  
V—V = vetődések, A—A = feltöltődások. A csigajelzés kőváltási helyet jelent.

1. Holozén. Kalktuff. 2—4. Miozén (2. Sand und Ton. Helvetische Stufe). 3. Rhyolithtruff.  
Sarmatische Stufe. 4. Sand, Schotter und Ton. Helvetische Stufe). 5. Oligozén. Tonmergel.  
6. Obereozén. Nummulitenkalkstein. 7. Eozén? Schotter und Konglomerat. 8. Obere  
Kreide. Konglomerat und Sandstein mit Hippuritenkalksteinen. Gosau-Fazies. Senon.  
9. Diabas und Gabbrodiabas. 10—11. Obere—mittlere Trias (10. Weisser Kalkstein. Esino-  
Marmolata — St. Cassian-Fazies. Karn — Ladin. 11. Hellgrauer Plateau-Kalkstein. Weiter-  
steinkalk-Fazies. Karn — Ladin.) 12—17. Mittlere Trias. (12. Dunkelgrauer Tonschiefer  
und Sandstein untergeordnet hornsteinführender Kalksteininseln. Partnach-Fazies. Unter-  
ladin. 13. Kieselschiefer und Radiolarit, manchmal mit Tonschiefer- und Kalkstein-  
lagerungen. Unterladin. 14. Kristalliner Dolomit und dolomitischer Kalkstein. Unterladin.  
15. Dunkelgrauer, meistens hornsteinführender Kalkstein. Reiflingi Fazies. Unterladin.  
16. Porphy. Unterladin. 17. Dolomit und Kalkstein Anisische Stufe.) 18—20. Unter-  
trias. Werfener Schichten. (18. Grauer Kalkstein und Tonschiefer, kampili Schichten.  
19. Bunter Tonschiefer. Obere seiser Schichten. 20. Grauer und heller, bisweilen ool-  
ithischer Kalkstein. Untere seiser Schichten. Der untere Teil bildet einen Übergang zum  
oberpermischen Kalkstein.) 21. Oberperm. Schwarz, bisweilen auch lichter Kalkstein  
und Dolomit. 22. Unterperm. Bunter Sandstein und Tonschiefer. Grödeni Schichten. 23—24.  
Unterperm — Oberkarbon. (23. Schwarze Kalksteininseln. 24. Tonschiefer-Schichtengruppe,  
mit Sandstein- und schwarzen Kalksteinlagerungen.) 25—27. Unterkarbon. (25. Tonschiefer  
und Sandstein mit Diabastuff. 26. Tonschiefer und Kalkstein mit Wechsellagerung. 27. Halb-  
kristalliner Kalkstein.) — V—V Verwerfungen. A—A Aufschüben. Schneckenzeichen  
bedeutet Versteinerungsfundort.

# Zeichenerklärung

-  Quartär und Tertiär
-  Oberkreidazischer Konglomerat und Sandstein, Gosau Fazies, Senon, Oberkreide
-  Diabas, Gabbro und Wehrlit (W = SO - lich von Szarvaskő)
-  Heller Kalkstein in Esina-st Cassianer Fazies, Karn - Oberladin
-  Hellgrauer Plateaukalkstein (Wetterstein Fazies) Oberladin-Karn
-  Dunkelgrauer Tonschiefer und Sandstein mit hornsteinführenden Kalksteinlinsen (Partnach Fazies)
-  Kieselschiefer, bisweilen mit Tonschiefer und Kalkstein-einlagerungen
-  Kristalliner Dolomit und dolomitischer Kalkstein
-  Dunkelgrauer, meistens hornsteinführender Kalkstein (Reifling Fazies)
-  Porphyritoid, Diabastuff, Porphyr
-  Quarzporphyr
-  Dolomit und Kalkstein Anis
-  Grauer Kalkstein und Tonschiefer Kampiler Schichten
-  Bunter Tonschiefer
-  Grauer und heller, bisweilen oolithischer Kalkstein. Der untere Teil bildet einen Übergang in die oberpermischen Kalksteine
-  Schwarzer, bisweilen heller Kalkstein und Dolomit Oberperm
-  Bunter Sandstein und Tonschiefer („Grädener Schichten“)
-  Schwarzer Kalkstein
-  Tonschiefer-Gruppe mit Sandstein und schwarzen Kalkstein-einlagerungen
-  Tonschiefer und Sandstein, Diabastuff
-  Tonschiefer und Kalkstein
-  Halbkristalliner Kalkstein
-  Streichen - fallen
-  Antiklinale
-  Synklinale
-  Aufschubslinien
-  1-100 Quellen
-  Thermalquellen
-  Höhlen 1-34
-  Wichtigere Fossilienfundorte



A BÜKKHÉGYSÉG FOLDTANI TÉRKÉPE (JELMAGYARÁZAT)

1. Negyedkor és harmadkor. 2. Felső-kréta: Gosau fáciesű senonkori könglomerátumú és homokkő, hippuriteszes mészkőlelencsékkel. 3. Diabáz, gabbro, gabbrod diabáz és wehrlit. (A wehrlit w betűvel jeleztük a térképen Szarvaskőtől DK-re.) 4-5. Felső-kő: épső-triász. (4. Fehér-világosszürke mészkő esina-marmolata - St. Cassian fáciesben. Karni felső-ladini emelet. 5. Világosszürke fennsík-mészkő. Wettersteini mészkő fácies, karni felső-ladini emelet.) 6-12. Középső-triász. (6. Sötétszürke agyagpala és homokkő, szarukőtartalmú mészkőlelencsékkel. Partnach fácies. Alsó-ladini emelet. 7. Kovapala és radiolarit, néha agyag-

pala és mészkőbetelepülésekkel. Alsó-ladini emelet. 8. Kristályos dolomit mészkő. Alsó-ladini emelet. 9. Sötétszürke, többnyire szarukőtartalmú m. fácies. Alsó-ladini emelet. 10. Porphyritoid, diabáztafa (Schalstein) és porfir. Al: 11. Kvarcos porfir. Alsó-ladini emelet. 12. Dolomit és mészkő. Anizuszi emelet-triász, werfeni rétegek. 13. Szürke mészkő és agyagpala. Kampili rétegek. 1. pala. Felső-seizi rétegek. 15. Szürke és világos színű, néha oolithos mészkő. Al a felső-permi mészkőbe. Alsó-seizi rétegek.) 16. Felső-perm. Fekete mészkő-



# GEOLOGISCHE KARTE DES BÜKK-GEBIRGES

VON: ZOLTÁN SCHRÉTER

0 1 2 3 4 5 km



KÉSZÜLT A M. ÁLL. FÖLDTANI INTÉZETBEN

A BÜKKHEGYSÉG FÖLDTANI TÉRKEPE  
(JELMAGYARÁZAT)

etelepülésekkel. Alsó-ladini emelet. 8. Kristályos dolomit és dolomitos lina emelet. 9. Sötétszürke, többnyire szarukötartalmú mészkő. Reifling emelet. 10. Porfiritoïd, diabáztafa (Schalstein) és porfir. Alsó-ladini emelet. r. Alsó-ladini emelet. 12. Dolomit és mészkő. Anizuszi emelet. 13-15. Alsó-eggek. (13. Szürke mészkő és agyagpala. Kampili rétegek. 14. Tarka agyag-étegek. 15. Szürke és világos színű, néha oolitos mészkő. Alsó része átmeny szkőbe. Alsó-seizi rétegek.) 16. Felső-perm. Fekete mészkő, néha világos

színű mészkő és dolomit. 17. Alsó-perm. Tarka homokkő és agyagpala. Gródeni jellegű rétegek. 18-19. Alsó-perm — felső-karbon (18. Fekete mészkőrétegek és lencsék. 19. Agyagpala rétegcsoport, homokkő és fekete mészkő-betelepülésekkel.) 20-22. Valószínűleg alsó-karbon. (20. Agyagpala és homokkő diabáztafával. 21. Agyagpala és mészkő váltakozása. 22. Féligrüstályos mészkő.) 23. Csapás-dőlés. 24. Felbontozódás (antiklinális). 25. Rétegtéknő (szinklinális). 26. Feltolódási vonalak. 27. (a-c és 1-100) források 28. Hévforrások. 29. Barlangok. 30. A csigajel a fontosabb kövületelhelyeket jelzi.

## AZ AGGTELEKI BARLANGOK GENETIKÁJA A KOMPLEX FORRÁSVIZSGÁLATOK TÜKRÉBEN

DR. JAKUCS LÁSZLÓ

Az Aggteleki-hegység földalatti vízfolyásai számára a jelenkori helyi erózióbázist a Jósva völgye képezi, átlagos 220 méteres tengerszint feletti talpmagasságával. Jósvafő község körül, lényegében a helyi erózióbázis szintjén lépnek ki a karsztok belsejéből azok felszínalatti vízfolyásai, óriási méretű karsztforrások formájában. E források (a kecsővölgyi Babotkút kivételével) valamennyien többségükben már ismert barlanghálózatok földalatti patakjainak megjelenései, s néhány nagyon fontos jellemzőben azonosak. Ezek a jellemzők a következők:

1. A források vízhozama igen hirtelen, egyik óráról szinte a másikra, a korábbi rendes vízhozamnak többszörösére, némely esetben több száz-, sőt ezerszeresére is megnövekszik. (A Komlósforrás alacsony vízállás melletti hozama pl. 2—3 liter/sec, 1955. aug. 6-án néhány óra alatt azonban 5500 liter/sec-os vízhozamúvá duzzadt.) Ilyenkor a források *árvízi működéséről* beszélünk. Nagyobb árvízi működések alkalmával a Jósvavölgy alluviumát Szin és Jósvafő között teljesen elönti a megduzzadt Jósvapatak és e völgy községekben sok kárt okozó, az épületek belsejébe is behatoló árvíz lép fel.

2. A források árvízi működésekor a korábbani tiszta és átlátszó víz igen erősen megzavarosodik, sőt teljesen átlátszatlaná és barnává változik.

3. A forrásvizek kémiai összetételében árvízi működéskor igen erőteljes változások jelentkeznek.

4. Az árvízi működések bizonyos felszíni meteorológiai jelenségeket követően, előre meg nem határozható időpontban és módon, teljesen rendszertelenül, a legtöbb esetben évente több alkalommal is jelentkeznek.

5. Árvízi forrásműködések idején nemcsak az ismert és szokott forráságyból, hanem az afelett levő hegyoldal több pontjából, az ún. „árvízi forrásokból” is ömlik a víz.

A fenti jellemzőket az Északborsodi Karsztvidék valamennyi nagy karsztforrása közül a Jósvaforrás és a Komlósforrás mutatja legfeltűnőbb módon. Az igen érdekes és szembeszökő jelenségre a kutatók már régebben is fel-

figyeltek (VASS I., CHOLNOKY J., STRÖMPL G., JASKÓ S., KESSLER H. stb.) s megállapították, hogy akkor, amikor egy bizonyos milliméteres nagyságrendet meghaladó mennyiségű eső (vagy hóolvadás esetén hólé) jut a források vízgyűjtőterületére, a források ugrásszerű erős megáradása bekövetkezik. Az ok pedig az, hogy a víz a felszínről a karsztos kőzetek repedésein és a víznyelőnyílásokon szinte késleltetés nélkül befolyhat a földalatti barlangjáratokba. A barlangalagutak erősen megduzzadó patakjai azután — a forrásszáji kiömléskor — a forrás árvízi működésével jutnak napvilágra.

A jelenségnek valóban ez a magyarázata, azonban sajnos nem ilyen egyszerűen. Már Aggtelek vidéki kutatómunkáim kezdeti időszakában tehettem olyan megfigyeléseket, amelyek arról győztek meg, hogy az árvízkialakulás kérdésében nemcsak a felszínre hulló vízalakú csapadék *nagysága* a döntő tényező. Előfordult pl. 1952—53 folyamán több esetben is, hogy 40 mm-es nagyságrendű nyári felhőszakadás nem okozott árvízi forrásműködést, míg más esetben egy 10 mm-es eső kiváltotta azt. Tekintve, hogy e kérdésben a tisztánlátás mind elméleti tudományos szempontból, mind az árvízveszély felismerésével kapcsolatos gyakorlati vonatkozásokban is nagy horderejűnek tűnt előttem, elhatároztam alapos és rendszeres megfigyelések gyűjtésével való kivizsgálását. Joggal vártam e vizsgálatoktól azt is, hogy segítségükkel nemcsak a karsztok hidrológiai törvényszerűségeinek sok szempontból még ismeretlen sajátosságait sikerül tisztázni, de azt is, hogy a törvényszerűségek felismerésével a barlanggenetika problémáit is sikerül új oldalról megközelíteni, s esetleg a még ismeretlen karsztjáratok gyakorlati feltárási munkáinak szempontjaiban is irányadó segítséget kaphatok. Így 5 éven át, 1954 elejétől kezdve 1958 végéig — összesen 3 hónapos kihagyással — rendszeresen mértem és feljegyeztem a csapadékatokat, a hómagasságot és a jósvafői Komlósforrás vízhozamának változásait. Ez utóbbit a VITUKI bukós mércején, amikor szükségesnek látszott előttem, naponta többször is ellenőriztem. Az 1955. február 1-től 1955. október 31-ig terjedő időszakban pedig, 9 hónapon át, naponként — sőt egyes áradási periódusokban félóránként — vett vízminták rendszeres analízisével bővítettem ki a fenti méréseket. A vízminták kémiai elemzését kiterjesztettem a Komlósforráson kívül a Jósvaforrásra is, sőt egyidejűleg számos barlangi csepegőhely és karsztforrás vizének kémiai változásait is rögzítettem. Az így nyert több ezer különböző mérési és vegyvizsgálati eredményadatból szerkesztettem meg azokat a diagramokat, amelyeket dolgozatom mellékleteiként közlök s amelyek végülis módot nyújtottak sok kérdésben a tisztábban látáshoz.

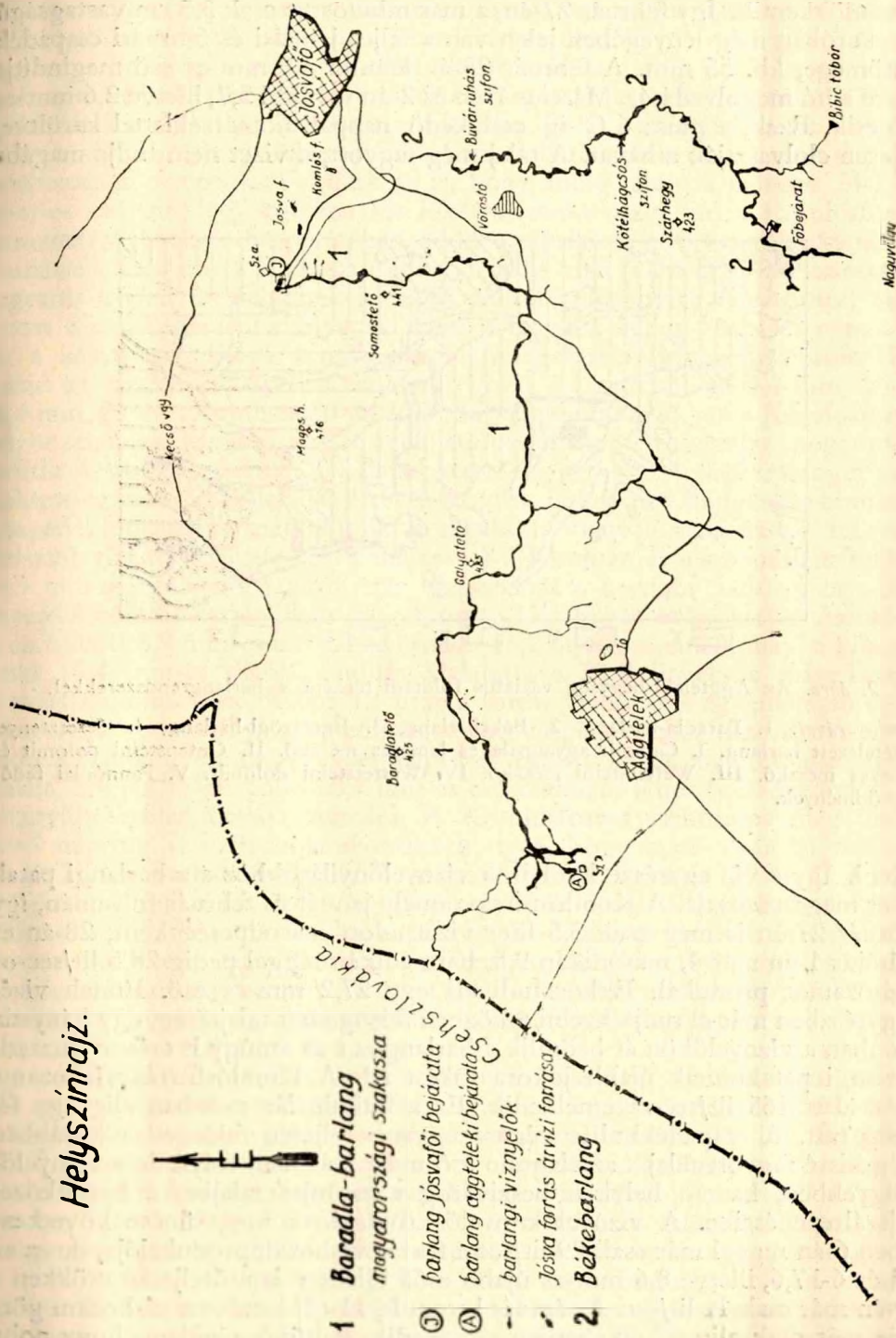
A következőkben nézzük meg tehát, hogy mit mondanak e diagramok?

## 1954

(Lásd a 6. ábrát)

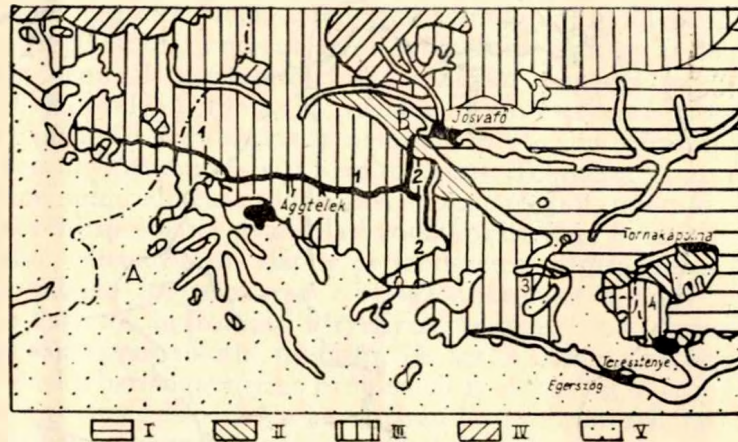
Az év alacsony komlósforrási vízhozamértékkel, alig 3,5 lit/sec-mal kezdődik. A csapadék januárban (47,1 mm) és februárban (10,6 mm) csak hó alakjában került rá a vízgyűjtőterület talajára. Beszivárgás nem volt. A február 10-én kezdődő és 16-ig erősebben, onnan a hó végéig gyengébben jelentkező nappali olvadások csak megrogyasztják a havat, de a párolgás okozta jelentéktelen veszteséget leszámítva, az abban tárolódott vízkészletet

# Helyszínrajz.



1. ábra. A Baradla és a Béke-barlang környékének helyszínrajza

nem csökkentik. Így február 27-én, a már mindössze csak 3,5 cm vastagságú hótakaróban még lényegében jelen van a teljes januári és februári csapadék víztömege, kb. 55 mm. A február 28-án lehulló 4,8 mm-es eső megindítja végre a hó megolvadását. Március 1-én és 2-án további 3,7, illetve 2,6 mm-es eső esik. Ezek, a plusz 6 C°-ig emelkedő nappali hőmérséklettel karöltve, teljesen elolvasztják a havat. A talaj még fagyott, a vizet nem tudja magába



2. ábra. Az Aggteleki-hegység vázlatos földtani térképe a barlangrendszerekkel.

*Jelmagyarázat:* 1. Baradla-barlang, 2. Békebarlang, 3. Égerszögi-barlang, 4. Teresztenyei feltételezett barlang. I. Campili agyagpala és lemezes mészkő. II. Gutensteiner dolomit és lemezes mészkő. III. Wettersteiner mészkő. IV. Wettersteiner dolomit. V. Pannóniai fedőképződmények.

szívni. Így a víz egyrésze lefolyik a víznyelőnyílásokhoz s a barlangi patak vizét megduzzasztja. A Komlósforrás, amely január és február folyamán, így február 27-én is még csak 3,5 liter vizet adott másodpercenként, 28-án és március 1-én már 4, másodikán 9,5, harmadikán reggel pedig 28,5 lit/sec-os vízhozamot produkál. Ekkor hull alá egy 27,2 mm-es eső. Ennek vizét nagyrészt már el tudja nyelni a közben felengedett talajréteg, egy hányada azonban a víznyelőkön át beömlik a barlangba s az amúgy is erősen duzzadt barlangi patakoknak újabb jókora lökést ad. A Komlósforrás vízhozama órák alatt 165 lit/sec-ra emelkedik. Ez a kulminálás azonban alig egy fél óráig tart. A csapadékhullás végére ugyanis teljesen felenged a korábban még kissé fagyott talaj s az aláhulló eső most már nem folyik le a víznyelő-völgyekben, hanem helyben beszívárog a szomszédos talajba, a karsztközet hajszálrepedéseibe. A víznyelők nyelőaktivitásának megszűnése következtében 6-án reggel már csak 29 lit/sec a forrás vízhozamprodukcója, de ez az 5-i és 6-i 7,6, illetve 8,6 mm-es újabb esők ellenére is erőteljesen csökken s 10-én már csak 11 lit/sec. Az áradás levonult, 11-től kezdve a vízhozam görbéje már csak alig észrevehetően ereszkedik. Feltűnő azonban, hogy noha a meleg márciusi napok már régen felszikkasztották a talajt, még április

végére sem képes a forrás vízhozama ismét a korábbi februári és januári 3,5 lit/sec-os értékre alászállni. Ennek az az oka, hogy a március 3-án lehullott esőnek az a része, amelyet akkor már el tudott nyelni a talaj és a sok apró mészkövedés, csak lassú szivárgással, erős késleltetéssel és időbeli széthúzódással jut le a karszt belsejébe. Ez a „karsztvíz” most a cseppkövek sűrűbb csepegésében jelenik meg a barlangban és a barlangi patak vízhozamát szaporítja. Feltűnik az is, hogy addig, amíg a március 24-i 7,3 mm-es eső még egy egészen kis lökéssel mutatkozni tud a Komlósforrás átmeneti vízhozamnövekedésében, addig az április 18-i 18,4 mm-es csapadékhullásnak már nincs duzzasztó ereje. Április első felének tartós szárazsága ugyanis a vízgyűjtőfelszínnek legfelső talajrétegét annyira kiszáritotta, hogy most e csapadékmennyiséget az teljesen magába képes venni és nem adja át a karsztnak, illetve a mélyebb talajrétegeknek. Ennek az április 18-i, majd az ezt követő áprilisi esőknek (19-én 3,3 mm, 21-én 0,4 mm, 26-án 8,4 mm, 29-én 1,4 mm és 30-án 15,4 mm) csak annyiban van a Komlósforrás vízhozamának későbbi sorsát meghatározó közvetett szerepe, hogy megtelítik a vízgyűjtőterület feltalaját nedvességgel s ez a nedvességgel való telítettség most már lehetővé teszi, hogy a következő napok kisebbmértvű csapadékhullásai is megindítsák a tágasabb víznyelőnyílásokhoz irányuló felszíni vízlefolyásokat. Így a május 1-i 7,4 mm-es és a másodikán hullott 4,3 mm-es esők a Komlósforrás vízhozamát a korábbi 5 lit/sec-os szinte nyugvóértékről harmadikán reggelre már 15,5 lit/sec-ra szöktetik. Az ötödikén hullott 8,9 mm-es eső ezt az értéket 16,2 lit/sec-ra emeli, majd a kilencediki 16,4 mm-es csapadékhullás kialakítja a 21,9 lit/sec-os májusi lassú áradás kulminációját. Május 12 után a forrás vízhozama egyenletesen csökken. Kilencediktől tizenhetedikéig újabb csapadékhullás nincsen. A 25 °C körüli nappali felmelegedés és napsütés ezalatt ismét annyira kiszáritja a talajt, hogy a 17-én hulló 20,7 mm-es eső csaknem teljes egészében elvész a vízgyűjtőterület altalaja számára. A Komlósforrás vízhozama még június első napjaiig is változatlanul csökken, igaz, hogy nem olyan mértékben, mint ahogy várhatnánk tőle. A májusvégi esők ugyanis (29-én 11,8 mm, 31-én 11,2 mm) a karsztos vízgyűjtő repedéshálózatát állandóan telítve tartják s az ezidőtájt szinte minden napra jutó 2—3 mm-es kis esők a feltalajréteg kiszáradását sem engedik meg. A májusban lehullott 104,3 mm eső árvízi forrásműködést ugyan nem okozott így, de a felszínen típusos „sártengert” varázsolt június 9-re, a barlangokban pedig erőteljes csepegést és a források ún. „bő” alapvízállását.

A Komlósforrás vízhozama a június 5-i újabb 17,4 mm-es eső hatására — amely csapadék azonban még mindig csak a karsztközetekből álló karsztos vízgyűjtő felszínéről jutott be a földalatti vízhálózatba — 10,5 lit/sec-ról 13,1 lit/sec-re növekedett. Ezeknek a csapadékhullásoknak a hatására június 10-re a forráshoz tartozó nemkarsztos térszínű „járulékos” és „időszakos” pannonfennsíki vízgyűjtőterületrész talaja is telítődött vízzel, úgyhogy további csapadék elnyelésére képtelenné vált ez az agyagos talaj.

Nyilvánvalóan láttuk, hogy ha a közeli napokban nagyobb eső lenne, a ponorok is működésbe lépnének és ezek hatására ugrásszerű árvízi forrásvízhozam jelentkezne. Ez megtörtént. 11-én egy 47,3 mm-es felhőszakadás órák alatt 1350 lit/sec-ra nyomta fel a Komlósforrás vízhozamát. Ezzel

egyidőben természetesen a többi forrás is, így elsősorban a Jósvaforrás, hasonló mértékben megáradt s a községeket elöntötte az árvíz. A következő napon újabb 16,2 mm-es csapadék hullott, ami természetesen erősen késleltette a csúcsáradás visszahúzódását. A nemkarsztos vízgyűjtőterületről a karsztok lábánál levő ponorokba 15-ig ömlött a víz. 16-án reggeltől kezdve a nemkarsztos „járulékos” vízgyűjtőterületek ismét kikapcsolódtak a földalatti barlangi patakok vizének táplálásából. Ez igen frappánsul kitűnik az áradási görbe leszálló ágának június 16-i megtöréséből és viszonylagos erős ellaposodásából. *Abban az időszakban, amikor a nemkarsztos járulékos vízgyűjtőterület is táplálja a karszt barlangjait, a vízhozamgörbe fel- és leszálló ága közel függőleges. Az áradásnak ezt a részét, amelyben tehát a főszerepet a nemkarsztos térszín áradmányvize viszi, B típusú áradásnak neveztem el, az okozó víztömeget pedig B típusú víznek. Szemben áll ezzel az áradásnak az a fajtája, amikor csak a karsztos vízgyűjtőfelszínre került és ott beszivárgott csapadék okozza az áradást. Az ilyen „karsztvízáradási” A típusú áradásnak neveztem. Ugyanezen megfontolással a forrás vízhozamdiagramjának is A és B típusú szakaszairól beszélek.*

A júniusi nagyáradás tehát B típusú volt 11-től 16-án reggelig, ezt követően pedig tisztán A típusú. Hogy mennyire indokolt ily határozottan megkülönböztetni a forrásáradás két típusát, azt a későbbiekben tárgyalandó kémiai vízvizsgálati eredmények is dokumentálni fogják.

Amíg A típusú megáradás karsztforrásaink életében — jellegzetesen domborodó, több hétre széthúzódó vízhozamgörbe íveléssel — elkülönítve és tisztán is jelentkezhet (lásd pl. az 1957-es diagramon a május 1-től június 20-ig terjedő szakaszt), addig a B típusú áradás mindig A típusúba megy át, mert hiszen alig képzelhető el olyan eset, hogy *csak* a nemkarsztos járulékos vízgyűjtőre hullik a csapadék, s ugyanakkor a karsztos vízgyűjtőre nem.

A legtöbb áradásnál az áradás jellege a két típus kevert formájából adódik és az illető áradást ahhoz a típushoz tartozónak kell minősíteni, amelyiknek a jellege uralkodó módon mutatkozik. Ebben az értelemben tehát az 1954. március elején már tárgyalt áradás és a június 11-i nagyáradás B típusú volt, míg ugyanezen év májusának áradása csaknem tisztán A jellegű. Az A jellegű forrásvízhozam-görbének a leszálló ágát most már könnyű felismerni az 1954 évi vízhozamgörbe június 17-től a hónap végéig lejtő szakaszában is.

Ha tovább szemléljük görbénk alakulását, feltűnik, hogy a július 1-i és 2-i jókora esők (összesen 63 mm a két nap alatt) a vízhozamgörbének csak egy gyenge A típusú módosítását okozták, annak ellenére, hogy a karsztos vízgyűjtőterület még jócskán telítve volt leadásra váró karsztvízzel. (Ez a forrás júniusvégi magas vízhozamprodukciónak látszik.) A jelenség magyarázata abban rejlik, hogy a június 11-i nagyáradás óta a járulékos nemkarsztos vízgyűjtő talaja meglehetősen kiszáradt a nyári melegekben (az eltelt 20 nap alatt kevés csapadék volt), így ismét nagymennyiségű vizet volt képes magába venni. Ha a július 2-át követő napokban akárcsak 20 mm-es csapadékhullás is jelentkezett volna, a B típusú áradás teljes bizonyossággal bekövetkezett volna. Érdekes mennyiségű eső azonban ezt követően nem esett. A mostantól kezdve lényegében szárazzá vált júliusban és a kiscsapadékú, de forró augusztusban annyira kiszáradt a karsztos és a járulékos vízgyűjtő területek felszíni talajrétege, hogy a szeptemberi, novemberi és

decemberi esők már nem tudták befolyásolni a forrás vízhozamgörbéjének egyenletesen alászálló jellegét. December 31-én a Komlósforrás vízhozama már csak 2,5 lit/sec volt.

Az 1954-es évi megfigyelések tanulságaiból a következőket szűrhetjük le:

*Az Aggteleki-hegység barlangjainak (Baradla, Béke) patakjai két különféle vízgyűjtőterületről kapják vizüket. Az állandó és a patakok alapvízhozamát a karsztmasszívum „leszálló” karsztvize szolgáltatja (A típusú víz). A karsztra hulló és ott beszivárgó csapadék nagyságától függően ennek a karsztvíznek a hozama elég erőteljesen változhat ugyan, de ez a változás nem ugrásszerű az ütemében és nem is árvízokozó mértékű. Az A típusú áradások huzamosan tartók.*

Ezzel szemben vannak a *B jellegű áradások*. Ezek hirtelen jelentkező, gyors lefolyású és éppen ezért hatalmas tömegű vízbefolyások, a barlangban tartózkodókra is könnyen életveszélyessé válható áradások. Mindig a barlangok nemkarsztos pannon járulékos vízgyűjtő felszínére hullott csapadékok következményei. Ezen a vízgyűjtőterületen az agyagos talajra került és ott be nem szivárgott csapadék gyűlik össze s innen a víz felszíni völgyeken át a karszthegység pereméhez folyik. A völgyek víznyelőben végződnek. A ponorokhoz jutó víz rajtuk akadály nélkül bejut a barlangrendszerek folyosóira, amelyeken végigrohanva, a jósvafői forrásvölgyek ún. „árvízi forráshelyein” ömlik ki újra a felszínre. Ilyen esetben *B* típusú áradásról beszélünk. A források hirtelen, ugrásszerűen jelentkező nagy megáradásai mindig *B* típusúak.

Nincs azonban minden alkalommal árvíz, valahányszor a víznyelők vízgyűjtőterületére nagyobb mennyiségű csapadék hull. *A barlangjáratokban csak akkor keletkezik B jellegű árvíz, ha a csapadék olyan időszakban jut víz alakjában a felszínre, amikor a talaj valamilyen oknál fogva nem képes azt elnyelni, illetve a talaj víznyelőképessége kisebb, mint amennyi a rája hullott csapadék mennyisége.*

Azt, hogy a kavicsos agyagrétegekből felépített pannon vízgyűjtőfennsík talaja ne tudja elnyelni a reákerült csapadékmennyiségeket, két fő tényező idézheti elő. Az egyik a talaj keményrefagyása, a másik pedig a talaj korábbi „elázottsága”. Vizsgálataim szerint az árvíz kialakulásának feltételeiben fenti okokon kívül jelentős szerepet játszik még a csapadékhullás időtartama is.

Hogy ezek a tényezők mennyire befolyásolják a *B* típusú áradás kialakulását, erre vonatkozóan számtalan kísérlettel és méréssel volt alkalmam meggyőződni. Ezek ismertetését más helyen részletesen közlöm (l. Földrajzi Közlemények, 1956. p. 381—402.)

## 1955

(Lásd a 7. ábrát)

Tekintve, hogy az 1954. évi megfigyeléseim és bizonyos, e helyen nem részletezett vízkémiai vizsgálataim meggyőztek arról, hogy a forrásvizek áradásaikor feltűnően megváltozik azok kémiai összetétele is, elhatároztam, hogy az 1955. évi vizsgálataimat a csapadék és vízhozam-adatok mérése mellett a víz rendszeres kémiai elemzésével is ki fogom egészíteni. Ilyen



kémiai vizsgálatoknak azonban csak akkor van értelme, ha azok valóban rendszeresen és megfelelő sűrűséggel történnek ahhoz, hogy az elemzési adatokból a legfontosabb kémiai jellemzők alakulásának folyamatos diagramja elkészíthető legyen. Célkitűzésem megkívánta, hogy a Komlósforrás és a Jósvaforrás vizének kémiai állapotát a nyugalmi időszakokban legalább 2—3 naponként, az áradási periódusokban pedig ennél jóval sűrűbben, akár félóránként is rögzítsem. Ez olyan roppant számú kémiai vízvizelmezést tett szükségessé, amelyeknek a szokásos laboratóriumi vízanalitikai módszerekkel való elvégzéséhez idő nem állott volna rendelkezésre. Ezért dr. DONÁSZY ERNŐ és dr. MAUCHA REZSŐ, valamint dr. CSAJÁGHY GÁBOR és DVIHALLY ZSUZSA irányításával és áldozatos segítségnyújtásával elsajátítottam a CSAJÁGHY—MAUCHA-féle helyszíni mikroanalitikai módszert. E módszer segítségével aránylag nagy pontossággal és néhány perces esetenkénti vizsgálati munkával mindig tisztázni lehetett egy-egy vízminta jellegzetes kémiai alapvonásait.

A gyakorlatban rövidesen rájöttem arra, hogy nem érdemes valamennyi ion rendszeres elemzését elkészíteni minden vizsgálat alkalmával, mert amikor az Aggteleki-hegység nagy karsztforrásainak vizében a különböző oldott anyagok tartalma változik, *teljesen arányosan* változik. Elegendő, ha a karsztvizek legfontosabb oldott kémiai anyagának, a kalciumnak és a hidrokarbonát-tartalomnak a mennyiségi változásait vizsgálom végig időről időre: ugyanazokat a jellegzetességeket kapom a változásokra vonatkozólag, mintha teljes, minden kémiai alkotórészre kiterjedő vízvizelmezések eredményeit állítanám egymással párhuzamba. Sőt, a vizsgálatok azt is igazolták, hogy a vizek  $\text{Ca}^{++}$ -ionjának és  $\text{HCO}_3^-$ -ionjának változási görbéi is teljesen paralel módon futnak, s egymástól való észrevehető jellegi eltérést nem mutatnak. Amilyen arányú az oldott  $\text{Ca}^{++}$ -ion növekedése a vízben, pontosan olyan arányú a  $\text{HCO}_3^-$ -ioné is s a többi kémiai jellemzőé. Ezért, noha vizsgálataimat — mintegy ellenőrzésképpen — folyamatosan és minden esetben elvégeztem a  $\text{HCO}_3^-$ -tartalom rögzítésére is, nem láttam különösebb értelmét a  $\text{HCO}_3^-$ -görbe komplexdiagramra való felrakásának. A  $\text{Ca}^{++}$ -görbéhez viszonyítva ugyanis semmi újat nem mondana, viszont nehezítené a komplexdiagram áttekintését. Ezt a megállapításomat eredeti vízvizelmezési jegyzőkönyvem adatai bármikor alátámaszthatják, amelyben egyébként a többi vízkémiai vizelmezési adataim is fel vannak vezetve.

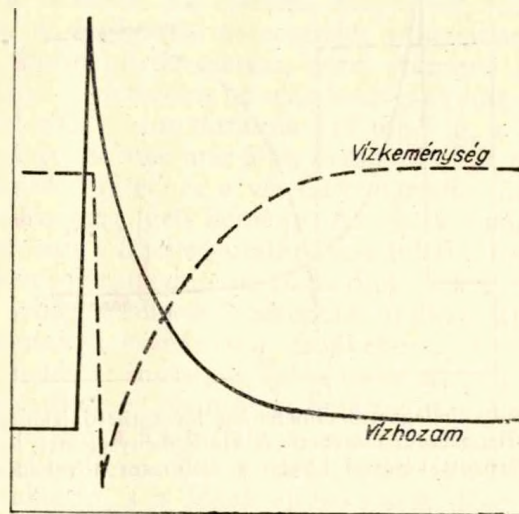
Mint utólag beigazolódt, roppant hasznos volt, hogy a mindegyik ion rendszeres vizelmezésére kiterjedő elemzés készítése helyett inkább a kalciumra és hidrokarbonátra megvizsgált vízminták *számát* bővítettem, s hogy egyidejűleg párhuzamosan végeztem a Jósva- és a Komlósforrásnál is az elemzéseket. Ez a kilenc hónapon át folyamatosan végzett, kitartó és igen fáradságos munka azonban megérte a befektetett költséget és türelmet. Az elkészült 1955-ös komplexdiagramunk ugyanis igen sok oldalról közelebb juttatott a karszthidrológiai törvényszerűségek felismeréséhez, sőt a barlanggenezis kérdésének (pl. a korrózió és erózió szerepe a karsztos üregképzésben) megoldásához.

A források komplex változásainak ilyen természetű oknyomozó hidrokémiai vizelmezéséhez, melyhez hasonló tudomásom szerint még sehonnan sem ismer a nemzetközi szakirodalom, igen szerencsés volt az 1955-ös esz-

tendő kiválasztása. Ez az év ugyanis az aggteleki barlangok vízgyűjtőterületének viszonylatában magas, 874,2 mm-es csapadékot hozott, s a csapadék-hullás eloszlása is olyan volt, hogy vizsgálataink számára a legkedvezőbbben alakultak ki — az év folyamán többször is — a legnagyobb mérvű rendellenességek. Már itt le kell ugyanis rögzíteni azt a megállapítást, hogy pontosan a szokásostól *eltérő rendellenességek* tanulmányozásának van különleges jelentősége a forrásvizek alakulásában. Ezt a következőkben látni fogjuk.

Mindenek előtt próbáljunk meg elméletileg levezetni egy típusos B áradási komplexdiagramot. Milyen jellegű vízkémiai elváltozásoknak kellene bekövetkezni elméletileg akkor, ha a ponorok működésének megindulásával a járulékos, nemkarsztos vízgyűjtő felszínről nagy mennyiségű lágy kímájú nemkarsztvíz ömlik be hirtelen egy földalatti barlangfolyosóba, majd azon végigfutva: a forrásnál való megjelenéskor?

Azt már láttuk az 1954-es diagramunk esetében is, hogy ilyenkor a forrás vízhozama erőteljesen és hirtelen felszökik. Ha a barlangalagutat úgy tekintjük, mint egy földalatti, üres vízvezető kanálist, akkor ezzel a vízhozamfelugrással pontosan egyidőben a forrásvíz kémiai ellágyulását is olyan mértékben kellene észlelnünk, mint amennyivel lágyabb kímájú a ponorokon beömlő nagymennyiségű áradmányvíz a forrás által korábban produkált kemény karsztvíznél (l. a 3. ábrát).

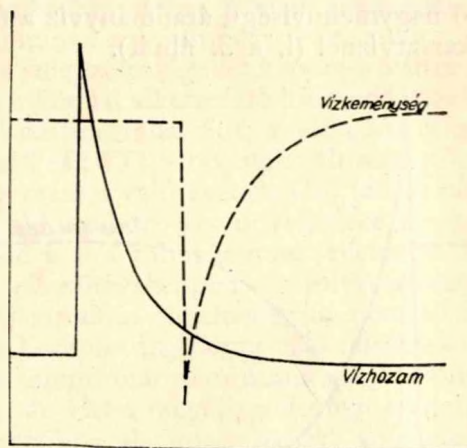


3. ábra. A B-típusú áradás jellegzetes elméletileg levezethető jelentkezése üres barlangalagút feltételezése esetén, a forrásvíz hozamának és keménységének alakulásában

Az Aggteleki-hegység barlangjairól, így elsősorban a Békebarlangról, de a Baradla Alsó-barlangjáról is tudjuk, hogy azoknak folyosói nem tekinthetők üres kanálisoknak, hiszen bennük állandó, nagytömegű karsztvízmennyiség van, aminek túlfolyása a jósvafői források többé-kevésbé állandó jellegű vízhozam-produkálását biztosítja. A Baradla-barlangé a Jósvaforrásét, a Békebarlangé pedig a Komlósforrásét. Ebben az esetben elméletileg

azt kell várnunk, hogy a víznyelőkön, tehát a barlangalagútnak a forrásokkal ellentétben, felső végén beömlő nagytömegű lágú víz — jellegzetes kémiai elváltozásaival — csak azután jelentkezik magában a forrásban, miután előzetesen már kiszorította a barlangból az ottlevő víztömeget, s annak helyét betöltötte. A forrás vízhozamának erőteljes megáradása tehát már bekövetkezett (a lágú áradmányvíz maga előtt kitolta a gyakorlatilag összenyomhatatlan *A* típusú víztömeget), a víz kémiai összetétele azonban még változatlan maradt, hiszen az áradásnak ebben az első periódusában még ugyanaz a belső, tárolt karsztvíztömeg ömlik a felszínre, amelynek túlfolyása lényegesen kisebb vízhozammal korábban is jelentkezett. A forrásvíz kémiai megváltozása, nagyfokú ellágyulása csak azután lesz tehát észlelhető, miután a barlangból az összes korábbi vízmennyiséget maga előtt kiszorította a járulékos vízgyűjtőterületről beömlött nemkarsztvíz. Hogy a vízhozamgörbe hirtelen felugrása a víz keménységét jelző görbe hirtelen leszálló ágát időben mennyire előzi meg, ez teljesen az illető vizes barlangban egyidejűleg benn tárolódott víztömeg nagyságától és az áradás mértékétől függ.

Ez tehát az elméleti formula, amelynek a mi forrásainkra vonatkoztatva a *B* típusú áradások időszakában helytállóan kell lennie (l. a 4. sz. ábrát).



4. ábra. A *B*-típusú áradás jellegzetes elméletileg levezethető jelentkezése állandó karsztvízfolyást tartalmazó barlangalagút esetében. A víz keménységének lecsökkenése csak meghatározott késéssel követi a vízhozam növekedését

Ha forrásaink árvízi változásainak jellegében ettől az elméleti formától való bármiféle esetleges eltérés mutatkozna, annak speciális előidéző okát meg kell találnunk, mert ilyeneknek kell lennie. Vizsgáljuk meg most ebből a szempontból 1955-ös komplexdiagramunkat.

Azt tapasztalhatjuk, hogy elméleti levezetésünket a gyakorlat is igazolja, de mind a Jószaforrásnál, mind a Komlósforrásnál vannak olyan — az elméleti formától eltérő és egymástól is különböző — *sajátos mellékjellegek*, amelyek első szemlélésre indokolatlanok és érthetetlenek. Ezek az elméleti formától való eltérések az illető forrásra jellemzőek, szabályszerűek és minden *B* típusú áradáskor ismétlődők. *Látni fogjuk, hogy mindegyik sajátos*

*eltérés az illető forrás földalatti vízjáratainak különbözőségeivel áll szoros okozati kapcsolatban.* Ezért egy forrás még ismeretlen földalatti járatának megismerése céljából a B típusú áradások elméleti formától való eltéréseinek vizsgálata a döntő jelentőségű.

A továbbiakban végigkövetjük a 9 hónapot felölelő 1955-ös komplex-diagramunkat. (Tekintve, hogy a Jósvaforrásnál rendszeres vízhozammérésre nem nyílt alkalmunk, a Komlósforrás vízhozamgörbéjének arányai és időpontjai a Jósvaforrásra is vonatkoztatandók. Ezt nagyobb hiba elkövetése nélkül tehetjük, mert hiszen a Jósva- és Komlósforrások vízhozamingadozásai a két járulékos vízgyűjtőfelszín közvetlen szomszédsága s a barlangszerkezetek nagyfokú hasonlósága miatt általában mindig párhuzamosak egymással.

Február 1-én, a vizsgálati időszak első napján 28 centiméteres, süppedő jellegű hótakaró fedí az erősen fagyott talajt. A források vízállása elég alacsony, a januári gyenge A jellegű duzzadás következtében a Komlósforrásnál 4,5 lit/sec. Mindkét forrás közel 104 mg/l  $Ca^{++}$ -tartalommal jelenik meg. Február 3-án 0,9, 4-én 2,7, 5-én pedig 1,7 mm eső hull az erősen rogyadozó hóra. Ennek, valamint a teljesen fagyott talajnak a hatására a járulékos vízgyűjtőterületről alig említésre méltó mennyiségű B típusú áradás jut a barlangokba. A Komlós vízállása már 3-án 6,3 lit/sec, 7-én pedig egyenes ütemben 34,3 lit/sec-ig emelkedik. A Komlósforrásból ömlő víz még 7-én, az áradás tetőzésekor is tiszta. Ez elárulja, hogy még mindig az előretolt karsztvíz jelentkezik. A víz kémiai összetételét változatlannak kellene várunk az elméleti B típusú görbe szerint, ezzel szemben mind a Jósvánál, mind a Komlósforrásnál a vízhozam növekedésével együtt a víz keménysége is növekszik. A Komlós  $Ca^{++}$ -ion tartalma 119 mg/l-ig, a Jósváé pedig 115 mg/l-ig emelkedett. A Jósva vize már 6-án zavarosodik (a csehek elengedték Domicában a csónakázótó vizét) és a víz  $Ca^{++}$ -tartalma 81 mg/l-re száll alá 7-ére, amikor a Komlós még igen kemény. Az egész áradásról nehéz meghatározni, hogy az A vagy a B jelleg uralkodik-e inkább benne. A forrásvízhozamok csökkenésével párhuzamosan fokozódó vízkeménység-növekedés mindenesetre az A jelleg uralkodó szerepére utalhat, kivéve a Komlósforrás február 9-i átmeneti keménység csökkenését, ami viszont némi B típusú víz hozzákeveredésére mutatna. Talán most érkezett meg a forráshoz a február 4-i hóolvadás B vize? Nem lehet határozottan állítani, mert mindössze 110 mg/l-ig csökken a Ca-tartalom, s a következő napokban ismét emelkedik, még erőteljesebben. Talán mégis csak az A jelleg volt ebben a kisáradásban az uralkodó, s a Jósva eltérő viselkedését (B-szerű kémiai beütés) csupán a domicai tó leengedése okozta.

Hogy A jellegű áradáskor a barlangi vizek kémiaja keményedik, ez érthető, hiszen ilyenkor a vízhozam megnövekedését a barlangi csepegő vizek erőteljes felszaporodása és ennek s sok apró vízforrásnak az összegeződése okozza. A karsztmasszívum kőzetének hajszálrepedéseiben levő és mészben telített vizet nyomja lejjebb ilyenkor a karsztban föléje rétegződő újabb leszálló karsztvíz. Hogy ez mennyire így van, azok a kémiai vizsgálatunk bizonyítják, amelyeket egyugyanazon barlangi csepegőhelyen, különböző időpontokban nyert vízmintákon végeztünk. Minden esetben azt tapasztaljuk, hogy a cseppkövek vízcsepegésének csapadékbő időszak utáni

sűrűsödésével együttjár vizük összetételének keményedése is. Ennek más oldalról okozója lehet az is, hogy ilyen csapadékbő időszakok után, amikor a karszt repedéshálózata telítődik leszálló karsztvízzel, a repedéshálózatok alsóbb régióiban megnövekszik az ottani vízre ható hidrosztatikus nyomás, s e nyomásnövekedés hatására a korábban már telített oldatok további mészdoldási aktivizálódása áll elő. E körülmények hatására az *A* jellegű áradásnak mindig törvényszerű velejárója és biztos ismertető jele a víz  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ -tartalmának erős megnövekedése.

1955-ös komplexdiagramunk február 10—16-ig terjedő szakasza tehát típusosan *A* jellegű mutat.

Február 17-én este 36,2 mm havas eső esett, ami 18-ra típusos *B* jellegű áradást okozott. A Komlós vízhozama egyik óráról a másikra 14,2 lit/sec-ről 275 lit/sec-re ugrott fel. A Jósváé hasonlóan. Igen feltűnő azonban, hogy mind a Jósva, mind a Komlósforrás esetében a *B* típusú áradásra jellegzetes erős vízlágyulás előtt egy hirtelen és rövididejű, határozott jellegű kémiai vízkeményedés jelentkezett. A Komlós vizében a  $\text{Ca}^{++}$  136 mg/literre, a Jósváében pedig 114 mg/literre szökött fel. Másnapra azonban már mindkét forrásnak 64 mg/literes  $\text{Ca}^{++}$ -tartalmú lett a vize.

Ezt a feltűnő jelenséget később is minden *B* típusú áradásnál tapasztaltuk. Csak egyetlen dologra lehet belőle következtetni. Nevezetesen arra, hogy a barlangalagútban a karsztptatak vize normális folyási viszonyok mellett nem mészdoldó, hanem *mészlerakó tendenciájú*. A barlangba jutó karsztvíz nemcsak a cseppkövek csúcsait növeli mészlerakásával, hanem a sok külön eredetű vízcseppből alakult barlangi *A* jellegű karsztptatak a meder fenekére is állandóan  $\text{CaCO}_3$ -at rak le. (Ezzel magyarázható pl. a békebarlangi roppant mennyiségű mésztufagát jelenléte.) A folyamat következtében a víz már földalatti útján, a forrás felé haladtában egyre inkább megszabadul fölös mésztartalmától. A felszíni forrásvölgyben megfigyelhető mésztufakerakódás olyan anyagkiválási folyamatnak az eredménye, amely folyamat döntő szakasza már a barlangban lezajlott. Ezek ismeretében most már érthető, hogy miért szökik fel *B* áradáskor a vízhozam növekedésével párhuzamosan a víz keménysége is. Azért, mert ilyenkor azt a barlangból hirtelen előretolt karsztvizet nyerjük, amely karsztvíznek már nem volt ideje lerakni fölös mésztartalmát.

Hogy a barlangi patak vizének oldott mésztartalma a barlangban — a forrás felé haladva — egyidőben vett vízmintákban ténylegesen csökken, ezt alábbi békebarlangi vegyi vizsgálati eredményeink is igazolják.

Mintavétel időpontjai	A patakvíz $\text{Ca}^{++}$ -ion tartalma a Békebarlangban		
	„Kőtélhágcsós szifonnál” mg/l	„Búvárruhás szifonnál” mg/l	Komlósforrásnál mg/l
1955. III. 4.	134,58	131,15	117,82
1955. IV. 22.	132,11	129,08	124,66
1955. X. 10.	131,70	127,19	124,02
1955. XII. 6.	133,29	130,77	125,13

Ezek a megfigyelések a legdöntőbb bizonyítékai egyre erősödő nézetünknek, hogy az Ággteleki-hegység barlangjait nem a víz oldóhatása hozta létre korróziós munkával, hanem azok kizárólagosan a földalatti vízfolyások eróziós munkájának a termékei. *Az üregképzés munkáját csakis a B típusú nemkarsztvíz végezte, és végzi még ma is, a barlangok karsztos vízgyűjtőjéről származó leszálló A jellegű karsztvíz szerepe a barlangképzésben ezzel éppen ellentétes irányú: mészlerakó, s ezáltal üregkitöltő, barlangmegszüntető tendenciájú.*

Ezt a merész állítást még jobban alátámasztja július 9. és 12. közötti árvízi komplexvizsgálatunk, amelyről olyan bőszerű vizsgálati adatot tudunk rögzíteni, hogy segítségével e négy nap komplexdiagramját erős szét húzással s mégis kellő pontossággal mutathatjuk be. (Lásd később, a maga helyén.) Most térjünk vissza 1955-ös komplexdiagramunk márciusi szakaszához.

A március 20-ra bekövetkezett teljes hóolvadás, valamint a március 22-i, 24-i és 26-i kisebb esők a víznyelők többszöri aktivizálásával, a fagyott és közben felengedő talaj fontos beszivárgásszabályozó szerepének sűrű jellegváltoztatásával a komplexdiagram képét március második felében annyira komplikálttá teszik, hogy ennek az időszaknak a részletes oknyomozó elemzésére nem tudok vállalkozni. Különösen a Komlósforrásnál, de a Jószaforrásnál is olyan erőteljesek és minden szabályosság nélküli ingadozásokat mutatnak a vegyi változások, amelyeknek a megértéséhez és értelmezéséhez talán még több adatra lenne szükség. Ezért elhatároztam, hogy a legközelebbi B áradás alkalmával félóránként fogom a források változásait vizsgálni, s az áradási periódusban még néhány új szempontra is kiterjeszteni a megfigyeléseket. Így született meg az a komplexdiagram, amely a Komlósforrás 1955. július 9—12-ig terjedő B áradásának lefolyását tünteti fel a megkívánt részletességgel és pontossággal.

A járulékos vízgyűjtőfelszín talajának rendszeresen végzett vízelnyelési képességvizsgálataiból már július 8-án reggel láttuk, hogy kialakult az erős árvízveszély periódusa. Számítván arra, hogy a következő napokban újabb esőzések jelentkezhetnek, azonnal megtettük előkészületeinket a tervezett nagyméretű vizsgálathoz. Július 8-án délelőtt 11 órakor a Békebarlang patakjának vizébe a Főág felső, víznyelő-felőli végén behelyeztünk 20 dkg fluoreszcint, majd ugyanezen a helyen 10 órával később, 19 órakor 25 kg NaCl-t. Erre azért volt szükség, hogy esetleges áradás alkalmával a barlangi vízfolyásnak ezt a megjelzett szakaszát pontosan felismerhessük a forrásban való előbukkanáskor.

Feltételezésünk helyesnek bizonyult. A Békebarlang vízgyűjtőterületére 8-án és 9-én összesen 64 mm csapadék hullott. Ennek hatására a víznyelők is működésbe jöttek. A fluoreszcin behelyezése után 22 órával, a NaCl betétele után viszont 12 órával később, nagytömegű, a nemkarsztos vízgyűjtőterületről származó, lágy és erősen szennyes víz ömlött a barlangba (nyelőműködés 8,30 órától 9,30 óráig 9-én).

9-én hajnaltól 12-én éjfélig 4 teljes napon és éjszakán keresztül, félórás vízmintavételi és adatrögzítési időközökkel megszakítás nélkül — feleséggel felváltva vizsgáltuk a Komlósforrás vízhozamának változásait, a víz zavarosságai fokában bekövetkező elváltozásokat, ezenkívül a víz  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  és  $\text{Cl}^-$  ion tartalmának alakulását, valamint a víz fluoreszcin-töménységét.

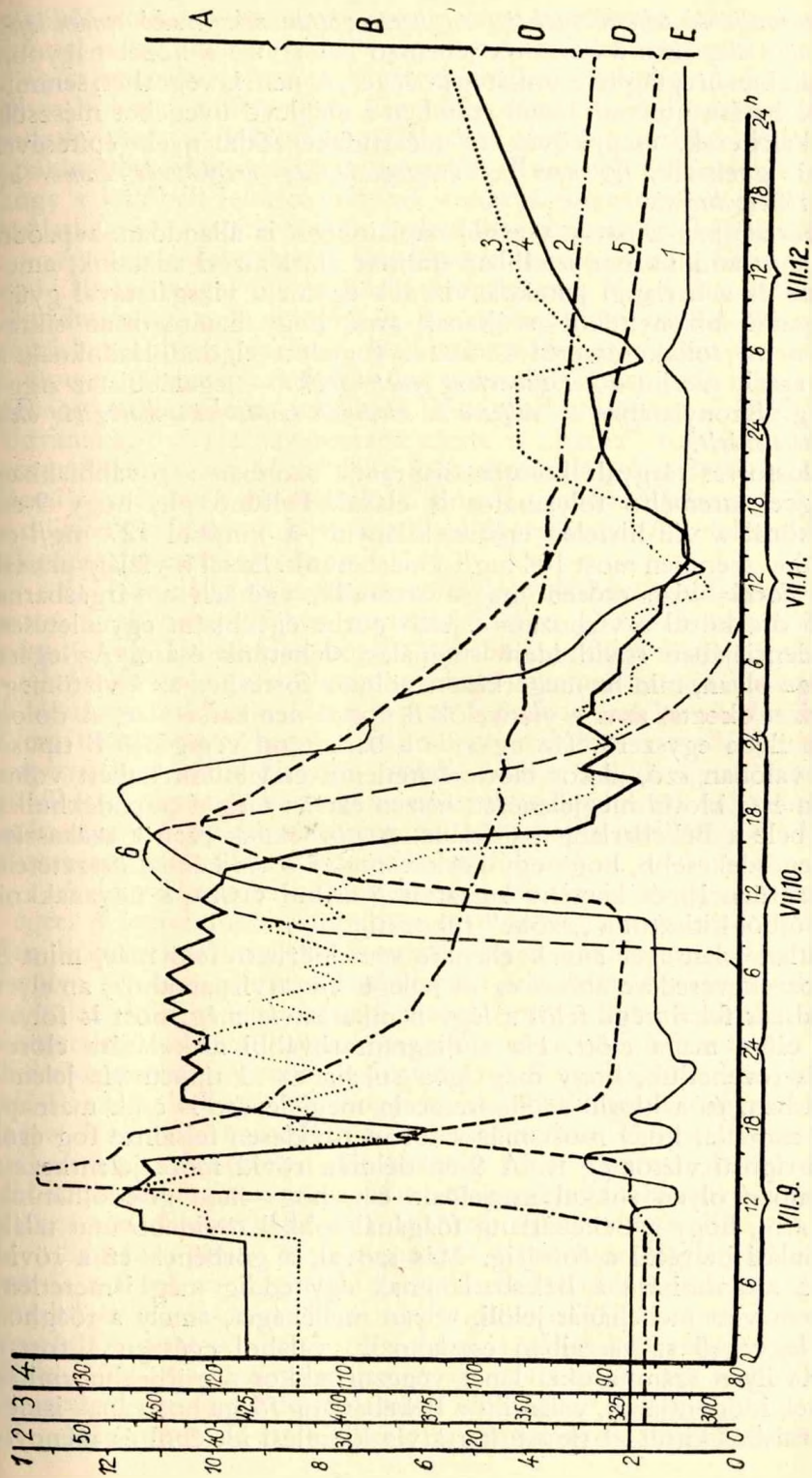
Közbevetőleg meg kívánom említeni, hogy a diagram egyes eddig nem tárgyalt görbéi milyen eljárásokkal készültek. A víz zavarossági fokának mérésére magas üveghengert használtunk, amely alá milliméterpapírt helyeztünk. Azt a vízoszlopmagasságot igyekeztünk mindig lemérni, amely alatt a mm-papír beosztása még éppen kivehető. Így a „kristálytisza” jelzés 25 cm-nél nagyobb átlátszó vízoszlopmagasságot jelöl, míg a „szőke” jelzővel azt a vizet jelöltük, amelynek 10—25 cm között van az átlátszósági határa. A „sárga” víz 3—10 cm-ig, a „sárgásbarna” 1—3 cm-ig értendő, „barna” víznek pedig az olyan vizet nevezzük, amelyiknek már 1 cm-es rétege is átlátszatlan. A fluoreszcein intenzitását ugyancsak üveghengerben a zavarosság mintájára igyekeztünk konkretizálni. Ezen a téren a dolog természeténél fogva nagyobb pontosságot nem érhattünk el. A víz  $\text{Cl}^-$ -ion tartalmát, valamint  $\text{Ca}^{++}$ - és  $\text{HCO}_3^-$ -tartalmát a MAUCHA—CSAJÁGHY-féle félmikro vízelemző eljárásokkal azonnal, a helyszínen vizsgáltuk.

Ha megnézzük az eredményeket időbeli sorrendben feltüntető 5. sz. komplexdiagramot, láthatjuk, hogy a forrás vízhozama 9-én 9 óra 40 perckor rohamosan növekedni kezdett, annyira, hogy 13 órára már a csúcértékre szökött. A forrás vízhozamának növekedésével egyidejűleg a víz csak egészen halványan szőkült meg. A forrásban jelentkező víztömeg tehát nem azonos a víznyelőkön beömlő piszkos, szennyes vízzel. Ezt mutatja az is, hogy az áradásnak a forrásban való megjelenése előtt nem észleltük sem a fluoreszcein, sem a  $\text{NaCl}$  jelentkezését, amit pedig, ha a tényleges árvízi víztömegről lenne szó, maga előtt kellett volna tolnia. Végül, de nem utolsón sorban: feltűnő, hogy a vízhozam ugrásszerű megnövekedésével egyidejűleg a víz  $\text{Ca}^{++}$ - és  $\text{HCO}_3^-$ -tartalma is erősen megnövekszik a korábbi nyugvóértékekhez viszonyítva.

Ha a diagramnak a 9-én 9—14 óráig terjedő részletét vizsgáljuk, nem gondolhatunk másra, mint arra, hogy a forrásban az a víz jelentkezett, amely a barlangban a forrás és a víznyelők között a víznyelők működésével egyidejűleg bent tárolódott, s ezt a vizet most a felülről beömlő nagytömegű áradmányvíz maga előtt kiszorította. Mivel a víz gyakorlatilag nem nyomódott össze, az áradás csúcsvízhozama sem az áradást előidéző lágy kémiai víz megjelenésével esik egybe. A vízhozammaximum tehát a barlangból előretolt vízzel jelentkezik. A földalatti járatban most a B típusú víz elfoglalja a kiszorított A típusú víz helyét az ottani víztároló medencékben.

A dolognak ez a része eddig természetes, és ha egyébként nem tudnánk, hogy a Komlósforrás karsztos vízvezető csatornájában (barlangjában) víztároló medencék jócskán vannak, a forrásnak ez a viselkedése most minden kétséget kizáró módon elárulná ezt. De nem lehet következtetés levonása nélkül elmenni amellett sem, hogy a forrás keménysége az áradással egyidejűleg megnő. A barlangi víztárolókban levő A típusú karsztvíz ugyanis, amelyet hirtelen lökött ki a B típusú víztömeg, már nem tudta lerakni mésztartalmának azt a részét, amelyet normális folyási sebesség mellett a barlang üregeiben egyébként még a forrás előtt lerakott volna. (A forrás  $\text{Ca}^{++}$ -ion tartalma az áradás előtt heteken keresztül változatlanul 117,5 mg/l volt,  $\text{HCO}_3^-$ -tartalma pedig 411 mg/l!)

*Határozottan kimondhatjuk tehát, hogy a karsztos felszínre hullott és ott beszivárgott csapadékvíz: a leszálló karsztvíz, a barlang, azaz a karsztvíz níveljén*



5. ábra. A jósatfői Komlós-forrás változásának komplex diagramja az 1955. július 9-től 12-ig történt vízfestéses és áradásélezési időszakban.

Jelmagyarázat: 1 =  $\text{Cl}^-$  mg/l, 2 = vízhozam (bukómérce/cm), 3 =  $\text{HCO}_3^-$  mg/l, 4 =  $\text{Ca}^{++}$  mg/l, 5 = vízzavarossági mutató, 6 = fluoreszcén-intenzitás görbéje. A = barna, zavaros víz, B = sárgásbarna víz, C = sárga víz, D = szőke víz, E = tiszta víz.



*mészoldás szempontjából teljesen inaktív, sőt határozottan mészlerakó tendenciájú. Ez az A típusú víz, azaz a karsztok jellemző karsztvize a kőzet nagyobb mélységű régióiban üregtágító munkát nem végez, és nem is végezhet, semmiféle korróziós hatása nincsen. Ezzel szemben a meglevő üvegeket mészsók lerakásával, kalciterek, cseppkövek és mésztufaképződmények építésével eltömedékelni igyekeznek. Így nem az üregtágítás, az üregképzés, hanem az üregpusztítás előmozdítója.*

A Békebarlangban a patak vizéből napjainkban is állandóan képződő mésztufagátak, valamint a már korábban említett vízelemzési adataink, amelyek a forrás és a barlangi patakok vizének egyidejű vizsgálatával gyűjtöttünk, elegendő bizonyítékot nyújtanak arra, hogy határozottan síkraszállhassunk a mi sokak részéről kétkedve fogadott elgondolásunknak a védelmében, amely szerint a *karsztbarlang genetikájából* — legalábbis az Aggteleki-hegység viszonylatában — *teljesen ki kívánjuk kapcsolni a karsztvíz oldó szerepének feltételezését.*

A Komlósforrás tárgyalt komplexdiagramja azonban a továbbiakban még más figyelemreméltó folyamatot is elárul. Feltűnő pl., hogy 9-én 15—16 óra körül a víz hirtelen erősen kilágyul. A korábbi 127 mg/l-es  $\text{Ca}^{++}$ -értékekkel szemben most 104 mg/l-t mérhetünk. Ezzel a vízlágyulással egyidőben a forrás vize erősen megzavarosodik, egészen a sárgásbarna fokozatig. 15 óra körül a vízhozamot jelző görbe egyébként egyenletesen süllyedő tendenciájában rövid idejű stagnálást vehetünk észre. Az egész változás jellege olyan, mintha megérkezett volna a forráshoz az a víztömeg, amely az árvizet okozta, azaz a víznyelők B típusú nemkarsztvize. A dolog azonban nem ilyen egyszerű. Ha ugyanis a barlangon végigfutó B típusú vízről lenne valóban szó, akkor előtte feltétlenül észlelnünk kellett volna a fluoreszcein és a klorid megjelenését, hiszen ezeket még a csapadék hullás előtt raktuk bele a Békebarlang patakjába. A görbéknek ezen a szakaszán azután az a legérdekesebb, hogy egy-két óra múlva a víz kémiai összetétele szinte ugrásszerűen ismét kemény karsztvízzé alakul vissza, s ugyanakkor a forrás vize újból kitisztul a „szőke” fokozatig.

A szokatlan jelenséget ennek ellenére sem idézhette elő más, mint B típusú víz hozzákeveredése ahhoz az A jellegű karsztvíz patakhhoz, amelyet a barlangrendszer felső vége felől a lágy nemkarsztvíz még most is folyamatosan tol előre maga előtt. Ha a diagram további alakulására előre pillantunk, észrevehetjük, hogy még igen sokáig az A típusú víz jelentkezik a forrásban, és a klorid és fluoreszcein megjelenése is csak másnap, 10-én reggel mutatja, hogy most már valóban rövidesen felszínre fog érni a kérdéses B típusú víztömeg is. A 9-én délután rövid időre jelentkező lágy víz azonban olyan sokkal megelőzte ezt, hogy nem gondolhatunk másra, mint arra, hogy a Békebarlang főágánál sokkal rövidebb utat talált felszíni kiindulási helyétől a forrásig. Más szóval, a görbének ez a rövid idejű, feltűnő abnormitása a Békebarlangnak egy eddig még ismeretlen, számításba nem vett mellékágát jelöli. Olyan mellékágát, amely a főághoz csak annak legvégső szakaszaiban csatlakozik, valahol egészen a forrás közelében. Ha ilyen számításokat lehet végezni, akkor a görbeabnormitás jelentkezésének időpontjából, valamint a Békebarlang főága hosszának ismeretéből, a forrásból kitolt A típusú karsztvíz kiömlési idejéből és mennyi-

ségéből számítva ennek az ágnak vagy egyébként patakmentes, de a felszínnel erősen nyitott hidrológiai összeköttetésű folyosónak (esetleg inaktív főágszakasznak) valahol a Vöröstó vidékén kell meghúzódnia. Hogy valójában hol van, miféle ágról vagy folyosóról van itt szó, egyelőre még nem tudjuk, mert a Békebarlang főágának azt a legutolsó szakaszát, ahol ez hozzácsatlakozhat, még nem ismerjük. Reméljük és bízunk azonban benne, hogy a jövőbeli feltáró kutatások ennek a folyosónak a felfedezésével gyakorlatilag is igazolni fogják észlelt diagramunk értékelésének helyességét.

A Komlósforrásban a fluoreszcéin a még mindig halványszőke vízben csak 10-én reggel 8 óra körül jelentkezett. Négy óra múlva észleltük a kloridtartalom erős felugrását. S valóban, nem sokkal utána megjelent a forrásban folyamatos lassú vízhozamcsökkenés mellett a várva várt főági B típusú víztömeg. A forrás  $\text{Ca}^{++}$ -tartalma most órák alatt nyolcvanegynéhány milligrammra csökkent. Vele párhuzamosan a  $\text{HCO}_3^-$ -tartalom is. Ugyanakkor a víz zavarossága elérte a „barna” fokozatot. Ezután a víz összetétele egészen 11-én délig fokozatosan lágyult. Érdekes, hogy a lágyulással egyidőben a víz tisztult is. Ennek a nemvárt jelenségnek valószínűleg a csökkenő vízhozam következtében egyre kedvezőbb feltételek közé került ülepedés lehetett az oka.

A 11-én délig tartó vízösszetétel lágyulásban, majd az azt követő fokozatos újrakeményedésben mutatkozó apró görbe-abnormitások okát még nem tudjuk. Lehetséges, hogy a Békebarlang felső végén csatlakozó mellékágak (Felfedezőág stb.) hozzákeveredő vizeinek zavaró hatásáról lehet szó. Különösen érdekes a 12-én hajnali 5 órakor észlelt erős tendenciaváltozás. Nem tisztázódott, hogy e változások valóban a mellékágakkal állanak-e kapcsolatban, és a diagram melyik értéke melyik ágnak felel meg; ezt a jövőben elvégzendő hasonló komplexvizsgálatainknak kell tisztázniuk. Ezek után már a B típusú víztömeg beömlésekor a mellékágak vizeit kell majd fluoreszcéinnal, illetve kloriddal bejelölnünk.

A Jósvaforrás hasonlóan mutatta a B típusú áradás minden jellegzetességét. A legfeltűnőbb különbség csak az volt, hogy a Jósva vizének hirtelen bekövetkező nagyfokú meglágyulása a Komlósforrásét csak két nap múlva követte, holott a vízhozamok felszökése egyidejű volt. Ebből csak egyetlen dologra lehet következtetni, hogy a Baradla alsóbarlangjának még ismeretlen részében sokkal nagyobb mennyiségű tárolt víz van, mint a Békebarlangban. Viszont a Jósvaforrás B áradáskori gyors vízkeményedéséből az is leolvasható, hogy az Alsóbarlangban nagyméretű mésztufaképződés folyik, hasonlóan a békebarlangihoz. Ennek alapján a még lényegében ma is ismeretlen Alsóbarlang képét úgy rajzolhatnánk meg, hogy abban mésztufagátak sorozataival megszakított felületű, nagyméretű és lépcsőzetesen elhelyezkedő tórendszerek sorozata húzódik.

Ezután a júliusi és az augusztus 1-i meteorológiai viszonyok előkészítették a talajt az Aggteleki-karszt ismert történetének eddig legnagyobb-mérvű árvize számára. Ennek az augusztuseleji árvíznek a kialakulását, lefolyását és a természetet több ponton is átformáló hatását más helyen (Földr. Közl. 1956. 4.) részletesen ismertettem, itt tehát csak annyit róla, amennyi komplexdiagramunk értékeléséhez szükséges.

Már július 27-én kialakult a nemkarsztos vízgyűjtőterület teljes be-

ázottsága és ezzel az árvíz kifejlődés lehetősége. A talaj beszivárgásmutatójának képe a következő napok folyamán a felhős égbolt okozta gyenge párologás és az igen mélyreható beázás következtében csak alig tudott kedvezőbb formát ölteni. Az augusztus 1-én lehullott 44,6 mm-es újabb eső a víznyelők működésbe hozásával a barlangban gyenge B típusú árvizet okozott. (Az aggteleki észlelőállomás adatai szerint ott augusztus 2-án hullott 27 mm, 3-án pedig 36 mm csapadék.)

Ez az első augusztusi áradás bebizonyította, hogy a talaj a további csapadékok befogadására valóban képtelen, amíg az újra ki nem szárad. Augusztus 4-i és 5-i beszivárgási méréseink szerint nyilvánvaló volt, hogy már 4—5 mm-es lassú eső is további árvizet okozna. S ekkor jelentkezett mintegy bizonyítékként az augusztus 5-ről 6-ra virradó éjjelen, lényegében és zömében 4 óra leforgása alatt az a rendkívüli felhőszakadás, amely aggteleki észlelésünk szerint 86, a Jósvaforrásnál elhelyezett csapadékmérő adatai szerint 83,4 mm csapadékkal járt. Az aggteleki barlangok felszíni vízgyűjtőterületére (21 km<sup>2</sup>) így kb. egymilliónyolcszáz ezer köbméter víz hullott, s ennek a roppant víztömegnek csaknem maradéktalanul a barlangok csatornáján kellett átfolynia a fentebb ismertetett okok miatt. A Jósvaforrás az áradás kulminálásakor 24 m<sup>3</sup>/sec, a Komlós forrás pedig 5,5 m<sup>3</sup>/sec vizet szolgáltatott, mindkét forrásnál beleszámítva természetesen az árvízi források hozamait is.

A csúcсарadásakor vett vízminták üledék és kémiai vizsgálatai igen érdekes adatokat szolgáltatottak.

A Komlós árvize literenként 11,4 dkg a Jósvaforrás árvize pedig 16,8 dkg lebegtetett iszapot, homokot és egyéb törmelékanyagot szállított. A leülepitett és kiszáritott hordalékanyagok a Komlósforrásban 41 %-a, a Jósvaforrásban pedig 37 %-a durvaszemű mészsizap, illetve apró mészkőtörmelék. Az üledék többi része kvarchomok és barlangi vörösgyag.

A vizsgált vízösszetételek is rendkívül érdekesen alakultak. Elegendő ennek érzékeltetésére csak a vízminták Ca<sup>++</sup>-ion tartalmának alakulását bemutatnunk:

1. Az Acheron víznyelőbe beömlő víz Ca<sup>++</sup>-tartalma 6-án 5 órakor 30,04 mg/liter,
2. A Jósvaforrásé ugyanakkor 30,06 mg/liter.
3. A Békebarlang víznyelőitől csak 8 órakor tudtunk vízmintát hozni. Ennek Ca<sup>++</sup>-ion tartalma 22,79 mg/l volt.
4. A Komlósforrásnak 5 órakor vett vízmintájában viszont 23,38 mg/liter kalciumot találtunk.

*Ezek az adatok azt bizonyítják, hogy az árvízi víztömeg a barlangokban megtett több kilométeres út alatt sem keményedett fel, mészdoldást gyakorlati értelemben egyáltalán nem végzett.* Azonban annál több apró mészkőszemcsét szállított onnan ki a víz lebegtetett állapotban, amelyek a vízbe eróziós törmeléként kerültek bele.

A források aránylag igen hamar lepadtak. A Komlósforrás árvízi forrásai már 6-án délben megszűntek működni, a Jósvaforrás kráterének vize 8-án reggelig folyt, rohamosan apadva azonban ez alatt az idő alatt is. 9-én délben a mért vízhozam egyik forrásnál sem haladta meg a normális alaphozam 3—4-szeresét.

A források áradása tulajdonképpen már kilencedikén átment az *A* típusba, amit a következő hetek rendkívül magas vízkeménységei igazolnak.

A vízhozam, a kalcium- és a hidrokarbonát-görbe további alakulására egészen szeptember 14-ig ennek az augusztus 6-i rendkívüli méretű áradásnak *A* típusú utólevonulása nyomta rá jellemző bélyegeit.

Időközben a vízgyűjtő talaja megint olyan erősen kiszáradt, hogy a szeptember 13-án hullott 10,5 mm-es és a 14-én esett 39,3 mm-es esők már nem tudtak újabb *B* típusú áradást produkálni. A görbéket csak *A* jelleggel módosították.

Forrásaink életében ezt követően október végéig nem történt érdemleges változás, ezért az 1955-ös komplexmérési sorozatot e hó végével befejeztük.

### 1956

(Lásd a 8. ábrát)

Az 1956. esztendő aránylag kevés csapadékot adott az Aggteleki-hegység területén, összesen 558 mm-t. A csapadék eloszlása ennek ellenére olyan volt, hogy mégis kialakulhatott három áradási csúcsvízhozam. Az első március végén, illetve április elején, tisztán hóolvadásból, csaknem teljesen *A* jelleggel, míg a második és a harmadik júniusi esőzésekből, *B* jelleggel is. Május első felében, az április 30-i 17,8 mm-es eső hatására a már említetteken kívül még egy kisebb *A* típusú görbemódosulás is észlelhető.

Hogy a tavaszi hóolvadási áradás valóban *A* típusú volt, ezt a vízhozamgörbe csúcsának a hóolvadási görbe befejeződésétől való erős időbeli eltoódása bizonyítja. Noha az olvadás lényegében március 19-re befejeződött, a forrás vízhozambeli kulminációja mégis csak 30-ra alakulhatott ki.

Egyébként az év vízhozamgörbéje a már jól ismert törvényszerűségek szerint alakul. Július 26-án igen erősen feltűnő vízhozamcsökkenés jelentkezik a Komlósforrásban. Ebben az időszakban egy *A* típusú ápadás egyenletesen leszálló ágában vagyunk különben. A július 26-i nem jellemző görbeabnormitás okát nem tudtuk kideríteni, de igen valószínűnek kell tartani, hogy nem természeti jelenségről, hanem a vízhozammérő bukógát megsérüléséről és vízszökésről van ez esetben szó.

### 1957

(Lásd a 9. ábrát)

1957-ben csak a február 16-ra bekövetkezett teljes hóolvadás és ezzel egyidőben hullott kisebb esők okoztak 16-ra *B* típusú áradást. Egyébként az áprilisi és májusi igen jellegzetes *A* jellegű kisáradás kivételével a csapadékhiány egész éven át nem volt vízhozammódosító hatású. Az évi csapadékmennyiség 567,6 mm.

### 1958

(Lásd a 10. ábrát)

1958 februárj közepén a hóolvadások hatására enyhén emelkedik a Komlósforrás rendkívül alacsony vízhozama. Az *A* típusú görbe a talaj

teljes felengedése után március legvégére vízhozamcsúcsba emelkedik, majd ezt követően egészen június végéig az *A* áradásnak újabb csapadékhullásokkal és *A* jelleggel sűrűn megzavart leszálló vízhozamát látjuk. A június 29-i 57,8 mm-es eső hatására azonnal jelentkezik a Komlósforrásnál egy *B* típusú, 850 lit/sec-os vízhozamcsúcsú kisárvíz, amelynek július 4-e utáni *A* jellegű apadása egészen novemberig zavartalan. November 9-én és 10-én 15,8, illetve 19,5 mm eső hullik, ami enyhe *A* típusú vízhozamemelkedést okoz a következő hetekben. December 11-én a fagyott talajra 25,6 mm havaseső hullik. Ez, valamint a 13-i 12,4 mm-es hó és a 14-i 12,9 mm-es eső egy gyenge *B* áradást, majd újabb hosszan elhúzódó *A* típusú apadási vízhozamgörbe módosítást okoz. 1958. decemberének utolsó napján a Komlósforrás vízhozama így még mindig 18 lit/sec.

#### Adatok a karsztos beszivárgás mértékének kérdéséhez

A dolgozatomban fentebb ismertetett mérési sorozat módját adott több év távlatára való beszivárgási számítások elvégzéséhez. Az így kapott adatok áttekintése igen érdekes és elgondolkoztató.

Köztudomású, hogy igen sok tényezőtől függ, még ugyanazon a területen belül is, hogy a csapadéknak milyen hányada fog beszivárogni, elpárologni vagy lefolyni.

A karsztos területeken, mint az Aggteleki-hegység, felszíni vízfolyás nincsen. Így itt a kérdés némileg leegyszerűsödik. A lehulló csapadékvíz vagy elszivárog a talajba, illetve beömlik a víznyelőnyílásokba, s ekkor a forrás vízhozamában lát ismét napvilágot, vagy pedig elpárolog, s ez esetben elvész a terület vízkincse számára. Tekintettel arra, hogy a Komlósforrásnak (Békebarlangnak) karsztos és nemkarsztos (de a karszton át lefolyó) vízgyűjtőterületét pontosan ismerjük, s körül tudjuk határolni, itt igen jó alkalmunk kínálkozott olyan mérések és számítások elvégzésére, amelyek fényt vetnek a karsztos elszivárgás és párologás kérdéseinek szabályozóira.

A Komlósforrás teljes felszíni vízgyűjtőterülete 4 km<sup>2</sup>, beleszámítva a nemkarsztos vízgyűjtők felszínét is.

1954-től 1958-ig, tehát öt éven át végeztünk megfigyeléseink és méréseink adataink alapján számításokat arra vonatkozólag, hogy a Komlósforrás vízgyűjtőterületén hogyan alakul a lehullott csapadék sorsa. A kapott összefoglaló eredményeket az 1. sz. táblázat tünteti fel.

Igen feltűnő, hogy a területünkre hulló csapadéknak milyen magas százaléka párolog el. Az 1957. esztendőben pl. a teljes évi csapadékmennyiség 91,6%-a. Az *A* típusú beszivárgás mértéke a karszton a teljes lehullott vízmennyiségnek csak ritkán haladja meg a 10%-át. Feltűnő az is, hogy a *B* típusú vízfolyások aránya igen tág határok között ingadozik, ha az egyes évek értékeit összehasonlítjuk. Amíg az 1957. száraz esztendőben az összes lehullott csapadéknak csak 1,14%-a talált *B* jellegű lefolyásra, addig az 1955. árvízi esztendőben 31,1%. Táblázatunk értékei alapos és gondos számítások alapján készültek, s úgy véljük, a karsztok vízháztartásának és vízutánpótlódásának igen jellegzetes és tanulságos példáját adják.

1. sz. táblázat

Év	Évi csapadék-mennyiség mm-ben	A vizgyűjtő területen hullott évi csapadék m <sup>3</sup>	Az elpárolgás %-a és mm-értéke	A karsztos beszivárgás %-a és mm-értéke	A Komlósvölgyi forrás évi vízhozama m <sup>3</sup>	A Komlósvölgyi B-típusú vízhozama m <sup>3</sup> -ben s a teljes vízhozam %-ában kifejezve	A Komlósvölgyi A-típusú vízhozama m <sup>3</sup> -ben s a teljes vízhozam %-ában kifejezve	A teljes csapadék hány %-a jelentkezik a forrás vízhozamában?	A teljes csapadék hány %-a jelentkezik a forrás vízhozamában?
1954.	709,2	2 836 800	81,8 % 580,2 mm	18,2 % 129,0 mm	517 311	52,1 % 269 568 m <sup>3</sup>	47,9 % 247 743 m <sup>3</sup>	9,4	8,6
1955.	867,2	3 468 800	58,5 % 507,4 mm	41,5 % 359,8 mm	1 441 195	75,5 % 1 079 481 m <sup>3</sup>	24,5 % 361 714 m <sup>3</sup>	31,1	10,4
1956.	558,2	2 232 800	76,0 % 424,2 mm	24,0 % 134,0 mm	535 991	30,0 % 160 953 m <sup>3</sup>	70,0 % 375 038 m <sup>3</sup>	7,2	16,8
1957.	567,6	2 270 400	91,6 % 519,9 mm	8,4 % 47,7 mm	192 369	13,4 % 25 920 m <sup>3</sup>	86,6 % 166 449 m <sup>3</sup>	1,14	7,2
1958.	669,6	2 678 400	82,1 % 557,8 mm	17,9 % 111,8 mm	473 990	48,0 % 227 750 m <sup>3</sup>	52,0 % 246 240 m <sup>3</sup>	8,5	9,4

### A dolgozatban bizonyított tézisek és végkövetkeztetések

Az aggteleki karsztos területek és barlangjaik genetikáját illetően vizsgálati eredményeink bizonyosságai alapján egyes kérdésekben határozottan olyan álláspontot kell elfoglalnunk, ami nem mindenben egyezik eddigi tudományos elképzeléseinkkel e kérdéseket illetően. E kérdések és reájuk szükségszerűen adandó feleleteink a következők:

1. Az Aggteleki-hegység barlangjai a karsztmasszívum geológiai és hidrográfiai fejlődésének, érésének természetes következményei-e, azaz *csupán* a karsztos fejlődés velejáróinak tekinthetők?

*Felelet:* A Baradla és a Békebarlang nem magának a karsztfejlődésnek a velejárói, azaz *nem csak* a karsztérés természetes következményei. Az aggteleki karsztvidék barlangjaihoz hasonló méretű és köbtartalmú barlanghálózatok nincsenek minden olyan karsztmasszívumban, amelyeknek egyébként a közettani felépítése és a karsztosodási ciklusideje hasonló az Aggteleki-hegységéhez.

2. Ha a barlangképzésben a karsztvízen kívül egyéb, nemkarsztos területek is résztvesznek közvetve, vagy közvetlenül, ezeknek milyen nagyságrendű lehet a szerepe?

*Felelet:* Hogy az Aggteleki-hegység mélyén Baradla- és Békebarlang méretű üregrendszerek alakulhattak, ebben a *döntő szerepet* a karszthoz délről hozzásimuló pannonkori kavicsos agyagtakaró jelenléte játssza, azáltal, hogy e nemkarsztos térszín az igen nagy eróziós aktivitású áradmányvizeit a karsztjáratokba önti bele.

3. A földalatti barlangjáratok kialakításában milyen hatásokkal vesz részt a korrózió, illetve az erózió?

*Felelet:* Az Aggteleki-hegység barlangjainak üregképzését teljes mértékben a vízi erózió, illetve a víz által szállított szilárd törmelék eróziós kivájó hatása formálta, abban a víz oldóhatásának gyakorlatilag felmérhető szerepe egyáltalán nincsen. E barlangok teljesen a nemkarsztos szomszédos területéről odaszármazó időszakos áradmányvizeknek a termékei, azoknak a völgyeknek boltozott, felszínalatti folytatásai, amely eróziós völgyek a pannon felszínről indulnak ki. A karsztra hullott és ott a mészkő repedéshálózatába beszivárgott karsztvíz (A típusú víz) ma is az üregek eltömésén, mészképződéssel való megtöltésén dolgozik, ugyanúgy, mint régen, tehát éppen ellentétes hatású tevékenységet fejt ki a nemkarsztról befolyó, erodáló és üregtágító hatású B típusú lágú vízzel szemben. A B típusú víznek van ugyan mészoldó képessége is, ennek korrozív hatása azonban alárendelt az eróművihez képest.

4. A legfeltűnőbb felszíni karsztjelenségek, a dolinák milyen genetikai kapcsolatban állanak a hegység mélyének barlangjárataival?

*Felelet:* Hacsak nem típusos beszakadós dolináról van szó, mint például a Morva-karszton a Macocha, ekkor *semmilyen összefüggés nincs a barlangképződés és a dolinaképződés között*. A dolina ugyanis a leszálló karsztvíz mészoldó munkájának a terméke, korróziós forma, bizonyos elsődleges tektonikai preformációval. Így vannak idős karsztok igen fejlett korróziós formákkal (dolinákkal), de ugyanakkor számbavehető barlangjáratok nélkül, és vannak karsztok óriási barlangrendszerekkel, dolinajelenségek nélkül is.

is. A kettő egymáshoz nem törvényszerűleg, nem okozatilag kapcsolódik, hanem csak esetlegesen.

5. Hogyan függ össze a karsztforrások árvize a felszíni meteorológiai jelenségekkel?

*Felelet:* Az Aggteleki-hegység nagy karsztforrásainak árvizeit mindig a járulékos nemkarsztos vízgyűjtőterület talajának vízbefogadóképessége határozza meg. A források nagy árvizei tehát nem maguknak a barlangoknak az árvizei, hanem a karszton kívüleső pannon vízgyűjtő fennsíkok — a karszt alatt csak átfolyó — torrens vízfolyásainak megjelenései.

6. Milyen törvényszerűségek szerint változik a karsztforrások vízének kémiai összetétele, valamint a források vízhozama?

*Felelet:* Ha a járulékos nemkarsztos vízgyűjtőterületről nem jut be vízfolyás a barlangalagutakba, akkor esőzések után (*A* típusú áradáskor) a forrásvíz keménysége megnövekszik, s csak igen lassan, hetek, esetleg hónapok múlva száll alá a szokásos nyugalmi keménységi értékre. Amikor a nemkarsztos vízgyűjtőhálózat is bekapcsolódik a forrás vízjáratának táplálásába, a lágú nemkarsztvíz teljesen elnyomja a karsztvíz kémiai jellegzetességeit és a hozzákeveredő *B* típusú víz mennyiségi arányától függően a forrásvíz keménysége ugrásszerűen lecsökken.

7. Az Aggteleki-hegység vonatkozásában milyen a karsztos beszivárgás, a felszíni vízfolyás és a csapadékpárolgás hányadának viszonya?

*Felelet:* A karsztos (mészkö) felszíneken a csapadékbiszivárgás mértéke meglepően alacsony (10% körüli) az elpárolgott hányadhoz (90% körül) viszonyítva. Itt természetesen arról a tartósan beszivárgott és a karszt víz-háztartásába bekerült csapadékhányadról beszélünk, amely víz már csak a források vízhozamában kerülhet ismét a felszínre.

A nemkarsztos kőzetekből álló pannonkori járulékos vízgyűjtő területen a beszivárgás mértékét erőteljesebben befolyásolja a csapadékhullás eloszlása, Ezen a területen a tartósan beszivárgott csapadékhányad elenyésző, de a felszíni lefolyású vízhányad a teljes lehullott vízmennyiség egyharmadát is kiteheti, s e hányad a karsztforrások évi vízhozamátlagának értékét növeli.

#### Irodalom

- ALBEL F.: Újabb elgondolások a karsztvízkérdéssel kapcsolatban. — Hidr. Közl. 1950.  
BULLA B.: Tönkfelszínnek. — Természettudomány, 1947.  
BULLA B. — KÁDÁR L. — KÉZ A.: Általános természeti földrajz. — Budapest, 1952.  
CHOLNOKY J.: Barlangok és folyóvölgyek összefüggése. — Barlangvilág, 1932.  
CHOLNOKY J.: Karszttanulmányok. — Földr. Közl. 1916.  
CHOLNOKY J.: Barlangtanulmányok. — Barlangkutatás, 1917.  
CSAJÁGHY G. — TOLNAY V.: A víz összes keménységének, valamint Ca és Mg tartalmának helyszíni meghatározása. — Hidr. Közl. 1952.  
CVIJIC: Das Karstphänomen. — 1895.  
DONÁSZY E.: Helyszíni vízvizsgálatok. — Budapest, 1955.  
DUDICH E.: Az aggteleki barlang vizeiről. — Hidr. Közl. 1930.  
DUDICH E.: Az aggteleki cseppkőbarlang. — Budapest, 1932.  
ECKERT, M.: Das Karrenproblem. — Zeitschr. f. Naturwiss. 68, 1896.  
ECKERT, M.: Die Karren oder Schratten. — Petermanns Mitt. 44, 1898.  
ERDEY L.: Bevezetés a kémiai analízisbe. — Budapest, 1951.  
GÁNTI T.: A barlangok keletkezésének kémiai viszonyai. — Hidr. Közl. 1957.  
HAJÓSY F.: Magyarország csapadékvizviszonyai 1901—1940. — Budapest, 1952.



- HOLLY F.: Maucha Rezső helyszíni kémiai vízvizsgáló módszereinek alkalmazása a speleológiában. — Barlangkut. Biz. kiadványa, 1956.
- JAKUCS L.: Vízföldtani megfigyelések a Gömöri-karszton. — Földt. Közl. 1951.
- JAKUCS L.: Szempontok a Baradla és a Békebarlang összefüggésének kérdéséhez. — Term. és Társ. 1954.
- JAKUCS L.: Adatok az Aggteleki-hegység és barlangjainak morfogenetikájához. — Földr. Közl. 1956.
- JAKUCS L.: A barlangi árvizekről. — Földr. Közl. 1956.
- JAKUCS P.: Karrosodás és növényzet. — Földr. Közl. 1956.
- JASKÓ S.: A Baradlabarlang jósvafői szakaszának hidrológiája. — Hidr. Közl. 1935.
- KÁDÁR L.: Az eróziós folyamatok dialektikája. — Földr. Közl. 1954.
- KESSLER H.: Árvíz az aggteleki cseppkőbarlangban. — Földgömb, 1936.
- KESSLER H.: Az aggteleki barlangrendszer hidrográfiája. — Budapest, 1938. Dokt. ért.
- KESSLER H.: Forrástani részletvizsgálatok az aggteleki karsztvidéken. — Vízügyi Közl. 1955.
- KESSLER H.: A karsztból tartósan kitermelhető vízmennyiség és a beszivárgási százalék megállapítása. — Hidr. Közl. 1954.
- KESSLER H.: Karsztvidékek lefolyására és beszivárgására vonatkozó újabb vizsgálatok. — VITUKI beszámolója, 1956.
- KHAFAGI, A.: Két új helyszíni eljárás a talaj átteresztőképességi együtthatójának meghatározására. — Hidr. Közl. 1952.
- KOVÁCS Gy.: Az árhullámok levonulására jellemző hidrológiai mennyiségek meghatározása. — Hidr. Közl. 1955.
- LÁNG S.: Karsztforrásokra vonatkozó mérések 1940—42-ben. — Hidr. Közl. 1942.
- LÁNG S.: Karszthidrológiai megfigyelések a Gömör-Tornai Karsztban. — Hidr. Közl. 1943.
- LEÉL-ÖSSY S.: Karrosodás és karros formák. — Hidr. Közl. 1952.
- LEÉL-ÖSSY S.: Karsztmorfológiai problémák Magyarországon. — Kandidátusi értekezés, 1956.
- LINDNER, G.: Das Karrenphänomen. — Petermanns Mitt. 1930.
- LUNDEGARDH, H.: Klima und Bode. — IV. kiad. Jena, 1954.
- MAUCHA R.: Az aggteleki cseppkőbarlang vizeinek kémiai vizsgálata. — Hidr. Közl. 1930.
- MAUCHA R.: Helyszíni kémiai vízvizsgáló módszerek alapelvei. — MTA Közl. 10. 3—4
- MÁNDY T.: Mészkövek és dolomitok oldási vizsgálata. — Hidr. Közl. 1954.
- PAPP F.: A karsztvizek mennyiségi és minőségi viszonyairól. — MTA Közl. 1953.
- ROTH, Z.: L'évolution des grottes de Domica. — Bratislava, 1937.
- SAWICKY, L.: Beiträge zum geographischen Zyklus im Karste. — Geogr. Zeitschr. 1909.
- SCHMIDT E. R.: Barlang, dolina és poljeképződés. — Bányászati és Koh. I. 1944.
- STRÖMPL G.: A Gömör-Tornai Karszt hidrológiája. — Hidr. Közl. 1923.
- SZALAY M.: Talajvízszint feletti talajrétegek átteresztőképességének meghatározása. — Hidr. Közl. 1954.
- VENKOVITS I.: Lcszivárgó csapadékvizek vegyi összetételének változásai. — Földt. Int. Évi Jel. 1949.
- VENKOVITS I.: A barlangok fejlődésének dialektikája. — Hidr. Közl. 1952.

# DIE GENETIK DER HÖHLEN DES AGGTELEKER GEBIRGES IM SPIEGEL KOMPLEXER QUELLENUNTERSUCHUNGEN

Von  
DR. I. JAKUCS

Der Autor berichtet in dieser Abhandlung über die Resultate seinen im Aggteleker Karstgebirge von 1954 bis Ende 1958 vollbrachten komplexen Messungen. Während dieser Zeit hat der Autor täglich — in gewissen Perioden auch stündlich und halbstündlich — die Komlós-Quelle und die Jósva-Quelle beobachtet, die, in der chemischen Zusammensetzung, in der Wasserergiebigkeit eingetretenen Veränderungen festgestellt, ausserdem die Veränderungen des Niederschlages und der Schneeverhältnisse des Wassersammelgebietes beobachtet und alldiese Veränderungen auf einem Diagramm graphisch festgehalten. Die genannten Karstquellen stellen jene Punkte dar, wo die Gewässer der Aggteleker Höhlengänge ans Tageslicht treten. So sind diese von den Diagrammen successive ablesbaren Veränderungen in engem kausalen Zusammenhang mit den spezifischen Verhältnissen des Wassersammelgebietes und der das Karstwasser weiterleitenden Höhlengänge. Die Zielsetzung dieser Studie ist die Auswertung der Komplexdiagramme, ihre rationale Erklärung und die Nachweisung der gewonnenen Daten.

In der vorliegenden Arbeit bekommen wir auf folgende Fragen detaillierte Antworten die die gegebenen Probleme in vielen Beziehungen in ein vollkommen neues Licht rücken.

Betreffs der Genetik des Aggteleker Gebietes und seiner Höhlen müssen wir auf Grund unserer Forschungsergebnisse in gewissen Fragen einen Standpunkt einnehmen, der nicht in jeder Beziehung mit unseren diesbezüglichen bisherigen wissenschaftlichen Anschauungen übereinstimmt. Diese Fragen und unsere bezüglichen Antworten sind die folgenden:

1. Sind die Höhlen des Aggteleker Gebirges als natürliche Ergebnisse der geologischen und hydrographischen Entwicklung des Karstmassivs, also *nur* als Begleiterscheinungen der Karstentwicklung zu betrachten?

*Antwort:* Die Baradla-Höhle und die Friedenshöhle (Békebarlang) sind keine Begleiterscheinungen der Verkarstung, dh. *nicht nur* natürliche Folgen der Karstentwicklung. Es existieren nicht in jedem Karstmassiv Höhlensysteme von ähnlichen Ausmassen, welche Karstmassive übrigens betreffs ihres petrographischen Aufbaus und ihrer Verkarstungszyklen dem Gebirge von Aggtelek ähnlich sind.

2. Falls an der Höhlenbildung ausser dem Karstwasser auch andere, nicht karstige Gebiete direkt oder indirekt teilnehmen, wie gross kann deren Rolle in der Höhlenentwicklung geschätzt werden?

*Antwort:* Dass in den Tiefen des Aggteleker Gebirges Grotten-systeme in den Ausmassen der Baradla- und Friedenshöhle (Békebarlang) entstehen konnten, darin spielt die sich dem Karst von Süden anschmiegende pannonische kieselige Lehmdecke eine entscheidende Rolle, u. z. dadurch,

dass sie die stark erosiven Wasserfluten dieses nicht verkarsteten Geländes in die Karstgänge ergiesst.

3. Mit welchem Wirkungsgrad nimmt an der Herausbildung der unterirdischen Höhlengänge die Korrosion bzw. die Erosion teil?

*Antwort:* Die Höhlenbildung bei den Höhlen des Aggteleker Gebirges wurde in vollem Masse durch die Erosion des Wassers bzw. von dem durch das Wasser herangeschwemmten Schutt bewirkt. Die lösende Einwirkung des Wassers spielt hierin praktisch keine Rolle. Diese Höhlen sind das ausschliessliche Ergebniss der von dem benachbarten, nicht verkarstetem Gebiete stammenden zeitweiligen Wasserfluten und die unterirdischen gewölbten Fortsetzungen jener Erosionsthäler, welche, ihren Ausgang von der pannonischen Oberfläche nehmen. Das auf den Karst niederfallende und dort in die Sprünge des Kalksteins eingesickerte Karstwasser (Wasser Typ „A“) arbeitet auch heute noch am Verstopfen der Höhlen und am Heranbilden von Kalksteingebilden gerade so, wie in verflommenen Zeiten. Es entfaltet also eine, dem von nicht verkarstetem Gebiete hereinströmenden, erosiven und höhlenbildenden, weichen Wasser (Wasser Typ „B“) gerade entgegengesetzte Tätigkeit. Zwar hat das Wasser Typ „B“ auch eine kalklösende Wirkung, ihre korrosive Wirkung ist aber im Verhältniss zu ihrer mechanischen Wirkung gering.

4. In welchem genetischen Zusammenhang stehen die Dolinen — diese auffälligsten Karsterscheinungen der Oberfläche — mit den Höhlen des Berginneren?

*Antwort:* Falls es sich nicht um eine typische Einsturz-Doline handelt — wie z. B. die Macocha im Mährischen-Karst —, so gibt es *zwischen der Höhlenbildung und der Dolinenbildung gar keinen Zusammenhang*. Die Doline ist nämlich das Produkt der Kalklösenden Tätigkeit des herabsickernden Karstwassers, also eine Korrosionsform mit einer gewissen primären tektonischen Praeformation. So gibt es uralte Karstgebiete mit sehr fortgeschrittenen Korrosionsformen (Dolinen), aber ohne beachtenswerte Höhlengänge. Es gibt aber auch Karstmassen mit ungeheuren Höhlensystemen ohne jeder dolinenartigen Erscheinung. Der Zusammenhang der beiden ist also nicht gesetzmässig, sondern nur eventuell.

5. In welchem Zusammenhange steht die Überschwemmung der Karstquelle mit den meteorologischen Erscheinungen der Oberfläche?

*Antwort:* Die Überschwemmungen der grossen Karstquellen im Aggtelek-Gebirge werden immer von der Wasserverschlingungsfähigkeit des accessorischen, nicht verkarsteten Wassersammelgebietes bestimmt. Die grossen Überschwemmungen der Quellen sind also keine Überschwemmungen der Höhlen, sondern nur die Erscheinung der, von den ausserhalb den Karsten liegenden Wassersammelplateaus stammenden — und unter dem Karst nur durchfliessenden — torrenten Wasserergüsse.

6. Nach welchen Gesetzmässigkeiten ändert sich die chemische Zusammensetzung des Wassers der Karstquellen und die Wasserergiebigkeit dieser Quellen?

*Antwort:* Falls vom accessorischen, nicht verkarsteten Wassersammelgebiete kein Wasserstrom in die Tunnels der Höhle eindringt, so erhöht sich nach Regenergüssen (bei Überschwemmungen von Typ „A“) der Härte-

grad des Quellenwassers. Dieser Härtegrad sinkt nur sehr langsam, nach Wochen, eventuell Monaten auf den normalen Härtegrad des Ruhezustandes zurück. Wenn das nicht verkarstete Wassersammelsystem ebenfalls an der Speisung der Quelle teilnimmt, so unterdrückt das weiche, nicht verkarstete Wasser die chemischen Charakteristiken des Karstwassers und der Härtegrad des Quellenwassers nimmt — in der Proportion des beigemengten Wassers von Typ „B“ — sprungweise ab.

7. In welcher Proportion stehen die verkarsteten Einsickerungen, die oberflächlichen Wasserflüsse und die Verdunstung des Niederschlages im Aggtelek-Gebirge zueinander?

*Antwort: Auf dem verkarsteten (Kalkstein) Oberflächen ist die Einsickerung des Niederschlages auffallend gering (cca. 10%) im Verhältniss zum verdunsteten Teil (cca. 90%). Hier meinen wir natürlich jenen dauernd eingesickerten und dem Wasserhaushalt des Karstes einverleibten Teil des Niederschlages, dessen Wasser nur noch als Quellenwasser wieder an die Oberfläche treten kann.*

*Auf den accessorischen nicht verkarsteten Wassersammelgebieten des pannonischen Zeitalters wird der Grad der Einsickerung von der Verteilung des Niederschlages stark beeinflusst. Auf diesem Gebiete ist der dauernd eingesickerte Teil des Niederschlages gering, der auf der Oberfläche ablaufende Teil des Wassers kann aber auch den dritten Teil des ganzen Niederschlages ausmachen und dieser Teil erhöht den jährlichen Durchschnittswert der Karstquellen.*

## ГЕНЕТИКА ПЕЩЕР ГОР АГГТЕЛЕК НА ОСНОВАНИИ КОМПЛЕКСНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ИСТОЧНИКОВ

Л. Якуч

Автор в этой своей статье излагает результаты, полученные им в процессе комплексных исследований, проведенных на территории карстовых гор окр. с. Аггтелек с 1954 по 1958 гг. В это время он систематически, ежедневно, иногда по часам и даже по получасам измерял изменения источников Комлош и Йошва в с. Йошвафё. Об изменениях химического состава и дебита источников, а также изменениях атмосферных осадков и снежного покрова водосборной территории он составил диаграммы. Эти карстовые источники являются выходами вод капельниковой пещеры с. Аггтелек. Согласно данным этих диаграмм эти изменения имеют причинную связь с свойственными условиями водосборной территории и ходами пещер. Задачей этой статьи является оценка комплексных диаграмм, их логичное объяснение и доказательство.

В статье автор дает новые объяснения по следующим вопросам.

В отношении генетики карстовых территорий и пещер с. Аггтелек, в некоторых вопросах мы должны занять позицию не во всем совпадающую со существующими до сих пор научными представлениями. Эти вопросы и наши представления следующие:

1. Представляют ли пещеры гор Аггтелек результат геологического и гидрографического развития карстового массива, то есть являются ли они *только* спутниками карстового развития?

*О т в е т:* Пещеры Барадла и Беке не являются спутниками карстового развития, то есть не являются только обычными последствиями созревания карста. Не во всех карстовых областях находим пещеры такого размера и объема, как пещеры карстовой области Аггтелек, хотя и их петрографическое строение и возраст сходны с таковыми гор Аггтелек.

2. В образовании пещер кроме карстовой воды непосредственно и посредственно участвуют и некарстовые территории. Какова величина их воздействия?

*О т в е т:* В образовании огромных пещерных систем Барадла и Беке в глубине гор Аггтелек, решающую роль играет присутствие паннонского галечниково-глинистого покрова, примыкающего с юга к карсту потому, что многоводья большой эрозионной активности этого некарстового рельефа вливаются в ходы карста.

3. С какой эффективностью участвовали в образовании подземных пещерных ходов эрозия и коррозия?

*О т в е т:* Пещеры гор Аггтелек являются результатом водяной эрозии, то есть результатом эрозионной вытчивающей работы транспортированных водой твердых обломков. Растворяющее действие воды не имеет практически измеримого значения. Эти пещеры образовались только набегом многоводья соседних некарстовых областей. Они яв-

ляются сводчатыми подземными продолжениями эрозионных долин, от-  
правляющихся с паннонского рельефа. Атмосферические осадки, проса-  
чивающиеся в сетку трещин известняка (вода типа А), попрежнему ра-  
ботают против разрушительного выщипывающего действия пресной воды  
(вода типа Б), втекающей с некарстовой территории. Вода типа Б обла-  
дает и растворяющим действием, но это действие относительно к механи-  
ческому ничтожное.

4. Какая связь имеется между поверхностными карстовыми явления-  
ми и пещерными ходами в глубине горы?

*О т в е т:* Если мы не имеем в виду типичную проваленную ло-  
щину, как например Мацоха в карсте Моравии, иногда между образова-  
ниями пещеры и лощины никакой связи не имеется. Лощина — форма  
коррозионная, результат работы просачивающейся карстовой воды,  
растворяющий известняк, с некоторыми тектоническими преформациями.  
Таким образом имеются древние карсты с развитыми коррозионными  
образованиями (лощинами), вместе с тем без значительных ходов и имеют-  
ся карсты с огромными пещерными системами без лощин. Эти явления  
связаны не закономерно, не причинно, а только случайно.

5. Какая связь имеется между паводком карстовых источников и  
поверхностными метеорологическими явлениями?

*О т в е т:* Паводки больших карстовых источников гор Аггтелек  
всегда зависят от влагоемкости почвы примыкающей некарстовой водо-  
сборной области. Поэтому большие паводки источников — паводки не  
самой пещеры, а паннонской водосборной области вне карста — проявле-  
ния ее бурного потока, который только протекает под карстом.

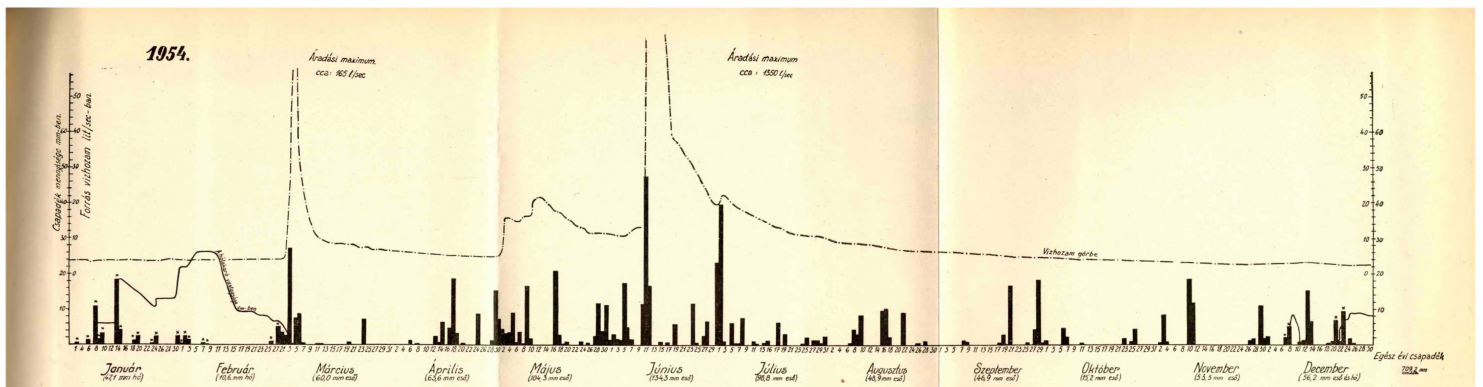
6. По каким закономерностям изменяется химический состав воды  
и дебит источников?

*О т в е т:* Если со примыкающей некарстовой водосборной области  
вода не может затекать в ходы пещер, тогда после дождей (при паводке  
типа А) жесткость воды источника повышается и только очень медленно,  
через несколько недель или месяцев снижается до обычной жесткости.  
Если и вода некарстовой области включается в питание источника, тогда  
она изменяет химический характер карстовой воды и в зависимости от  
количественного отношения смешивающей воды типа Б, жесткость воды  
источника резко понижается.

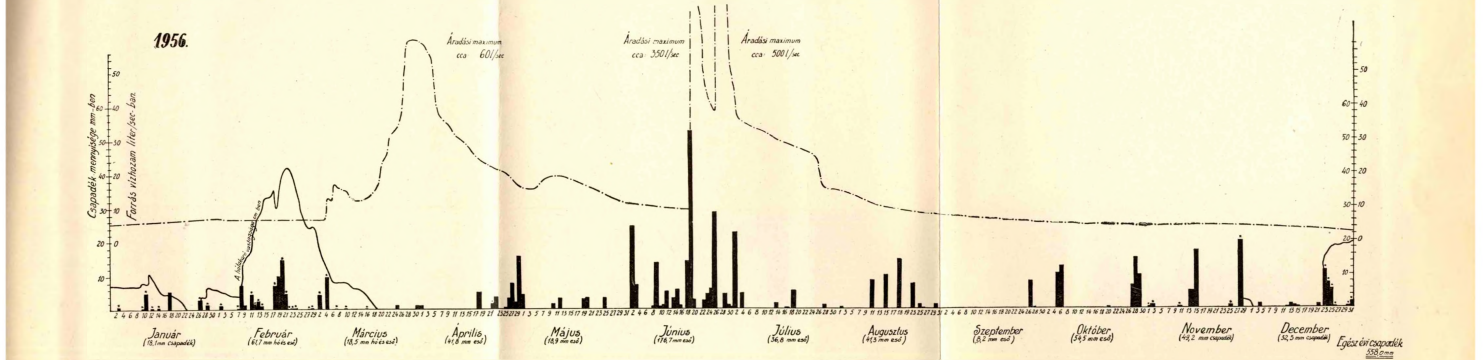
7. Какое отношение имеется между просачиванием воды, поверх-  
ностным стоком и испарением осадков в случае гор Аггтелек?

*О т в е т:* На карстовых (известняковых) рельефах просачивание  
(около 10%) относительно к испарению (около 90%) очень мало. Конечно  
речь идет только о постоянно просачивающейся воде, попадающей в вод-  
ный баланс карста. Эта вода может появляться на поверхности земли уже  
только в виде источников.

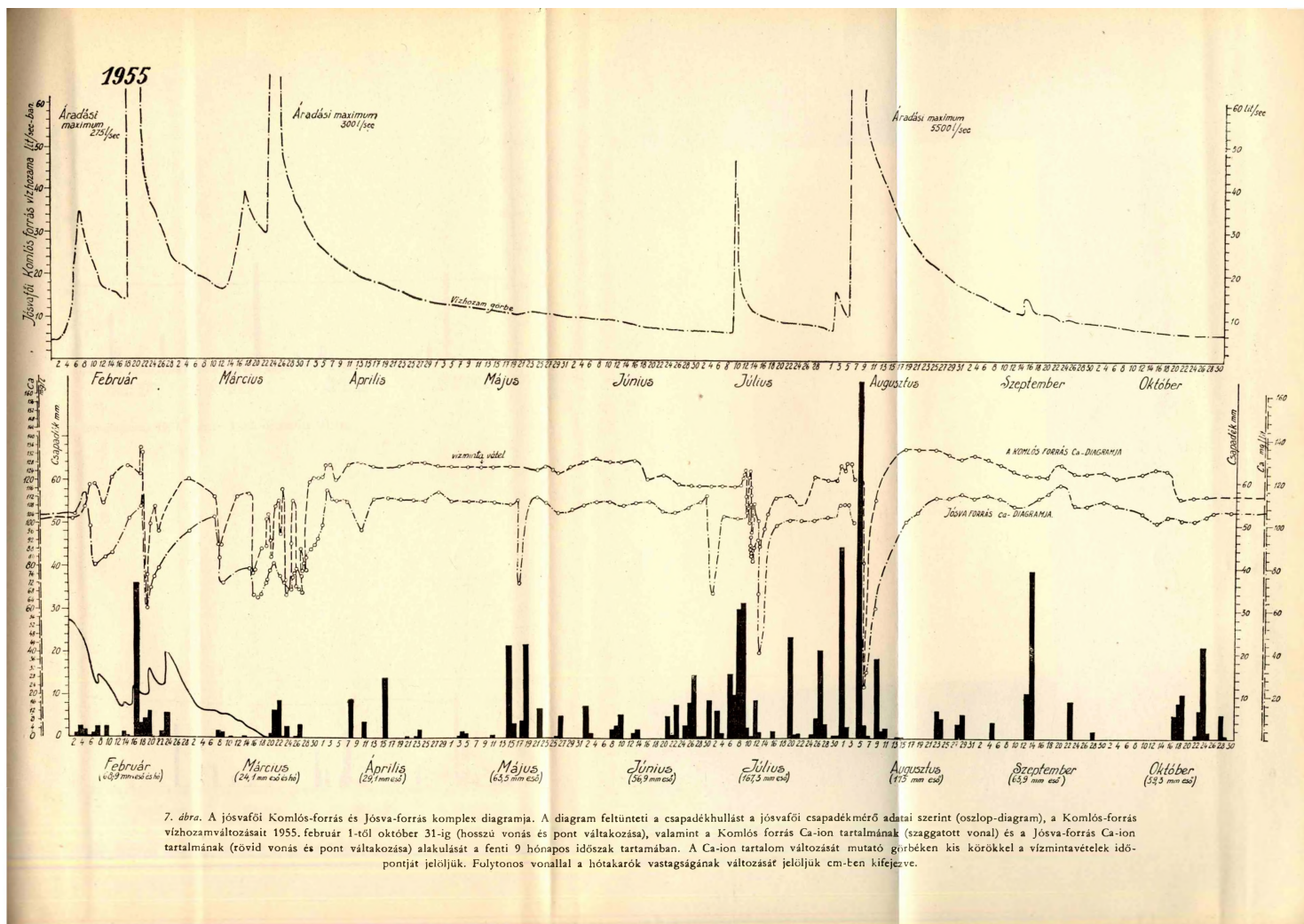
На примыкающей паннонской водосборной области, сложенной не-  
карстовыми породами на величину просачивания более значительное  
влияние оказывает распределение осадков. На этих областях постоянно  
просачивающейся воды очень мало, а поверхностный сток может дости-  
гать даже треть количества осадков и эта часть увеличивает среднюю  
величину дебита карстовых источников.



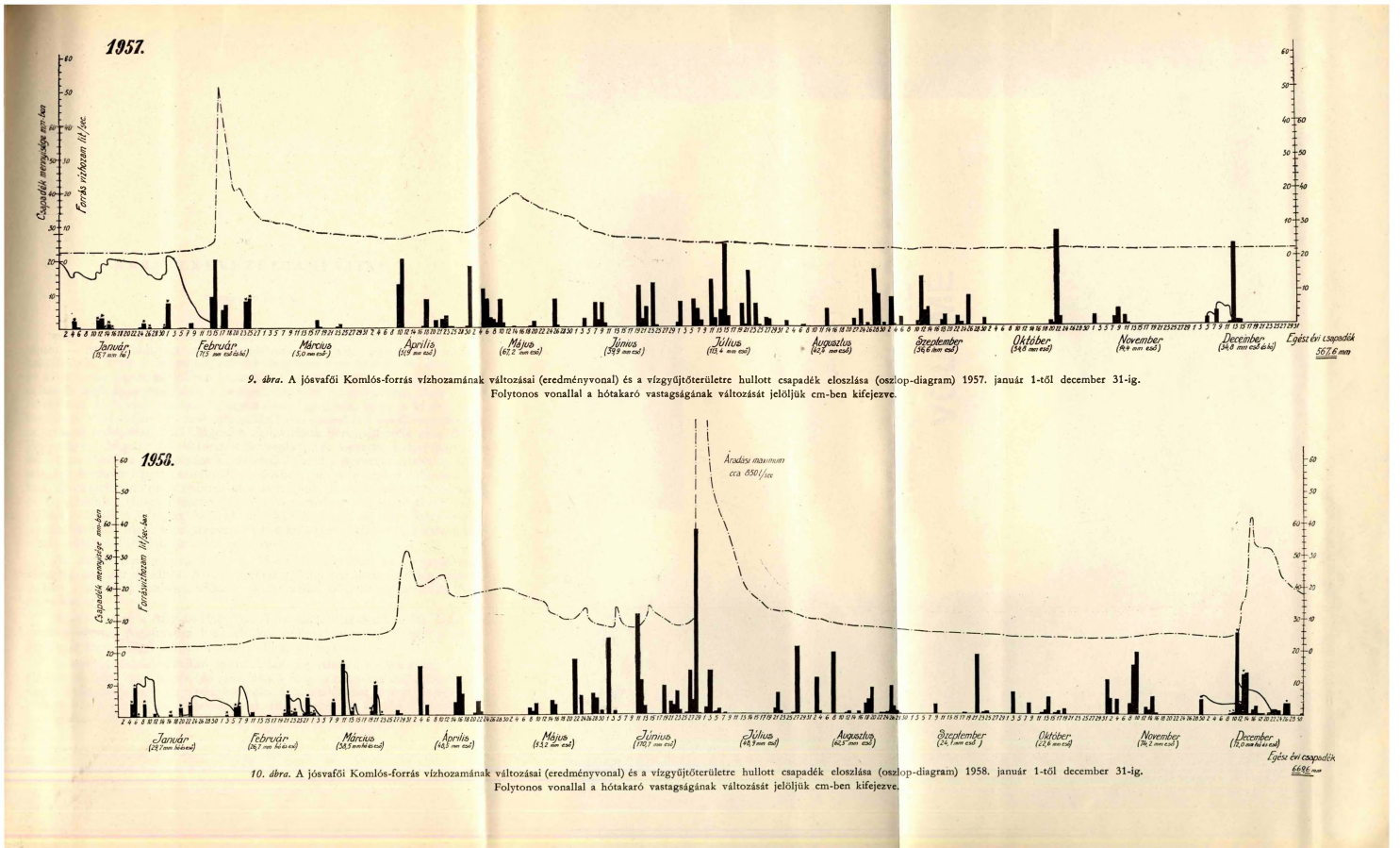
6. ábra. A jósavfői Komlós-forrás vízhozamának változásai (eredményvonal) és a vizgyűjtőterületre hullott csapadék eloszlása (oszlop-diagram) 1954. január 1-től december 31-ig. Folytonos vonallal a hőtakaró vastagságának változását jelöljük cm-ben kifejezve



8. ábra. A jósavfői Komlós-forrás vízhozamának változásai (eredményvonal) és a vizgyűjtőterületre hullott csapadék eloszlása (oszlop-diagram) 1956. január 1-től december 31-ig. Folytonos vonallal a hőtakaró vastagságának változását jelöljük cm-ben kifejezve.







## KARSZTNEVEZÉKTANI VITA\*

VENKOVITS ISTVÁN

Az alábbi dolgozat 1953 óta lektori vélemény miatt nyomtatásban — sajnos — nem jelenhetett meg. Társulatunk ezt a mulasztást azzal kívánja helyrehozni, hogy a dolgozatot eredeti alakjában teszi közzé. Az eltelt hat év alatt egyes fogalmak jobban kitisztultak, egyesek kibővültek, ezért Társulatunk nyilvános vitát indít a karsztnevezéktan helyesbítésére, illetve kibővítésére. Felhívjuk olvasóink, tagtársaink figyelmét, hogy a közölt nevezéktant 1954 elején egy szakemberekből álló széleskörű ankét megvitatta és javasolt módosításokkal elfogadta. A javítások keresztülvitele után 1954 júniusában a *Magyar Földtani Társulat Barlangkutató és Karsztvízszakosztályának* nyilvános ülésén a nevezéktant közzétették. Ezzel a nevezéktan elvileg kötelezően érvényre lépett s mindmáig érvényben van. A hivatalos dolgozatokban, az oktatásban ennek nyomát meg is találjuk. Kérjük ezért olvasóinkat és tagtársainkat, hogy észrevételeiket nyomtatásban megjelentethető formában közöljék a Társulat *Nevezéktani Munkabizottságával*, kik a beérkezett javaslatok fölött újabb vitát szerveznek és a kialakult álláspontot, módosítást teszik közzé a Társulat hivatalos lapjában.

Az alábbi nevezéktant 1956. I. 15-én Moszkvában az *Összszövetségi Karsztkonferencián* előadtuk. A Konferencia a dolgozatról elismerőleg nyilatkozott s speciális karsztesetekkel való további kibővítését javasolta (pl. termokarszt).

A nevezéktan a *Magyar Hidrológiai Társaság* felkérésére készült, hogy a szerzők azonos fogalmakra használt különféle elnevezései között a nem geológus képzettségű szakemberek is eligazodhassanak.

A nevezéktant összeállító munkabizottság tisztában volt azzal, hogy tökéleteset adni nem képes, de szándéka a fokozatosan kialakuló egységes nevezéktan alapjainak megteremtése volt. A cél érdekében a fogalmak meghatározását a jelenségek kialakulásának függőségeiből vezette le, szakítva minden korábbi meghatározással, mely nem a genetikán alapszik.

\* További megvitatás céljából közöljük. (Szerk.)

A nevezéktant összeállító munkabizottság tagjai: JAKUCS LÁSZLÓ, KESSLER HUBERT-LÁNG SÁNDOR, LEÉL-ÖSSY SÁNDOR, RADÓ DENISE, SZABÓ PÁL ZOLTÁN, VENKOVITS ISTVÁN voltak.

Bírálok: BERTALAN KÁROLY, BULLA BÉLA, HORUSITZKY FERENC, PÁVAI-VAJNA FERENC, SCHERF EMIL, SCHRÉTER ZOLTÁN, SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR, VADÁSZ ELEMÉR, VÍGH GYULA.

A nevezéktan összeállítása technikailag úgy történt, hogy a munkabizottság elkészített egy alapjavaslatot s ezt elküldte a bírálóknak véleményezésre. A bírálók véleményének beérkezése után, ha ez több és jobb volt, mint az alapjavaslat, teljes egészében bedolgozták a nevezéktanba, ha pedig a beérkezett javaslat körül vita merült fel, akkor gyakran csak többszöri levélváltás után alakították ki a megfelelő szöveget.

A nevezéktan a tárgykört három fejezetre osztja:

- I. A karszttal kapcsolatos fogalmak
- II. A karsztvízzel kapcsolatos fogalmak
- III. A karsztos jelenségekkel kapcsolatos fogalmak

## I. A KARSZTTAL KAPCSOLATOS FOGALMAK

### 1. Mit nevezünk karsztnak ?

A történelmi névmagyarázattól eltekintve, ma *karsztnak* nevezjük a szilárd földkéreg olyan kőzetekből álló részletét, amelyen a felszíni vagy mélységi vizek oldó hatása — más kőzetekhez viszonyítva — erőteljesebben érvényesül. Az oldás hatására főként a szerkezeti mozgások övében és síkjában megindult, valamint az áramló vizek eróziós munkájával továbbfejlődött jelenségeket gyűjtőnéven *karsztjelenségeknek* hívjuk.

### 2. Melyek a karsztjelenségek ?

A karsztjelenségek alaktani értelemben: a karrok, a víznyelők, a zombolyok, a töbrök és uvalák, a poljék, a vízátkotta földalatti csatornák és barlangok, továbbá a karsztos mészkőben sokszor a barlangok felszakadásából származó szurdokvölgyek. Vízrajzi értelemben: a bűvópatakok és az időjárástól függően szélsőségesen ingadozó vízhozamú források a hegy lábánál, ami együttjár a magasabb térszín viszonylagos vízszegénységével.

### 3. Milyen kőzetekben fejlődnek ki a karsztjelenségek ?

A karsztjelenségek mészkő és dolomit kőzetben fejlődnek ki szembeesően. Karsztjelenségeket találunk ezen kívül a márga, a kősó, a gipsz

és löszkőzetekben, kismértékben vulkáni tufákban, végül a meszes kötőanyagú homokkövekben és a meszes kötésű konglomerátumokban is.

Hazánkban általánosan csak mészkő- és dolomitkarsztról beszélünk, mert a meszes kötésű homokkövek és konglomerátumok karsztos jelenségei ritkák, a lösz karsztos jelenségei pedig hamar elmosódnak. Meg kell említenünk, hogy ott, ahol nagy felszíni kiterjedésben található gipsz- és kősó-ömegek, teljes joggal beszélnek kősó- illetve gipszkarsztról is.

#### 4. Hogyan osztályozzuk a karsztot ?

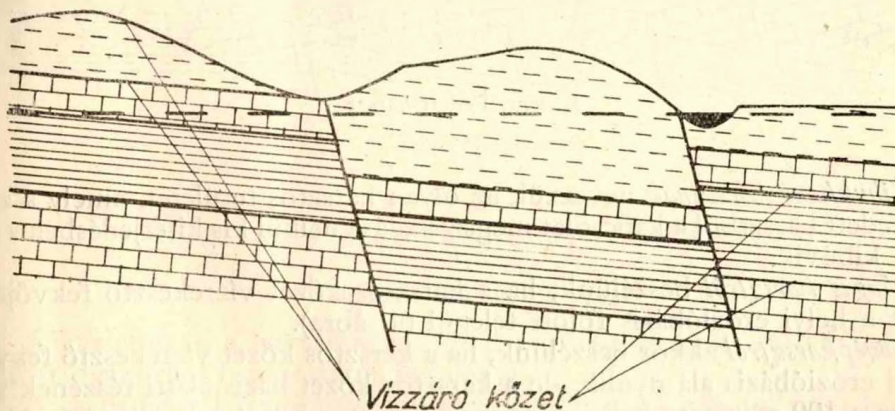
A karsztot a karsztosodott kőzet földtani kifejlődése és térszíni helyzete szerint osztályozzuk.

*A kőzet földtani kifejlődése szerint* történő osztályozáskor a szóbanforgó karsztosodó kőzet rétegtani elnevezését használjuk, vagyis ókori, középkori (részletezve: karbon, triász, júra, kréta), óharmadkori, újharmadkori (részletezve: eocén, torton és szarmata), negyedkori (részletezve: alsó- és felső-pleisztocén) mészkő, vagy dolomitkarsztról beszélünk. Ha a karsztosodás folyamatának földtörténeti ideje megállapítható, helyes, ha a fenti megjelölésekhez még a karsztosodás idejét is hozzávesszük. Pl. a Mecsekhegység középsőtriász korú mészkövének mediterrán előtti karsztos jelenségei, vagy a felső-triász korú dachsteini mészkő kréta időszakú karsztosodása stb.

*Földtani település szerint* tömbkarsztot vagy rétegekarsztot különböztetünk meg. Ezek lehetnek nyitottak, zártak, fedettek és kibukkanók.

*Tömbkarsztról* beszélünk mindazon esetekben, amikor a karsztos kőzet vastagsága — vízrekesztő rétegek közbeiktatódása nélkül — 40 m-nél nagyobb és felszíni elterjedése az 1 km<sup>2</sup>-t meghaladja.

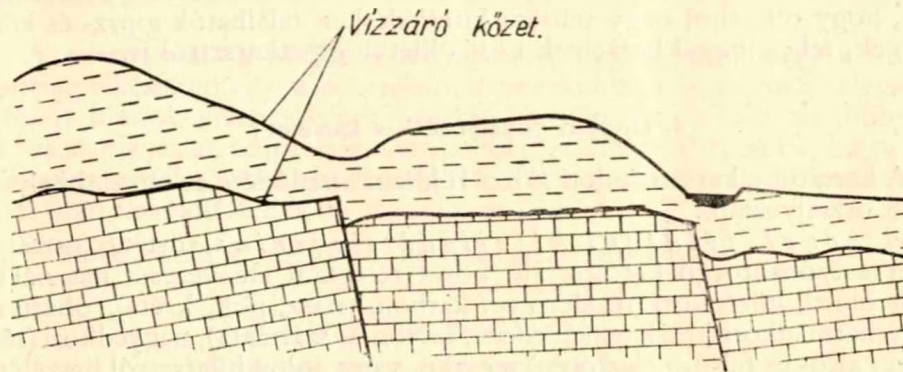
*Rétegekarsztnak* nevezzük a különböző földtani korú és kifejlődésű karsztosodó kőzeteket akkor, ha közülük elválasztó, nem karsztosodó üledékek települtek (1. ábra).



1. ábra. Rétegekarszt. — A szaggatott vonal a víz- illetve a piezometrikus szintet jelzi

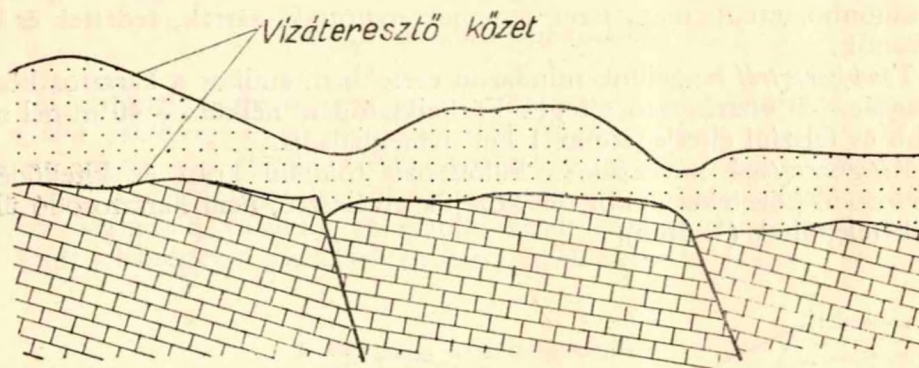
*Nyitott karszt*, ha a karsztos kőzet járatai a felszínnel közvetlenül kapcsolatban állanak.

*Zárt a karszt*, ha a karsztos kőzet járatait a felszíntől vízrekesztő képződmények választják el (2. ábra).



2. ábra. Zárt-karszt

*Fedett a karszt*, ha a karsztos kőzet járatait vízet vezető képződmények fedik (3. ábra).

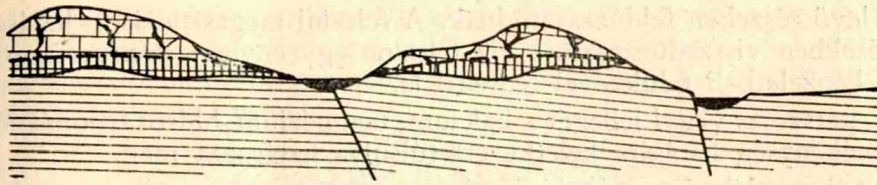


3. ábra. Fedett-karszt

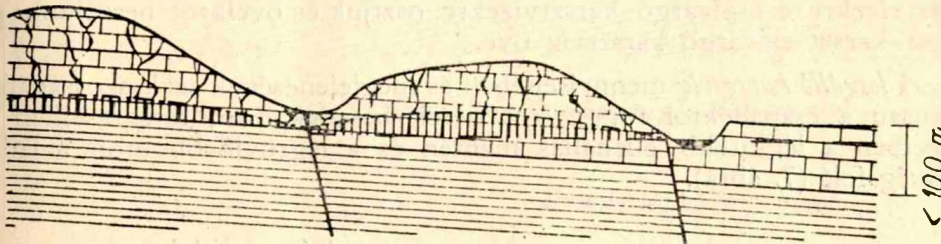
*Kibukkanó karsztnak* nevezük az olyan karsztos területet, amely a zárt, vagy fedett karsztból a kapcsolat megszakadása nélkül kis kiterjedésben a felszínt kibúvik.

*Magas karsztról* beszélünk, ha a karsztos kőzet vízrekesztő fekvőjével együtt a helyi erózióbázis fölött települ (4. ábra).

*Középkarsztról* akkor beszélünk, ha a karsztos kőzet vízrekesztő fekvője a helyi erózióbázis alá nyúlik, de a karsztos kőzet bázis alatti részének vastagsága a 100 m-t nem haladja meg s a karsztos kőzet egy része az erózióbázis fölött helyezkedik el (5. ábra).

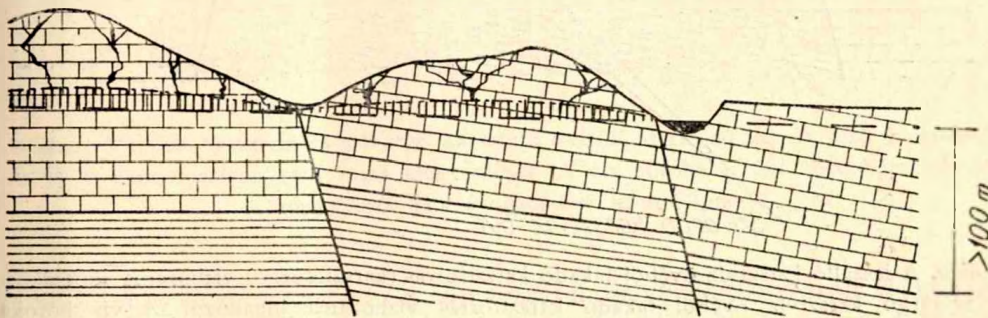


4. ábra. Magas-karszt. — A függőlegesen vonalkázott rész a vízzel telt kőzetrészt ábrázolja



5. ábra. Közép-karszt. — A függőlegesen vonalkázott rész alatti karsztosodó kőzet hasadécai és üregei is vízzel teltek

*Mélykarszt* elnevezést használunk, ha a karsztos rétegösszlet erózióbázis alatti részének vastagsága meghaladja a 100 m-t (6. ábra).



6. ábra. Mélykarszt

## II. KARSZTVÍZZEL KAPCSOLATOS FOGALMAK

### A karsztvizek osztályozása

A karsztvizek a hasadékvizek rendszerébe tartoznak. Külön osztályozásukat gyakorlati fontosságuk indokolja.

A csapadékból beszivárgó vizek a karsztosodó kőzetek hasadékaiban, rétegréseiben, barlangüregeiben a mélység felé haladnak, a vízrekesztő réteg felett meggyűlnek, az erózióbázis alatt levő részen tárolódnak és a bázis

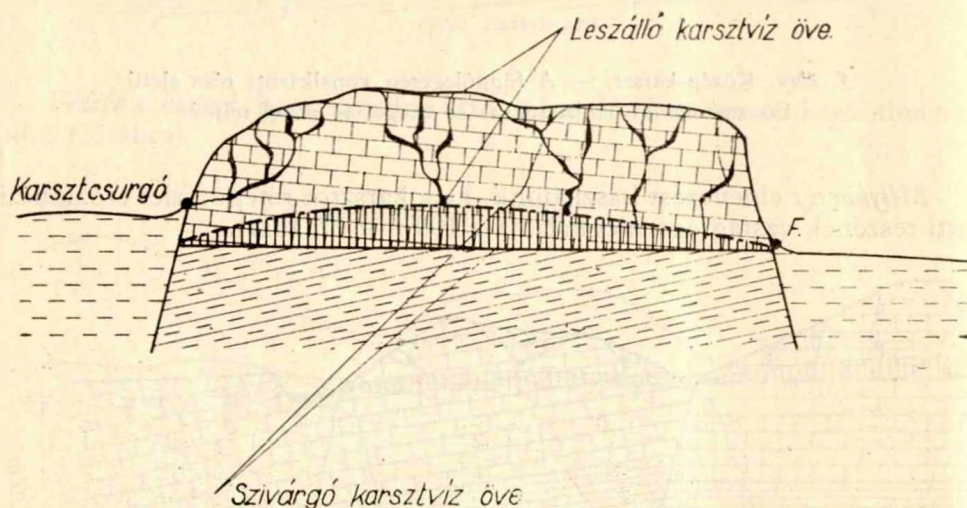
fölött levő részekben felduzzasztódnak. A felszíni megcsapolások hatására a repedésekben visszaduzzasztott víz felszíne egy enyhén domború gömbsüveg képzeletbeli felületével fedhető le.

A karsztvíz vegyi jellegét a kalcium, magnézium hidrokarbonát ionok oldótevékenység hatására keletkezett túlsúlya határozza meg.

Az új szemléletű terminológia alapján következetesen alkalmazzuk osztályozásunkat a karsztvizek esetében is, a magaskarsztvíz, középkarsztvíz és mélykarsztvíz fogalmainak bevezetésével.

1. *A magaskarsztvizeket* mozgásmódjuk szerint leszálló karsztvizekre és szivárgó karsztvizekre osztjuk és öveikről beszélünk: pl. magas karszt szivárgó karsztvíz öve.

*A leszálló karsztvíz* mennyiségében és megjelenésének szakaszosságában szorosan a csapadéktól függ. A kőzetek hasadékjaiban, rétegréseiben és üregeiben a legkisebb ellenállás mentén és a legrövidebb úton halad a mélység felé (7. ábra).

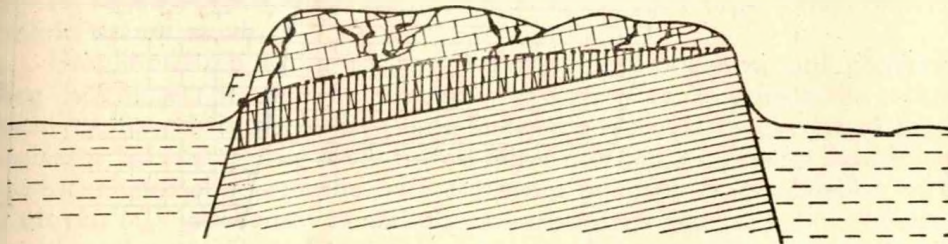


7. ábra. A leszálló karsztvíz övéből fakadó karsztforrás (karsztcsurgó) vízhozama időszakos. A szivárgó karsztvíz övéből fakadó karsztforrás vízhozama ingadozó. A víz hőfoka mindkét esetben  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  alatt változó

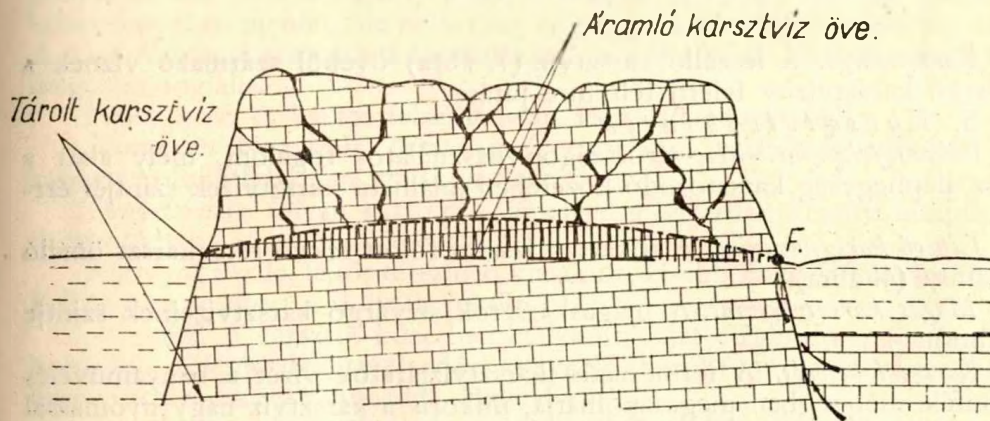
*A magaskarszt szivárgó vizének* (8. ábra) gömbsüvegszerű vízfelületét a vízrekesztő képződmény dőlésviszonya eltorzíthatja és ezzel az előtörő források vízhozamát is befolyásolhatja.

2. *Középkarsztvizek* erózióbázis feletti részén ugyancsak megtaláljuk a leszálló és szivárgó karsztvíz övét. A középkarszt szivárgó karsztvizének felszíne is gömbsüvegszerű. E felület azonban nem közvetlenül a vízrekesztő réteg hatására, hanem a vízrekesztő réteg és a helyi erózióbázis között tárolt víz duzzasztó hatására alakul ki (5. és 9. ábra).

A közepkarsztvizek erózióbázis alatt fekvő részét *sekélykarsztvíz* névvel jelöljük, ellentétben a mélykarszt tárolt nagy víztömegével. A határt a víz hőfoka alapján vonjuk meg, amely egyben a közép- és mélykarszt meghatározásának gyakorlati módja.



8. ábra. A magas-karszt szivárgó karsztvizének egy különleges esete



9. ábra. A tárolt karsztvíz és szivárgó karsztvíz övéből származó kevert vizű karsztforrás. Az ilyen karsztforrások vízhozama kiegyenlített. A víz hőfoka az évi középhőmérséklettel megegyező. Hőfokingadozás: jelentéktelen

3. *A mélykarsztvíz* elnevezést a mélykarsztban tárolt kis mértékben áramló vízre alkalmazzuk. A nagy mélységig lenyúló karsztosodott kőzet bázisának geotermikus hőfoka szabja meg a víz hőmérsékletét (10. ábra).

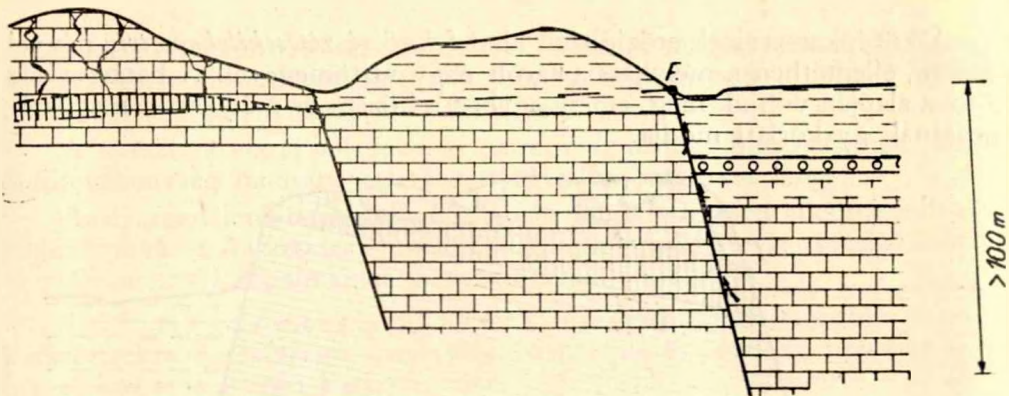
Mélykarsztvíznek csak az az erózióbázis alatti karsztos kőzetben tárolt víz nevezhető, melynek hőfoka legalább 2–3°-kal nagyobb a felszín évi középhőmérsékleténél.

A Magyar Középhegység évi középhőmérséklete 12 C°

4. *Karsztforrás*. Minden karsztos kőzetből származó forrás általános megjelölése, önmagában csak általánosító értelemben használható (7., 9., 10. ábra).

*Időszakos karsztforrás*. Minden karsztos kőzetből származó, szakaszosan működő forrás megjelölése. Megjelenésének és működésének körülménye esetenként tisztázandó.





10. ábra. Mélykarsztvízből származó karsztforrás. A mélykarsztvíz a főkarsztvízszint alá 100 m-nél mélyebben lenyúló, karsztosodó kőzetben tárolódik. A forrás vízhozama kiegyenlített. A víz hőfoka 15 C°-nál nagyobb

*Karsztcsurgó.* A leszálló karsztvíz (7. ábra) övéből származó víznek a szivárgó karsztvízön feletti felszínre jutása.

#### 5. Karsztvízszintek

*Főkarsztvízszint.* Magyarországon használatos fogalom, mely alatt a triász alaphegység karsztosodó kőzetében található karsztvizek szintjét értjük.

*Lebegő karsztvízszint.* A főkarsztvízszint fölött fekvő rétegekarszt önálló vízszintje (4. ábra).

*Magas karsztvízszint.* A magaskarsztok szivárgó karsztvizeinek szintje (4. ábra).

*Karsztvízbetörés.* A természetes karsztvízjáratok vizét a bányaművelés különféle mélységben megcsapolhatja, mikor is a karsztvíz nagy nyomással és rövid idő alatt nagy tömegben a bányatértségbe hatol.

### III. KARSZTOS JELENSÉGEKKEL KAPCSOLATOS FOGALMAK

*Karsztos üregek.* A vizek kémiai és fizikai hatása révén a karsztosodó kőzetekben kialakult üregek.

Az üregképző tényezők között megkülönböztetünk:

- a) szerkezeti,
- b) felszíni és
- c) mélységi

üregképző tényezőket.

a) *Szerkezeti üregképző tényező* a tektonizmus, amely preformálja a barlangok irányait, méretében átalakítja, vagy elpusztítja a már kialakult barlangokat.

b) *Felszíni üregképző tényező* a csapadékvíz, amelynek szénsavtartalma kisebb részben a levegőből, nagyobb részben a talajból származik. Hatása kémiai és fizikai oldás. Mechanikailag a felszíni vizek a gravitációs energia és törmelékszállítás révén hatnak.

c) *Mélységi üregképző tényezők* között szerepel elsősorban a magasabb hőmérsékletű mélykarsztvíz, amelynek oldóképessége a hőfoktól függően sokszorososan felülmúlhatja a hideg vizek oldóképességét — vegyi anyagok nélkül is. A mélységből származó szénsav és kénhidrogéngáz erősen oldóképessé teszi a pórusokban tárolt nyugalmi vagy szivárgó karsztvizeket, ha azokon átáramolnak.

Üregképző tényező a barlangok falának porlódása is, ami közvetve az üreg bővülését okozza. A vízalatti falrészleteken a pórusokba rakódott ásványok az átkristályosodásukkor létrejövő térfogatnövekedéssel fejtik ki porlasztó hatásukat, míg a víz fölötti falrészleteken a mélységi kénhidrogéngáz jut jelentősebb szerephez. Ez esetben a pórusok és kapillárisok vizében az elnyelt  $H_2S$  gáz kénsavvá alakul, s a karbonátos kőzetekkel cserebomlásba lépve megbontja őket. Ezt a folyamatot melléktermékként csavaros gipszkristályok kísérik.

*Karrosodás.* Kopár, vagy gyér növényzettel borított mészkő, ritkábban dolomitfelszín pusztulási folyamata, a felszíni vizeknek legtöbb esetben a kőzet repedései mentén, de néha csak egy-egy ponton kifejtett oldóhatására. A karr fogalma nemcsak a barázdákat, de a barázdák közötti tarajokat is magában foglalja.

*Fedett karr.* A karros felszín talaj, vagy növényzet fedi.

*Karrmező.* Nagyobb, összefüggő, nagyjából vízszintes mészkő-, ritkábban dolomitfelszínen kialakult karr.

*Ördögájtás.* Olyan karrmező, amelyen a barázdák közötti tarajok fel-darabolódtak.

*Karrlejtő.* Ferde, lejtős térszínen kialakult, kisebb kiterjedésű karr-forma. Különösen gyakori a dolinák lejtőin.

*Víznyelő.* A karsztos kőzetben kialakult, saját vízgyűjtő területű, domború falú, tölcser alakú mélyedés, melynek aljáról függőleges vízjáraton át jut a tölcserbe került csapadék a mélybe.

*Inaktív víznyelő.* Eredeti vízrendszerétől elszakadt víznyelő.

*Aknabarlang.* Égrenyíló bejáratú, főleg függőleges, bejárható üregek gyűjtőneve.

*Zomboly.* Az aknabarlangok egyik fajtája. A felszínen vízgyűjtő és víznyelő nem tartozik hozzá, a mélyben mindig vízszintes barlangban folytatódik. Barlangi üregek (anyabarlang) mennyezetének fokozatos beomlása és felszakadása révén gyűrűfeszültség hatására jön létre, törések keresztesedésében. Alján mindig törmelékkúp van. Lefelé tölcserszerűen kiszélesedik.

*Barlang.* A karsztosodó kőzetekben szerkezeti mozgások preformáló hatására, valamint a vizek vegyi és mechanikai hatására kialakult, járható méretű és helyzetű természetes üregek gyűjtőneve. Kivételes esetekben nemkarsztos kőzetekben is találunk kisebb barlangokat.

*Víznyelőbarlang.* A víznyelők aljáról nyíló vízjárat, ha mérete ember behatolására is alkalmas.

*Forrásbarlang.* Karsztcsurgók és a szivárgó karsztvizek felszínre jutásának helyei, ha a kifolyó vizek mentén az ember is behatolhat.

*Átmenő barlangról* beszélünk, ha víznyelő barlang és a forrásbarlang között a felszín alatti összeköttetés kísérletileg kimutatható, s az útvonal legalább részleteiben bejárható.

*Barlangszifon.* A vízfolyásos barlangok járható folyosóit a lehajló mennyezet helyenként annyira leszűkítheti, hogy szelvényét teljesen kitölti a víz. Vannak esetek, amikor a szifonhoz kerülő-ág tartozik, melyen át a nem járható vízzel telt rész felülről megkerülhető.

A leszálló és szivárgó karsztvízöv barlangjaiban az átfolyó víz legtöbbször megtalálható. Ezért nem szükséges őket „aktív” jelzővel külön megjelölni. A hasonló eredetű, de ma már száraz járatokat az „inaktív” jelzővel kell megkülönböztetnünk az előzőktől.

*Hévvizes barlang.* A mélységből származó oldóhatások révén kialakult üreg, mely későbbi szerkezeti mozgások következtében került a jelenlegi karsztvízszint fölé. Formaelemei és ásványai alapján különítendő el a többi barlangtól.

*Kaverna* (bányászati elnevezés). Különböző kiterjedésű, összefüggő földalatti repedés-, hasadékhálózat változó méretű üregei, tágulatai, melyek — ha a vízszint alatt helyezkednek el — méretük szerint igen különböző mennyiségű vizet tárolnak. Bányaműveletekkel való megközelítésük esetén karsztvízbetöréseket okoznak. Fő jellemvonásuk, hogy felszíni bejáratuk nincs.

*Vakkürtő* (aven). A barlang mennyezetéről függőlegesen felfelé hatoló, felül zárt kürtő, mely hévvizes eredetű barlangok esetében oldóhatás révén, egyéb barlang esetében mechanikai hatások révén jön létre.

*Töbör* (dolina). Kialakult barlangok szerkezeti változások következtében elpusztulhatnak, összerogyhatnak. A barlangüreget a mélyben kitöltő kőzettömeg helyét a felszínen homorú lejtőjű, lefolyástalan, köralakú mélyedés jelzi.

*Rogyott töbör* (dolina). Szerkezeti mozgások által meggyengített helyeken, vízjáratok mentén oldások hatására kifejlődött, viszonylag a felszínhez közel lejátszódó rogyásos jelenség. A felszínen homorú lejtőjű, laposfenekű, köralakú mélyedés alakjában jelentkezik. E jelenség rendszerint tovább folytatódik és a lapos fenék egy részlete peremszerűen visszamarad.

*Szakadék töbör* (udvarkő). Felszínhez közeleső, nagy barlangi termek beszakadása révén keletkezik. A meredek falrészleteket az erdei talaj és a denudáció még nem tüntette el.

*Uvala.* Egymásba olvadt töbrök sorozatából képződött hosszirányú, lefolyástalan völgyszerű mélyedés.

*Polje.* Mészkötérszín nagy kiterjedésű besüllyedése, amely törések mentén szerkezeti hatásra jön létre.

*Kopott polje.* Karsztos térszín lepusztulása révén kialakuló mélyedés, ha vékony mészkőréteg alatt vízrekesztő kőzet van.

*Karsztos sziklakapu.* Karsztosodó kőzetből álló sziklaív, vagy igen rövid folyosó, mely alatt át lehet haladni. Elpusztult (felszakadt) barlang boltozatának maradványa.

*Sziklaodú.* Karsztosodó kőzetekben a szivárgó vizek kilépésénél részben korrózió, részben fagyrepszés által kialakított szűkbejáratú, kisebb üreg.

*Karsztos sziklaeresz.* Karsztosodó kőzetek alkotta függőleges sziklafalak lábánál kialakult sekély beöblösödés, melynek talaját a sziklafal túlhajló része megvédi az esőtől. Alakja néha korrózióra vall, ekkor felszakadt barlang maradványa. Egyébként mállásos, korróziós, vagy abráziós eredetű és ekkor nem karsztjelenség. — Paleontológiai kutatások szempontjából gyakran nagy jelentőségük van.

*Karsztos szurdokvölgy.* Karsztosodó kőzetekbe mélyen bevágódó, meredek sziklás oldalú, nagy esésű völgyszakasz. Barlangok felszakadása révén is keletkezhetik.

## DISKUSSION ÜBER DIE KARSTNOMENKLATUR

Von

I. VENKOVITS

Fachleute der Karst- und Höhlenwissenschaften befassten sich vor einigen Jahren unter Führung des Verfassers an mehreren karstterminologischen Sitzungen mit den Fragen der Karstnomenklatur und bildeten eine Kommission, die sich als Arbeitsziel die Zusammenfassung der anlässlich dieser Diskussionen angenommenen Meinungen zur Fixierung der mit Karsterscheinungen in Zusammenhang stehenden Begriffe setzte. So enthält auch dieser Artikel, der infolge von Veröffentlichungsschwierigkeiten erst jetzt erscheinen kann, eine Reihe von Definitionen.

## ДИСПУТ ПО ТЕРМИНОЛОГИИ КАРСТА

И. ВЕНКОВИЧ.

Несколько лет тому назад, под руководством автора, венгерские специалисты по исследованию карстов и пещер в ряде диспутов и анкет обсуждали вопросы терминологии карста. Под руководством автора был учрежден комитет, который после обобщения общепринятых и сложившихся в процессе прений мнений, разработал подробные дефиниции, фиксирующие понятия, связанные с проблемами карста. Настоящая статья излагает ряд этих дефиниций, которые из-за трудностей публикации печатаются только теперь.

## MAGYARORSZÁG KARSZTVIDÉKEI

DR. LEÉL-ÖSSY SÁNDOR

a földrajzi tudományok kandidátusa

*Karsztoknak* nevezzük a földfelszín azon területeit, amelyeket túlnyomó részben *karsztos kőzetek* (mészkö, dolomit) építenek fel, és amelyeken a *karsztosodás* (a karsztos korrózió és karsztos erózió összmunakája) a legfontosabb térszínalakító és formaképző folyamat. (Tudjuk, hogy a karsztosodás — a többi térszínalakító erőhatástól eltérően — nagyrészt nem a felszínen, hanem a felszín alatt játszódik le.) Ha a karsztosodás a felszín nagyobb kiterjedésű és egységes darabjaira jellemző, akkor *karsztos tájakról* beszélhetünk. *Karsztvidékek* alatt viszont a legkülönbélebb karsztos térszíneket érthetjük: tehát a nagyobb és egységes önálló karsztos tájakat is, valamint a nem karsztos tájakon belül fekvő egészen kicsiny karsztos területfoltokat is.

*Magyarország* területén a karsztok a felszínnek csak kis részét adják: hozzávetőlegesen kb. 1,5—2%-át (1500—2000 km<sup>2</sup>), vagyis a területnek valamivel több mint 1/40-ét; bár megjegyezzük, hogy a karsztjainkat nagyon nehéz térbelileg pontosan körülhatárolni. De ezek a karsztos vidékek egyben a legváltozatosabb, tájképileg talán a legszebb és tudományos problémákban is a leggazdagabbak közé tartozó részei hazánkknak. A magyar szakirodalomból eddig még hiányzott a hazai karsztok összefoglaló rendszerezése. Alábbiakban megkíséreljük a magyarországi karsztvidékeket — többféle szempontból is — összefoglalóan jellemezni és rendszerezni.

\*

*Karsztosodó kőzetek.* Magyarország karsztvidékei igen változatos kőzettani felépítésűek. A *legidősebb* karsztosodó kőzet hazánkban a *karbonkori kristályos mészkö* (csak a Polgárdi melletti Kőszárhegyen), a *legfiatalabbak* a karsztos- vagy hévforrásokból lerakódott pliocén- és *pleisztocénkori* (sőt helyenként holocénkori) *mésztfák* (Budai Várhegy; Tata, É-i Gerecse; Mecsek, Bükk és az É-magyarországi karszt). Ezeknél azonban sokkal fontosabbak a *különbéle triász kori mészkövek*; ezek közül is két fajta kőzet: a *középső-triász kori wettersteini mészkö* (Ny-i Mecsek, Északmagyarországi

karszt, Bükk) és a *felső-triász kori dachsteini mészkő* (Dunántúli Középhegység, Vác melletti hegyrögök). Ez a két utóbbi a legnagyobb területi elterjedésű és a legjobban karsztosodó kőzet a magyarországi mészkövek közül. Nagy területeken fordul még elő a felső-triász kori *dolomit* is, többnyire a dachsteini mészkő szomszédságában (Dunántúli Középhegység), de — közettani sajátosságainál fogva — nem jól karsztosodik. A különféle fiatalabb: *harmadkori mészkövek* általában csak kicsiny foltokban fordulnak elő és kevésbé jól is karsztosodnak (pl. lajtamészkő, szármáciai-mészkő). Közülük még a legfontosabb az *eocén kori nummulinás mészkő* (Dunántúli Középhegység), mert ebben alakult ki a nagy budai hévvizes barlangok jórésze.

\*

Magyarország karsztvidékeit *többféle szempontból* is fel lehet osztani és rendszerezni (közettani, szerkezetani, hidrológiai, magassági, morfológiai és topográfiai szempontból). Bár mindenfajta tudományos osztályozásban van több-kevesebb mesterkéltetés, mégsem tartjuk hiábavalónak ezeket a rendszerezési szempontokat röviden áttekinteni, mert mindegyik nyújt egy-két lényeges vonást a karsztjaink arculatának a megrajzolásához.

1. **Kö z e t t a n i s z e m p o n t b ó l** — az előzőekben tárgyalt karsztos kőzetek elterjedése alapján — 2 nagy csoportba oszthatjuk Magyarországon karsztvidékeit:

a) *Dunántúli típus*. Ide tartoznak a Dunántúli Középhegység karsztjai (Keszthelyi-hg., Balatoni Felvidék, É- és D-i Bakony, Vértes, Gerecse, Budai hg. és Pilis), valamint a Vác környéki hegyrögök (Nagyszál, Romhányi-hegy és Csővári-hegy). E területeken a felső-triász kori *dachsteini mészkő* az uralkodó kőzet. Ezenkívül nagyon sokfelé fordul elő a gyengén karsztosodó felső-triász kori dolomit is, valamint kisebb-nagyobb foltokban egyéb kevésbé jól karsztosodó mészkövek is találhatóak (pl. eocén kori nummulinás mészkő, lajta- és szármáciai mészkövek, plio-pleisztocén kori mésztufák). A dunántúli típusú karsztvidékek általában erősen fel vannak darabolva.

b) *Mecseki-északmagyarországi típus*. A Ny-i Mecsek és a Bükk-hegység karsztjai (de nem az egész Mecsek- és Bükk-hegység), valamint az ún. Északmagyarországi-karszt tartoznak ide. E karsztvidékeken a középső-triász kori *wettersteini mészkő* az uralkodó kőzet. Emellett egyéb triász kori (sőt karbon és permkori) mészkövek és dolomitok, sőt nem karsztosodó agyagpalák is előfordulnak, a kékesszürke mészkő aránya azonban sokkal nagyobb, mint a Dunántúli Középhegységben a dachsteini mészkőé. Minthogy e karsztok sokkal egységesebbek és sokkal kevésbé vannak feldarabolva, mint a dunántúli típus területén, érthető, hogy *ezek hazánk legnagyobb kiterjedésű és legtípusosabb karsztvidékei*. Ezeket találjuk a legnagyobb-méretű és legjellegzetesebb karsztformákat.

2. **S z e r k e z e t t a n i ( t e k t o n i k a i ) s z e m p o n t b ó l** aránylag egységesek a karsztjaink, ui. — a felszíni geomorfológiai kép szerint — valamennyi karsztvidékünk *nagy részben töréses szerkezetű*. De itt is különbséget kell tennünk: a) *a dunántúli típus* (Dunántúli Középhegység, Váci rögök) és b) *a Mecseki-északmagyarországi típus* (Ny-i Mecsek, Bükk, É-magyarországi karszt) között. Az előzőek *szinte teljesen töréses szerkezetűek*, és aprólékosan

feldarabolódtak (már amennyiben a tektonológiában egyáltalán lehet ilyen kizárólagos megállapítást tenni) míg az utóbbiak területén — a törések mellett — helyenként a gyűrődéses szerkezeti formák is erőteljesen kifejlődtek, sőt a Mecsekben a gyűrődés és töréses szerkezet egyenlő mérvű. Ez utóbbiak kevésbé vannak feldarabolva, és összefüggő *fennsíkokat* alkotnak. A töréses szerkezet ellenére *csak részben* lehet a karsztvidékeinket *röghegységeknek* (azaz karsztos röghegységeknek) tekinteni, ui. épp a 3 legjelentősebb karsztunk összefüggő karsztfennsík (tehát nem hegységi jellegű táj). Megjegyezzük még, hogy a tektonikai viszonyokat kizárólag a felszíni geomorfológiai vizsgálatok által nyújtott kép alapján szűrtük le. A mélység-beli geológiai vizsgálatok helyenként (pl. Bükkben) lényegesen más képet adnának (a gyűrődéses-pikkelyeződéses szerkezeti formák nagyobb mérvű előretörését a töréses szerkezeti elemek rovására).

3. **Karszthidrológiai szempontból** csak egészen röviden jellemezzük karsztvidékeinket. Ui. a részletes karszthidrológiai elemzés egyrészt sok — még ma sem teljesen megoldott — karszthidrológiai problémát vetne fel, másrészt — speciális szempontjai folytán — túlságosan bonyolulttá tenné és megzavarná az eddigi szempontok alapján már meglehetősen határozottan kirajzolódó karsztmorfológiai összképet. Ezért csak két karszthidrológiai szempontot vettünk figyelembe.

A) *A karsztvíz mozgása szempontjából*: a 3 övezetbe tagolódás (leszálló-, áramló- és mélykarsztvíz övezetei) karsztvidékeinken általában megfigyelhető. Mindegyik karsztvidékünkön megvan mind a három övezet, de jelentős különbségek adódnak aszerint, hogy az egyik karsztvidéken az egyik, a másikon a másik övezet fejlődött ki a másik kettő rovására.

a) A különálló rögökre darabolt és kiemelt *Dunántúli Középhegységben* a leszálló karsztvíz övezete (magaskarszt) van túlsúlyban (száraz, rövid forrásbarlangok).

b) Viszont a *Ny-i Mecsek, Bükk és É-Magyarország* karsztfennsíkjainak belsejében nagymértékben kifejlődött az áramló karsztvíz övezete (középkarszt) is (nagy átmenő jellegű *patakbarlangok*).

B) *A karsztvízszint összefüggése szempontjából* is megvan a különbség a két különböző jellegű karsztvidék közt:

a) A tektonikailag erősen feldarabolt és változatos geológiai felépítésű *Dunántúli Középhegységben* *nem alakulhatott ki egységes és összefüggő karsztvízszint*, még egyes részeken (Budai hg., Pilis, Bakony) belül sem.

b) Viszont az egységesebb (fennsíkjellegű) és nagyobb kiterjedésű karsztjainkon belül *összefüggő karsztvízszint* fejlődhetett ki (Ny-i Mecsek, Bükk, Északmagyarországi karszt), de ezeken a vidékeken is csak egyes részekre nézve beszélhetünk összefüggő karsztvíztükörről (pl. Aggteleki-karszt, Szalonnai-karszt; Nagy-fennsík).

4. **Magassági szempontból** a legtöbb karsztvidékünk:

a) *hegyvidéki karszt*, ilyenek középhegységeink területén alakultak ki. Ezeket további két szintbe sorolhatjuk: *magasabb középhegységi karsztok* (600—950 m), ilyen a Bükk két karsztfennsíkja, valamint a Dunántúli Középhegység karsztjainak néhány magasabb darabja (a Bakony és a Pilis egyes kisebb részei). — *Alacsonyabb középhegységi karsztok* (300—600 m), ilyen a legtöbb karsztvidékünk; tehát az Északmagyarországi karszt fennsíkjai, a Ny-i

Mecsek karsztja és a Dunántúli Középhegység karsztjai (Keszthelyi-hg., Balatoni Felvidék, D-i Bakony, É-i Bakony, Vértes, Gerecse, Budai-hg., Pilis), sőt a Vác melletti rögök is (Nagyszál és társai).

b) Csak elvétve és csak kicsiny területfoltokban fordulnak elő az ún. *medencefenéki karsztok*, amelyek nem képeznek kiemelkedéseket, hanem nem karsztos kiemelkedésekkel körülvett *mélyedések fenekén* alakultak ki, általában 200 m alatt. Ilyenek: a Tapolcai-medence északi része, a Kővágóörsi-medence belsejének dolomit-karsztja (a Kornyi-tó és környéke), valamint a Szokolyai-medence és a Törökmező (a D-i Börzsönyben).

5. *Karsztmorfológiai szempontból* is vizsgálhatjuk és rendszerezhetjük karsztjainkat. Ezt tekintjük a legfontosabb felosztási szempontnak, amely karsztjaink „lényegére” mutat rá. Tulajdonképpen már az eddig sorra vett rendszerezési szempontok is — bizonyos mértékig — karsztmorfológiai szempontok voltak, hiszen ezek is a karsztvidékek arculatának bizonyos vonásait emelték ki. A legfontosabb karsztmorfológiai szempontnak azonban a *genetikai szempontot* tekintjük, amely a karsztvidékek *eredetét* hozza kapcsolatba jelenlegi arculatukkal és formakincsével.

Karsztvidékeink eredetét vizsgálva további *két karsztmorfológiai szempont* adódik:

A) *A karszt egysége* (ill. feldaraboltsága) *szempontjából* a következőképpen rendszerezhetjük karsztvidékeinket:

a) Karsztos kiemelkedések:

α. karsztos fennsíkok (karsztplatók),

β. karsztos rögplatók,

γ. karsztos rögök.

b) Medencefenéki karsztok.

Tehát tulajdonképpen a *karsztosodás nagyformáit*, azaz maguknak a karsztoknak a formáit kaptuk meg, amelyeket meg kell különböztetni a *karsztokon* belül kialakult *karsztos kisformáktól* (karrok, dolinák, víznyelők és barlangok). Megjegyezzük még, hogy a karsztos kiemelkedések és a medencefenéki karsztok megkülönböztetése — a 4. szemponttól eltérően — nem a magassági viszonyok alapján, hanem genetikai szempontból történt.

α. *Karsztos fennsíkok*. A magyarországi karsztok legnagyobb kiterjedésű (50—100 km<sup>2</sup>) és legjellegzetesebb megjelenésformái. Egységesen kiemelt, feldarabolatlan karsztok. A karsztplatók viszonylag lapos teteje valójában erősen hullámos, oldalaik igen meredek és sziklásak. Ezeken alakultak ki a legnagyobb méretű és *legtípusosabb karsztosodási kisformák* (óriási dolinák, hatalmas víznyelők, hosszú nagy barlangok, mély zsombolyok). Magyarországon három ilyen karsztvidékünk van: 1. az *Északmagyarországi-karszt* hét fennsíkja, 2. a *Bükk-hegység* két karsztfennsíkja és 3. a *Ny-i Mecsek* karsztfennsíkja. Újólgy felhívjuk rá a figyelmet, hogy a geomorfológiailag *síksági* formának tekintendő, lapostetejű karsztplatókat *helytelen hegységeknek nevezni*. (Pl. téves az Északmagyarországi-karszt legjelentősebb darabját Aggteleki-hegységnek nevezni; helyesen: Aggteleki karsztfennsík.)

β. *Karsztos rögplatók*. Ezek *egykori karsztplatóknak* — a kéregmozgások által — *összetört és kiemelt darabjai*, amelyeknek a tetején azonban még megmaradtak az eredeti lapos fennsík némi maradványai. A rögplatók kisebb



kiterjedésük (1—2 km<sup>2</sup>) folytán kevésbé alkalmasak típusos karsztformák kialakulására, bár kisméretű karsztformák (karrok, dolinák, barlangok) rajtuk is előfordulnak. A karsztos rögplatók főleg a *Dunántúli Középhegység* területére jellemzőek (É-i és D-i Bakony, Vértes, Gerecse, Pilis); előfordulnak még a K-i Mecsekben, a Bükkhegység alacsonyabb peremvidékein (DNy-, DK-, É- és Ny-i Bükk) és az Északmagyarországi-karszt déli részén is (Rudabányai-hegység).

*γ. Karsztos rögök.* Ezek kicsiny, meredek mészkő- és dolomithegyek. Ezek is hajdani összefüggő *karsztfennsík*ok tektonikusan *összetört és kiemelt darabjai*, de itt a töréses feldarabolódás sokkal nagyobb mérvű volt, mint a rögplatóknál. A karsztos rögök kicsinységük miatt alig alkalmasak a karsztosodásra, viszont nagyon megfelelnek a *hévízes karsztosodás* számára (budai hévízes barlangok). Karsztos rögök a *Dunántúli Középhegység* tektonikailag legjobban feldarabolt részein fordulnak elő, többnyire karsztos rögplatókkal együtt (Budai-hg., K-i Gerecse). Az Északi Középhegységben csak a *Vác környéki hegyrögök* területén fordulnak elő.

A karsztos rögplatók és karsztos rögök rendszerint *csoportosan fordulnak elő*. Ebben az esetben már jogosan beszélhetünk karsztos hegyvidékekről vagy — szerkezetüket is tekintetve véve — *karsztos röghegységekről* (Dunántúli Középhegység, ill. a részei; Rudabányai-hegység).

*b) Medencefenéki karsztok.* Erről a hazánkban ritkán előforduló és a szakirodalomban eddig figyelemre sem méltatott karsztos nagyforma-típusról az előzőekben már volt szó (lásd 4.: magassági szempont!). Ilyenek vannak a Tapolcai-, Kővágóörsi- és Szokolyai-medencékben.

*B) A tönkösödés szempontjából* is vizsgálhatjuk a karsztokat. A magyarországi karsztvidékek ui. — a medencefenéki karsztokat leszámítva — mind tektonikusan *kiemelt tönkök*, illetve azok darabjai. Nem célunk most a magyarországi karsztok tönkösödésével részletesebben foglalkozni. (Erre vonatkozó kutatáseredményeinket a közeljövőben egy külön munka keretében szeretnénk kifejteni.) — Most csak röviden szeretnénk összefoglalni, hogy karsztvidékeink — a tönkösödés szempontjából — *háromféle eredetűek* lehetnek:

*a) Karsztosodás által tönkösített karsztok*, amelyeket túlnyomórészt maga a karsztosodás pusztított le tönkökké (bár helyenként másodlagosan az erózió nyomai is kimutathatók rajtuk). Ilyenek: az Északmagyarországi-karszton az Aggteleki-karszt, a Terezstenyei-karszt, a Haragistya, a Nagyoldal és a Vecsembükk; a Bükkben a Nagyfennsík és a Kisfennsík.

*b) Erózió által tönkösített karsztok*, amelyeket nagyrészt az erózió munkája pusztított le tönkfelületekké, míg a karsztosodásnak csak kisebb szerepe volt kifermálásukban. Ilyenek a Dunántúli Középhegység tagjai (Pilis, Gerecse, Vértes, É-i és D-i Bakony, Balatoni-Felvidék és Keszthelyi-hegység.) A mikrotektonikusan feldarabolt Budai-hegységben és a K-i Gerecsében a fiatal törések szinte teljesen szétdarabolták és elpusztították az egykori tönkfelületeket. Eróziós eredetű karsztos tönkökből áll még a K-i Mecsek nagyrésze, a Villányi-hegység, a váci triász rögök közül a Nagyszál és a Romhányi-hegy (míg a Csővári-hegy tönkje — a Budai-hegységhez hasonlóan — teljesen szétdarabolódott), továbbá a Bükkhegység peremvidékei (DNy-, DK-, É- és Ny-i Bükk) és a Rudabányai-hegység.

c) *Karsztosodás és erózió által tönkösített karsztok.* Ezeknél a karsztosodás és az erózió lepusztító munkája valószínűleg nagyjából egyensúlyban volt. Ilyenek a Ny-i Mecsek karsztja, az Északmagyarországi-karszton pedig a Szalonnai-karszt (Szarhegy) és a Szinpetri-karszt.

C) Ha a két karsztmorfológiai-genetikai szempontot (a karsztok feldaraboltságát és tönkösödését) összevetjük, akkor karsztjainkat a következőképpen rendszerezhetjük:

a) *Karsztplatók:* egységesen kiemelt karsztos tönkök.

b) *Karsztos rögplatók:* kissé feldarabolt és kiemelt karsztos tönkrészletek.

c) *Karsztos rögök:* aprólékosan feldarabolt és kiemelt karsztos tönkmaradványok.

(A példákat lásd előbb az 5. A)-nál)

A rögplatókká és rögökké feldarabolt karsztos tönkök hegyvidéki jellegűek, ezért ezeket leghelyesebb *karsztos tönkröghegységeknek* nevezni (Dunántúli Középhegység tagjai).

#### Magyarország karsztvidékeinek topográfiai rendszerezése

Végül — befejezésképpen — *topográfiai szempontból* rendszerezve felsoroljuk összes karsztvidékeinket:

##### Öndálló karsztos kistájak

##### Karsztos területek más tájakon belül

#### I. Dunántúli Középheg.

- |  |              |  |
|--|--------------|--|
| 1. Budai-hg.                                 | } Dunazughg. | 1/a Tétényi-fennsík                                      |
| 2. Pilis-hg.                                 |              | 1/b Kőbányai-rög   |
| 3. Gerecse-hg.                               |              | 2/a Pomázi mésztufa-fennsík                              |
| 4. Vértes-hg. (nagy része dolomitkarszt)     |              | 3/a Zsámbéki-medence két szarmata mészkő-vonulata        |
| 5. É-i Bakony                                | } Bakony-hg. |  |
| 6. D-i Bakony                                |              |  |
| 7. Balatoni Felvidék                         |              | 7/a Kővágóörsi-med. közepe (medencefenéki dolomitkarszt) |
| 8. Keszthelyi-hg. (nagy része dolomitkarszt) |              |  |
| 9. —   |              | 9/a Tapolcai-med. É-i részének szarmata mészkőtérszine   |

#### II. Dunántúli szigethegységek

- |  |  |
|--|--|
| 1. Mecsekhegység<br>[Ny-i Mecsek (nagy része karsztfennsík)]<br>[K-i Mecsek (csak részben karsztos)] |  |
| 2. Villányi-hegység  | 2/a Beremendi-rög                                  |
| 3. —   | 3/a Fertőmelléki lajtamészkőtérszín (Palfi-tönkőn) |

#### III. Északi Középhegység

1. Vác környéki rögök
  - α Nagyszál (Naszály)
  - β Romhányi-hegy (fedett karszt)
  - γ Csővári-hegy

## 2. Bükkhegység

- α Nagyfennsík } Magas Bükk
- } v. Közp. Bükk
- β Kisfennsík } v. Bükk-fennsík
- γ DNy- (Egri) Bükk
- (csak részben karsztos)
- δ DK-i Bükk
- (nagy részt karsztos)
- ε É-i Bükk
- (csak részben karsztos)
- ζ Ny-i Bükk
- (csak részben karsztos)

2/a Upponyi-szigethegység

3. Északmagyarországi karszt  
(Északborsodi-karszt)

- α Aggteleki-karszt
- β Teresztenyei-karszt
- γ Haragistya
- δ Nagyoldal
- ζ Szinpetri-karszt
- ε Vecsembükk
- η Szalonnai-karszt (Szarhegy)
- θ Rudabányai-hegység

4. —

4/a Szétszórt mészkőrögök a Borsodi-medencében (Szendrőládi-karszt stb.)

5. —

5/a D-börzsönyi lajtamészkötérszín (Szokolyai-medence, Törökmező)

6. —

6/a D-cserháti lajta- és szarmata mészkötérszín

Az egyes karsztvidékeknek még a rövid jellemzésétől is eltekintettünk, mert minden karsztunk részletes (elemző) vizsgálata túl messzire vezetne, és különben is túlnő a jelen rövid összefoglalás keretein. A közeljövőben — ha majd módom lesz rá — szeretném megírni *Magyarország karsztjainak részletes (leíró-regionális jellegű) kézikönyvét.*

## Irodalom

1. CHOLNOKY J.: A Dunazug-hegyvidék. — Földr. Közl. 1937.
2. DUDICH E.: Az Aggteleki-cseppkőbarlang és környéke. — 1932.
3. JAKUCS L.: Aggtelek-útikalauz. — 1958.
4. KADIĆ O.: Budapest, a barlangok városa. — Földt. Ért. 1936.
5. KERÉKES J.: Az egri barlangvidék. — Barlangkut. 1938.
6. KESSLER H.: Az aggteleki-barlangrendszer hidrografiája. — Földr. Közl. 1938.
7. LANG S.: Karszttanulmányok a Dunántúli Középhegységben. — Hidr. Közl. 1948.
8. LANG S.: A Pilis geomorfológiája. — Földr. Ért. 1953.
9. LANG S.: Hidrológiai és morfológiai tanulmányok a Bükkben. — Hidr. Közl. 1954.
10. LANG S.: Geomorfológiai tanulmányok az Aggteleki-karsztvidéken. — Földr. Ért. 1955.
11. LEÉL-ÖSSY S.: Geomorfológiai vizsgálatok a Vác környéki triász rögökön. — Földr. Ért. 1952.
12. LEÉL-ÖSSY S.: Karszt és barlangkutató a Szalonnai-karszton. — Hidr. Közl. 1952.
13. LEÉL-ÖSSY S.: Geomorfológiai és hidrológiai vizsgálatok a Szalonnai-karszton. Földr. Ért. 1953.
14. LEÉL-ÖSSY S.: A bajóti Öregkő és barlangjai. — Földr. Ért. 1954.
15. LEÉL-ÖSSY S.: A Magas Bükk geomorfológiája. — Földr. Ért. 1954.

16. LEÉL-ÓSSY S.: Magyarország karsztmorfológiája. — Kandidátusi disszertáció. 1955.
17. LEÉL-ÓSSY S.: Kandidátusi disszertáció tézisei. — 1956.
18. LEÉL-ÓSSY S.: Egyetemi előadások. — 1954—57.
19. LEÉL-ÓSSY S.: A Budai-hegység barlangjai. — Földr. Ért. 1957.
20. LEÉL-ÓSSY S.: A Kevély-hegycsoport karsztmorfológiája. — Földr. Ért. 1958.
21. SZABÓ P. Z.: A Mecsek-hegység morfológiai kutatása. — Földr. Közl. 1931.
22. SZABÓ P. Z.: A Mecsek-hegység vízrajzi kutatása. I—III. — Földr. Ért. 1950—51.

## DIE KARSTGEBIETE UNGARNS

Von

DR. S. LEÉL-ÓSSY

Im einleitenden Teile stellt der Verfasser die geographische Lage der Karste (der verkarsteten Landschaften und der Karstgebiete) fest und dann gibt er eine kurze Zusammenfassung der verkarsteten Gesteine Ungarns. Die Klassifikation und die Systematisierung der Karstgebiete Ungarns wird im Artikel auf verschiedenen Wegen durchgeführt:

1. In lithologischer Hinsicht: *a)* Transdanubischer Typus (Transdanubisches Mittelgebirge, Vácer Schollen), *b)* Mecseker und Nordungarischer Typus /3 Hauptkarstgebiete Ungarns: W-Mecsek, Bükk, Nordungarische Karste).

2. Nach der Höhenlage: *a)* Bergland-Karste, *b)* Beckenboden-Karste.

3. In tektonischer Hinsicht: *a)* Transdanubischer Typus (Schollengebirge von vollkommener Bruchstruktur), *b)* Mecseker-Nordungarischer Typus (schwach gefaltete Karste mit vorwiegender Bruchstruktur).

4. In karsthydrologischer Hinsicht:

A. Auf Grund der Karstwasserbewegung: *a)* Transdanubischer Typus (Mehrzahl des Hochkartses), *b)* Mecseker-nördlicher Typus (Mehrzahl des Mittelkarstes, grosse Bachhöhlen).

B. Auf Grund des Zusammenhanges der Karstwasserniveaus: *a)* Transdanubischer Typus (es gibt kein zusammenhängendes Karstwasserniveau), *b)* Mecseker-nördlicher Typus (es ist ein zusammenhängendes Karstwasserniveau entwickelt).

5. In karstmorphologischer Hinsicht:

A. Auf Grund der Zerstückeltheit der Karste:

I. Karstige Erhöhungen

*a)* Karstplateaus /3 Hauptkarstgebiete Ungarns: sieben Karsthochebenen Nordungarns, 2 Karsthochebenen des Bükk-Gebirges, W-Mecsek).

Karstige Schollenplateaus

Karstige Schollen

## II. Beckenboden-Karste

### B. Auf Grund der Ausbildung von Rumpfflächen:

- 1) Durch Karstvorgänge ausgebildete Rumpfflächen (Aggteleker Karst, 2 Karste des Bükk-Gebirges)
- 2) Durch Erosionsvorgänge ausgeformte Rumpfflächen (Transdanubisches Mittelgebirge, Berg Nagyszál bei Vác)
- 3) Durch Karst- und Erosionsvorgänge ausgebildete Rumpfflächen (W-Mecsek, Szalonnaer Karst).

### C. Verknüpfung der Gesichtspunkte A) und B):

- a) Karstplateaus (3 Hauptkarstgebiete Ungarns)
- b) Karstige Schollenplateaus karstige Schollenrumpfgebirge
- c) Karstige Schollen (Transdanubisches Mittelgebirge)

Schliesslich werden die gesamten Karstgebiete Ungarns von Verfasser in topographischer Hinsicht systematisiert und aufgezählt.

## КАРСТОВЫЕ ОБЛАСТИ ВЕНГРИИ

Ш. Лэл-Ёши

В введении автор дает географическое определение карстовых областей и короткую характеристику карстовых образований Венгрии. Автор классифицирует и систематизирует карстовые области по следующим точкам зрения:

1. Петрографически: а) задунайский тип (Задунайское Среднегорье и глыбы в окр. города Вац), б) карсты типа гор Мечек и Северной Венгрии или северный тип (3 главные карстовые области: Западный Мечек, горы Бюкк и карсты Северной Венгрии).

2. По высоте: а) горные карсты, б) карсты впадин.

3. Тектонически: а) задунайский тип (глыбовые горы с разломной тектоникой, структурой), б) тип гор Мечек и Северной Венгрии (карсты большей частью с разломной структурой, в меньшей же мере складчатые).

4. По гидрологии карста:

А) С точки зрения движения карстовой воды: а) задунайский тип (преобладание верхнего карста), б) мечекский и северный типы (преобладание среднего карста, крупные ручейные пещеры).

Б) Из точки зрения сплошности карстовой воды: а) задунайский тип (сплошного горизонта карстовой воды нет), б) мечекский и северный типы (образовался сплошной водоносный горизонт).

5. По морфологии карста:

А) По раздробленности карста:

1. Карстовые возвышения

а) карстовое плато (3 главные карстовые области Венгрии: карстовые плато Северной Венгрии, 2 карстовые плато гор Бюкк, Западный Мечек)

Карстовые глыбовые плато  
Карстовые глыбы.

II. Карсты впадин.

Б) По происхождению:

1. Карстового происхождения (Аггтелек, 2 карстовые плато гор Бюкк).
2. Эрозионного происхождения (Задунайское Среднегорье, Надьсал у города Вац).
3. Карстового и эрозионного происхождения (Западный Мечек и Салонна).

В) Пункты А и Б вместе взяты:

- а) карстовые плато (3 главные карстовые области)
- б) карстовые глыбовые плато
- в) карстовые глыбы (глыбы эрозионного происхождения, Задунайское Среднегорье).

В заключении автор систематизирует с топографической точки зрения и перечисляет все карстовые области Венгрии.

## DAS NACHWEISEN VON HÖHLENSYSTEMEN\*

Von  
L. MAUCHA

Verfasst zu Jósvaló in der Forschungsstation des Lehrstuls für Mineralogie und Geologie der budapester Technischen Universität für Bau- und Verkehrswissenschaft.

In dieser Abhandlung gedenken wir eine kurze Zusammenfassung von alljenen brauchbaren — also bereits erfolgreich angewandten — Methoden zu geben, welche zum theoretischen Nachweis der in Karstgebieten entstandenen Höhlensysteme derzeit in Ungarn im Gebrauche sind.

Bei der Feststellung der auf die Möglichkeit, Existenz und Abmessungen der Höhlen Schlüsse gestattenden Momente ist das ledigliche Ziel der Forschung festzustellen, ob im Bereich eines Karstsystems ein solches Höhlensystem vorhanden ist, dessen Erschliessung praktisch der Mühe wert ist. Bei den mit unterirdischen Bächen zusammenhängenden Höhlensystemen ist die Existenz der gesuchten Höhlensysteme umso wahrscheinlicher, je grösser die Zahl jener Umstände ist, die auf die Existenz und auf die Abmessungen solcher hinweisen. Die auf die Existenz eines Bach-Höhlensystems hinweisenden Tatsachen und Momente werden mit Hilfe von mehreren Methoden gewonnen. Der Nachweis der Bach-Höhlensysteme geschieht also auf eine komplexe Weise (4).

### Der Gedankengang des Nachweises

Die der Entscheidung harrende Frage ist im allgemeinen die, ob sich auf einem gewissen Karstgebiete in den zu einer gewissen Karstquelle gehörigen unterirdischen Gängen ein Höhlensystem befindet? Vor allem beschaffen wir uns die detaillierte (1:25,000) geographische und geologische Karte des zu untersuchenden Karstgebietes, ausserdem die auf das betreffende Gebiet bezügliche hydrographische, morphologische, karsthydrologische und geologische Fachliteratur. Nach Studium dieser folgt eine Begehung des Gebietes mit der Karte, auf Grund welcher wir uns einen nähe-

\* Ez a dolgozat magyar nyelven megjelent a Karszt- és Barlangkutató Tájszemle 1957. évi július—decemberi számában. (Lásd az irodalomjegyzéket). A dolgozatot itt kisebb módosításokkal közöljük.

ren Begriff vom — auch unser vermutetes Karstsystem einschliessenden — Karstgebiete sowohl über die Lage, die Verteilung, beziehungsweise der Karstformen, der Bergsättel und Täler, der Quellen, der Bäche und Flüsse und ihre Zusammenhänge gewinnen. Bei dieser Gelegenheit werden wir sowohl von den stratigraphischen und tektonischen Verhältnissen der Oberfläche und Tiefe der verkarsteten Gesteinsmassen, als auch von der Situation der für unser Gebiet charakteristischen sog. Karsterscheinungen (Karstquellen, Karrfelder, Dolinen, Einstürze, Felsenschächte, Wasserschlinger, kleinere horizontale Höhlen, bzw. Bachhöhlen-Systeme) Aufschluss gewinnen. Auf Grund der detaillierten Kenntnisse dieser Verhältnisse und auf Grund des skizzenhaften Umrisses der einzelnen Wassersammelgebiete können wir auf die respektive Situation des gesuchten Karstsystems und der Karstsysteme der Umgebung schliessen.

Hiernach müssen wir sowohl das annehmbar zum gesuchten Karstsystem gehörige Wassersammelgebiete (d. h. den oberflächlichen Teil des Karstsystems) als auch die unterirdischen Gänge unseres Karstsystems enthaltenden verkarsteten Gesteinsmassen (d. h. das Gebiet bzw. den unterirdischen Teil des Karstsystems) auf Grund der erwähnten Gesichtspunkte einem detailliertem Studium unterziehen.

#### Die Möglichkeit der Existenz von Bach-Höhlensystemen

Wenn auf der Oberfläche des skizzenhaft umrissenen Wassersammelgebietes — besonders auf dessen von der Quelle entfernter liegenden Hälfte — wasserundurchlässige, nicht verkarstete, dünnere, zusammenhängende Schichtenreihen (5—10 m mächtige Lehm- oder Lehmschieferschichten, etc.) oder zusammenhängende wasserundurchlässige oder wasserundurchlässige, nicht verkarstete Schichtenkomplexe (50—100 m mächtige Sandstein-, Andesit-, Basalt-, Granit-Komplexe, etc.), vorhanden sind, so besteht unser Wassersammelgebiet teils aus einem verkarsteten, teils aus einem sog. nicht verkarsteten Wassersammelgebiet. Dies ist die erste Tatsache, welche auf die Möglichkeit des Vorkommens eines Höhlensystems schliessen lässt. Diese Tatsache gewinnt an Bedeutung, wenn das nicht verkarstete Wassersammelgebiet u. a. auf härtere Gesteinsarten als Kalkstein aufgebaut ist (Möglichkeit von Kies-Erosionen). (4). Wenn wir mindestens einen Wasserschlinger von grosser Schlingfähigkeit am verkarsteten Wassersammelgebiet finden, besonders aber in der Nähe der Grenzlinie des verkarsteten und nicht verkarsteten Wassersammelgebietes, so weist auch diese Tatsache auf die vermutliche Existenz eines Höhlensystems hin.

Am verkarsteten Teil des vermutlichen Wassersammelgebietes ist es ratsam, die Zahl folgender Gebilde festzustellen: die zum nachzuweisenden Höhlensystem gehörigen, am Niveau der Erosionbasis befindlichen aktiven Quellenmündungen, die auf Hochwasser-Niveau befindlichen, im allgemeinen inaktiven Quellmündungen, bzw. die Quellentrichter, die Einstürze, die kleineren horizontalen Höhlen und die ständig aktiven oder inaktiven bzw. periodisch funktionierenden Wasserschlinger. Die Existenz all dieser Karsterscheinungen weist auf die vermutliche Existenz des gesuchten Höhlensystems.



Wenn zwischen der vermutlich zusammenhängenden Quelle und dem Wasserschlinger, bzw. zwischen den Quellen und den Wasserschlängern die Mächtigkeit des untersuchten Karstgebietes gross genug (mindestens 50—100 m) und von Tälern nicht zerklüftet ist, so ist diese morphologische Erscheinung ähnlich zu deuten, als die oben erwähnten übrigen Erscheinungen.

Wir können die, die Existenz des gesuchten Höhlensystems beweisenden Tatsachen auch vom petrographischen, stratigraphischen und tektonischen, Studium eines Karstgebietes gewinnen. Wenn die im Karstgebiet vorhandene verkarstete Gesteinsmasse grösstenteils aus Kalkstein besteht, und sich diese Kalksteinmasse von der Wasserschlängergegend zur Quellengegend zwischen der unteren und oberen Grenzfläche des Karstsystems— aber besonders entlang der unteren Grenzfläche — grösstenteils successive dahinzieht, so bekräftigt auch dieser Umstand die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins eines Höhlensystems. Wenn die erwähnte Kalksteinmasse aus dem Gesichtspunkte der Karstentstehung vollkommen homogen ist, so ist obiger Umstand besonders günstig. Ist sie heterogen, so ist es günstiger, wenn die Karstentstehung in der Umgebung der Quelle minder ist (z. B. „Szabadság“-Höhle).

Aus tektonischem Gesichtspunkte ist es günstig zu betrachten, wenn die unter dem Karstsystem befindlichen wasserundurchlässigen Karstsichten eine nahezu horizontale und annähernd ebene Fläche haben, oder aber eine Synklinale, bzw. trogförmige Vertiefung bilden. (Einen solchen, besonders günstigen Fall bedeutet z. B. der Umstand, wenn sich das Karstsystem im Tiefkarst entwickelt hat.) Auf die Möglichkeit der Existenz eines Höhlensystems weist auch der Umstand hin, wenn zwischen der Quellenumgebung und der Umgebung des Wasserschlängers auf der Oberfläche eine Brechungszone zu beobachten ist. In Ungarn ist es meistens der beste Fall, wenn die Hauptrichtung des Streichens einer Brechungszone in nordwest—südöstlicher Richtung liegt (11).

Schliesslich weist auch auf die Möglichkeit des Vorhandenseins einer Höhle der durchschnittliche Ca—Mg-Quotient des Quellenwassers in dem Falle, wenn sein Wert höher ist als 1. Und desto grösser er ist als 1, umso günstiger sind die Umstände. Dieser Faktor ergänzt die petrographischen Untersuchungen, da er eigentlich mit dem gegenseitigen räumlichen Verhältniss der in den Karstgebieten vorhandenen Kalkstein- und Dolomitmassen in annähernder Proportion steht (1, 2, 3, 9, 10).

#### **Die Existenz, die Abmessungen der Bach-Höhlensysteme und die Hauptrichtung ihres Streichens**

Die Existenz der in den Karstsystemen entstandenen Höhlensysteme suchen wir so nachzuweisen, dass wir auf Grund des Färbens und Salzens der Wasserschlänger, als auch auf Grund der physikalischen und chemischen Beobachtungsdaten des Quellenwassers auf die Durchmessergrösse der im Karstsystem entstandenen Gänge schliessen. Falls es feststellbar ist, dass es innerhalb des untersuchten Karstsystems Gänge gibt, deren durchschnittliche Breite und durchschnittliche Höhe gleichfalls 1 m

beträgt, so kann behauptet werden, dass im Bereiche des Karstsystems für Menschen begehbare geräumige Gänge, d. h. Höhlengänge vorhanden sind. Es liegt an der Hand, dass die annähernd punktliche Bestimmung der durchschnittlichen Abmessungen der Höhlengänge beim Nachweisen von Höhlensystemen von grosser Wichtigkeit ist.

Die zur Bestimmung der Existenz bzw. der Durchschnittabmessungen der Höhlensysteme dienenden Methoden können wir in zwei Hauptgruppen einteilen; und zwar in selbständige und in vergleichende Methoden. In beiden Gruppen gibt es die Zeitdauer betreffend momentane und langwierige (mindestens 1 Jahr) Methoden. Diese Methoden können ihrem Wesen nach Beobachtungsreihen, Experimente und Messungs-Reihen sein.

Falls wir auf Grund der beschriebenen Untersuchungen feststellen konnten, dass im Bereiche unseres Karstsystems die Möglichkeit einer Höhlenbildung vorhanden ist, so können wir mit dem Nachweisen der Existenz des Höhlensystems bzw. der Feststellung seiner Abmessungen beginnen. Die erste Frage ist, ob die vermutlich zu unserem Karstsystem gehörigen Quellen und wasserschlinger in tatsächlichem Zusammenhange stehen. Um dieses Problem zu entscheiden, mengen wir dem Wasser der betreffenden Wasserschlinger während ihres Funktionierens Lösungen von Fluoreszein, Fuxin oder Kochsalz bei. Falls in unserer Quelle gefärbtes Wasser erscheint, respektive auf chemischem Wege oder mit elektrischen Methoden Salzwasser in der Quelle nachzuweisen ist, haben wir über die räumliche Ausdehnung unseres Karstsystems bzw. des vermutlichen Höhlensystems sichere Daten gewonnen. Bei diesen Untersuchungen ist das Verwenden von Salzlösungen vorteilhafter, falls uns ein elektrischer Widerstandsmesser zur Verfügung steht, da die auf Grund der gemessenen Daten angefertigte Kurve die Umstände des Ablaufens des Salzwassers in der Funktion der Zeit von Sekunde zu Sekunde genau angibt. Wenn in der Widerstandskurve nur 1 bis 2 kräftige Maxima zu beobachten sind und sich ein Maximum unter den gegebenen Verhältnissen bald meldet, so weist die Simultanität dieser beiden Tatsachen auf die Existenz eines Höhlensystems hin. Wenn wir die zum Erscheinen des Maximums benötigte Zeit mit der doppelten Entfernung (in der Luftlinie) von Quelle- und Wasserschlinger dividieren, so erhalten wir die durchschnittliche Geschwindigkeit des sogenannten unterirdischen Abflusses. Ist diese Geschwindigkeit über cca 100 m pro Stunde, so weist auch dieser Umstand auf die Existenz eines Höhlensystems hin. Dies ist aber nur im grossen Ganzen genommen wahr. Auf Grund eines solchen Versuches können wir auch genauere Berechnungen anstellen, wenn wir die Durchschnittsgeschwindigkeit bei einem überdurchschnittlichen Wasserertrag feststellen. Wenn wir nämlich in diesem Falle den Wert des gegebenen Wasserertrages mit der mit proportioneller Pünktlichkeit errechneten Geschwindigkeit dividieren, so erhalten wir mit proportioneller Pünktlichkeit den durchschnittlichen Durchmesser des strömenden Wassers (benutzter Querschnitt) (8). Wenn dieser Wert 5 m<sup>2</sup> übersteigt, so haben wir einen neuen Anhaltspunkt zum Nachweisen der Existenz des Höhlensystems gewonnen.

Die weiteren Methoden sind vergleichende Untersuchungen. Diese

Verfahren können wir nur in dem Falle anwenden, wenn in der nächsten Nähe unseres zu untersuchenden Karstsystems ein solches anderes Karstsystem liegt, dessen Höhlensystem uns bereits bekannt ist. In diesem Falle ist es anzunehmen, dass die einzelnen Karstsysteme unter nahezu gleichen äusseren Umständen und inneren Gegebenheiten entstanden sind (1, 2, 3, 9, 10).

Betrachten wir vor allem eine Methode von geometrischem Charakter. Es ist nachgewiesen, dass innerhalb eines kleineren Geländekomplexes von gleichbleibendem Charakter (wo also die obengenannten optimalen Umstände vorhanden sind) in den verschiedenen Karstsystemen der Quotient der — die zu den einzelnen Wasserschlingern gehörigen Höhlenzweige charakterisierenden — Breite-Daten einerseits, und der Oberflächenmasse des zu den genannten Wasserschlingern gehörigen, nicht-verkarsteten Wassersammelgebietes andererseits einen annähernd gleichbleibenden Wert ergibt. Wenn wir also — auf Grund der Daten des bereits bekannten Höhlensystems — für unseren Geländekomplex einen sogenannten Erosionskennwert feststellen, so können wir mit Hilfe der Abmessungen der zu den Wasserschlingern unseres gesuchten Höhlensystems gehörigen, nicht-verkarsteten Wassersammelgebietes die durchschnittliche Breite der zu den Wasserschlingern gehörenden unbekanntem Höhlenzweige errechnen (5). Wenn dieser Wert 1 m übersteigt, so liefert dieses Ergebnis eine weitere Angabe zum Nachweisen des Höhlensystems.

Solche neuere Angaben erhalten wir auch, wenn wir die physikalischen Charakteristiken unserer Karstquelle systematischer Beobachtung unterziehen. Die auf Grund der Messung von Temperatur und Wasserertrag gewonnenen Quotienten der maximalen und minimalen Temperatur und Wassererträge dienen als Angaben betreffs der Existenz des Höhlensystems (6, 7) — falls die Grösse dieser Werte mit den respektiven Werten der als Vergleichsbasis dienenden, im uns bereits bekannten Höhlensystem liegenden Karstquelle übereinstimmt, oder diese proportional übersteigt. Als wichtige Angaben gelten die Angaben des Schwankens der Wasserertrages, bzw. die des Wasserertrags-Quotienten (6, 7) — falls die Grösse dieser Werte mit den ähnlichen Daten des als Vergleichsbasis verwendeten, zum bereits bekannten Höhlensystem gehörigen Karstquelle proportional übereinstimmt, oder diese proportional übersteigt. Eine wichtige Angabe ist der Wert des Wasserertrags-Schwankens bzw. der Wasserertrags-Quotient, denn wenn wir diesen mit dem Durchschnittswert des Wasserertrages der Quelle multiplizieren (also mit den auf der jährlichen Wasserertrags-Kurve durch das Abschneiden der  $\beta$ -Karstwasser-Maxima gewonnenen Durchschnitt des  $\alpha$ -Karstwasserertrags — des Einsickerungs-Wasserertrags — multiplizieren), dann gewinnen wir den Wert des sogenannten Multiplikations-Wasserertrags, welcher in dem diesmal vorausgesetzten optimalen Fall nachweislichermassen mit dem Rauminhalt des im untersuchten Karstsystem vorhandenen Höhlensystems nahe proportional anzunehmen ist. Wenn wir den Rauminhalt des bereits bekannten Höhlensystems abmessen und die Multiplikations-Wassererträge einerseits der zu diesem, andererseits der zum untersuchten Karstsystem gehörigen Quelle feststellen, so können wir den Rauminhalt des gesuchten Höhlensystems mit Hilfe einer Verhältnis-

gleichung mit annähernder Genauigkeit errechnen. Wenn dieser Wert des Rauminhaltes mit dem Rauminhalt des bereits bekannten Höhlensystems übereinstimmt oder diesen proportional übersteigt, so weist auch dieser Umstand darauf hin, dass in unserem Karstsystem ein Höhlensystem entstanden ist (1, 3, 10).

Durch die mindestens 1 Jahr hindurch vorgenommenen systematischen Beobachtungen der chemischen Charakteristiken unserer Karstquelle gelangen wir in den Besitz neuerer Beweise. Durch die systematische elektrische Widerstandsmessung beobachten wir das Schwanken der Konzentration sämtlicher gelöster Bestandteile. Der Quotient der maximalen und minimalen Werte wird mit den ähnlichen Werten der Karstquelle des bekannten Höhlensystems verglichen. Falls er mit diesem proportional übereinstimmt oder diesen proportional übersteigt, so weist dies auf eine Höhlenbildung hin (6, 7).

Eine sehr wichtige chemische Charakteristik bildet der jährliche relative Inhalt an gelöstem Sauerstoff. Falls dieser Wert mit dem für dasselbe Jahr berechneten Durchschnittswert des Sauerstoff-Gehaltes der verglichenen Quelle übereinstimmt, oder diesen übersteigt, so haben wir die letzte wesentliche Angabe für die Existenz des Höhlensystems erhalten. Diese Charakteristik — nebst der bereits angeführten Kalzium -und Magnesium-Härtegrade — kann auch momentan festgestellt werden; in diesem Falle müssen aber die respektiven Daten der verglichenen Quellen zu annähernd gleicher Zeit gemessen werden (1, 2, 3, 9, 10).

Auf Grund der beschriebenen Methoden und mit Hilfe des Multiplikations-Wasserertrages haben wir mit verhältnismässiger Genauigkeit den Rauminhalt des gesuchten Höhlensystems festgestellt. Die annähernd punktliche Länge des Hauptzweiges der Höhle haben wir auf Grund der in Luftlinie gemessenen Entfernung der Quelle und der Wasserschlinger mit Berücksichtigung der Multiplikationsziffer festgestellt. Von diesen Daten ist mit verhältnismässiger Pünktlichkeit der durchschnittliche Durchmesser des Hauptzweiges zu berechnen. Wenn wir nämlich den errechneten Wert des Rauminhaltes durch das Zweifache der Entfernung (Luftlinienwert) der Quelle von dem weitestens gelegenen Wasserschlinger (ein, die Wendungen berücksichtigender durchschnittlicher Multiplikationswert) dividieren, dann gewinnen wir mit annähernder Pünktlichkeit den gesuchten Wert des Durchmessers. Aus der geographischen Situation der Quelle und des Wasserschlingers können wir auf Grund der oberflächlichen stratigraphischen und tektonischen Situation die Richtung des Hauptstreichens des nachzuweisenden Höhlensystemes leicht bestimmen.

Innerhalb eines zu einer Karstwasserquelle gehörigen Karstgebietes kann von der Wahrscheinlichkeit eines Höhlensystems nur dann gesprochen werden, wenn die Zahl der auf die Existenz des Höhlensystems hinweisenden Umstände und Angaben mindestens 10 ist und wenn die Ergebnisse der Untersuchungen vollkommen übereinstimmen.

### Literatur

1. HOLLY F.: A jósvafői Vass Imre cseppkőbarlang. — Hidr. Közl. 36. 3. 1956.
2. HOLLY F.: Maucha Rezső helyszíni kémiai vízvizsgáló módszereinek alkalmazása a speleológiában. — Magyar Hidr. Társ. Közp. Barlangkut. Bizotts. Kiadv. 1956.
3. HOLLY F. — MAUCHA L.: A Vass Imre barlang. — Földt. Közl. 86. 4. 1956.
4. JAKUCS L.: A Béke-barlang felfedezése. — Budapest, 1952.
5. JAKUCS L.: Adatok az Aggteleki-hegység és barlangjainak morfogenetikájához. — Földr. Közl. 4. (80). 1. 1956.
6. KESSLER H.: A karsztvíz feltárása. — Vízügyi Közl. 34. 2. 1952.
7. KESSLER H.: A karsztvíz kutatása és kitermelése. — Mérnöki Továbbképző Int. kiadv. 1952.
8. KESSLER H.: Karsztvidékek lefolyására és beszivárgására vonatkozó újabb vizsgálatok. — Besz. a VITUKI 1956. évi munk. 1957.
9. MAUCHA L.: A barlangrendszerek kimutatásáról. — Karszt és Barlangkut. Tájé. — dec. Budapest, 1957.
10. MAUCHA L.: A Vass Imre barlang feltárása és kutatása a speleológia új módszereivel. — Term. és Társ. 115. 8. 1956.
11. MAUCHA L.: A Vass Imre barlang kutatásának módszerei és távlatai. — Kézirat
12. SCHMIDT E. R.: Geomechanika. — Budapest, 1957.

## INDICATION DE L'EXISTENCE DES SYSTÈMES DE GROTTES

Par

L. MAUCHA

L'étude récapitule brièvement toutes les nouvelles méthodes qui se sont constituées en Hongrie au cours des dix dernières années pour la démonstration théorique des systèmes de grottes. Ces méthodes se composent d'observations géographiques, hydrographiques, géologiques, ainsi que d'analyses morphologiques et hydrologiques de karst, donc les systèmes de grottes sont définis de façon complexe. La conception qui domine dans cette démonstration est la suivante : nous supposons qu'un système de grottes appartient à quelque source karstique. Pour décider du bien fondé de cette supposition, il faut avant tout déterminer approximativement l'étendue de la surface du système fluvial souterrain appartenant à la source. Ensuite, à l'aide de différents procédés, on vérifie si dans l'espace rocheux examiné, un système de grottes avait pu se constituer. Enfin, d'autres procédés encore nous permettent de déterminer l'ampleur des galeries du système aquatique souterrain, c'est à dire l'existence du système de grottes que l'on cherche. La probabilité de l'existence d'un système de grottes est d'autant plus grande, que le nombre des faits et des facteurs révélateurs de grottes est élevé.

## ВЫЯВЛЕНИЕ ПЕЩЕРНЫХ СИСТЕМ

Л. МАУХА

В статье обобщаются новые методы теоретического выявления пещерных систем, сложившиеся в последнем десятилетии в Венгрии. Эти методы слагаются из географических, гидрологических, геологических наблюдений и исследований, а также из наблюдений и исследований по морфологии и гидрологии карста. Таким образом выявление пещерных систем выполняется комплексным методом. Ход мыслей выявления пещерной системы следующий: предполагается, что к карстовому источнику принадлежит определенная пещерная система. Для того, чтобы можно было решать правильность этого предположения необходимо прежде всего грубо определять пространственное распространение объема подземного водного режима, принадлежащего к источнику. Затем различными методами определяется возможность образования пещерной системы в данной области пород. Наконец другими методами делаются выводы о размерах ходов подземных водяных систем, то есть о существовании предполагаемой пещерной системы. Чем больше фактов и факторов указывают на существование пещеры, тем больше и возможность его существования.

## CSEPPKÖVEKRŐL CSEPEGŐ VIZEK VIZSGÁLATA A VASS IMRE-BARLANGBAN

CZÁJLIK ISTVÁN — FEJÉRDY ISTVÁN

Készült az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Ásvány- és Földtani Tanszékének Jósvafői Kutatóállomásán.

A karsztos területek forrásainak vegyi vizsgálata fontos adatokat szolgáltat a kutatók számára. Ezekből az adatokból következtetéseket lehet levonni mind a vízellátás, mind pedig a barlangkutatás szempontjából. Ezt felismerve az utóbbi években megindult a karsztforrások rendszeres többoldalú vizsgálata. Az így nyert adatok használhatóságát elősegítené, ha ismernénk, hogyan alakulnak ki, és mennyit változnak a víz földalatti útja során a forrásvizet jellemző tulajdonságok (keménység, kalcium-magnézium viszony stb.). Ehhez az is szükséges, hogy a víz földalatti útját nyomon tudjuk követni, ezt pedig a feltárt barlangok teszik lehetővé.

Ezért célul tűztük ki, hogy megvizsgáljuk a forrásvíz összetevőinek változását a karsztos közettömb belsejében.

Az így nyert adatok barlangkutatás szempontjából jelentősek, alátámasztják vagy megcáfolhatják a barlangképződésre eddig kialakult elméleteket, vagy legalább csökkenthetik azok súlyát. Így eldönthetik majd, hogy főképp erózió (1) vagy inkább korrózió, sőt másodlagos oldóhatás (2) alakítja-e ki a barlangot. Másrészt az összehasonlító vízvizsgálaton alapuló barlangkímutatást (3) is szilárd alapokra helyezheti.

A karsztforrások vize több összetevőből épül fel. Az irodalom megkülönböztet  $\alpha$  és  $\beta$  (3), illetve más jelöléssel A és B (1) karsztvizet.  $\alpha$ -karsztviznek nevezzük a kőzet vékony repedésein leszivárgó vizet, ellentétben a  $\beta$ -val, mely a víznyelő tág nyílásán folyik be a barlangba. Mint minden természeti jelenségnél, itt sem lehet éles határt húzni, mert nem tipikus víznyelő, pl. dolina alján levő szélesebb repedések átmeneti jelenségeket okozhatnak.

Mivel az általunk vizsgált Vass Imre barlang víznyelője és állandó földalatti vízfolyása — kutatásának mai állása mellett — még nem ismeretes, az  $\alpha$ -karsztvíz egyik összetevőjét, a cseppkövekről csepegő vizek vizsgálatát kezdtük meg. Ezek a vizsgálatok adatokat szolgáltathatnak

a barlang feletti kőzetre, a cseppkőképződésre, s ugyanakkor az általánosabb érvényű következtetések mellett a Vass Imre-barlang szakszerű barlangtani feldolgozásához is hozzájárulnak.

A csepegő vizek részletes vizsgálatával eddig az irodalomban még nem találkoztunk. A barlangi vizek vizsgálatánál ritkán, elszórtan találtunk csepegő vizekre adatokat. Pontos adatokat közöl MAUCHA R. (4) és DUDICH E. (5). Azonban a körülményeket nem adják meg részletesen (erre akkor még nem is volt szükség), így összehasonlításra kisebb alapot nyújtanak. Éppen ezért az eddigi gyakorlattól eltérően lehetőleg minden körülményt meghatározunk, hogy így elkerüljük a mai barlangi szakirodalomban gyakran elkövetett hibát, hogy egyes különleges körülmények között mért értékekből általánosítva döntő következtetéseket vonnak le. Így fordulhat elő, hogy a Komlós-forrásra egyik szerző 0,8 — másik 50-es Ca—Mg hányados értéket ad meg, mely nem feltétlenül mérési hiba, hanem esetleg a körülmények megváltozásának tulajdonítható. Sokkal sajnálatosabb azonban, hogy mindegyik szerző az általa közölt értékből általános következtetéseket vont le. Hogy az adatok mennyire változhatnak ugyanannál a forrásnál, azt többek között KESSLER H. (6) és SZABÓ M. (Vass Imre-barlangi kutatóállomás) sorozatos mérései mutatják. Ebből következik, hogy *csak mérési sorozatokból* lehet általános következtetéseket levonni.

Az egyes kísérleteknél a következő adatok közlését tartjuk szükségesnek (s ajánljuk, hogy mások is hasonlóan járjanak el, ha adatokat kívánnak közzétenni):

1. Mintavétel módja
2. Helyszíni adottságok
  - a) helymegadás
  - b) járatrész leírása
  - c) a cseppkő elhelyezkedése, cseppkövesedés foka
  - d) a cseppkő nagysága, színe, alakja
  - e) a víz összegyűlésének módja
3. Víz és levegő hőfoka
4. Vízhozam

#### I. A csepegő vizek Ca—Mg tartalmának vizsgálata

Az irodalomban a csepegő vizek Ca—Mg viszonyára eddig adatokat alig találtunk. Ilyen mérések feleletet adhatnak arra, hogyan alakul ki a forrásvíz keménysége, Ca—Mg tartalma, és hogyan alakulnak ki a cseppkövek. Éppen ezért mérésorozatunkat a Ca—Mg-tartalom mérésével kezdtük.

A mintákat nyitott, a csepegési pont alá a földre helyezett Erlenmeyer-lombikokban fogtuk fel. Lezárva szállítottuk a felszínre, s a laboratóriumban maximum 5 órai állás után elvégeztük a meghatározást. A Ca- és Mg-tartalom mérése Komplexon III oldattal történt.

1. A mintavétel helye az „Eresz” nevű képződménnyel szemben. Ezen a helyen a barlang kiszélesedik, ugyanis két párhuzamos tektonikus repedés közötti kőzetet tört itt át a víz. A korróziós és eróziós nyomok egyaránt erősek. A víz egy letört cseppkő (Ø 2 cm) belsejéből csöpög egy kb. 50 cm-es sztalagmitra. A járat ezen részének egyik oldala igen dús cseppkőképződményekben, a mintavételi ponton azonban kevés a cseppkő. Ezek is fejletlenek.



2. A „Narancsuhatag” lábánál cseppkőzászló helyéről csepeg a víz. Erősen összetört járatrész, két merőleges litoklázis metszéspontja. Nagyméretű a cseppkövesedés (cseppkölefolysók). Ezek barna színűek. A víz a zászló felületén folyik le.

3. A „Mikulás” nevű képződménnyel szemben erősen cseppkövesedett járatrész. Folyosó jellegű szakasz elején. A földtől  $\frac{1}{2}$  m-re elhelyezkedő nagyszámú 10—20 cm hosszú fehér cseppkövek egyikéről vettük a mintát. A víz a cseppkő belsejéből folyik ki.

4. Mintavételi hely a „Sivatag” elején. Erősen összetört, alacsony járat, erős korróziós jelekkel. A folyosó itt törik meg, felette felső emelet alakult ki. Helyi, erős cseppkövesedés. Egy letört ( $\varnothing$  2 cm) cseppkő belsejéből csepeg ki a víz.

5. „Vizes-ág” eleje. A fő járatirány egyik oldalfülkéjének tetejéről egy kürtő falán folyik le a víz mészkrem (Mondmilch) kiválása közben.

Víz-minta	Keménység n. k. f.	Ca mg/l	Mg mg/l	Ca/Mg ekv.	Vizhozam ml/óra	Hőfok C°
1.	25,8	156	17	5,6	25	10,2
2.	12,7	86	3	17,4	5,5	10,2
3.	26,3	161	16	6,1	33	10,2
4.	25,1	155	14	6,7	35	10,2
5.	14,9	98	5	11,9	5,8	10,2
6.*	9,8	66,7	2	20,0	—	—

\* MAUCHA R. adatai (Aggteleki-barlang „Kéregető koldus”-ra csepegő víz).

Az irodalomban a csepegő vizek keménységének változására adat nincs, csak a vezető-képesség változására, ami azonban a keménységnek egyértelmű függvénye. DUDICH E. (5) az Aggteleki-barlangban pl. az alábbi adatokat kapta a vezetőképességre:

Mérőhely	Csepegő víz elektr. vez. kép.	Lecsepegés utáni elektr. vez. kép.
Ganyamedes-kút	$4,756 \cdot 10^{-4}$	$3,722 \cdot 10^{-4}$
Szőlőkút	$6,173 \cdot 10^{-4}$	$4,825 \cdot 10^{-4}$
Dárdás-kút	$5,320 \cdot 10^{-4}$	$3,861 \cdot 10^{-4}$

Méréseinkből és az irodalmi adatok alapján a következőket figyelhetjük meg:

A cseppkövek belsejéből nyert vízminták keménysége, Ca—Mg hányadosa közel áll egymáshoz, ellentétben azokkal az esetekkel, amikor a felületen gyűlt össze a víz. Utóbbiaknak keménysége jóval kisebb, Ca—Mg hányadosa jóval nagyobb, mondhatni fordított arány áll fenn.

Ha csak ezt a legszembetűnőbb vizsgálati eredményt akarnánk magyarázni, kiindulhatunk abból a közelítő feltételezésből, hogy a felszínről statisztikusan egyforma, azonos összetételű víz indul el, a mért különbségek itt

még nincsenek meg. Ez azt a feltételezést foglalja magába, hogy a kőzetet fedő talaj nagyjából egyforma (mennyiségileg és minőségileg), ti. a csapadék-víz kőzetet oldó szénsavtartalmát főképp a talajból nyeri. A levegőből felvett  $\text{CO}_2$  kb. 0,9 német keménységi fokot eredményezne a vízben. A mért keménység és az e közötti különbségnek megfelelő szénsavtartalmat tehát a talajból kell felvennie a víznek. A talaj változásától eltekinthetünk, mert:

- a) a barlang feletti hegyoldal talajviszonyai elég állandóak,
- b) a mérési pontok közül térben távolálló minták egyezést mutattak (1, 3, 4), míg közelállóknál nagy eltérések vannak (2, 3).

A különbség oka tehát nem itt keresendő. Az eltérést okozhatja:

1. A csepegési pontok feletti kőzetek esetleges különbsége. Mint MÁNDY T. (7) mérései mutatják, a különböző mészkövek és dolomitok között jelentős oldódási különbségek vannak. A kőzet változása a mi esetünkben azonban nem valószínű, mert bár erősen tördelt kőzet belsejében vagyunk, a talajnál tárgyalt *b*) pont itt is érvényes.

2. A vízből különböző körülmények között különböző mennyiségű anyag válik ki. Ezt a feltevést alátámasztja az, hogy a kis keménységű vizek a cseppkő felületén folytak le (2, 5, 6), míg a nagyobb keménységűek a cseppkő belsejéből csepegtek ki (1, 3, 4). Ugyanis az első esetben a víz viszonylag nagy felületen érintkezik a levegővel (hosszabb ideig is) s ezáltal le tudja adni szénsavtartalmának egy részét (tartozékos szénsav), amely oldatban tartotta a keménységet okozó Ca- és Mg-karbonátot. Másik esetben azonban a víz rövid ideig és csak a csepp felületén érintkezett a levegővel s így kevesebb oldott anyag vált ki. Ha kiszámítjuk, hogy mennyivel több anyag válik ki az első esetben, mint a másodikban, akkor kb. 10 gr/év eredményt kapunk, ami ilyen nagy cseppkő-lefolyásoknál elképzelhető érték.

Ha feltételezzük, hogy a keménységek különbségét csakugyan a kiválás okozza, azt is fel kell tételeznünk, hogy Mg is válik ki. Az oldat nem dúsul, hanem ellenkezőleg szegényebb lesz Mg-ban (Ca—Mg hányados nő). Ez ellentétben áll GÁNTI T. (2) elméletével, aki kijelenti, hogy Mg nem válhat ki az oldatból. Ezzel kapcsolatban végzett méréseink azt tanúsítják, hogy a cseppkövek és cseppkő-lefolyások tartalmaznak Mg-t. Az ötödik mintavételi helyről vett mészkrem Ca—Mg hányadosa pedig már elérte az itt lecsepegő víz Ca—Mg hányadosát. Ez még azonban nem támasztja alá a vízvizsgálatnál kapott azon eredményt, hogy a kiválásnál a Ca—Mg hányados nő. Ezzel kapcsolatban még további mérésekre van szükség.

Itt kell megjegyeznünk, hogy ha van is másodlagos oldóhatás, ez még jóval kisebb, mint GÁNTI feltételezte, mivel méréseink és SZABÓ M. forrás-elemzése szerint a csepegő víz Ca—Mg hányadosa 5—10, a hozzátartozó Kistohonya-forrás Ca—Mg hányadosa pedig 3,5—5. Tehát a barlang hosszirányában lényeges feldúsulásról nem beszélhetünk.

## II. Csepegő vizek oldott oxigéntartalmának vizsgálata

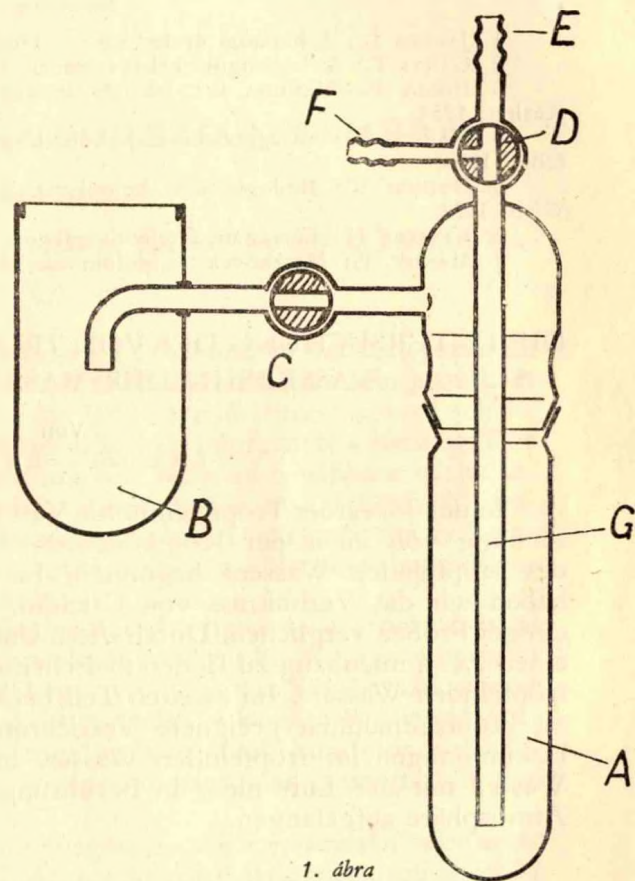
A Ca—Mg vizsgálata mellett megkezdtük a csepegő vizek oldott oxigéntartalmának meghatározását is.

Az egyes forrásokra jellemző azok relatív oxigén-telítettsége. Ebből az adatból már eddig is megpróbáltak összehasonlítás útján követke-

tetéseket levonni a források barlangrendszerére (3). A forrásvíz  $O_2$ -tartalmának eredetét kutatva, első lépésként azt vizsgáljuk, hogy a csepegő vizekkel mennyi oxigén kerül a forrásvízbe. Ilyen mérést eddig még nem végeztek. A mintavételnél nagy nehézségek lépnek fel, ha ugyanis levegő jelenlétében történik, úgy mérésünk teljesen hamis eredményt adna. A mintavétel eddigi módszere csak egyszerre nagy mennyiségben jelenlevő víz esetében használható. A mintát ilyenkor a víz belsejéből veszik, az edény tartalmának többszörös kicserélésével. Jelen esetben a vizet csak cseppenként nyerhetjük, tehát, hogy alkalmazni tudjuk WINKLER klasszikus módszerét, új mintavételi eljárást kellett kidolgozni.

A módszer lényege az, hogy a csepegő vizet semleges gáztérben (hidrogén) fogjuk fel. Az általunk összeállított készülék elvi rajzát az 1. ábra mutatja. A víz az *A* edénybe csepeg, a *G* csövön keresztül, melynek végét gumicsővel a cseppkőhöz csatlakoztatjuk. Előzőleg azonban a *B* edénybe sósavat és cinket helyezünk, dugóval elzárjuk és a *C* csapot kinyitva hidrogént vezetünk az *A* edénybe, mely a *G* csövön keresztül kiszorítja maga előtt a levegőt. Miután a gázöblítés végetért, a dugót levesszük, a *B* edénybe vizet öntünk s ez, mint vízzár szerepel ezután. Az *E* csövön keresztül ismert térfogatú  $MnCl_2$  és  $NaOH$  oldatot adagolunk az *A* edénybe.

[Célszerű a  $NaOH$ -t még a levegő kiűzése előtt az edénybe önteni, ugyanis, ha mindkét vegyszert az *E* csövön keresztül adagoljuk be,  $Mn(OH)_2$  kiválás miatt az könnyen eltömődhet]. Ezután összekötjük az *E* csövet a cseppkövel és a *D* csapon keresztül (mely három kivezetésű csap és a külvilág felé is van egy kivezetése) addig hagyjuk kifolyni a vizet, amíg az *E* csőből a levegő teljesen eltávozott. Majd a csapot elforgatva, a vizet az *A* edénybe engedjük be, míg az kb.  $2/3$  részéig megtelik. Ezután az *E* csövön keresztül sósavat öntünk a felfogó edénybe, jól összerázzuk, majd a felsőrészt levéve  $KJ$ -t adunk az oldathoz. Az oldatot minél hamarabb  $0,01$  n tioszulfáttal megtitráljuk. A vízminta mennyiségét súlymérés segítségével állapítjuk meg.



Az így összeállított készülék elkészítése meglehetősen költséges, de házilag olcsóbban is előállíthatjuk. Így pl. az üvegcsapokat gumicsövön elhelyezett HOFFMANN-szorítókkal pótolhatjuk, az üvegdugó helyett használhatunk jól záródó gumidugókat is. Ügyelni kell azonban, hogy levegő semmiképpen se jusson a készülékbe.

A csepegő vizek oxigéntartalmának mérése megindult. Az eredményekről kellő számú adatgyűjtés után számolunk be.

#### Irodalom

1. JAKUCS L.: A barlangi árvizekről. — Földr. Közl. 1956.
2. GÁNTI T.: A barlangok keletkezésének kémiai vonatkozásai. Hidr. Közl. 1957.
3. HOLLY F.—MAUCHA L.: Jelentés az aggteleki karszton végzett kutatásról. — Kézirat, 1954.
4. MAUCHA R.: Az aggteleki cseppkőbarlang vizeinek kémiai vizsgálata. — Hidr. Közl. 1930.
5. DUDICH E.: Biologie der Aggteleker Tropsteinhöhle Baradla in Ungarn. — Wien, 1932.
6. KESSLER H.: Forrástani részletvizsgálatok. — VITUKI beszámoló. 1954.
7. MÁNDY T.: Mészkövek és dolomitok oldási vizsgálata. — Hidr. Közl. 1954.

## DIE UNTERSUCHUNG DES VON TROPFSTEINEN TRÄUFELNDEN WASSERS IN DER VASS IMRE-HÖHLE

Von

I. CZÁJLIK — I. FEJÉRDY

In der Jósvalföer Tropfsteinhöhle Vass Imre wurde die chemische Untersuchung von einer der Komponenten des sogenannten  $\alpha$ -Karstwassers, des tröpfelnden Wassers begonnen. Im ersten Teil unserer Mitteilung haben wir das Verhältniss von Calcium, Magnesium und Gesamthärte einiger Proben verglichen. Durch diese Untersuchungen haben wir versucht einen Zusammenhang zu finden zwischen der Härte und dem Ursprung des tröpfelnden Wassers. Im zweiten Teil befindet sich die Beschreibung einer zu Probeentnahmen geeignete Verrichtung zum Zwecke der Sauerstoffbestimmungen im tröpfelnden Wasser. In Interesse, dass das tröpfelnde Wasser mit der Luft nicht in Berührung käme, wird es in Wasserstoff-Atmosphäre aufgefangen.

## ИССЛЕДОВАНИЕ КАПАЮЩИХ ВОД СО СТАЛАКТИТОВ ПЕЩЕРЫ ИМ. «ВАШ ИМРЕ»

И. ЦАЙЛИК — И. ФЕЈЕРДИ

В пещере им. «Ваш Имре», в селе Йошвафё, началось химическое исследование капающих вод. В первой части статьи мы сравнили общую жесткость и соотношение кальция и магния нескольких проб. По этим данным мы искали связь между жесткостью и происхождением капающих вод. Во второй части мы описали пробоотборник к определению содержания кислорода капающих вод. Чтобы герметизировать капающую воду от кислорода воздуха мы собирали ее в водородной атмосфере.

## A VASS IMRE BARLANG GEODÉZIAI FELMÉRÉSE

DÉKÁNY CSABA

Készült az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Ásvány- és Földtani Tan-  
székének Jósvafői Kutatóállomásán.

A Vass Imre barlangról egyelőre csak 1 : 500 arányú vetületi vázlat áll a kutatók rendelkezésére. Ez SÁRVÁRY ISTVÁN közelítő mérésein alapul, és a kutatás céljaira ezideig megfelelt. Az 1957-es nyári kutatásoknál jelentkezett először az igény egy megbízhatóbb térkép iránt, mert a barlangi és a felszíni formák azonosítása sikertelen maradt. Nem ad továbbá a vázlat ki-  
elégítő felvilágosítást a barlangrendszer szerkezetére és a különböző szakaszokban keletkezett litoklázisok összefüggéseire. A már évek óta az L-ágban vesztegelő feltáró munka pedig egyre inkább a külszínnel kapcsolatos összefüggésekre tereli a kutatás irányát.

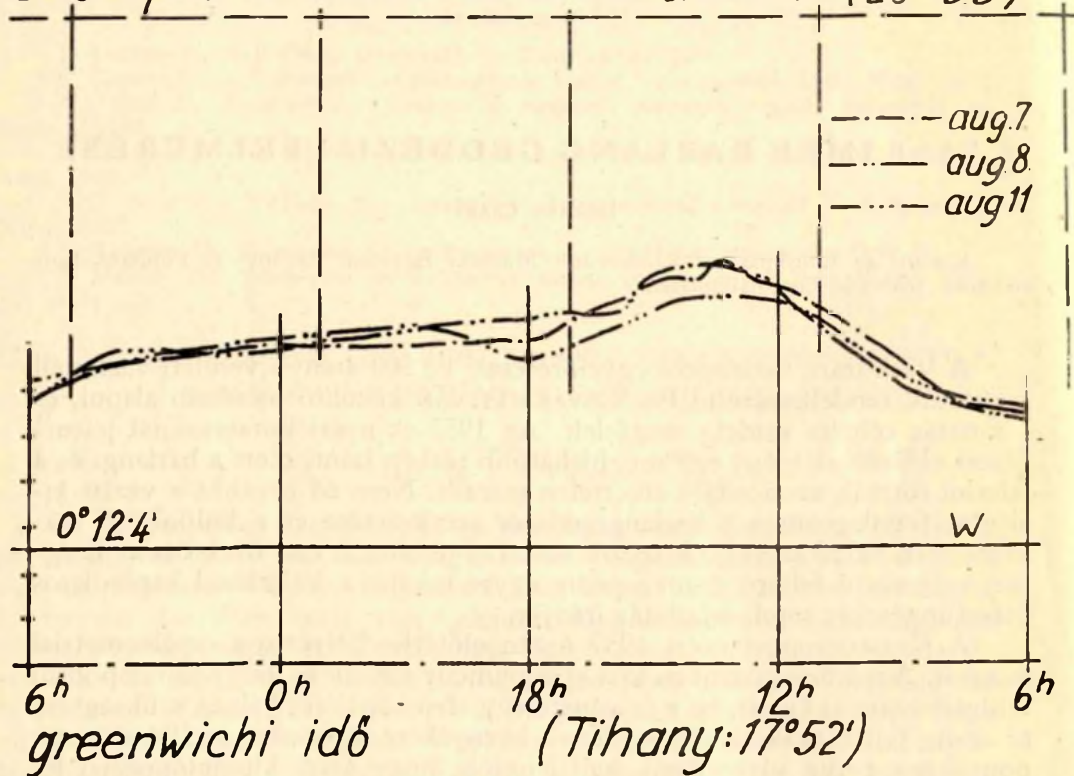
A Kutatócsoport ezért 1957 őszén előtérbe helyezte a szpeleometriai munkát. A méréssel szemben az a követelmény alakult ki, hogy az támpontul szolgálhasson akkor is, ha a felszínről egy táró behajtása válnék szükségessé az eddig feltárt szakasz végpontjának környékére. A bemért és állandósított pontoknak pedig olyanoknak kell lenniök, hogy azok kiindulópontjai legyenek a pontos szelvényezésnek, amelyre morfológiai szempontból van szükség.

Tekintettel arra, hogy a barlang főágában csak egyszeresen tájékozott poligon vezethető végig, a geodéziában szokásos szögmérő műszerek a mérés céljaira — a nagyszámú és rövid oldalak miatt — nem alkalmasak. Az oldalak irányának meghatározására — az elcsavarodás megelőzésével — csak a Föld mágnesesterének felhasználása marad. Erre — az anyagi korlátok figyelembevételével — a bányamérésben klasszikusan használt függőkompassz alkalmas. Az ezzel való mérés több hibaforrást rejt magában, amelyek gondos tanulmányozást igényelnek. Ilyen elsősorban a kőzet esetleges helyi vaskoncentrációja, amely lokálisan befolyásolhatja a mágnesmező irányát. A keletkező hiba nagymértékű lehet, de létezésére a Vass Imre barlang wettersteini mészkövében, ill. a környező dolomitban kevés jel mutat.

A másik hibaforrás a mágnesmező irányának időbeli változása. Hatását azonban a tihanyi adatok alapján egy korrekciós tag figyelembevételével

ki lehet ejteni. A végleges irányszögek tehát már az oldalaknak a földrajzi északhoz való hajlását adják meg. Az 1. ábra a Geofizikai Intézettől kapott adatokat mutatja. Jól megfigyelhető, hogy a kiválasztott mérési napokon a változás mennyire szabályszerű volt, mágneses vihar nem torzította el a kapott értékeket.

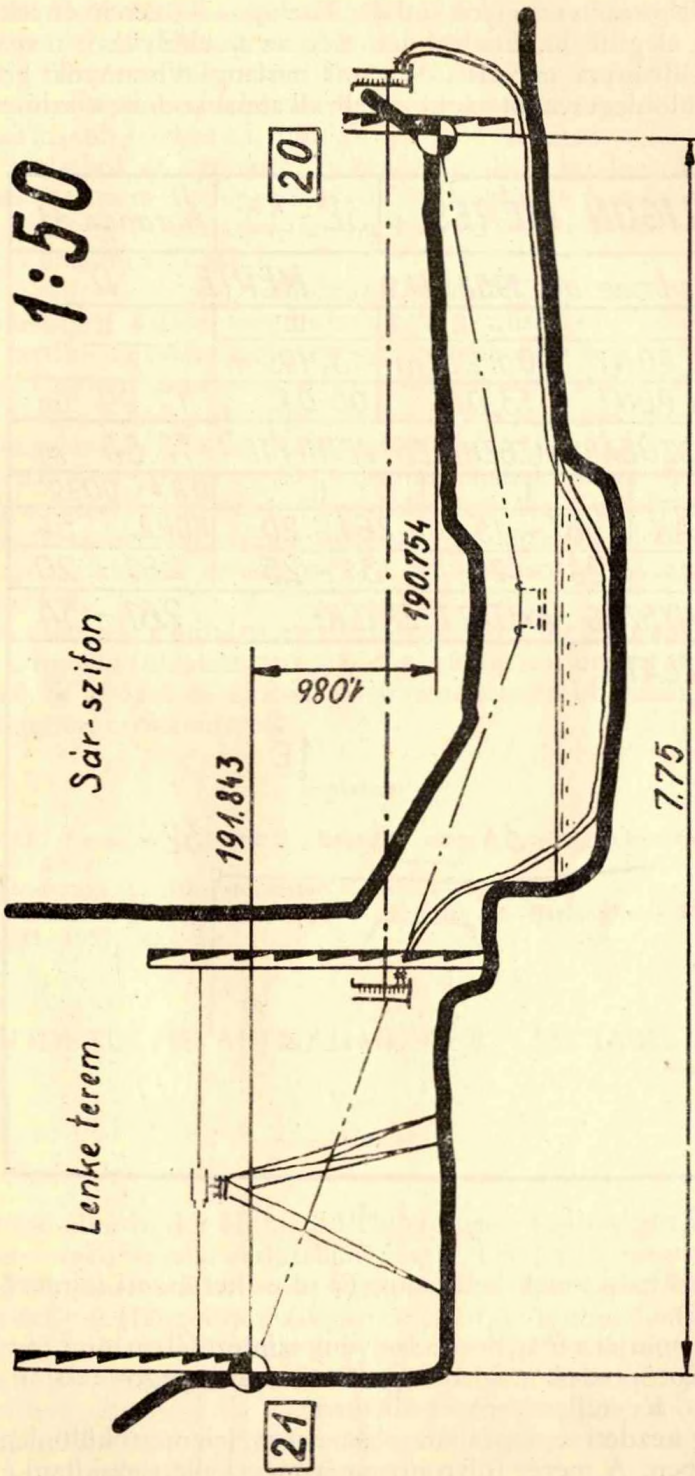
### Jósvafőre vonatkozó koordinátarendszer (20° 33')



1. ábra

Az oldalhosszak mérése közönséges acélszalaggal is kielégítő pontossággal végezhető el. Az itt fellépő belógási hibát nagyobb gonddal kell kezelni, mert mindig egyező (negatív) előjelű. Az oldalak hajlásszögének fokívvvel való mérése a vízszintes vetület számítására elegendő. De az említett követelmény miatt a főág magassági adatainak mérése is szükséges. Kis szögek (0°—10°) esetén a sinus-függvény azonban rohamosan változik, ezért a fokívvvel mért szögekből a pontok magassága nem számítható kellő szabatos-sággal. Ezért vált szükségessé a főág szintezése.

A barlangban használt szintező műszer különleges követelményei: 1. Csak a szükséges pontossággal arányban álló, nem túl érzékeny libella, amelynek rendkívül gondos igazítása szükséges, mert a középreállítás szabálya a barlangban nem tartható be. 2. Nagy fényerejű (kis nagyítású) távcső a



2. ábra

gyenge megvilágítási viszonyok miatt. Ezeket a követelményeket az ún. zseb-szintezők elégítik ki, amelyeknek még az az előnyük is megvan, hogy általában fotoállványra csavarhatók, ami barlangi viszonyok között igen kedvező. A különleges adottsághoz kell alkalmazkodnia a szintező lécnak

<b>POLIGON MÉRÉS</b>	32-33	Narancs-sz.
Vass Imre bg 1958. VIII. 9.	MÉRTE: D.	
	I.	II.
ELH. PONT	01.20 m	13.195 m
KÖV. PONT	13,00	00.01
	1. + II.	
	2	
HOSSZÚSÁG VIZSZINTES VETÜLETE	12.83 m	
	I.	II.
ÉSZAK	81 - 15	261 - 20
DEL	261 - 20	81 - 25
IRÁNYSZÖG JAVÍTOTT ÉRTÉKE	261 - 54	
VÁZLAT		

3. ábra

is; változtatható méretűnek kell lennie (2 m-es kertészeti szintező lécnél, vagy szintező szalagnál).

A poligon pontjai a főág hossz-szelvény szintezésében mint részletpontok szerepelnek. Kötőpontok számára gyakran csak agyagos talajon van hely, ami számottevő lécsüllyedésre ad alkalmat.

A barlang kezdeti szakaszában a Sár-szifon jelentett különleges feladatot a szintezésben. A mérés folytonosságát meg kellett szakítani és a szifon



után újratekenni. A kettő közötti összefüggést közlekedőcsövek segítségével sikerült biztosítani. Ennek vázlatát mutatja a 2. ábra.

A barlang felmérése még nincs befejezve, de a régi vázlat, és az 1958-as mérés összehasonlításából is lehet következtetéseket levonni. A vázlat a barlang méreteire kisebb értéket ad, mint az új mérés eredménye. Ezért a poligon „kimegy” a vázlatból, és nyúltabb. A kezdeti szakasz tendenciáját még nem lehet az egész barlangra általánosítani, de valószínűnek látszik, hogy a Vass Imre-cseppkőbarlang hosszúsága, az újabban bejárt járatokat is figyelembe véve, túl fogja haladni az 1 km-t.

A jegyzőkönyvek irodai feldolgozásánál derült ki az, hogy a nehéz mérési körülmények hatása megmutatkozik a műszerleolvasások szórásán is. A kapott eredmény pontossága legérzékenyebben az irányszögek pontosságától függ. Egy-egy irányszög négy leolvasás középértékéből és a korrekciós tagból áll (3. ábra). A négy érték a tű két végének leolvasásából és a műszer átforgatásából adódik. Középértékükből esik ki a tű görbeségének, excentricitásának és a műszer egyéb aszimmetriájának hibája. A leolvasásoknak a középértéküktől van tehát egy ideális szórásuk, amelynek értéke 5' körül van. Gyakran azonban ennél jóval nagyobb értékek adódtak. Az egyes oldalakat a szórás alapján osztályozva, a poligonban keletkeztek jobb minőségű szakaszok.

Ezeket a méréseket minden esetben gyakorlott régi barlangkutatók végezték, akik a hosszú földalatti tartózkodás szűkös körülményeinek lélektani hatását le tudták győzni és ezáltal a legveszedelmesebb hibát, a személyi hibát a minimumra csökkentették.

#### Irodalom

KONRÁD Ö.: Az aggtelek-jósvafői „Baradla” cseppkőbarlang felmérése. — Geodéz. Közl. p. 27—40. 1935.

TÁRCZY-HORNOCH A.: Bányaméréstan. I. p. 64—65.

TÓTH J.: A barlangok felméréséről. — Karszt- és Barlangkut. Tájékoztató. — Kézirat p. 20—25. 1957. júl.—dec.

## DIE GEODETISCHE AUFNAHME DER VASS IMRE-HÖHLE

Von

Cs. DÉKÁNY

Der Grund aller in der Höhle durchgeführten vielseitigen Forschungen und Erschliessungen ist eine verlässliche Karte. Die im Hauptgang geleiteten vielseitigen Polygonen sollen hohe Ansprüche befriedigen. Man kann die Genauigkeit der mit Hängekompass gemessenen Azimuten durch Korrekturen, welche mit Berücksichtigung der täglichen Schwankungen der Deklination berechnet werden, steigern. Der Aufsatz befasst sich mit den auftretenden Fehlern, und zwar den Arten der Fehlerermässigungen, dem entsprechenden Nivellierinstrument, Entfernungsmessungen, der Lösung der Spezialproblemen und praktischen Erfahrungen.

## ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ СЪЕМКА ПЕЩЕРЫ ИМ. «ВАШ ИМРЕ»

Ч. ДЕКАНЬ.

Основой многообразной исследовательской и разведочной работы, проводимой в пещерах является достоверная карта. Полигоны снятые по главной линии должны удовлетворять высоким требованиям. Надежность угла, измеренного висящим компасом, можно повышать с учетом ежесуточного колебания магнитного склонения. В статье рассматриваются следующие вопросы: ошибки и способы их снижения, подходящий нивелир-аппарат, измерение расстояний, решение особых задач, практический опыт.

## CSEPPKÖVEK ÉS BEVONATOK SZÍNÉNEK TANULMÁNYOZÁSA (I)

PÁLYI GYULA

Készült az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Ásvány- és Földtani Tanszékének Jósvafői Kutatóállomásán.

A barlangok idegenforgalmukat jelentős mértékben a képződmények színgazdagságának köszönhetik. Ezért a barlangban észlelhető különböző színek fellépését már a barlangkutatás kezdete óta különös figyelem tárgyává tették.

A színeződések eredetük szerint kétféle csoportra oszthatók. Részben a szivárgó vizekből kicsapódott színezőanyagokra, részben pedig valamely külső hatás folyamán oda került színes szemcsékre vezethetők vissza. Az első módon keletkező színeződések átfogó elméletét DE KEYZER (1) dolgozta ki. Szerinte a lerakódási felület nagysága erősen befolyásolja a keletkezett termék összetételét. Ha a felület kicsi, úgy a párolgás nem számottevő és így csak  $\text{CaCO}_3$  válik ki. Nagyobb képződmények külső rétegein a párolgás jelentősebb volta miatt más alkotórészek is kicsapódnak a szivárgó vizekből, pl.  $\text{MgCO}_3$ ,  $\text{FeCO}_3$ , mely utóbbi  $\text{Fe}^{\text{III}}$ -á oxidálódik a nedves cseppkőfelületen. FEIGL és LEITMEIER (4) elemzési módszert dolgoztak ki ezen alkotók meghatározására.

MURRAY (2) sok elemzést végzett annak eldöntésére, hogy a színes cseppkövekben és bekérgeződésekben a színt milyen mennyiségű színes anyag okozza. Az eredmények  $\text{R}_2\text{O}_3$  nehéz fénoxidra számítva 0,05 és 3,00% között mozognak.

Hazai kutatóinkat elsősorban a Baradla barlang fekete színeződései érdekelték, mint ezt már előző dolgozatunkban is említettük (3). RAISZ KERESZTÉLY ezt pokolbeli tűznek tulajdonítja és ezzel a tűzzel magyarázza a barlang keletkezését. VASS IMRE (5) már korszerűbb magyarázatot ad, emberi tűz kormának tulajdonítja. Ez a magyarázat bizonyos mértékig ma is megállja a helyét.

DANCZA JÁNOS PERTS vegyész elemzéseire hivatkozva vas- és mangánbaktériumok működésével magyarázza a baradlai fekete színeződést. JAKUCS L. (6) KINCSES J. vizsgálatai alapján a DANCZA-féle elképzelést cáfolja és VASS I. feltevését támasztja alá.

Kísérleti rész

Vizsgálataink során fekete és narancsszínű cseppkőmintákat elemeztünk. A minták eredetét és színét az I. táblázatban tüntettük fel.

I. táblázat

*A vizsgált minták eredete, színe, gyűjtési és vizsgálati időpontja*

Sorszám	Szín	Barlang	Pontos hely	Gyűjtés	Vizsgálat
1.	fekete	Baradla	Óriások terme	1956	1958
2.	fekete	Baradla	Fekete terem	1956	1958
3.	fekete	Baradla	Fekete terem	1956	1958
4.	fekete	Baradla	Fekete terem	1956	1958
5.	fekete	Baradla	Styx medre a Re- tekág bejáratánál	1956	1958
6.*	fekete	Jávorkúti zsomboly*	Patakmeder	1955	1958
7.	fekete	Vass Imre bg.	Pénzpataki folyosó	1956	1958
8.	narancs	Vass Imre bg.	Narancs zuhatag	1955	1959
9.	vil. narancs	Vass Imre bg.	Narancs szifon	1958	1959
10.	narancs	Vass Imre bg.	Narancs zuhatag	1957	1959
11.	barnás narancs	Vass Imre bg.	Egyiptomi zuhatag	1957	1958
12.	vil. narancs	Vass Imre bg.	Baradlai cseppkő	1958	1958
13.	narancs	Vass Imre bg.	Cyclopsok csarnoka	1958	1958
14.	narancs	Vass Imre bg.	Eldorado	1958	1958
15.	narancs	Vass Imre bg.	Pénzpataki folyosó	1958	1958
16.	narancs	Vass Imre bg.	Gyémánttavi ág	1958	1958
17.	narancs	Vass Imre bg.	az Eresztőtől kb. 20 m-re befelé	1958	1958

\* A miskolci Zsombolykutató Csoport gyűjtése.

II. táblázat

*Az analitikai eredmények összefoglalása*

Sorszám	C és szerves anyag	Fe minőségi	Mn minőségi	Fe %* mennyiségi	Mn % mennyiségi
1.	+	+	—	nyomok	—
2.	+	—	—	—	—
3.	+	—	—	—	—
4.	+	—	—	—	—
5.	+	(?)	+	99,8	nyomok
6.	—	+	+	97,2	2,7
7.	—	+	+	94,7	5,2
8.	—	+	—	99,9	—
9.	—	+	—	100,0	—
10.	—	+	—	99,7	—
11.	—	+	+	98,1	1,9
12.	—	+	—	99,9	—
13.	—	+	—	99,9	—
14.	—	+	—	100,0	—
15.	—	+	+	97,8	2,1
16.	—	+	—	100,0	—
17.	—	+	+(?)	100,0	nyomok

\* A Fe mennyisége a kőzetmintára  $Fe_2O_3$  alakban számolva a 8—17 mintákban  $3,2 \pm 1,1\%$  volt.

A fekete színű mintáknál a fekete színeződést széntől, illetve elszene-  
sedő félben levő szerves anyagtól vagy Fe és Mn oxidoktól eredőnek tar-  
tottuk.

A szén és szerves anyag kimutatást olymódon végeztük el, hogy a min-  
tát izzítottuk és amennyiben izzítás után elszíntelenedett, vas- és mangán-  
reakciót nem adott, a mintán levő színeződést szerves eredetűnek minősít-  
tettük. Érdekesnek látszott a minták oldószeres kezelése. Amennyiben  
ugyanis a fekete színeződés füstől, illetve fáklyakoromtól ered, minden  
valószínűség szerint kell tartalmaznia kátrányos anyagokat is, melyek apoláros  
oldószerrel kioldhatók.

A kísérleti eredményeket összefoglaló II. táblázatból kitűnik, hogy az  
1—4. minták szerves, illetve szén eredetű fekete színezőanyagot tartalmaz-  
nak. E mintákat háromféle szerves oldószerrel kezeltük és a III. táblázatban  
összefoglalt eredményeket kaptuk. Az alkalmazott oldószeres etanol, benzol  
és piridin voltak. A legnagyobb oldékonysági értékeket benzol esetében  
találtuk, ez amellet szól, hogy elsősorban policiklikus kátrányos termékek  
alkotják az oldható részt. Az viszont, hogy a minta oldható része nem nagy  
— maximálisan néhány százalék — arra mutat, hogy e minták nagy része  
elemi szénből áll.

III. táblázat

*A szén és szerves anyagot tartalmazó minták oldhatósága  
szerves oldószerekben*

Sorszám	Etanol (%)	Piridin (%)	Benzol (%)
1.	0,5	1,8	4,8
2.	1,2	3,0	7,3
3.	1,7	1,1	3,0
4.	2,1	3,2	8,5
5.	—	nyomok	nyomok
7.	—	—	—

A vas- és mangánmeghatározást a következő munkamenet szerint végez-  
tük.

A közetminta felületén levő színes bevonatot, vagy ha az egész minta  
színes volt, annak átlagát porrá törtük, majd 30 percen át izzítottuk, hogy a  
CaCO<sub>3</sub> CaO-dá alakuljon át. Az izzítás után a CaO-ot vízzel kioldottuk.

A maradékot KHSO<sub>4</sub>-os savas feltárásnak vetettük alá, az ömledéket  
H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-ban oldottuk, így mind a Fe, mind a Mn oldatba ment.

Az oldatból a Fe<sup>III</sup> ionokat NH<sub>4</sub>OH-al leválasztottuk, majd a csapadékot  
leszűrtük, kimostuk, sósavban oldottuk, törzsoldatot készítettünk, majd  
ennek aliquot részét ZIMMERMANN és REINHARDT (7) módszere szerint  
KMnO<sub>4</sub>-al megtráltuk.

Az NH<sub>4</sub>OH-s leválasztás szüredékének ismert mennyiségéből minő-  
ségi Mn<sup>II</sup> próbát végeztünk, ha ez pozitív volt, a mangánt R. LANG és F.  
KURZ (8) módszere szerint permanganáttá oxidálva, foszforsavas difenilamin  
indikátor jelenlétében Fe<sup>II</sup> oldattal megtráltuk.

#### Az eredmények értékelése

A II. táblázatban közölt eredményekből kitűnik, hogy a fekete színeződés vitájában mindkét félnek igaza van. A baradlai fekete szín nagy része ősemberi füst, valamint a múlt századbeli fáklyás barlangtúrák számlájára írható, de egyébként a legtöbb helyen (valószínűleg ebbe a kategóriába tartozik még a Szabadság barlangban néhány helyen található fekete szín is) vas- és mangánbaktériumok működésének tudható be. Megjegyzendő, hogy ez a fekete színeződés látszatra is megkülönböztethető a baradlai korombevonat színétől.

A nemrég felfedezett járatrendszerekben (Jávorkúti zsomboly, Vass Imre barlang, Szabadság barlang) fellelhető fekete színeződés további kémiai és mikrobiológiai vizsgálatára vonatkozó eredményeinket későbbi tanulmányban ismertetjük.

A Vass Imre barlangból származó narancsszínű mintákat a barlang minden részéből válogattuk össze, tehát egységesnek tekinthető az a kép, hogy e színeződéseket az egész Vass Imre rendszerben  $Fe^{III}$  okozza, feltehetően  $Fe_2O_3$  vagy közel hasonló összetételű oxid-hidroxidok alakjában.

#### Irodalom

1. DE KEYSER, L.: Bull. Soc. Chim. Belge. 59. 40. 1950.
2. MURRAY, J. W.: The deposition of Calcaite and Aragonite in Caves. — J. of Geol. 62. 481. 1954.
3. PÁLYI GY.: A cseppkövek színeződéséről. — M. Hidrológiai Társaság Karszt- és Barlangkutató Ankétja. Miskolc, 1955. (Előad.)
4. FEIGL, F.—LEITMEIER, H.: Mikrochemie. 13. 136. 1933.
5. VASS I.: Az Aggteleki-barlang leírása. — Pest, 1831.
6. JAKUCS L.: Az Aggteleki-cseppkőbarlang fekete színeződéséről. — Idegenforgalmi Tájékoztató. 5, 4. 18. 1954.
7. ERDEY L.: Bevezetés a kémiai analízisbe. — Tankönyvkiadó. Bpest, 1953. II. 110.l.
8. ERDEY L.: Loc. cit. II. 118. l.

#### STUDY ON COLOURED STALACTITES AND COATINGS (I)

By  
GY. PÁLYI

Several differently coloured samples from the Caves Baradla, Vass Imre and Jávorkút had been investigated analytically. The black coloured formations of Baradla contain first of all organic carbon, somewhere ferric oxyde-hydroxyde with tracks of manganese. In other caves (Cave Vass Imre and Jávorkút) the black coloured formations are of the second type (organic pigments). The brown and orange formations are also coloured by Fe-Mn oxydes. The amount of manganese oxyde is only a few per cent of that of ferric oxyde in both black and orange formations.

## ХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ОКРАСОК КАПЕЛЬНИКА И НАТЕКОВ В ПЕЩЕРАХ (I)

Дь. Палыи

Для количественного и качественного химического анализа разных капельников нами испытывалось много образцов. Цвет и происхождение проб были различными. Мы установили, что черная окраска в пещере Барадла происходит от угля и от окиси и гидрооксида железа. В других системах, в которых до сих пор не побывал еще человек, как например в пещере им. Ваш Имре, или в колодце Яворкут, черная окраска происходит от железа и марганца, причем количество марганца намного превышает количество железа. Согласно нашим исследованиям коричневые и оранжевые окраски в пещере им. Ваш Имре происходят также от железа и марганца. Количество марганца относительно к железу составляет лишь несколько процентов.

## MÁGNESES MÉRÉSEK A VASS IMRE-BARLANG ÚJ BEJÁRATÁNAK KITŰZÉSÉHEZ

STOMFAI RÓBERT

Készült az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Ásvány- és Földtani Tanszékének Jászvafői Kutatóállomásán.

Az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem barlangkutatói 1958 novemberében azzal a kéréssel fordultak a Geofizikai Intézethez, kíséreljék meg mágneses módszerek felhasználásával meghatározni a Vass Imre-barlang mai végpontjának helyét és mélységét. A barlang függőkompassos felvétele a nagy mérési nehézségek miatt csak közelítő adatokat szolgáltatott, a tervezett új bejárat építéséhez pedig legalább méteres pontosság szükséges.

A Béke-barlang új bejáratának kitűzése 1953-ban szintén mágneses helymeghatározás alapján történt. Az ott alkalmazott mérési eljárást dr. BARTA GYÖRGY ismertette részletesen a Geofizikai Közleményekben [1]. A mérés röviden a következőkből állt. Rúdalakú erős elektromágnest állítottak abba a barlangterembe, amelyikbe az új bejárat vezet, a felszínen pedig magnetométerekkel mérték a keltett térerőt. A felszíni térerőviszonyok ismeretében ki lehet számítani a mágnes helyét és mélységét. A Béke-barlang bemérendő terme fölött a terep közel vízszintes volt. Könnyű belátni, hogy ilyen területen abban a pontban kapjuk a legerősebb hatást, amelyik közvetlenül a mágnesrúd fölött van, úgyhogy a mágnes helyének meghatározása ilyen esetben elég egyszerű. A Vass Imre-barlang utolsó terme ezzel szemben meredek domboldal alatt húzódik. Ez a körülmény a számításokat bonyolultabbá teszi.

A következőkben olyan összefüggéseket keresünk, melyekkel lejtős területen mért térerőadatok birtokában is ki tudjuk számítani a ható mágnes helyét és mélységét. Egyszerűség kedvéért a mérés helyén a földfelszínt tekintjük ferde helyzetű síknak. A terület szintvonalas térképe mutatja, hogy esetünkben ez a közelítés megengedhető. Vegyünk fel olyan derékszögű koordinátarendszert, melynek origója a barlangteremben elhelyezett mágnes középpontja. Az XY koordinátasík legyen vízszintes, a Z tengelyt irányítsuk felfelé. Legyen az X tengely a terep szintvonalaira merőleges és



mutasson a lejtő irányába. A mágneszt állítsuk függőlegesre és a gerjesztő-áram irányát válasszuk úgy, hogy fölül legyen a pozitív pólus. 20—30 méter távolságban mágnesünk tere nagy közelítéssel megegyezik az ugyanakkora momentumú dipólus terével. Ismeretes, hogy a függőleges tengelyű  $M$  momentumú dipólus potenciálja valamely  $(x, y, z)$  koordinátákkal adott  $P$  pontban

$$V = -M \frac{\partial}{\partial z} \frac{1}{r} \quad (1)$$

ahol  $r$  a  $P$  potenciálpont távolsága a mágnesről  $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ . (1)-ből parciális differenciálással adódnak az egyes erőkomponensek. A mérésnél alkalmazott magnetométer a teljes térerőnek csak a függőleges összetevőjét,  $Z$ -t méri, ezért a következőkben ennek vizsgálatára szorítkozunk. (1)-ből

$$Z = -\frac{\partial V}{\partial z} = M \frac{\partial^2}{\partial z^2} \frac{1}{r} = M \frac{3z^2 - r^2}{r^5} \quad (2)$$

Minket csak a felszín pontjaiban uralkodó térerő érdekel közelebből. A mágneses helymeghatározás szempontjából különösen a terep ama  $P_0$  pontjának van jelentős szerepe, melyben  $Z$  maximális. A szemléletből nyilvánvaló, hogy ez a pont valahol a mágnes fölött lesz és pontos helyét a tett feltevések mellett már csak a barlang mélysége és a terep lejtőszöge befolyásolhatja. Koordinátarendszerünkben a felszín síkjának egyenlete

$$z + m x - b = 0 \quad (3)$$

ahol  $m$  a terület lejtőszögének tangense,  $b$  pedig azt mutatja, hogy a függőleges koordinátatengely a mágnes fölött milyen magasságban dőli a felszínt.

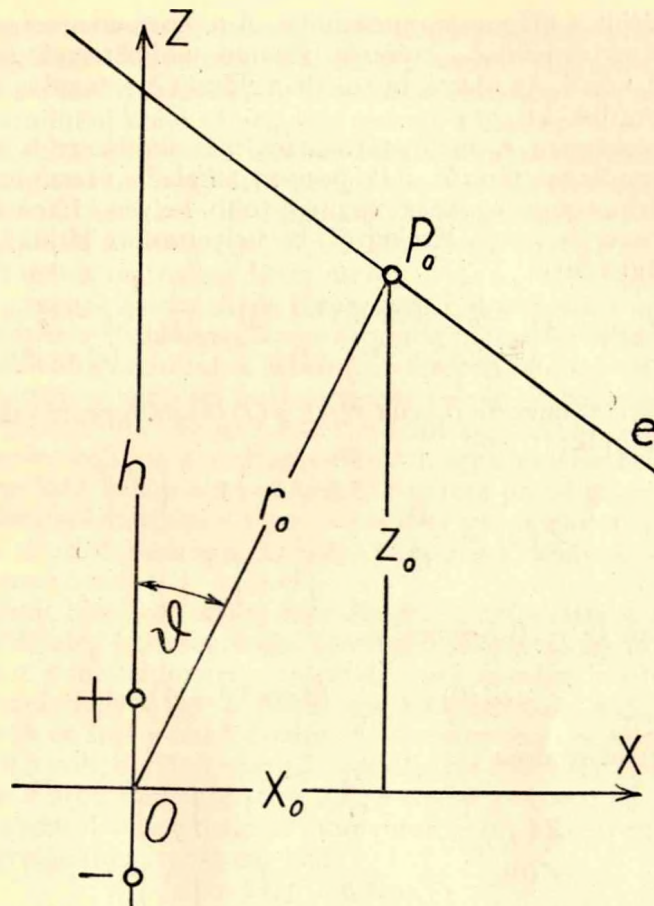
A  $P_0$  pont  $(x_0, y_0, z_0)$  koordinátahármasának meghatározása szélsőértékprobléma. A  $Z$  erőösszetevő szélsőértékeit keressük a (3) feltétel mellett. A feladat megoldása nem nehéz [2], de hosszadalmas, ezért itt nem közöljük. Az eredmény a következő:  $y_0 = 0$ , tehát  $P_0$  az  $XZ$  síkban van.

$$x_0 = z_0 f(m) \quad (4)$$

ahol  $f(m)$  a lejtőszög tangensének ismert (de bonyolult) függvénye. Az 1. ábrán az  $XZ$  koordinátasíkot látjuk. Ez a földfelszínt az  $e$  egyenesben metszi. A metszetegyenesen van a  $P_0$  pont.  $OP_0$ -nak a függőlegessel bezárt szöge  $\vartheta$ . Az ábráról látható, hogy

$$x_0 = z_0 \operatorname{tg} \vartheta \quad (5)$$

Ezt (4)-el egybevetve  $f(m) = \operatorname{tg} \vartheta$  adódik. Tahiméterrel  $m$  mérhető, ennek ismeretében az  $f(m)$  szám meghatározható, ezután függvénytáblából kapjuk  $\vartheta$ -t. Ehhez a számításhoz nem használtunk fel semmiféle mágneses mérési eredményt és így a  $\vartheta$ -érték mentes a mágneses mérés során elkövetett esetleges hibáktól. A mágnesnek a (3) egyenletben szereplő  $b$  mélysége ismeretlen, ezért a szélsőértékszámítás  $x_0$  és  $z_0$  értékét nem adja meg. A számítás eredményeképpen csak annyit tudunk ezekről, hogy arányuk  $\operatorname{tg} \vartheta$ .



1. ábra

Helyettesítsük most  $Z$ -nek (2) alatti kifejezésébe a  $P_0$  „maximumpont” koordinátáit. Azt kapjuk, hogy a függőleges erőösszetevő legnagyobb értéke

$$Z_{\max} = M \frac{3z_0^2 - r_0^2}{r_0^5} = \frac{M}{r_0^3} \left( 3 \frac{z_0^2}{r_0^2} - 1 \right) = \frac{M}{r_0^3} (3 \cos^2 \vartheta - 1) \quad (6)$$

Az utolsó átalakításnál figyelembe vettük az ábráról leolvasható

$$z_0 = r_0 \cos \vartheta \quad (7)$$

összefüggést.  $Z_{\max}$  a magnetómméterrel mérhető, a mágnes  $M$  momentuma szintén egyszerű méréssel meghatározható. A terület lejtőszögének ismeretében  $\vartheta$ -t ki lehet számítani. Ezeket az adatokat (6)-ba helyettesítve ismertté válik az  $r_0$  távolság, majd (7) és utána (5) felhasználásával kapjuk a  $z_0$  és  $x_0$  koordinátákat. Ez a két utóbbi adat egyértelműen meghatározza a  $P_0$  pontnak barlangteremhez viszonyított helyzetét. A mérés tehát a következőkből áll.

Előre megmérjük a mágnes momentumát. A tercpén megkeressük a  $P_0$  pontot és mérjük az ott levő  $Z_{max}$  térerőt. Ezután tahiméterrel megállapítjuk a lejtőszöget  $P_0$  körül. Az adatok birtokában először  $\vartheta$ -t, majd  $r_0$ -t és az  $(x_0, z_0)$  értékpárt számítjuk ki.

Ellenőrzésképpen  $r_0$  meghatározására más módszert is alkalmaztunk. Mértük a függőleges térerőt a  $P_0$  ponton áthaladó vízszintes, tehát az  $Y$  tengellyel párhuzamos egyenes mentén több helyen. Ezen az egyenesen mindenütt  $x=x_0$  és  $z=z_0$ . Ezeket (2)-be helyettesítve látjuk, hogy  $Z$  most csak  $y$ -nak függvénye.

$$Z(y) = M \frac{3z_0^2 - (x_0^2 + y^2 + z_0^2)}{(x_0^2 + y^2 + z_0^2)^{\frac{5}{2}}} = M \frac{3z_0^2 - r_0^2 - y^2}{(r_0^2 + y^2)^{\frac{5}{2}}}$$

A számlálót és nevezőt osszuk  $r_0^5$ -el, a (7) összefüggésre való tekintettel a következőt kapjuk:

$$Z(y) = \frac{M}{r_0^3} \frac{3 \cos^2 \vartheta - 1 - \left(\frac{y}{r_0}\right)^2}{\left[1 + \left(\frac{y}{r_0}\right)^2\right]^{\frac{5}{2}}} \quad (8)$$

Speciálisan az  $y=0$  helyen

$$Z(0) = \frac{M}{r_0^3} (3 \cos^2 \vartheta - 1) \quad (9)$$

(8) és (9) hányadosa

$$\frac{Z(y)}{Z(0)} = \frac{3 \cos^2 \vartheta - 1 - \left(\frac{y}{r_0}\right)^2}{(3 \cos^2 \vartheta - 1) \left[1 + \left(\frac{y}{r_0}\right)^2\right]^{\frac{5}{2}}} \quad (10)$$

Az  $y=0$  hely előtt és után több helyen mértük az  $y$  távolságot és a  $Z(y)$  erőhatást. Képezve a (10) hányadosokat, ezekből  $y$  ismeretében adódik  $r_0$ .

Magára a mérésre eddig csak sematikusan utaltam. Úgy vettük, mintha a műszer csak a mágnes által keltett  $Z$  erőkomponens hatása alatt állna. Valójában a magnetométer ehhez hozzáméri a mindig jelenlevő földi térerő függőleges komponensét,  $Z_f$ -t is. Ettől el kell választanunk az elektromágnes többezerszer gyengébb terét. Ez a következőképpen történik. Megvárjuk, amíg a műszer a földi és az általunk előállított tér együttes hatására egyensúlyba jut. Ekkor a  $Z_f + Z$  eredőhatást mutatja. Ezt leolvassuk, majd a gerjesztőtekercsben megfordítjuk az áram irányát. A mágnes momentuma ellenkező előjelű lesz és az eredő erő most  $Z_f - Z$ . A műszeren ezt szintén leolvassuk, majd képezzük a két eredmény különbségét.

$$(Z_f + Z) - (Z_f - Z) = 2Z$$

Látható, hogy a különbségből a (rövid ideig) változatlan földi hatás kiesik.

Eddig azt a teret vizsgáltuk, amit a barlangban elhelyezett mágnes a felszín valamilyen  $P$  pontjában kelt. A mérés során viszont a műszert vittük

a föld alá és az elektromágnes került a  $P$  pontba. Természetesen ügyeltünk a tengely függőleges helyzetére. Ebben a felcserélt elrendezésben kevésbé áttekinthetők a térerőviszonyok, de könnyű belátni, hogy így is ugyanakkora hatást kapunk, mint akkor, ha a mágnesset tesszük a barlangba. A fent levezetett összefüggések tehát minden módosítás nélkül alkalmazhatók a számításoknál. Elektromágnesként megfelelő gerjesztőtekerccsel ellátott 11 kg-os vasrudat használtunk. Az áramot hordozható akkumulátorokból vettük. A vasmagban indukált  $M$  momentum  $2 \cdot 10^6$  CGS egység volt. Ilyen méretű mágnessel 40—50 méter mélységig lehet mérni.

XI. 23-án reggel ZSILLE A. és KERESZTES F. kartársak a magnetométerrel elhelyezkedtek a barlangnak azon a pontján, ahol az előzetes felvételek alapján legközelebb gondoltuk a felszínt. A terepen mintegy 100 méter pontossággal ismertük a kérdéses barlangterem helyét. A mágnessel először a közeli völgyön mentünk végig. Kb. 20 m-ként kapcsoltuk be az áramot, de még olyan messze voltunk a megfigyelőktől, hogy a műszer helyén kialakuló térerő a mérhetőség határa alatt maradt. 15 perces próbálgatás után jelezték először a barlangból telefonon a magnetométer gyenge kitérését, majd rövidesen 4—5  $\gamma$  térerőt\* mértünk. Ezután viszonylag könnyű volt kikeresni a maximális hatás helyét.

A rendkívül bozótos terület meglehetősen hátráltatta a munkát. A 4 méteres mérőléc elég nehezen tudta követni a mágnesset, úgyhogy sok mágnessesen bemért pont tahiméteres felvétele gyakorlatilag lehetetlen volt. A legnagyobb hatás helyét így is gondosan kitapogattuk, a  $Z_{\max}$  térerőt ismételtén mértük és 26,4  $\gamma$ -nak\* találtuk. A maximumpont körül a lejtőszög tangense  $m=0,5$  volt, ebből  $f(m)=0,23$  adódik. Ez utóbbi érték a számításokhoz szükséges  $\vartheta$  szög tangense.  $\vartheta \approx 13^\circ$ ;  $3 \cos^2 \vartheta - 1 \approx 1,82$ .

Ezeket az adatokat és a mágnes momentumát (6)-ba helyettesítve kapjuk a  $r_0$ -t CGS egységekben, tehát cm-ben

$$26,4 \cdot 10^{-5} = \frac{2 \cdot 10^6}{r_0^3} \cdot 1,82 ; r_0 = 2400 \text{ cm}$$

Ennél a számításnál felhasználtuk a mágnes  $M$  momentumának és a  $Z_{\max}$  térerőnek számzerű értékét. Magnetométerrel ezek mérhetők, de nem közvetlenül. A műszeren az  $n$  osztályrészeket olvassuk le és ebből a műszer érzékenységi tényezőjével  $\varepsilon$ -nal való szorzás útján adódik a  $Z$  térerő:  $Z = \varepsilon n$ . Ha a műszer egy helyben áll,  $\varepsilon$  állandó, de erős mechanikai hatások, rázás, ütés, az érzékenység ugrásszerű változását okozhatják. Tekintve, hogy ilyeneknek a műszer a barlangban való szállítása során többé-kevésbé ki van téve, biztonság okáért a feljebb ismertetett második módszert is alkalmaztuk. A maximumpontra átmenő egyenes mentén méterenként regisztráltuk a térerőt, majd a (10) összefüggésből számítottuk  $r_0$ -t. Ez a képlet a mágnes momentumát egyáltalán nem tartalmazza, és kiesik belőle a mérés során állandó  $\varepsilon$  is:

$$\frac{Z(\gamma)}{Z(0)} = \frac{\varepsilon n(\gamma)}{\varepsilon n(0)} = \frac{n(\gamma)}{n(0)}$$

\*  $1 \gamma = 10^{-5}$  CGS egység.

$r_0$ -nak (10) alapján való számítása legegyszerűbben úgy történhetik, hogy az előzőleg kapott 24 méter értéket és a terepen mért  $y$  távolságokat a képletbe rendre behelyettesítjük és ha  $r_0$  valóban 24 méter, akkor a számítással kapott hányados egyezik a magnetométerrel mért  $Z(y)$  és  $Z(0)$  hányadosával. Bizonyos szórástól eltekintve az egyezés kielégítő. A  $P_0$  pont éppen egy bokor tövébe esett. Maradandó pontmegjelölés céljából a bokrot kivágtuk. A szomszédos mészkősziklákat érő baltacsapásokat lent jól lehetett hallani. Még az is kivehető volt, hogy nagyjából az észlelők fölött dolgozunk.

Valójában a legerősebb hatás helye nem pontosan a műszer fölött volt, hanem — mint ez a (7) és (5) összefüggések alapján kiszámítható — a  $P_0$  pont O-tól  $x_0=5,8$  méter vízszintes távolságra van a völgy felé, a  $z_0$  szintkülönbség pedig 23,5 méter (az ábra torzít). A közölt távolságadatokat valószínű hibája 2%. Annak ellenére, hogy a mérésre csak egy rövid napunk volt, a mágneses eljárás sokkal pontosabb adatokat szolgáltatott, mint a más módon történt helymeghatározások. Módszerünk nagy előnye, hogy a mérési pontosság nem függ a barlang hosszától, durva (20—30 m-es) hiba becsülése pedig teljesen kizárt. A barlangok geodéziai felmérését nagyon megnehezítik a szűk, kanyargós, alacsony folyosók, különösképpen pedig a függőleges kürtők. A mágneses helymeghatározásnál mindez nem okoz nehézséget. Éppen a barlangvilág rendkívüli változatosságára való tekintettel a legkülönbözőbb körülmények között végzendő mérésekre dolgoztunk ki eljárásokat. Lehetőség van termek egymáshoz való összemérésére, áttörések kitűzésére olyan esetekben is, amikor geodéziai mérést nagyon nehéz végezni, az összekopogásos tájékozódás pedig bizonytalan irányokat ad.

#### Irodalom

- [1.] BARTA GYÖRGY: Mágneses mérések a Béke-barlang új bejáratának kitűzésére. — Geofiz. Közl. 2. 8. p. 67—68. 1953.  
[2.] SZÁSZ P.: A differenciál- és integrálszámítás elemei. — 2. kiad. p. 405. 566. §

## MAGNETISCHE MESSUNGEN ZUR FESTSTELLUNG DES NEUEN EINGANGES DER VASS IMRE-HÖHLE

Von

R. STOMFAI

Am Ende der Höhle Vass Imre bei Jósvafő wurde der Durchbruch eines neuen Einganges geplant. Die geodetische Vermessung der Höhle ist ausserordentlich schwer, deshalb wurde die Stelle des oberen Endes des geplanten Einganges mit magnetischen Methoden festgestellt. An der Oberfläche wurde ein starker Magnet herumgetragen, gleichzeitig wurde in der Höhle der Vertikalkomponent des dort induzierten magnetischen

Kraftfeldes gemessen. In Kenntniss der beobachteten Feldintensitätswerte kann man dann mit einfachen mathematischen Verfahren die Stelle und Tiefe des Messinstrumentes feststellen.

#### МАГНИТОРАЗВЕДКА В СВЯЗИ С ВЕШЕНИЕМ НОВОГО ВХОДА ПЕЩЕРЫ ИМ. «ВАШ ИМРЕ»

Р. ШТОМФАИ

У конца пещеры им. «Ваш Имре», в окр. села Йошвафё, готовится провод нового входа. Геодезическая съёмка пещеры очень сложна, поэтому место верхней части запланированного входа отметили с помощью магнетических способов. На поверхности земли передвигали мощный магнит а в пещере измерили вертикальный компонент образовавшегося магнитносилового поля. На основании полученных таким образом данных по напряженности магнитного поля при помощи простых математических способов можно вычислять место и глубину прибора.

## TARTALOM

### INHALT — TABLE DES MATIÈRES — CONTENTS

BARÁTOSI JÓZSEF: Köszöntő — Zum Geleit .....	3
SCHRÉTER, ZOLTÁN: Die geologischen Verhältnisse des Bükk-Gebirges .....	7
JAKUCS LÁSZLÓ: Az aggteleki barlangok genetikája a komplex forrásvizsgálatok tükrében — Die Genetik der Höhlen des Aggteleker Gebirges im Spiegel komplexer Quellenuntersuchungen .....	37
VENKOVITS ISTVÁN: Karsztnevezéktani vita — Diskussion über die Karstnomenklatur .....	67
LEÉL-ÖSSY SÁNDOR: Magyarország karsztvidékei — Die Karstgebiete Ungarns .....	79
MAUCHA, LÁSZLÓ: Das Nachweisen von Höhlensystemen — Indication de l'existence des systèmes de grottes .....	89
CZÁJLIK ISTVÁN — FEJÉRDY ISTVÁN: Cseppkövekről csepegő vizek vizsgálata a Vass Imre-barlangban — Die Untersuchung des von Tropfsteinen träufelnden Wassers in der Vass-Imre-Höhle .....	97
DÉKÁNY CSABA: A Vass Imre-barlang geodéziai felmérése — Die geodetische Aufnahme der Vass Imre-Höhle .....	103
PÁLYI GYULA: Cseppkövek és bevonatok színének tanulmányozása (I) — Study on coloured stalactites and coatings (I) .....	109
СТОМФАИ РОБЕРТ: Mágneses mérések a Vass Imre-barlang új bejáratának kitűzéséhez — Magnetische Messungen zur Feststellung des neuen Einganges der Vass-Imre-Höhle .....	115

### СОДЕРЖАНИЕ

БАРАТОШИ, Й.: Обращение .....	6
ШРЕТЕР, З.: Геологические условия гор Бюкк .....	29
ЯКУЧ, Л.: Генетика пещер гор Аггтелек на основании комплексных исследований источников .....	64
ВЕНКОВИЧ, И.: Диспут по Терминологии карста .....	77
ЛЭЛ-ЁШШИ, Ш.: Карстовые области Венгрии .....	87
МАУХА, Л.: Выявление пещерных систем .....	96
ЦАЙЛИК, И. — ФЕЙЕРДИ, И.: Исследование капяющих вод со сталактитов пещеры им. «Ваш Имре» .....	102
ДЕКАНЬ, Ч.: Геодезическая съемка пещеры им. «Ваш Имре» .....	108
ПАЛЫИ, ДЬ.: Химическое изучение окрасок капельника и натеков в пещерах (I) .....	113
ШТОМФАИ, Р.: Магниторазведка в связи с вешением нового входа пещеры им. «Ваш Имре» .....	121

## MUNKATÁRSAINKHOZ

Kiadványaink jobb, szebb és takarékosabb kivitele érdekében kérjük az alábbiak szem előtt tartását.

A dolgozat témáját a szerzők a kézirat végleges elkészítése előtt beszéljék meg a szerkesztővel, megállapodva a terjedelemben is. A kidolgozásnál a fogalmazás világos, tömör és magyaros legyen. Mellőzzük a szükségtelen leíró részeket és az ismétléseket. Kerüljük a közbevetett mondatokat, melyek a szöveget nehézkessé tennék. Törekedjünk íráskészségünk fejlesztésére. Az elkészített dolgozatot tartalmilag és stílusban is csiszoljuk többszöri át-olvasással.

A kézirat gépirással készíthető 2 példányban, a papírnak csak egyik oldalára írva. Használjunk ritka (2-es) sorközt és szabvány méretet: egy lapra 25 sor, egy sorba 50 leütés (betű és szóköz) kerüljön. Baloldalt hagyjunk széles margót. Minél kevesebb utólagos javítást alkalmazzunk. Ezeket a szöveg megfelelő helyére tintával, jól olvashatóan írjuk be. A helyesírásra vonatkozólag az MTA szabályai irányadók. Az idegen ékezeteket pontosan és minden esetben jelöljük. Tanulmányozzuk a Műszaki Könyvkiadó 1958. évi „Kéziratgépeltetési útmutató” című kiadványát.

A felhasznált irodalmat a dolgozat végén soroljuk fel a „Bibliográfiai hivatkozás” (MNOSZ 3497. sz. szabvány) részletes hivatkozási szabályai szerint. A felsorolt irodalmat sorszámozzuk, és a dolgozat megfelelő helyén zárójelben utalunk a sorszámmra és esetleg az oldalszámmra.

Illusztrációs anyagot is mellékeljük a dolgozathoz, de csak a szükséges mértékben. A rajzok vagy fehér rajzpapíron, vagy pauszon készüljenek fekete tussal, a szükséges kicsinyítést figyelembe vevő vonalvastagsággal és betűnagysággal. A fényképekről éles nagyításokat készíttessünk fényes, fehér papíron 9×12 cm-es, vagy ennél nagyobb méretben. Klisékészítésre csak kontrasztos képek jók. Az ábrákat sorszámozzuk és magyarázatukat külön lapra gépeljük. Elhelyezésüket a kéziratban is jelöljük meg a margón.

Idegennyelvű kivonatot is mellékeljük a dolgozathoz (orosz, francia, olasz, német vagy angol nyelven). Ennek hiányában fordítás céljára megfelelő magyar nyelvű kivonatot készítsünk, mely lehetőleg ne legyen terjedelmesebb a tanulmány 10—15%-ánál, de annak minden lényeges megállapítását tartalmazza.

Nem megfelelő módon előkészített kéziratokat a szerkesztőség nem fogadhat el.

A korrektúrát a megadott határidőre gondosan készítsük el a „Nyomdai korrektúra-jelek” c. szabvány (MNOSZ 3491—51.) előírásainak megfelelően. A kézirattól eltérő javításokat kerüljük, mert ezek tetemes költséget, munkatöbbletet és idővesztést okoznak.

*Szerkesztőség*



