

KARSZT- ÉS BARLANGKUTATÁS

A MAGYAR KARSZT- ÉS
BARLANGKUTATÓ TÁRSULAT
ÉVKÖNYVE

(HIVATALOS KIADVÁNY)

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОРГАН ВЕНГЕРСКОГО ОБЩЕСТВА
ПО ИССЛЕДОВАНИЮ КАРСТОВ И ПЕЩЕР

ORGANE OFFICIEL DE LA SOCIÉTÉ HONGROISE DE
SPELEOLOGIE

AMTLICHES ORGAN DER UNGARISCHEN GESELLSCHAFT
FÜR KARST- UND HÖHLENFORSCHUNG

OFFICIAL ORGAN OF THE HUNGARIAN SPELEOLOGICAL
SOCIETY

ORGANO UFFICIALE DELLA SOCIETÀ UNGHERESE
DI SPELEOLOGIA

VII. ÉVFOLYAM
1972



KIADJA AZ MTESZ KERETÉBEN MŰKÖDŐ
MAGYAR KARSZT- ÉS BARLANGKUTATÓ TÁRSULAT
BUDAPEST
1973

KARSZT- ÉS BARLANGKUTATÁS

A MAGYAR KARSZT- ÉS
BARLANGKUTATÓ TÁRSULAT
ÉVKÖNYVE

(HIVATALOS KIADVÁNY)

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОРГАН ВЕНГЕРСКОГО ОБЩЕСТВА
ПО ИССЛЕДОВАНИЮ КАРСТОВ И ПЕЩЕР

ORGANE OFFICIEL DE LA SOCIÉTÉ HONGROISE DE
SPELEOLOGIE

AMTLICHES ORGAN DER UNGARISCHEN GESELLSCHAFT
FÜR KARST- UND HÖHLENFORSCHUNG

OFFICIAL ORGAN OF THE HUNGARIAN SPELEOLOGICAL
SOCIETY

ORGANO UFFICIALE DELLA SOCIETÀ UNGHERESE
DI SPELEOLOGIA

VII. ÉVFOLYAM
1972



KIADJA AZ MTESZ KERETÉBEN MŰKÖDŐ
MAGYAR KARSZT- ÉS BARLANGKUTATÓ TÁRSULAT
BUDAPEST
1973

KARSZT- ÉS BARLANGKUTATÁS

A Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetségének keretében működő
Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat kiadványa

Főszerkesztő:

DR. LÁNG SÁNDOR
egyetemi tanár

Szerkesztő:

DR. KESSLER HUBERT

Szerkesztő bizottság:

DR. BALÁZS DÉNES, BARÁTOSI JÓZSEF, DR. BERTALAN KÁROLY,
DR. BOGSCH LÁSZLÓ, DR. BÖCKER TIVADAR, DR. CZÁJLIK ISTVÁN, DR. DÉNES
GYÖRGY, DR. JAKUCS LÁSZLÓ, DR. JÁNOSSY DÉNES, KESSELYÁK PÉTER,
DR. KREZŐI MIKLÓS, DR. SÁRVÁRY ISTVÁN, SCHÖNVISZKY LÁSZLÓ

Technikai szerkesztők:

BÁRCZI ÉVA, CSEKŐ ÁRPÁD, DR. CSER FERENC, GÁDOROS MIKLÓS, MAUCHA
LÁSZLÓ, SZABÓ GÉZA, SZÉKELY KINGA

Szerkesztőség:

1055 Budapest, Kossuth Lajos tér 6 – 8.
Telefón: 311-793

Felelős kiadó: JAMRIK KÁROLY
11869 – Globus Nyomda, Budapest

MEGEMLEKEZÉS DR. DUDICH ENDRÉRŐL

1895—1971

LOKSA I.



1971. február 5-én megdöbbenéssel vettük tudomásul, hogy *D u d i c h* pofessor úr gazdag életútja végéhez ért. A magyar zoológia vezéralakja, az ELTE Állatrendszertani Tanszékének ny. egyetemi tanára, *K o s s u t h* díjas, a magyar barlangbiológiai, produktóbiológiai, cönológiai és potambiológiai kutatások megindítója, társulatunk több tisztségének viselője körünkől örökre eltávozott.

Dr. *D u d i c h E n d r e* 1895. március 20-án született a *Bars megyei Nagysallóban*. Édesapja, nagysallói körorvos, az orvostudomány mellett a zoológia iránt is érdeklődött és ezt átoltotta fiába is. Középiskolai tanulmányait *Esztergomban* végezte. Ebben az időben a humán tárgyak is nagyon érdekelték és kiváló eredményeket ért el czeekben is, de a zoológia iránti vonzalma egyre csak erősödött. 1913-ban a Pázmány Péter Tudományegyetem Bölcsészeti Karára iratkozott be természetrajz-földrajz szakra, és ugyanakkor felvételt nyert az Eötvös Kollégiumba is. Egyetemi tanulmányait az első világháború zavarta meg, mert közben három és fél évig különböző frontokon teljesített katonai szolgálatot. Tanári oklevelét így csak 1920-ban szerezte meg. 1922-ben „*sub auspiciis Gubernatoris*” avatták doktorrá az akkoriban *Szegeden* működő kolozsvári egyetem természettudományi karán. 1925-ben ugyanennek az egyetemnek magántanára lett.

Még egyetemi tanulmányainak befejezése előtt a Magyar Nemzeti Múzeum Állattárába került, ahol 1922-ig mint beosztott középiskolai tanár, majd 1934 júliusáig mint múzeumi őr dolgozott. Itt hosszabb ideig bogarakkal foglalkozott és az első nagyobb tudományos sikerét is a coleopterológia területén érte el. 1920-ban elnyerte a Természet-tudományi Társulat Bugát-díját. Bokor Elemérrel való barátsága adott számára indítékot egyrészt a coleopterológiai, másrészt a barlang-faunisztikai kutatások végzésére. Később rákokkal kezdett foglalkozni és ennek az állatcsoportnak a kutatását élete végéig folytatta. D u d i c h E n d r e a szó szoros értelmében azonban sohasem vált specialistává. Az Ő érdeklődése messze túlterjedt egy-egy állatcsoport rendszertani vizsgálatán. Már muzeista korában szinte az egész állatvilág érdekelte. A könyvtárba érkező folyóiratok, könyvek áttanulmányozása közben készítette a később csak egyre gyarapodó, szinte legendás hírű cédulakatalógusát. Gondolkodására, emberi magatartására jellemző, hogy ezt a nagy munkát nem csak sajátmaga számára végezte; a gazdag irodalmi katalógusa barátai, majd tanítványai számára mindig rendelkezésre állott. Sok fiatal, kezdő kutatónak szolgált ez első útravaló gyanánt. Ezt az igen széleskörű irodalmi ismeretanyaggyűjtést úgy is felfoghatjuk mint egy magasabb életpályára való felkészülést, hiszen ezzel szerezte meg azt a hatalmas tudást, amely alkalmassá tette később a professzori hivatás betöltésére. Látókörének szélesítéséhez hozzájárult a tihanyi Biológiai Kutatóintézetben és a nápolyi Zoológiai Állomáson végzett kutatómunkája is.

1926-ban a Magyar Barlangkutató Társulat alapító tagja és az akkor alakuló társulatnak választmányi tagja is lesz. A rákok körében végzett vizsgálatai döbentették rá, hogy hazánk állatvilágának ismerete még nagyon hiányos. Tudományszervező készségének felcsillanása az Állattani Szakosztály 1927. novemberi ülésén tartott előadása: „*A magyar állatvilág kutatásának megszervezése*”. Az előadásban adott program az akkori időkben nem valósulhatott meg. A Szakosztályban 1941-ben elnöki megnyitó keretében, melynek címe: „*Az állattani honismeret rögzös útjain*”, programját megújította. A szép terv azonban csak 1950-ben, az első ötéves tervben indulhatott meg.

Kutatásai során egyre nagyobb figyelmet szentel a földalatti vizek élővilágának megismerésére. Különösen nagy figyelemmel fordul a barlangok élővilága felé és megkezdte az aggteleki *Baradla*-barlang élővilágának kutatását. Igen nehéz, sokszor sanyarú körülmények között dolgozott itt. Vizsgálatai azonban már túlnyúlnak a barlangi faunisztikán. A mai értelemben vett produkcióbiológiai kutatások hazai alapjait rakja le. Az Állattani Szakosztályban ismertette első nagyobb eredményeit „*Az Aggteleki-barlang élővilágának élelem forrásai*” címen, amely munka 1930-ban nyomtatásban is megjelent, majd 1931-ben elnyerte vele a Természet-tudományi Társulat Margó-díját. A *Baradla*-ban végzett kutatásainak szintézise a *Bécsben* megjelenő Barlangtani-monográfiák (Speläologische Monographien) sorozatban látott napvilágot, „*Biologie der Aggteleker Tropfstein Höhle „Baradla” in Ungarn*” címmel. Ez a 246 oldal terjedelmű munka az európai barlangbiológiai kutatások egyik vezető egyéniségévé avatta D u d i c h E n d r é t . 1934-ben Őt kéri fel a Wolf-féle „*Animalium Cavernarum Catalogus*” bevezető részének megírására. A *Baradla*-barlangban 1958-ban épült meg az első hazai, a világon a 4. földalatti barlangbiológiai laboratórium. Ezzel régi álma teljesült. Élete végéig vezette a laboratórium munkáját.

1958 egyébként is nevezetes dátum volt életében, mert az akkor újra megalakuló Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat elnökévé választja, amely tisztséget 1962-ig viselte. A közben megalakuló MTESZ Karszt- és Barlangkutató Bizottságának elnöke volt 1961-től 1965-ig, 1959-től 1965-ig pedig a Karszt- és Barlangkutató főszerkesztője. Tudományos érdemeinek elismerésül elsőnek kapta meg a *Kadič Ottokár emlékérmét*. 1968-ban a Társulat tiszteleti tagja és díszelnöke és ebben a státuszában maradt haláláig. Elévülhetetlen érdemei vannak a barlangbiológiai kutatások újra élesztésében, fiatal kutatók figyelmének az ilyen munkára való ráirányításában. Biztatására indulnak

meg újra a barlang-faunisztikai vizsgálatok is, amelyek számos hazai barlang élővilágának feltárását eredményezték.

D u d i c h E n d r e barlangbiológiai érdeklődésével szinte párhuzamosan alakult ki a földfeletti vizek élővilágának rendszeres kutatására való törekvése is. M a u c h a R e z s ő vel együtt sürgették a hazai hidrobiológiai kutatások megindítását; elkészítette a hazai folyamkutatás, nevezetesen a Duna kutatásának tervét. 1944-ben a bajai Duna-kutató Intézet csak igen rövid ideig állt, de 1958-ban a folyamkutatási elképzelései is megvalósultak, mert létrejött az alsógödi Dunakutató Állomás. Az Állomás munkáját mint igazgató 1970-ig vezette, haláláig pedig tanácsadója volt. Fáradhatatlan erővel végezte a *Duna* állatvilágának kutatását, feltárását.

1934. július 23-án nevezték ki a Pázmány Péter Tudományegyetem bölcsészeti karán az állatrendszer tan professzorának. Eddig az ideig rendszeres állatszisztematikai oktatás nem volt az egyetemen. A 39 éves D u d i c h E n d r é re várt az a hatalmas feladat, hogy az akkori idők lehetőségei és anyagi körülményei között a semmiből megszervezze az Állatrendszertani Intézetet, megteremtse az oktatás lehetőségeit. Tanszékének létszáma akkor egy tanársegéd és egy hivatalsegéd volt. Az örökségként kapott régi gyűjteményeket modernizálta. Szakadatlanul dolgozott az egyetemi előadások kimunkálásán. Mint egyetemi tanárt is a becsületesség, lelkiismeretesség jellemezte. Előadásának anyagát állandóan felfrissítette az új irodalmi ismeretanyaggal, szinte óráról órára korszerűsítette. Előadásait a logikus gondolatfűzés és tömörség jellemezte. Minden órájára becsületesen készült és sohasem beszélt feleslegesen. A tanszék megalakulása után rövidesen lelkes hallgatóságot sikerült toboroznia, akik később ugyanolyan lelkesedéssel, mint amelyet professzoruktól láttak, folytatták a kutatómunkát a legkülönbözőbb intézményekben. Tanítványai közül sokan kerültek már az első időkben is a Természettudományi Múzeum Állattárához. Ennek mindig nagyon örült, mert szívügyének tekintette az ország legnagyobb rendszertani intézményével a lehető legjobb, szoros kapcsolat fenntartását.

Mint egyetemi tanár feladatának tekintette azt is, hogy tanítványai közül mindig legyen olyan, aki valamilyen új kutatási irányzat, tudományterület művelését kezdje meg. Így került sor például a cönológiai vizsgálatok megindítására is. Tanítványai először a saját pénzükön, majd a tanszék anyagi támogatásával létrehozták a „*Fragmenta Faunistica Hungarica*” c. folyóiratot. Ennek kiadása 1948-tól 1956-ig szünetelt ugyan, de D u d i c h E n d r e kitartó szervezése következtében „*Opuscula Zoologica*” címen újra megjelent a tanszék önálló folyóirata.

A második világháború pusztításai az Állatrendszertani Tanszékot sem kímélték meg. A gyűjtemény és számos szemléltető anyag szinte teljesen megsemmisült. Ez a nagy veszteség sem törte meg D u d i c h E n d r é t. Nagy kitartással, szívóssággal látott neki, hogy a romokból ismét tanszékot építsen. 1951-ben tanszéke új épületbe, több helyiségbe költözött, személyzete gyarapodott és a Magyar Tudományos Akadémia az újonnan létrehozott Talajzoológiai Kutatócsoportot is hozzá kapcsolta. Így lényegesen jobb körülmények között folytathatta az újjáépítés korszaka után az oktató-nevelői, kutatói és tudományszervezői munkáját.

A Magyar Tudományos Akadémia 1942-ben választotta rendes tagjává. Az újjászervezett Magyar Tudományos Akadémia csak tanácskozó tagjává nevezi ki és 1952-ben a biológiai tudományok doktora fokozatot ítéli oda neki, 1953-ban azonban újra levelező tagként választják meg. 1964-ben kerül sor a rendes taggá választására.

Több éven át a Magyar Tudományos Akadémia Zoológiai bizottságának, majd haláláig a Hidrobiológiai Bizottságnak volt az elnöke. Majdnem két évtizedig volt a Magyar Tudományos Akadémia Biológiai Csoportjának, majd a megalakuló Osztályának csoport, illetve osztályvezetője tagja. Az *Acta Zoologica* főszerkesztője volt 1953-tól. Igen jelentős munkát végzett a zoológiai tervek kidolgozásában, gyűjtéstechnikai könyvek

írásában és a Magyar Állatvilág c. sorozat létrehozásában. Ez utóbbi munkájának elismerésül 1969-ben K a s z a b Z o l t á n nal együtt a Magyar Tudományos Akadémia Nívódíjában részesült.

Tagja, dísztagja, díszelnöke volt az összes jelentős hazai zoológiával kapcsolatos társulatnak. Külföldiek közül az „*Österreichische Höhlenforschende Gesellschaft*” 1935-ben, 1961-ben a „*Zoologische-botanische Gesellschaft*” választja tiszteleti tagjává. A Magyar Rovartani Társaság *Frivaldszky emlékérem* arany fokozatának, a Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat *Kadić Ottokár emléklakettjének*, a K o s s u t h-díj II. fokozatának és a munkaérdemérem arany fokozatának kétszeres tulajdonosa.

D u d i c h professzor távozásakor 218 nyomtatásban megjelent munkáját — folyóirat-közleményeket, könyveket — hagyta itt az utókor számára. Ezek egy hosszú munkás élet kutató és oktató tevékenységének ékes dokumentumai, melyekből mindnyájan meríthetünk.

D u d i c h E n d r é ről méltán mondhatjuk, hogy nem halt meg, hiszen gondolatai, eszméi a tanítványaiban ma is élnek.

IN MEMORY OF PROF. DR. E. DUDICH

1895—1971

by

I. LOKSA

On the 5th of February 1971 the rich scientific lifeway of prof. D u d i c h came to its end. He was the leading personality of Hungarian Zoology, head of the Dept. of Zoological Taxonomy of *Eötvös University (Budapest)*, K o s s u t h Prize winner, promoter of the Hungarian researches in speleobiology, coenology, potamobiology and production biology, multiply decorated by our Society's awards.

He was born on the 20th of March, 1895 at *Nagysalló (Bars County, Hungary)*. His implanted and inherited interest in Zoology came from his father, who was district doctor of the area. He attended the secondary school at *Esztergom*. In 1913 he entered the *Pázmány University (Budapest)* and was admitted to the *Eötvös College*. During World War I he had 3 1/2 years of active military service. He graduated in natural sciences and geography in 1920. In 1922 he graduated as a doctor "*sub auspiciis Gubernatoris*", at *Kolozsvár University* being at this time in *Szeged*. This very same University appointed him to be assistant. In 1925 he was given the private professors title there.

He was employed at the National Museum's Zoology Dept. in various posts till 1934. This working period made his name well-known in natural sciences. He became specialized in coleopterology, and speleo-faunistics but he never stopped studying the entire zoology, especially as far as the scientific literature was concerned. He worked as a visiting researcher at the *Tihany Biological Research Establishment* and at *Zoological Research Base of Naples*. During this period he started his research work exploring the biology of the *Baradla*. He was awarded several prizes like was *Bugát* and *Margó* Prizes of Scientific Society. With his monography "*Biologie der Aggteleker Tropfsteinhöhle "Baradla" in Ungarn*" he became a prominent personality of speleobiology.

In 1934 he was appointed to be professor of Zootaxonomy at *P. Pázmány University (Budapest)*, where he started to deliver lectures in this topic and organized the new Institute.

He founded here — with private financial support — the periodical “*Fragmenta Faunistica Hungarica*”, later renamed “*Opuscula Zoologica*”.

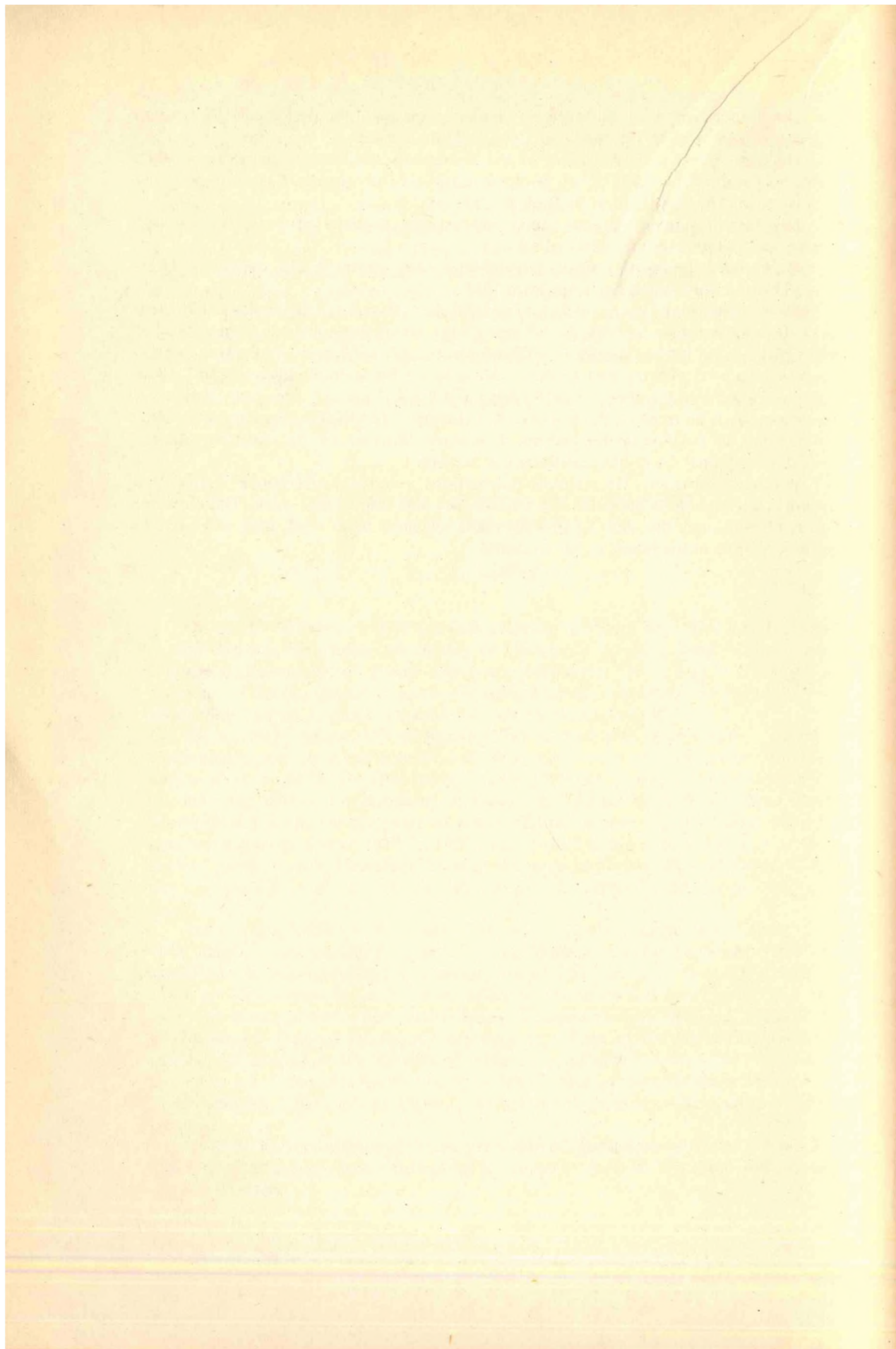
He was elected to membership of the Hungarian Academy of Sciences in 1942. Later he became Chairman of the Zoological and Hydrobiological Committees of the Academy, and further Head of its Biology Division.

His activities involved elaboration nation-wide research projects, writing and editing monographs on international scale.

He founded the fourth speleobiological laboratory on the World, the first in Hungary. This Laboratory has been run since 1958.

In the very same year, 1958, the reestablished Hungarian Speleological Society elected him Chairman in 1961, he became Chairman of Speleological Committee, and between 1959 and 1965 he was the Chief Editor of the journal *Karszt- és Barlangkutatás*. He was decorated with the first *Kadić O. Medaille* for his scientific lifework. In 1968 he became Honorary Member of the Society, and later Honorary President. Among a national awards he received the Kossuth Prize and twice the Golden Labour Award. On the international scale he became Honorary Member of the Austrian Speleological Society and the Zoological-Botanical Society.

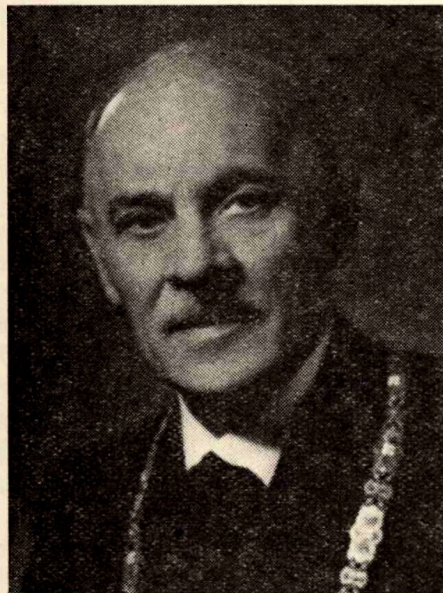
We have inherited 218 scientific publications — articles and books — from his lifework, as valuable documents of his researches and educational work. Therefore we can really say, that the ideas of Professor Dudich have never died, they will survive, being implanted in the minds of his students!



BALOGH ERNŐ PROFESSZOR EMLÉKEZETE

1882—1969

CSIKY G.



Századunk első két évtizedében a Kolozsvári Tudományegyetemen a Koch Antal alapította ásvány-földtani tanszék vezetője 1896 óta, utóda, Szádeczky-K. Gyula professzor volt. Adjunktusa és magántanára Szentpétery Zsigmond, tanársegédei pedig Papp Simon és Balogh Ernő voltak. Szentpétery Zsigmond 1920-ban Szegedre távozott, Papp Simon már 1911-ben megvált a tanszéktől, Balogh Ernőt pedig 1914-ben a világháború szólította el. Rajtuk kívül a háborús évek alatt 1920-ig többen álltak a tanszék szolgálatában. Így Gál István mint magántanár, Ferenczi István, Lengyel Endre, Xántus János, és Szolga Ferenc mint tanársegédek. Gyakornokok voltak Tulogdi János és Török Zoltán.

Az első világháború után Erdélyben a magyar geológusok doyenje Szádeczky K. Gyula lett, aki mint a bukaresti Román Földtani Intézet főgeológusa tovább dolgozott kolozsvári székhellyel az egyetemen, 1935-ben bekövetkezett haláláig. Ez a

kivételes bánásmód Mrazec L. és Popescu-Voitești kiváló román geológus professzornak volt köszönhető, akik nagyra becsülték szaktudását. Szádeczky-K. Gyula professzor mellett négy lelkes középiskolai tanár, Balogh Ernő, Bányai János, Török Zoltán és Tulogdi János geológusok, az erdélyi föld legjobb ismerői és tanítói erős hittel és helytállással nevelték és oktatták a természet és tudományai szeretetére és megismerésére, a két világháború közötti 20 év alatt a fiatal nemzedéket. Négyük közül ma már csak Tulogdi János él Kolozsvárott. Így múlt el a magyar geológus társadalom nagy nemzedékének színe-java a legutóbbi években nemcsak a mai Magyarországon, hanem Erdélyben is.

Ez alkalommal Balogh Ernő geológusra emlékezünk, aki 1969. július 11-én életének 87. évében hunyt el Kolozsvárott. Dr. Balogh Ernő geológus-professzor a kolozsvári *Bolyai–Babeş Tudományegyetem* földtani tanszékének volt vezető tanára, a föld és ásványtani tudományok doktora, a *Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat* tiszteleti tagja, a *Magyarhoni Földtani Társulat* díszoklevéllel kitüntetett rendes tagja, az erdélyi föld egyik legjobb ismerője és kutatója.

Aranys János szűkebb hazájában született, Nagyszalontától délre *Kisjenőn*, a nagy költő halála évében, 1882-ben. Iskoláit is *Nagyszalontán* és *Debrecenben* végezte. Az egyetemet viszont *Kolozsvárott*, és ott nyerte el doktori oklevelét is Szádeczky-K. Gyula professzornál, az általa vezetett ásvány-földtani tanszéken, akinek tanítványa majd tanársegéde volt 1905–14-ig, Papp Simonnal együtt, akihez szoros barátság fűzte.

Az első világháború harcterein és a hadifogságban töltött négy esztendő után 1920-tól 1940-ig a kolozsvári *MARIANUM* leánygimnáziumban volt természetrajz-földrajz tanár. Ezalatt a húsz év alatt mint az erdélyi föld legjobb ismerője, tanítója nevelte a természet szeretetére és tudományai megismerésére a fiatal nemzedékeket. Ugyanakkor mint az *Erdélyi Múzeum Egyesület* természettudományi szakosztályának titkára, majd elnöke és az *Erdélyi Kárpát Egyesület* elnöke, Tulogdi Jánossal középiskolai tanártársával együtt a legtöbbet tett a földtani és földrajzi tudományok népszerűsítése terén.

1940. év őszén a *Kolozsvári Tudományegyetem* földtani tanszékére vezető tanárrá nevezték ki, majd ugyanott 1945-ben a Bolyai egyetemre való átszervezéskor az ásvány-közzettani tanszék vezető tanára lett és maradt egészen 1959-ig, nyugdíjba vonulásáig. Azotúl mint „profesor consultant” tevékenykedett.

Balogh Ernő professzor tudományos munkássága gazdag és sokoldalú. Elsősorban mineralógus volt, munkássága első szakaszában főleg ásvány-közzettani problémákkal foglalkozott, a 20-as években azonban körülményei a barlangkutatás felé tereltek figyelmét és tevékenységét. Ezen a téren Erdélyben új irányt nyitott: a barlangok magas tudományos igényű ásvány-közzettani vizsgálatát. Irodalmi tevékenysége gazdag, tudományos és ismeretterjesztő munkáinak a száma meghaladja a 250-et.

Ásványtani munkásságának egyik legfontosabb része volt a *kalcitok* vizsgálata. Ezen a téren igen jelentős a *lublinittal* foglalkozó tanulmánya. „*Protokalcit, egy új ásvány*” c. munkájában 1937-ben vékony, túalakú kristályokat írt le, amelyek kristályhalmazokat alkotva a mészkőbarlangok falán bevonatot képeznek. Ezeket protokalcit néven mint a CaCO_3 -nak új ásványát ismertette. Zürichben röntgenvizsgálatnak vetették alá a Balogh Ernő által küldött ásványanyagot és kiderült, hogy a *kalcit* és *protokalcit* szerkezete között nincs különbség, így a *protokalcit* nem új ásvány, hanem a *kalcitnak* egy új alakja. Kiderült az is, hogy ezeket a kristálytüket már előbb jelezték az irodalomban *lublinit* néven. Ezek a leírások azonban a *lublinit* szerkezetét és tulajdonságait illetően hiányosak voltak. Balogh Ernő a prioritás figyelembevételével visszavonta a *protokalcit* elnevezést és tisztázva egyes problémákat megadta a *lublinit*

pontos leírását. Egy további munkájában „*A lublinit (protokalcit) és átformálódási termékei – hegyiliszt*” megállapítja, hogy a lublinit a barlangokon kívüli helyeken is előfordul, de elsősorban a barlangok jellemző ásványa, ahonnan sohasem hiányzik.

Balogh professzor az ásványtan és kristálytan lelkes kutatója a közettan és a földtan egyéb területein is figyelemreméltó eredményeket ért el. 1906 évi doktori disszertációjában „*A Dragánvölgy Kecskés és Bulzur patak közötti részének geológiai viszonyai*” címmel az Erdélyi-középhegység északi része e területének eruptív, üledékes és metamorf kőzeteit és földtani viszonyait ismertette. Ebben a munkájában több eruptív kőzet helyeshitett meghatározását adta meg. „*Kvarc Erdély felsőmediterrán korú gipszeiben*” c. 1926-ban megjelent munkájában kifejti, hogy az Erdélyi-medencében a monoton és kövületmentes neogén üledékes képződmények rétegtani helyének a megállapítására a dácittufák szolgáltatták a legjobb támpontot.

Balogh Ernő figyelme a 20-as évek végén fordult a barlangok világa felé és több mint 30 éven keresztül a barlangkutatás volt tevékenységének központi témája. Fontos és értékes eredményeket ért el ezen a téren is. Új fejezetet nyitott az erdélyi barlangok tanulmányozásában, mert a geológus és mineralógus szemével vizsgálta azokat és ezáltal a barlangkutatásnak egy eddig kevésbé művelt ágát, a barlangok ásvány és földtani kutatását alapozta meg illetve fejlesztette ki.

Barlangtani kutatásait komplex módon végezte. Erről így ír 1939-ben: „*A barlangok kutatásának, azok feltérképezésén túl, igen sokrétű a feladata. Ezeknek a kutatásoknak szem előtt kell tartaniok a barlangok mindenféle, igen változatos természeti adottságait – az élettelen és élők világát, a lejátszódó jelenségeket, folyamatokat. A barlangok földalatti világában a természettudományok egyes ágainak egy új és sajátos kutatási területe, lehetősége tárul elénk, amely sokban eltér a földfelszíntől.*”

Szpeleológiai kutatásait Románia két legnagyobb ismert barlangjának, a Bihar hegységi Meziádi- és a bánági Komarniki-barlang tanulmányozásával kezdte. Mindkét barlangot feltérképezte és monográfiában ismertette. Ezen kívül még számos barlangot tanulmányozott és írt le. A barlangkutatás közben szerzett földtani, ásvány-közetani, őslénytani, állattani, régészeti megfigyelését a barlangok ismertetésén túl külön tanulmányokban publikálta. Mindez sokoldalúságára utal.

Barlangtani munkásságának egyik legfontosabbikát képezik azok a felismerések, amelyek a „*Geológiai erőmegnyilvánulások és klímaváltozások nyomai a barlangokban*” c. dolgozatában közölt. Ebben kimutatta, hogy a földtani folyamatok nyomai a barlangokban konzerválódnak, ennél fogva a változások, mozgások könnyebben felismerhetők és értelmezhetők azaz mérhetők, mint a felszínen. Éveken át folytatott vizsgálati eredményei nyomán arra a következtetésre jutott, hogy a legfiatalabb kéregmozgásoknak nemcsak minőségi változásai, hanem mennyiségi értékei is kimutathatók a barlangokban tett észlelések és mérések alapján.

Ez a megállapítás a neotektonikai vizsgálatok új módszerének is tekinthető. Így ír ezzel kapcsolatban „*Cseppkő világ*” c. könyvében, 1969-ben megjelent legutolsó művében, melyben barlangkutatási munkásságának összefoglalását adta: „*A barlang egészen külön világ. Bizonyos geológiai és tektonikai jelenségeket a legapróbb részletekig sokkal élesebben és tisztábban tár elénk a barlang mint a külső felszín, melynek mozgalmalms erői ezeknek jó részét nyomtalanul eltüntetik. A barlangokban az ember valósággal benne jár a földkéregben, melynek anyagát, szerkezetét a falakon jól, pontosan láthatja. Különös, hogy a geológusok általában nemigen használták ki ezeket a természetnyújtotta ideális feltárásokat. Ezen kívül a barlangok sokszor felvilágosítással szolgálnak a régi klímaváltozásokról is.*”

Balogh Ernő már munkássága kezdetén felhívta a figyelmet a fényképezés nagy jelentőségére, fontosságára a természettudományos kutatásban. Nemcsak a bar-

langok, hanem általában az erdélyi tájak fényképezésében úttörő szerepe volt. Csodálatraméltó, tudományos jelentőségű és művészi értékű fényképeket készített.

Balogh Ernő professzornak sikerült közel 60 esztendő munkálkodása alatt a tudományos kutatást és a nevelő-oktató munkát teljes összhangban végezni. Szádeczky-K. Gyula professzor fiatal tanársegéde a geológiai gyakorlatokon és az általa vezetett kirándulásokon olyan légkört teremtett, amely közelhozta a mestert és a tanítványait. A tanítványok olyan embert ismertek meg benne, aki szerette szakmáját, a természetet és a tanulni vágyó ifjúságot. Az egyetemi tanár Balogh Ernő 20 éven keresztül oktatta Erdély leendő természettudomány tanárait, geológus és geográfus nemezdekeit. A barlangok felkutatásába és térképezésébe bevonta az egyetemi hallgatókat és a fiatal szakembereket. Kiváló középfokú geológiai tankönyveivel segítette a középiskolás erdélyi magyar fiatalokat természettudományos alapismereteik megszerzésében. Népszerűsítő cikkeiben és ismeretterjesztő előadásaiiban igyekezett a természettudományos és honi ismereteket szélesebb körben a nagyközönség számára hozzáférhetővé tenni. Ezen a téren tevékenysége majdnem egyedülálló: több mint 250 természettudományi és honismereti közleménye jelent meg erdélyi folyóiratokban, napilapokban és könyvecskék formájában, továbbá 100 azon ismeretterjesztő előadásainak száma, melyeket Erdély szinte kisebb és nagyobb városokban tartott.

Előttünk áll egy munkás életpálya, mely hitében, akaraterejében, kitartásában és puritánságában példátadó, megingathatatlanságában és helytállásában a hazát és annak népét szolgáló. Ez apáink nemezdeke, mely két világháborút és három különböző világot ért meg. Büszkén tekintünk és tisztelettel emlékezzünk Balogh Ernőre és a hozzá hasonló munkás, népükhöz hű és azt szolgáló tudósokra.

Balogh Ernőre emlékezve idézhetjük saját szavait, melyekkel Szádeczky K. Gyula professzortól, a mestertől vett búcsút a tanítványok nevében: *„Örökké fűlemben cseng egy mondásod, hogy a becsületesség a legbiztosabb tőke. Csak egyszer hallottam Tőled, de egész életeddel követted is ezt a magasztos irányelvet. Serkentettél, bátorítottál a munkára, nem üres szavakkal, hanem példaadással, azzal a kitartó és szívós szorgalommal, mely nem lankadt soha, a magas életévek múlásával sem és amely csak most tört hirtelen derékba, mikor levette porruhádát, örökre bezárul mögötted a földi lét kapuja.”*

Ezzel búcsúzunk mi is Balogh Ernőtől.

IN MEMORY OF
PROF. DR. ERNŐ BALOGH

1882–1969

by

G. CSIKY

Summary

Ernő Balogh, professor of geology, former head of the Geological Dept at *Bolyai–Babeş University, Kolozsvár (Cluj)* doctor of mineralogy and geosciences, Honorary member of the *Hungarian Speleological Society*, prominent nestor of the Transsylvanian Hungarian geologists, died at his 87th year of age, in 1969, at *Kolozsvár*.

After having completed his studies he obtained his Ph. D. degree by Gy. Szédeczky-Kardoss, professor of geology at Minerology-Geology Dept, where he later became assistant, between 1905–1920.

From 1920 to 1940 he was secondary school professor of geology and geography at *Kolozsvár*. He became President of the natural phylosophy section in *Transsylvanian Museum Association* and of *Transsylvania's Carpathian Union*, in which quality he had done very much for the popularization of geology and geography. In 1940 he was appointed to be head of the Geological Dept. at *Kolozsvár University*, later, in 1945, he was head of the Mineralogy-Petrography Dept. at *Bolyai University* till his retiring in 1959.

The scientific activity of Prof. Dr. Ernő Balogh was rich and mansided. First of all, he was mineralogist, in the early period of his scientific work he was mostly active in mineralogy and petrography. Later changements in his field of research turned his attention and activity to speleology. With this field he brought a new topic into Transsylvania's scientific life. His publication activity was extremely rich as illustrated by more than 250 scientific and vulgarizing papers.

In his mineralogical research the studies of calcites are to be underlined. In this topic the most important publication was that which made clear the lublinitite (protocalcite) problem. Beside mineralogy, he became a notable succesful researcher in petrography and geology. Among other works, he studied, elaborated and monographed the geology-petrography of the north part of the *Transsylvanian Central Mountains*.

His attention was attired to speleology at the end of 1920's, and this field of knowledge remained for 30 years a basic topic of his scientific research. In this field he made a succesful scientific carrier. He started a new epoque in Transsylvanian speleology, because he worked with the geologist's principles, rarely applied before introducing and founding here the mineralogic and geologic research as a new special field. His concepts in speleological research were complex. Beside the speleological publications he presented scientific papers in several topics, like geology, mineralogy, petrography, paleontology, zoology, archeology, etc., relying on scientific materials acquired in cave research. His speleological research led him to summarize the important fact that in caves the stages of geological processes are highly conserved, therefore they can more easy be observe, detect and interpret here than on the surface. Accordingly, in caves the recent earth crust movements can be examined not only qualitatively but by quantitative measurements and observations as well. This fact can be considered to be a new principle and method applicable to neotectonics.

Professor E r n ő B a l o g h managed to have his nearly 60 years of activities form a harmonic composition of very rich educational-pedagogical and scientific research lifework.

THE PORLYUK CAVE OF JÓSVAFŐ

by

D. JÁNOSSY,- L. KORDOS,- E. KROLOPP,- GY. TOPÁL

1. Introduction

The *Porlyuk* cave opens on the Promontory — called *Magas Galya* — of the *Nagy-oldal* in the middle of the *Aggtelek-Jósvafő* karstic region, in the left part of *Lófej* valley, at 53 m height above the valley floor, about 4 km north of *Jósvafő*. It is accessible from *Jósvafő* to *Lófej* valley on the red-marked path after the second gorge of *Lófej* valley.

Coordinates of the entrance:

East of Greenwich	20° 32' /4466,630
North latitude	48° 30' 44" /5375,470
Altitude	404,00 m height above sea level (Baltic Sea level)

The entrance lies in a dog-rose and cornel bush it has been formed along limestone blocks, which broke and bumped along the fissures. 1.8 m deep below the Entrance Hall 3 passage begin. Drift No. II, drift No. I, (Fig. 1., 2.) and the main branch (Fig. 1., 2.). In the Entrance Hall there is a 2.5 m deep drift, which was made in 1967 during paleontological excavations. Branch No. I is a narrow nearly filled dry cave-branch, the end of which is plugged with fragments. Branch No. II opens of a few meters flow other, and its opening closes very often with fallen rocks. From the Entrance Hall opens the main branch too, which leads after a narrow part to the Inclined Hall. The lower part of this Hall is hearily very dripstoned. The Inclined Hall continues with the Flat Hall, averagely 6 m. wide, from which begin short branches (Tuff-bank, Little Tuff Bank, and the Metélő Branch). The beginning of the Metélő Branch is very narrow. The inclined fissure is covered with dripstones, and it continues upwards in a funnel. In this part of the cave the dripstone formation is still active nowadays. First *G á b o r S t r ö m p l* wrote some lines about the cave in 1925. After this, *J á n o s J a s k ó* wrote about the cave in 1933. In 1957—58 *A n d r á s K u n* the first of the Karstic Research Station at *Jósvafő*, investigated the cave with young people of *Jósvafő*. He explored the main branch. In the course of their investigations they found some bones which are deposited in the *Herman Ottó Museum* of *Miskolc* with the inscription: "Cave of Young People, *Jósvafő*." *D. J á n o s s y* discovered these finds in the course of his taking an inventory of the vertebrate material. Later, *L. M a u c h a* informed

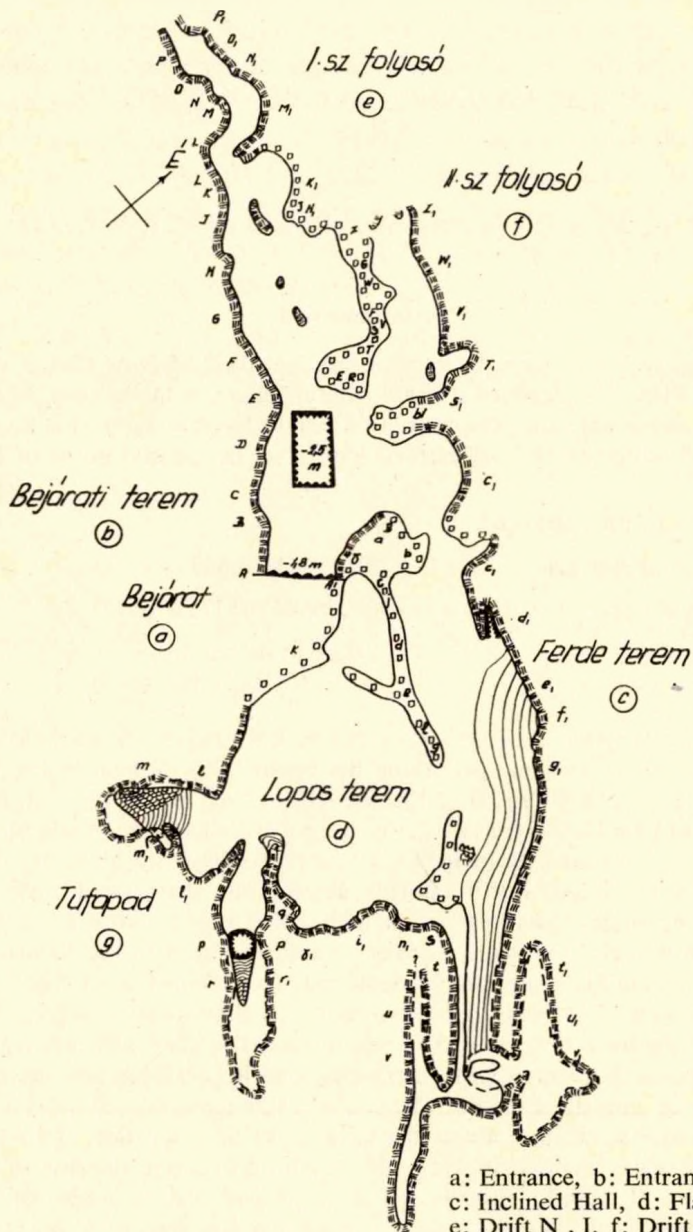
PORLYUK BARLANG

2 0 20m 20m

Bejárati = $\varphi: 48^{\circ} 30' 40''$ $\lambda: 20^{\circ} 32' 50''$ $h: 403,000$ (Balti)

Felmerítte: Korobas L., Pápa A., Takodi A.

Szerkesztette: Korobas L.



a: Entrance, b: Entrance Hall,
c: Inclined Hall, d: Flat Hall,
e: Drift N . I, f: Drift N . II.
g: Tuff Bank. Other letters refer to
cross sections (s. Fig. 3.)

Fig. 1. Layout of the Porlyuk cave.

1. ábra. A Porlyuk-barlang vetületi alaprajza

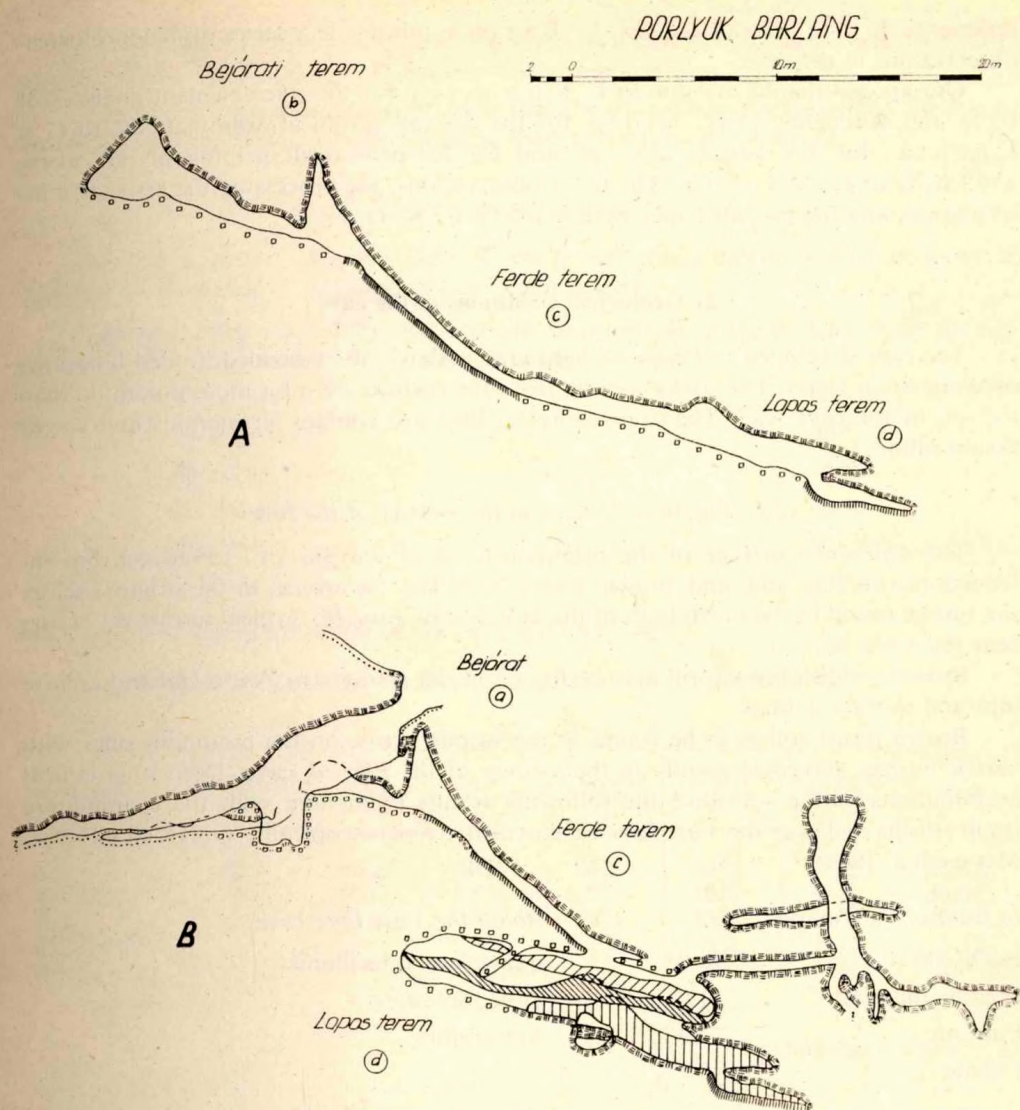


Fig. 2. Longitudinal section of the Porlyuk cave A: unfolded, B: projected, a: Entrance, b: Entrance Hall, c: Inclined Hall, d: Flat Hall

2. ábra. A Porlyuk-barlang hossz-szelvénye A: kifejtett, B: vetített.

Gy. Topál about the scattered finds derived from the Porlyuk cave. After local collections D. Jánossy carried in 1967 a paleontological excavation in the cave. From 1967 there began a geological sampling in the cave, under the direction of L. Kordos. Some meteorological measures were begun for the scientific elaboration of the cave.

The discovered vertebrate material would be worked up with collaboration of L. Kordos by D. Jánossy and Gy. Topál, and the mollusc material by E. Krolopp. M. Járai Komlódi made the pollen examinations of the cave

sediments. In 1968, on our request, L. B a r t h a jun. made a series of meteorological observations in the cave.

Our special thanks are due to I. K u b o v i c s for the trace element analyses of rocks and sediments, to G. B i d l ó for the derivatographical examinations, to G y. K u c h t a for his silicate analyses, and for his permanent helping of our work, and finally to L. M a u c h a. The other observations, the processing the respective information, and the present paper were made by L. K o r d o s.

2. Geological conditions of the cave

The cave developed in *Ladinian*, light grey massive, thick bedded, folded limestone of *Wetterstein* facies. The rocks coming from the surface are a bit more dolomitic than the ore of the cave wall. The stone debris of the cave contain ferruginous and clayey fissure fillings.

2.1. Karstic sediments in the vicinity of the cave

The different soil type of the neighbourhood of *Jósvafő* are: terrarossa, brown-reddish-brown clay soil, and brown forest soil. The terrarossa, in the original sense, can not be found in the north limb of the anticline of *Jósvafő*. Typical terrarossa occurs near the *Vörös-tó*.

Brown, reddish brown soil is to be found on the *Haragistya*, *Nagyoldal* and *Lipinye* tops and in their dolinas.

Brown forest soil is to be found in the woody areas, on the mountain sides with karstic bushes, and consequently in the vicinity of the *Porlyuk* cave. Derivatographical examinations of the soil gave the following results (compared with the examination results of the soil over the *Vass Imre* cave, which is macroscopically similar, B i d l ó — M a u c h a 1964).

In front of the Porlyuk cave:

H ₂ O (200° C)	10.0%
organic material	11.0%
Caolinit	27.0%
Calcite	5.7%

Above the Vass Imre cave:

quarz, montmorillonit
Illite, dolomite
hidrargillite

Between the mineralogical composition of the two samples there is a great difference. The area above the *Vass Imre* cave is in a close connection with the *Haragistya* top, where several clay minerals were produced as a result of the solifluction of the largely eroded bauxitic material and the weathering of rocks could supply some calcite and dolomite.

Purity in minerals of the sample before the *Porlyuk* cave, respectively his high kaolinite content, is due to the high weathering effects, which are predominating on the rocky, karstic bushy mountain side. Kaoline is the main clay mineral of terrestrial weathering.

Subtropical and tropical warm, wet climae and a neighborhood which can oxidie, is favourable for the developing of kaolinite (G y. B á r d o s s y 1961). These conditions are to be found there in summer time by their microclimatic peculiarities. As shown by the studies of G. B i d l ó and L. M a u c h a (1964), in the solution residue of *Wetterstein* limestone kaolinite is predominant. So it is possible that the solution of the similar formations of the *Nagyoldal* gives principally this poor soil.

Illite and montmorillonite (above the *Vass Imre* cave) could be formed in a redeposited, lesswashed alkalined and a bit oxidative environment.

From the two measures is remarkable, that the soil on the *Nagyoldal* and the top of *Haragistya* are different, the conditions of their formation are different.

2.2. Mineralogical filling of the cave

The cave is in minerals very pure. There is very much calcite to find in different formations. Its origin is the result of cold water activity.

Dripstone: Main part of the cave is senile, so most part of the dripstones are deceased. The branches are dripstoned in the following percent:

Drift No. I.	40%
Drift No. II.	40%
Entrance Hall	5%
Inclined Hall	60%
Flat Hall	50%
Metélő branch	90%

The average dripstone content of the cave is 47.5%, 48%.

Percentage distribution of the dripstone of the type in the branches:

Type	1. Entrance Hall	2. No I. drift	3. No II. drift	4. Inclined Hall	5. Flat Hall	6. Cutting Branch	Average
cover	90%	60%	60%	80%	50%	30%	62,5%
stalactite	5%	20%	15%	8%	30%	30%	18,0%
flag	4%	20%	15%	8%	10%	10%	12,8%
stalagmite	—	—	—	2%	6%	25%	5,5%
other	1%	—	10%	2%	4%	5%	2,0%
Altogether: 100,3%							

In the Drift No. I. there are only senile, dry dripstones, their colour is white or yellow and they are porose.

In the Drift No. II. there are senile formations, their colour is white and yellowish-brown, and they are porose.

Dripstone plating of the ceiling in the Inclined Hall is in some places very dissolved. On the under part of the hall there is a great dripstone flowage which separated from the water, which dripped along a great fissure. This flowage extends over the cutting branch. This dripstone flowage is very senile, fissured, it consists of several 2—4 m. thick beds, and most of them are separating from one another. Their colour are white and brown, they are porose and lustreless.

In the Flat Hall the dripstones have got a pisolite cover, and a little percent of them are increasing nowadays too. Their colour is mainly yellow-brownish or white.

The Metélő branch is the most dripstoned part of the cave. Most of them are increasing, there are often to find straw dripstones and stalagmites with form of fungus.

Keresztmetszetek

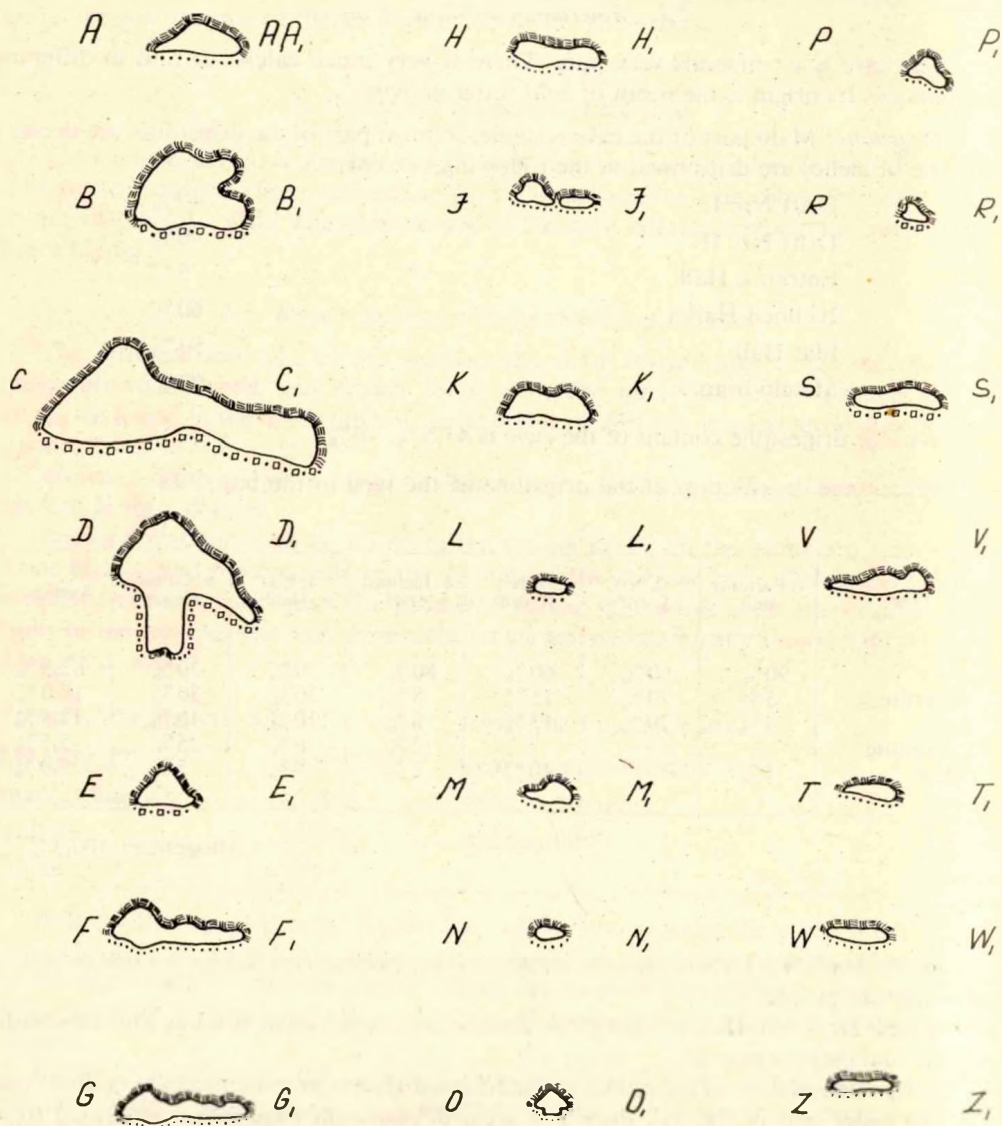
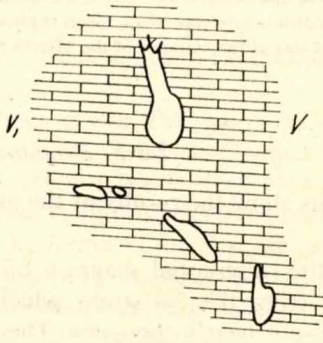
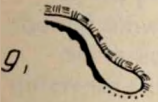
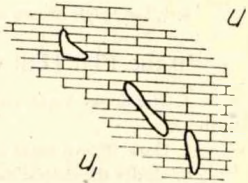
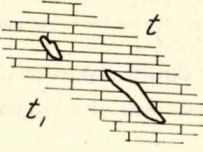
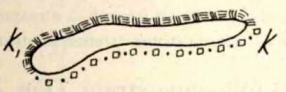
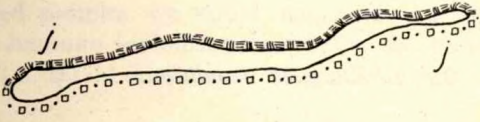
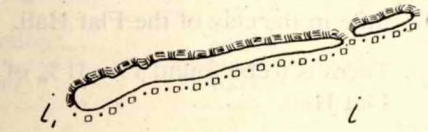


Fig. 3. Cross sections of the cave.

3. ábra. A Porlyuk-barlang keresztmetszetei

2 0 10m



It is interesting that the greater rocks and columns are broken and the two parts are faulted with a few mm. from each other. These are probably the traces of an earthquake which occurred in the historical times.

<i>Tufa (sinter):</i>	In the two little branches beginning from the Flat Hall there is to be found a great calc tuff bank in senile condition.
<i>Calcite:</i>	Calcite crystals are to be found on the cemented clay under the tuff bank with a measure of 1–2 mm.
<i>Limonite:</i>	Limonite occurs as a colouring agent in the dripstones and in the loam.
<i>Goethite:</i>	We could show with derivatograph 0.5–0.7% goethite in the clay of the Flat Hall.
<i>Caolinite:</i>	There is to be found 19–31% of it in the clay of the Flat Hall.
<i>Bauxite minerals:</i>	We could show from the loam of the Flat Hall boehmite and hydrargillite.

2.3. Lithological conditions

2.3.1. General characterization of the sediments

In 1967, in the course of an excavation — as we said — there would be made a 2.5 m deep exploratory trench of 2 × 1 m surface. The trench cut three stratus:

1. 1–1,2 m thick Holocene humus and brown forest soil mixed with debris (trench 1. stratum).
2. 5–10 cm thick reddish brown, stony, loamy hard ground soil (trench 2. stratum).
3. 1,2 m thick brown stony clay on the lower part with large stones (trench 3. stratum).

In the Flat Hall we could separate the following strata (*Fig. 4, 5.*).

4. The upper 5–10 cm thick part of the redishbrown loam filling the hall, with Hoiocene mixing in (lower I. stratum).
5. Dark Brown loam under the previous stratum (lower II. stratum).
6. Under the calcite bank, massive, lumpish breaking greyish brown clay (lower III/a stratum).
7. 20 cm thik stony brown clay under the beforesaid layer (lower III/b stratum).
8. Reddish-brown clay which forms the lowest layer of the cave (lower III/c stratum).
9. Red clay at the entrance of the Metélő-branch, originally blocked by calcite and stalactite bank.

2.3.2. Examination of grain-size distribution

Let us show the results of the grain-size distribution examinations in the following table.

On the differential diagram of the grain-size distribution, the trench 1. stratum separates from the 2.3 strata, which lie underneath (*Fig. 6.*). The composition of the latter two are nearly the same. The vertebrate fauna confirms the difference found in the grain size distribution.

Whereas the upper stratum is *Holocene* on faunistical basis, the fauna of the lower stratum is the same as in the Flat Hall, from *Riss-Würm* time.

griddle number	griddle \varnothing	trench 1.	trench 2.	trench 3.
	mm	%	%	%
1.	2,0	7,76	17,11	31,51
2.	0,8	1,78	0,55	0,55
3.	0,5	0,80	0,26	0,19
4.	0,4	0,25	0,01	0,06
5.	0,25	0,60	0,20	0,30
6.	0,16	0,65	0,31	0,40
7.	0,125	0,23	0,15	0,11
8.	0,10	0,16	0,11	0,11
9.	0,09	0,08	0,06	0,06
10.	0,08	0,05	0,04	0,03
11.	0,071	0,02	0,03	0,02
12.	0,063	0,02	0,02	0,04
Loamy fraction:		12,40	18,80	33,38
		87,60	81,20	66,62
Altogether:		100,00 %	100,00 %	100,00 %

2.3.3. Mineralogical composition

In the examined samples we could recognise macroscopically calcite crystals, calcine grains and limonite (colouring agent). On the basis of the derivatographical measures made by G. B i d l ó the mineralogical composition of the clays in the Flat Hall are following:

Mineral component	4. stratum	5. stratum	6. stratum	7. stratum
H ₂ O	3,0% (180)	5,5% (200)	4,5% (210)	4,0% (190)
hydrargillite	1,2% (260)	0,8% (260)	—	0,5% (250)
goethite	0,5%	0,7%	—	0,5%
caoline	31,0%	23,0%	19,0%	19,0%
calcite	9,5%	9,1%	2,4%	6,8%
boehmite	—	—	?	—

On the basis of the examinations came to light, that the mineralogical composition of the 4. and 5. strata differs from the lower, originally with calctuff covered 6–7 sample one.

In the previous samples there is more caolinite and calcite. In the 6. sample could be showed some uncertain traces of boehmite.

Surveyed the examinations of the loamy fillings of the *Porlyuk* cave, we find a difference from the samples took in the nearly laying *Vass Imre* cave, which formed in similar rocks. (G. B i d l ó — L. M a u c h a 1964.). While in the *Porlyuk* cave the kaolin is dominating, in the *Vass Imre* cave we could not find it, but there is to be found a great deal of illite and montmorillonite, which is not to be found in the *Porlyuk* cave. In the terrarossa samples coming from the *Haragistya* top, and in the solution rest of the *Wetterstein* limestone, already kaolin occurs, montmorillonite is present in a little quantity, respectively there is not in the solution rest. The quantity of illite is considerable. Compared the cave samples with the samples took from the surface before the entrance, we could manifest, that the composition of them is nearly the same, naturally in the samples from the surface there is to be found more organic matter.

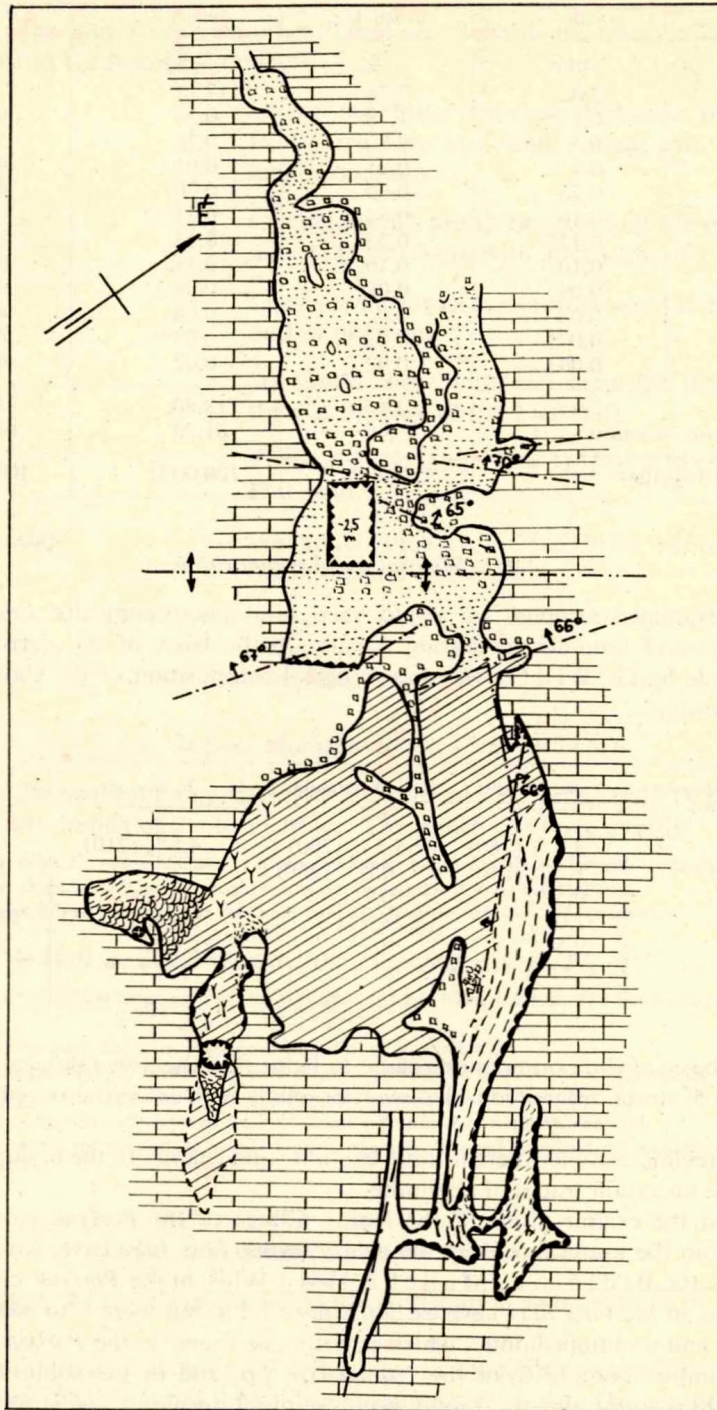


Fig. 4. Geological map of the Porlyuk cave with use of the international cave-map code.
 4. ábra. A barlang földtani térképe a nemzetközi barlangtérképjelkulcs felhasználásával.

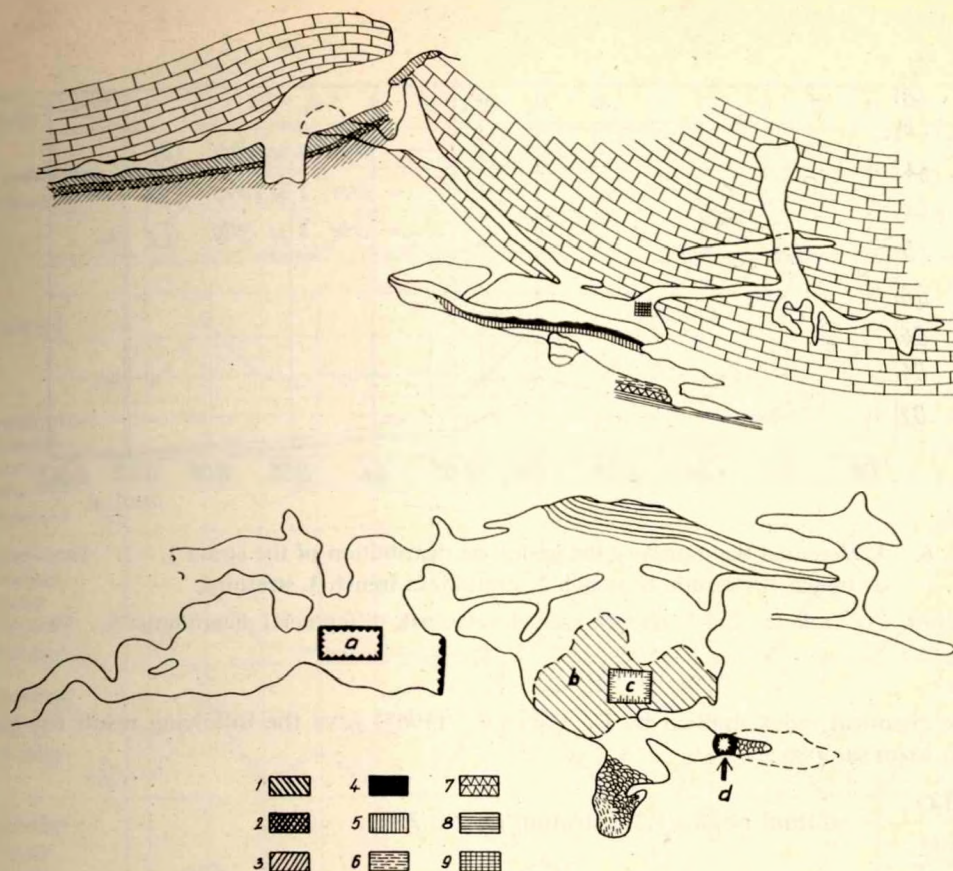


Fig. 5. Position of the sediments of the Porlyuk cave with indication of sampling points of paleontological excavations (*a, b, c, d*). Above: projected longitudinal section. Below: horizontal projection.

5. ábra. A Porlyuk-barlang üledékeinek helyzete az őslénytani ásatás gyűjtési helyeinek megjelölésével (*a, b, c, d*). Felül: vetített hossz-szelvény. Alul: alaprajz.

Mineralogical composition of the soil-samples stands closer to the strata 4, 5.

This confirms the hypothesis, that the fauna coming from this stratum is mixed with Holocene and the strata covered with calcite bank are the "pure" ones.

2.3.4. Chemical composition:

Chemical composition of the samples from the strata 8, 9.:

	8. stratum %	9 stratum %
+H ₂ O	7,09	10,90
SiO ₂	62,91	44,92
Fe ₂ O ₃	5,43	7,28
TiO ₂	0,78	1,06
Al ₂ O ₃	16,71	37,38
CaO	2,74	2,58
MgO	1,62	1,80
CO ₂	1,51	1,42
K ₂ O	1,15	2,10
Na ₂ O	0,94	1,30
Altogether:	100,08%	100,74%

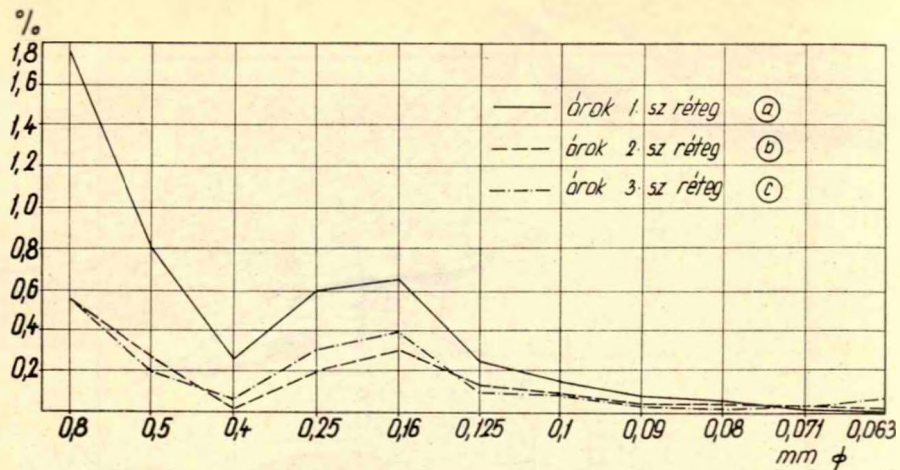


Fig. 6. Differential diagram of the grain-size distribution of the strata 1.-2.-3.
a: trench 1. stratum, b: trench 2. stratum, c: trench 3. stratum.

6. ábra. Az árok 1.-2.-3. rétegek szemeloszlásának differenciál diagrammja

The chemical index applied by L. V é r t e s (1965) gave the following result for this two loam samples:

$$\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{SiO}_2} = \text{stratum no. 8.: 1.26; stratum no. 9.: 2.4.}$$

4

The chemical index of stratum 8. is interstadial, index of stratum 9. is interglacial on the basis of the boundaries established by L. V é r t e s (1965). Data of the chemical examinations and the chemical index calculated from these are nearly the same as the paleontological data. Both examinations placed the formation of the sediment in a "warm" period.

2.3.5. Trace element examinations

The results of the trace element examinations are shown in ppm in the following table, and in Fig. 7.

Results of trace element analysis (values in ppm)

Sample	B	Ba	Co	Cr	Cu	Ge	Mn	Ni	Pb	Sr	Ti	V	Sn	Ag	Zn
8. stratum	25	600	25	60	10	1	600	100	16	100	2500	100	0	0	100
9. stratum	16	100	25	16	25	1	60	100	25	0	1000	40	0	0	250
dripstone	10	160	25	1,6	25	1	16	16	6	400	60	0	0	16	0
limestone	10	100	—	1,6	60	—	16	6	40	2500	60	0	0	16	160
sol. rest. of surface limest.	160	160	25	60	60	25	16	160	100	100	600	100	160	1,6	600
sol. rest. of cave limest	10	160	25	16	10	2,5	16	25	10	1600	60	0	160	2,5	100

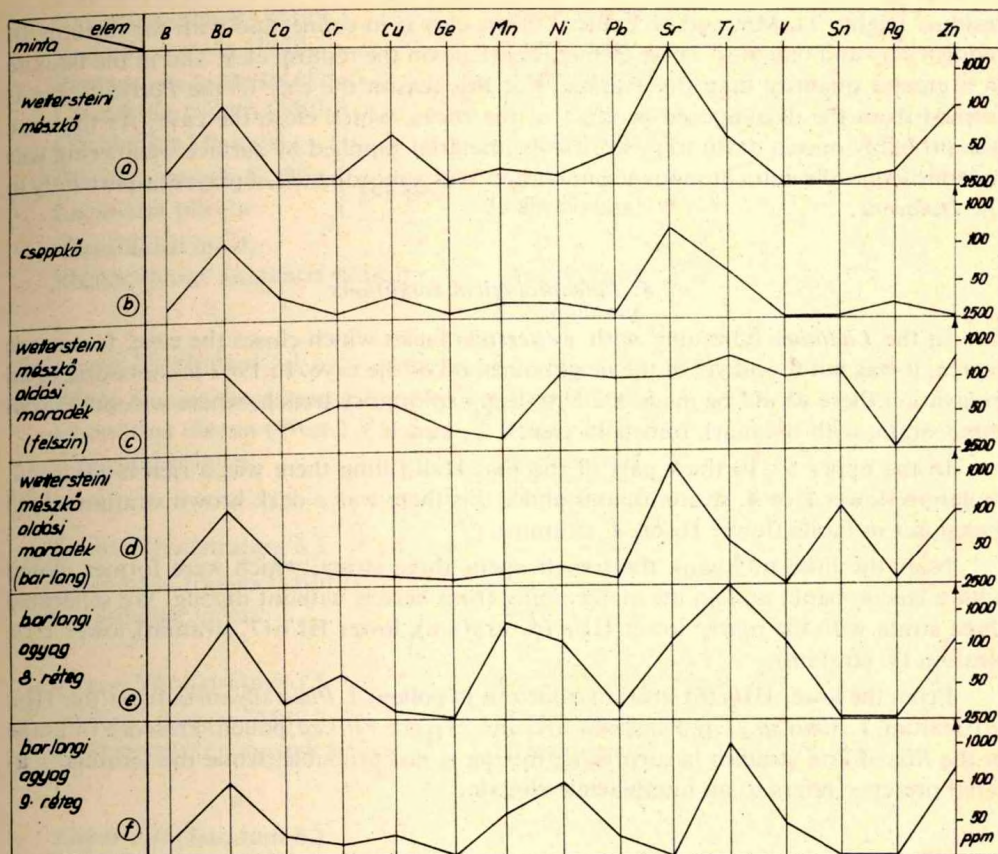


Fig. 7. Trace element content distribution in p.p.m.

a: Limestone of Wetterstein, b: stalactite, c: insoluble rest of the Wetterstein (surface), d: insoluble rest of the limestone of Wetterstein (cave), e: clay from the cave (8th stratum), f: clay from the cave (9th stratum)

7. ábra. A nyomelemtartalom eloszlása ppm egységben

Distribution of the limestone and dripstone trace elements are nearly the same. In greatest quantity strontium and barium are to be found. There is a difference only in the distribution of Zn. Whereas we can find this element in the limestone a greater quantity, it is totally absent in the dripstone.

There are differences between the solution residues of the *Wetterstein* limestone coming from the cave and from the surface. In the limestone coming from the surface there is more B, Cr, Cu, Ni, Pb, Ti, V. The difference between the limestone and its solution residue appears in the increase of the quantity of Sn, in the solution residue as against the limestone and the dripstone, where is present only in minimal quantity. The trace element quantity of the cave clays differs from the trace element quantity of the solution residue of the limestone and dripstone.

Opposed to the previous ones, the quantity of Ti will be the greatest, and the quantity of Mn and Ni grows too.

Quantitative distribution of the trace elements of the cave loam is largely the same as the trace elements of the limestone, namely with the trace elements of its solution

residue. Higher Ti, Mn, and Ni content of the clay is in connection with the forming of reddish clay and bauxites. These elements enrich on the reddish clay, and in the bauxite in a greater quantity than the average. For this reason the clay of the *Porlyuk* cave is formed from the decomposed product of the rocks, which close the cave. As the cave was probably once a drain trap, so first the material supplied by surface weathering was redeposited, while autochthonous accumulation was subordinated, it played a part only in the *Holocene*.

2.4. Paleontological conditions

In the *Ladinian* limestone with *wetterstein* facies which closes the cave, fossils are scarce, it was not found yet in the neighbourhood of the cave. In 1967 in the course of an excavation there would be made a 2.5 m deep exploratory trench, where we could cross three strata, with the mark trench 1., trench 2., trench 3.

In the upper 5–10 thick part of the Flat Hall filling there was a rich fauna accumulation (lower I. or 4. stratum), and under this there was a dark brown stratum which was purer in fauna (lower II. or. 4. stratum).

Near the little tuff bank the trench opens three strata, which were former closed with a calcite bank, and so the clay coming from here is without mixing. We separated three strata with the mark: lower III/a (6. stratum), lower III/b (7. stratum), lower III/c stratum (8. stratum).

From the lower III/a (6) stratum came out in pollen: 1. *Pinus silvestris*, from the III/c (8) stratum, 1. *Alnus sp.*, 1. p. *Pinus silvestris* and 23 piece *Vitis sp.* pollen. Presence of grape in the *Riss-Würm* stratum is surprising, mixing is not probable, while the terminal material presence refers to an interglaciale climate.

2.4.1. Snails of the *Porlyuk* cave

Trench 1.

Abida frumentum (Drap.)	+
Zebrina sp. indet.	1 specimen
Cochlodina sp. indet.	+
Limacidae indet.	3 specimens
Helicogona cfr. faustina (Rm.)	+
	<hr/>
	4 specimens

Trench 2.

Was not to be found.

Trench 3.

Limacidae indet.	2 specimens
Cepaea vindobonensis (C. Pfr.)	+
	<hr/>
	2 specimens

Lower I. (stratum 4.)

Sadleriana pannonica (Frauenf.)	1 specimen
Abida frumentum (Drap.)	22 specimens

<i>Chondrina clienta</i> (West.)	14 specimens
<i>Vallonia pulchella</i> (Müll.)	2 specimens
<i>Vallonia costata</i> (Müll.)	1 specimen
<i>Pyramidula rupestris</i> (Drap.)	3 specimens
<i>Chondrula tridens</i> (Müll.)	+
<i>Cochlodina</i> sp. indet.	2 specimens
<i>Clausilia pumila</i> C. Pfr. } (Drap.)	33 specimens
<i>Laciniaria plicata</i>	
Clausiliidae indet.	
<i>Phenacolimax annularis</i> (Stud.)	4 specimens
	<hr/> 82 specimens
<i>Lower II.</i> (stratum 5.)	
<i>Abida frumentum</i> (Drap.)	1 specimen
<i>Chondrina clienta</i> (West.)	1 specimen
Clausiliidae indet.	2 specimens
	<hr/> 4 specimens
<i>Lower III/a</i> (stratum 6.)	
<i>Chondrula tridens</i> (Müll.)	+
Clausiliidae inder.	+
<i>Lower III/b</i> (stratum 7.)	
<i>Vallonia costata</i> (Müll.)	1 specimen
<i>Helicigona</i> cfr. <i>faustina</i> (Rm.)	2 specimens
	<hr/> 3 specimens
<i>Lower III/c</i> (stratum 8.)	
<i>Vallonia</i> cfr. <i>costata</i> (Müll.)	1 specimen
Clausiliidae indet.	1 specimen
	<hr/> 2 specimens

The small Mollusca material is not suitable for drawing conclusions, still less for showing the faunistical differences between the strata. The material of the lower stratum I. which is nearly statistical, refers to a dry, in any case the same or a bit warmer climate as it is today. (More than 25% *Abida frumentum*, absence of *Zonotiides* and *Limacides*.)

In the neighbourhood of the cave there was a bush vegetation in that time. The *Cepaea vindobonensis* coming out from the stratum 3. in the trench also signals an "inter" phase.

The most interesting species of the fauna in the *Porlyuk* cave is *Phenacolimax annularis*, which is a high-mountainous form, and it is to be found with a South-South-east distribution, as far as *Persia* and in *Hungary* is only known from *Tarkö* in the *Bükk* Mts. (S o ó s 1955—59.)

A fossilized was also recovered from the *Middle Pleistocene* material of the rock-shelter *Tarkö*. (K r o l o p p 1965.)

The *Zebrina* sp. appearing in the material of stratum I, of the trench (which can be identified with the only *Zebrina* sp., the *Zebrina detrita* (M ü l l.), w ich lives in *Central Europe*. Noteworthy is *Sadleriana pannonica* which lives in springs, it seems obvious that it joined the material by sluicing, so much so that because a great quantity is living

nowadays in the water of the *Lófej* springs. As its degree fossilization is the same as the preservation of the other part of the fauna, it fall probably from a bird's stomach into the sediment and to belong to the *Pleistocene* fauna.

In the course of the excavation of 1967 we concentrated our attention to the sub-fossile and fossile vertebrate fauna. Most part of the fauna came out from the strata I. and II, of the Flat Hall, and a little part came from the material of locality III. We examined on the surface of the filling in the Flat Hall over 48–50 m² area, 10–20 cm deep the sediment for finding macrofauna. Localities I. II. III. had 1–2 m² surface and we took therefrom little material samples a (max. of 40–50 kg) which would be rewashed in the *Lófej* spring. We took few samples from the recessed trial trench (with the mark trench I. II. III.) A detailed description is given in the "Lithological conditions". (Their positions are in *Fig. 5*.)

2.4.2. Bat fauna of Porlyuk cave

Lower I. stratum

Myotis bechsteini cf. robustus

- 1 specimen right humerus, complete
 - 2 specimens right maxilla fragment with P⁴-M³ teeth
 - 1 specimen left P⁴, 3 left upper C, 1 left M², 1 specimen left M³
 - 1 specimen complete mandibula with M₁-M₃ teeth
 - 1 specimen left mandibula fragment with M₁-M₃ teeth
 - 1 specimen left mandibula fragment with broken M₃
 - 1 specimen right complete mandibula without teeth, it is smooth
 - 2 specimens right lower C, 2 right M₁, 1 specimen right M₃, 1 specimen left P₁
 - 1 specimen cochlea
- of least 4 individuals

Myotis emarginatus

- 1 specimen left mandibula fragment, its coronoid process is complete, with M₂-M₃
 - 1 specimen left mandibula fragment with nearly complete alveolus
 - 1 specimen right mandibula with M₁ M₂, with the alveolus of the other teeth
 - 1 specimen right M¹, 1 specimen left M¹, 1 specimen cochlea
- of least 2 individuals

Myotis nattereri

- 1 specimen right mandibula a with P₄ and M₂-M₃, the other alveoli are available
 - 1 specimen left mandibula fragment with M₂-M₃
 - 1 specimen left lower C, 1 specimen cochlea
- of least 1 individual

Myotis myotis

- 1 specimen right upper C, 1 specimen left M²
- of least 1 individual

Myotis cf. capaccinii

- 1 specimen right mandibula fragment with M₁ and the alveolus of P₄
 - 1 specimen left M¹
- of least 1 individual

Eptesicus nilssoni

- 1 specimen left maxilla fragment with P⁴ and M²-M³
- 1 specimen left maxilla fragment with M³ and the alveolus of the other teeth
- 1 specimen right M¹, 1 specimen left M¹, 1 specimen left M³ 1 specimen cochlea
- 1 specimen right mandibula specimen with M₁ specimen and damaged M₂
- 1 specimen right mandibula with molar alveoluses
of least 3 individuals

Barbastella cf. leucomelas

- 1 specimen right humerus distalis fragment
- 1 specimen right maxilla with M¹-M²
- 1 specimen right upper C, 1 specimen right M₁, 1 specimen right M₂
- 1 specimen left mandibula with fore alveoluses
of least 1 individual

Plecotus auritus

- 1 specimen right humerus distalis specimen
- 1 specimen right nearly complete mandibula, perhaps with appropriate C and M₁-M₃
- 1 specimen right mandibula fragment with alveoluses
- 1 specimen left mandibula fragment with P₄
- 1 specimen left, lower C, 1 specimen right P₄, 1 specimen left M¹, 1 specimen left M₂, 1 specimen right M₃, 1 specimen left M₁, 1 specimen right M³
of least 2 individuals

Lower II. stratum

Myotis myotis

- 1 specimen right upper C 1 individual

Plecotus auritus

- 1 specimen left lower C 1 individual

Chiroptera indet.

- 1 specimen metacarpus fragment

Lower III/a stratum

Myotis nattereri

- 1 specimen left mandibula fragment with M¹-M²
- 1 specimen right M₃
of least 1 individual

Myotis bechsteini cf. robustus

- 1 specimen left mandibula with M₁-M₂ and with the alveolus of the third molar
- 1 specimen left mandibula with M₃ and the alveolus of the little premolar
- 1 specimen right mandibula fragment with damaged M₂-M₃
- 2 specimens left M₁, 1 specimen right M₁, 1 specimen left lower C
of least 4 individuals

Myotis myotis

- 1 specimen left mandibula with specimen M₂
- 1 specimen left P₄
- 1 individual

Myotis daubentoni

- 1 specimen right mandibula with P₄-M₃, forward alveoluses
- 1 specimen right P₄
- 1 sample

Barbastella cf. leucomelas

- 1 specimen right mandibula fragment with alveoluses 1 individual

Plecotus auritus

- 1 specimen right maxilla fragment with P⁴ and M²
- 1 specimen right P⁴
- 1 specimen left maxilla fragment with P⁴ and M³
- 1 specimen right upper C
- 1 specimen left mandibula fragment with M₁
- 1 specimen left mandibula fragment with M₃
- 1 specimen left M₂, 1 specimen cochlea

Trench III. stratum

Plecotus auritus

- 1 specimen left mandibula with P₄ and M₃
- 1 specimen right mandibula fragment with the alveoli of the molars

Myotis myotis was found in fossilized state near the *Porlyuk* cave only from the stratum 11. of *Subalyuk* and from the *Lambrecht Kálmán* cave. It seems, that the *Myotis cf. capaccinii* from the lower stratum I., corresponds to the species deriving from the *Ördöglyuk* cave at *Solymár*.

Barbastella is larger than the recent *barbastrellus*, and it seems to be the same as the form which lived in the *Pleistocene*. It is remarkable, that in the lower stratum I. *Eptesicus nilssoni*, was relatively frequent but it occurred only in the upper — mixed — stratum.

It is interesting the absence of *Rhinolophi*.

2.4.3. *Fossile fauna, other than gastropods and bats, the Porlyuk cave*

It was an interesting observation that in the upper 10 cm the enrichment of the fauna was remarkable. In the samples taken horizontally from any part of the sediment, the faunal composition was the same. Accordingly the precipitations or the solifluction extended the material steadily (there was no local but cast enrichment.).

We determined from several thousand bones and bone fragments the skeletons of the following species.

Lower stratum I.

- Celtis australis* — 1 specimen seedfragment
- Anura* indet. — 9 specimens pelvis, 1 specimen mandibula

- Lacerta* indet. — 54 specimens mandibula, 3 specimens intermaxilla
- Ophidia* indet. — nearly 16.500 vertebra from \pm 50 samples, 2 skulls, 180 specimens mandibula (fragment too), nearly 600 ribs.
- Talpa europaea*. — 1 specimen P₁, 1 specimen humerus, 21 specimens unguis
- Sorex minutus* — 4 specimens mandibula, 1 specimen maxilla 1 specimen upper inc.
- Sorex araneus* — 1 specimen mandibula, 4 specimens maxilla, 1 specimen upper inc., 1 specimen lower inc.
- Crocidura* cf. *robusta* — 3 specimens mandibula, 1 specimen maxilla
- Erinacerus europaeus* — 1 specimen C sup.
- Sciurus vulgaris* — with maxilla M¹.
- Citellus citellus* — 1 specimen mandibula, 4 specimens max. 2 specimens P⁴, 3 specimens M₁, 2 specimens M₂, 6 specimens M₃, 4 specimens P⁴, 9 specimens M¹, 5 specimens M², 1 M³ 1 specimen lower inc. 2 specimens radius 3 specimens ulna, 2 specimens femur.
- Sicista subtilis betulina* group — 3 specimens mandibula, 2 specimens max., 1 specimen M₁, 2 specimens M₂, 1 specimen M¹, 2 specimens M²
- Glis glis*. — 3 specimens P₄, 2 specimens M₁, 1 specimen M₂ 1 specimen M³.
- Dryomys nitedula* — 1 specimen P⁴, 1 specimen M₂ 1 specimen humerus (?)
- Muscardinus avellanarius* — 4 specimens M¹
- Spalax leucodon* — 1 specimen M¹, 1 specimen M₂ 2 M₁, 2 specimens M₃, 1 specimen M³, 1 specimen ulna, 1 specimen femur, 1 specimen upper inc.
- Apodemus sylvaticus* — 84 specimens M₁, 54 specimens mandibula left, 27 right, 32 specimens 230 specimens M₂, M₃, M¹ M² M³, 53 specimens max., 110 specimens upper incisivus, 36 specimens lower incisivus.
- Allocricetus bursae* — 2 specimens M¹ 1 specimen M²
- Cricetus cricetus major* — 1 specimen mandibula (M₁-M₃) 1 specimen lower inc., 1 specimen tibia, 1 specimen femur fragment

- Clethrionomys glareolus* — 5 specimens mandibula 2 specimens max., 7 specimens M_1 , 1 specimen M_2 , 8 specimens M_3 , 4 specimens M^1 , 1 specimen M^2 2 specimens M^3
- Arvicola terrestris* — 4 specimens M_1 = 2 specimens left — 2 specimens right, 27 specimens molaris fragments, 10 specimens upper incisivus, 7 specimens lower incisivus, 5 specimens humerus 3 specimens maxilla fragments, 6 specimens femora, 3 pelvis, 1 tibia, 1 scapula
- Pitymys subterraneus* — 1 specimen M_1
- Microtus arvalis* — 238 specimens M_1 , nearly 400 specimens M_2 , M_3 , M^1 M^3
- Microtus nivalis* — 3 specimens mandibula, 1 specimen M_1 (right 3 specimens, left 1 specimen)
- Ochotona pusilla* — 4 specimens I^1 , 2 specimens P^3 , 2 specimens P^4 , 3 specimens M^1 , 1 specimen M^2 , 2 specimens M^3 , 2 specimens P_4 , 2 specimens M_1 , 1 specimen M_2 , 1 specimen tibia, 1 specimen humerus
- Lepus europaeus* — 1 specimen maxilla, 2 specimens upper I ., 1 specimen mandibula, 2 specimens P_3 , 1 specimen M_1 (?) 1 specimen P^3 , 1 phalanx.
- Ursus arctos* — M^2 I^1 I^2 2 specimens caninus fragm., forward part of the mandibula with P_4+C and with the ascending linge, 1 pieces P_4M_2 fragm., M_3 , vertebra corvicalis, humerus (the prox. part is broken) acetabulum pelvis, femur dist. fragm. right and left complete, tibia, mc_4 , mc_5 , fr., mt_1 , metapodium fragm., pisiforme 2 specimens phalanx, I, phalanx II. and phalanx III.
- Ursus aff. spelaeus.* — mandibula anterior fragment (without the alveoli of the anterior premolares) naviculare lunatum.
- Meles meles* — 1 specimen I^3
- Felis silvestris* — mandibula fragm
- Equus abeli* group. — right branch of the mandibula (complete molar row and the incisores too) phalanx I, phalanx II.
- cf. *Capreolus capreolus* — pelvis fragm.
- Cervus elaphus* — 2 specimens antler fragm, P_4 , tibia, metatarsus (distale incomplete) astragalus, calcaneus, 4 phalanx I.
- Ovis* sp. (little race) — metatarsus, 2 phalanx I, phalanx II.

Lower stratum II.

- Anura indet. — limb fragment, 1 specimen vertebrae
Lacerta indet. — 7 specimens chaps
Ophidia indet. — 5 specimens mandibula, nearly 550 vertebrae
Talpa europaea — 1 specimen M₁, 1 specimen M₂ 2 specimens unguisses, 2 specimen phalanx
Citellus citellus — 1 specimen M¹
Muscardinus avellanarius — 1 specimen M¹ (?)
Glis glis — 1 specimen M₂
Apodemus sylvaticus — 7 specimens M₁, 2 specimens M₂, 5 specimens M₃, 3 specimens M¹, 1 specimen mandibula
Clethrionomys glareolus — 1 specimen M₂, 1 specimen M₁, 1 specimen M³
Arvicola terrestris — 5 specimens molaris fragments, 1 specimen I¹
Microtus arvalis — 1 specimen mandibula 8 specimens M₁, 17 specimens M₂, 14 specimens M₃, 13 M¹, 4 specimens M¹, 18 specimens M³ 19 upper and 17 lower incisivus.

Lower III/a stratum

- Anura indet. —
Lacerta indet. — 4 specimens chaps
Ophidia indet. — nearly 450 vertebrae, 5 specimens mandibula
Lyrurus tetricus. — 2 specimens phalanx 2. dig. 2.
Talpa europaea. — 1 specimen C, 3 unguisses, 1 specimen ulna fragm.
Sorex araneus, — 1 specimen mandibula (M₁-M₁)
Sorex minutus. — 2 specimens mandibula fragm.
Crocidura cf. robusta. — maxilla fragm.
Citellus citellus. — maxilla with P⁴ — M², 1 specimen M₃, 1 specimen I, P³, P₄, M inf. M sup.
Muscardinus avellanarius. — 1 specimen M¹
Sicista subtilis betulina group. — M₁, M₂
Spalax-leucodon group. — 1 specimen M³, 1 specimen mol. inf., 1 specimen M₃, lower inc. mand. fr.
Apodemus sylvaticus group. — 1 specimen mandibula, 2 specimens M₁, 6 specimens I¹, 7 specimens I.
Arvicola terrestris. — 1 specimen M¹, 1 mandibula, 3 specimens M₁, 1 specimen mol. fragm., 1 specimen M₂, 1 specimen I¹, 5 specimens I.

- Microtus arvalis.* — 30 specimens M₁, 8 specimens M₂, 8 specimens M₃, 12 specimens M¹, 2 specimens M², 3 specimens M³, 80 specimens I¹, 49 specimens I₁.
- Microtus nivalis.* — M₁
- Ochotona pusilla.* — maxilla fr., mandibula, 3 specimens I₁, 1 specimen P⁴, 1 specimen P₃, 3 specimens M₂, 3 specimens M¹.
- Vulpes vulpes.* — femur fragm. tibia fragm. astragalus calcaneus, 2 specimens metapodium, 2 phalanx I., 1 specimen phalanx III.
- Mustela nivalis.* — 1 specimen C¹
- Felis silvestris.* — phalanx II, phalanx III.

Lower III/b stratum

- Anura indet.* —
- Lacerta indet.* — 12 specimens chap fragments
- Ophidia indet.* — nearly 500 vertebrae, 13 mandibula.
- Talpa europaea.* — 1 specimen M²
- Crocidura sp.* — 1 specimen mand (M₁)
- Citellus citellus.* — 1 specimen P₄, 1 specimen M₁, 1 specimen M₂, 1 specimen M¹ 1 specimen M₂.
- Sicista subtyllis-betulina group.* — 1 specimen M₁, 1 specimen M₂, 1 specimen M¹, 1 specimen M²
- Apodemus sylvaticus group.* — 6 specimens M₁, 4 specimens M₂, 1 specimen M₃, 5 specimens M², 4 specimens M³, 2 specimens lower I, 2 specimens upper I.
- Allocricetus bursae.* — 1 specimen M¹
- Cricetus cricetus major.* — lower mol fragment.
- Clethrionomys glareolus.* — 1 specimen M₁, 1 specimen M₂
- Arvicola terrestris* — 1 specimen mandibula, 2 specimens I₁, 1 specimen I¹, 2 specimens M₁, 2 specimens M₂, 1 specimen M³
- Microtus arvalis.* — 42 specimens M₁, 61 specimens M₂, 40 specimens M₃, 53 specimens M¹, 36 specimens M². 39 specimens M¹, 21 specimens upper I, 7 specimens lower I., 5 specimens humerus, 2 specimens ulna, 1 specimen femur.

Lower III/c stratum

- Anura indet.* —
- Ophidia indet.* — 67 vertebrae
- Apodemus sylvaticus group.* — 1 specimen M₁, 1 specimen M², 3 specimens I¹, 4 specimens I.

- Clethrionomys glareolus. — 1 specimen M_3
 Microtus cf. arvalis — 1 specimen M^1 , 1 specimen M^2 , 1 specimen M_2 , 4 specimens I, 5 specimens I^1
- Trench I. stratum*
- Anura indet. — 13 specimens fragments
 Lacerta indet. — 9 specimens mandibula and maxilla fragments
 Anguis fragilis. — 15 specimens scales
 Ophidia indet. — 94 specimens vertebrae, 3 p. mandibula
 Talpa europaea. — 1 specimen P_1 , 1 specimen P^4 , 3 unguisses, 3 specimens other phalanxes
 Citellus citellus. — 1 specimen M_1 , 1 specimen P_4 , 1 specimen M_3
 Glis glis. — 1 specimen lower incisivus
 Dryomys nitedula. — 1 specimen mandibula fragment with M_1 .
 Apodemus sylvaticus. — 7 specimens M_1 , 3 specimens M^1 , 1 specimen M_2 , 1 specimen M^2 , 3 specimens mandibula, 14 specimens incisivus 2 specimens M^3 .
 Clethrionomys glareolus. — 2 specimens M_2
 Arvicola terrestris. — 1 specimen M_1 , 1 specimen M_2 .
 Pitymys subterraneus. — 2 specimens M_1 .
 Microtus arvalis. — 17 M_1 , 17 specimens M_2 , 12 specimens M_3 , 11 specimens M^1 , 5 specimens M^2 , 11 specimens M_3 , 7 specimens lower and 11 upper incisivus.
 Lepus sp. — molar fragment.
- Trench II. stratum*
- Anguis fragilis. — 1 specimen scale
 Ophidia indet. — 2 specimens mandibula, 1 specimen rib
 Microtus sp. (?) — 1 specimen M_3 .
- Trench III. stratum*
- Lacerta indet. — 8 specimens mandibula resp. max. fragm.
 Ophidia indet. — 182 specimens vertebrae, 3 mandibula
 Sorex araneus. — 1 specimen M_1
 Citellus citellus. — 1 specimen P_3 (max) 1 specimen P^4
 Spalax sp. — 1 specimen M^1 , 1 specimen M^2 .
 Apodemus sylvaticus. — 2 specimens M_1 , 1 specimen M_2 , 1 specimen M^3 2 specimens M^1 , 1 specimen M^2
 5 specimens upper I. 4 specimens lower I.
 2 mandibula, 1 specimen max.

- Arvicola terrestris. — 2 specimens M¹, 1 specimen M³, 2 specimens I¹, 2 specimens I₁, 1 specimens humerus 2 specimens M₂.
- Microtus arvalis. — 11 specimens M₁, 6 specimen M₂, 13 specimens M₃, 10 specimens M¹, 10 specimens M², 12 specimens M³, 23 specimens upper I. 18 specimens lower I.

2.4.4. Stratigraphical evaluation

Both the local examination and the preservation of the material lead to the conclusion that the material coming from the lower locality I. — the upper 5–10 cm of the Flat Hall — there is a *Holocene* mixing in the *Pleistocene* clays. (Besides the preservation this is indicated by a few species restricted only to the *Holocene*, and by the great number of the *Apodemus*.) Taking into consideration that the microfauna, coming from here does not differ from the material of the locality III. which was not disturbed, the mixing cannot be very significant.

The colour of the bones is more or less reddish, the macrofauna is more fossilized than the greater part of the microfauna.

Before discussing the geological age of the fauna, we have to make some observations on the morphological, morphometric and climatical characteristics of the species. Thus chronology will be more exact.

Although it does not belong to the fauna the presence of a surely identifiable Celtis seed is remarkable which forms a connection with presently known Hungarian representatives of the last interglacial sediments. (*Süttő*, *Lambrecht Kálmán cave*, *Tata*).

The amphibious and reptilian material has not been precisely identified, but on the basis of the preliminary determinations the great number of reptile vertebras is remarkable. As such quantity of snakes could not have been introduced by pellets, we must think, that the cave was a hiding place for these animals. The snakes and the lizards underline the interglacial character of the sediment.

From the climatical point of view is the black grouse the most important among the birds, as it lives in Eurasia in an area between the 11 and 22° C July isotherms in an environment poor in trees though having a rather humid vegetation.

From the group of the white-toothed shrews the presence of a large *Crocidura* is characteristic. The size of its mandibula (height of coronoid process 4.9–5.1 mm, M₁-M₃ length 4.3–4.5 mm) and the allometrical differences dissimilar with the recent forms testify to the fact that we have to do with *Crocidura robusta* Heller (1960.). (See Fig. 8. diagram.)

The appearance of this species — to our knowledge — is the first discovery ever found in *Hungary*.

From the stratigraphic point of view is important that the larger species from the red-toothed shrew (*Sorex araneus*) falls in the size category which is characteristic of the *Pleistocene* — *Holocene*. (Height of coronoid process 4.3–4.4 mm, length of M₁-M₃ 3.9–4.0 mm; length of teeth row without I₂ is 5.5–5.6 mm.). It closes not only the assignment the *Lower Pleistocene*, but it means a difference against *Süttő* (crown—appendage height of *S. araneus* mandibula coming from this latter, is 5,0 mm).

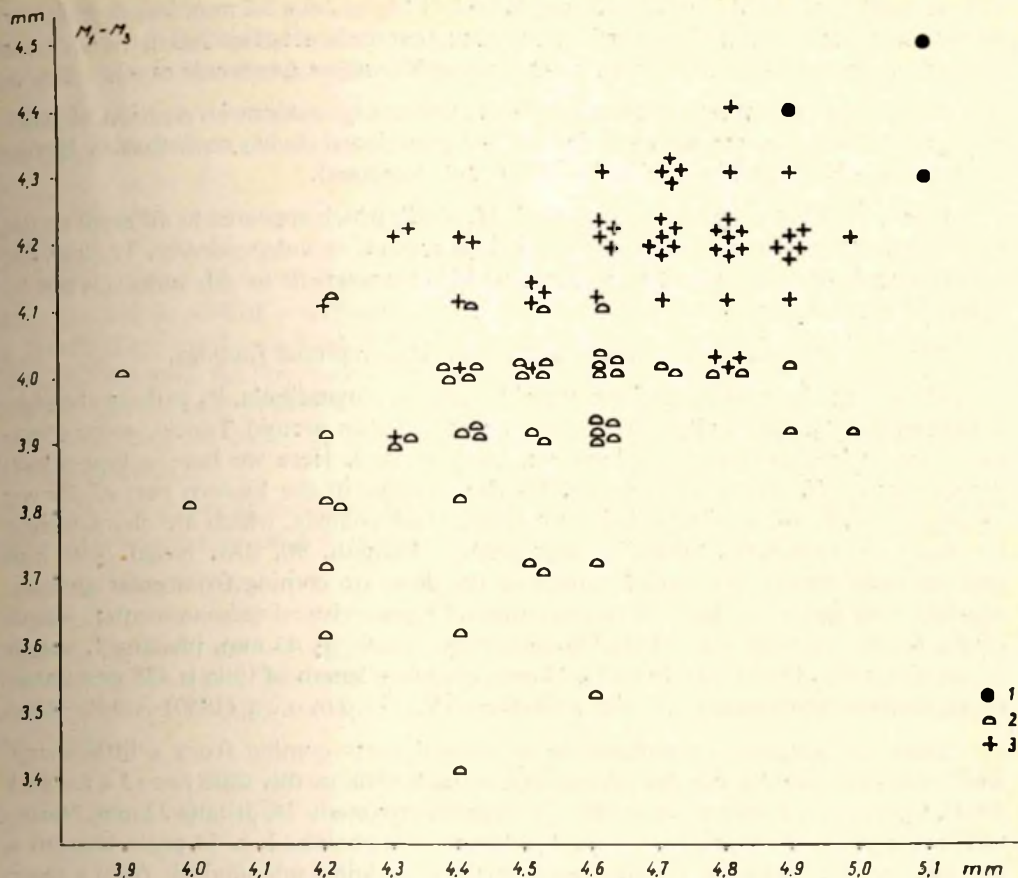


Fig. 8. Allometrical difference between the height of coronoid process and M_1, M_3 length of the *Crocidura* cf. *robusta* 1. Porlyuk cave, the *Cr. russula* 2. recent, and the *Cr. leucodon* 3. recent.

8. ábra. A *Crocidura* cf. *robusta* 1. Porlyuk-bg., a *Cr. russula* 2., recens és a *Cr. leucodon* 3. recens fajok M_1-M_3 hosszának és koronanyúlvány magasságának allometrikus eltérése.

Besides scores of species that are indifferent from the stratigraphical point of view the appearance of *Allocricetus bursae* Schaub is of great importance (length of two M^1 1.8–1.9 mm) and we could establish the same dimension on the material coming from the rockshelter of *Tarkő* and of the *Lambrecht Kálmán* cave. It precludes the assignment to a section which is younger than "pre-würm". The large *Cricetus cr. major* Woldrich speak in its favour (length of denture 9.3 mm, length of tibiofibula is 41 mm, length of femur on basis of estimation is 40 mm.) Noteworthy are the teeth and the skeletal parts of the fat dormouse (*Glis* genus), some of these reach dimensions of the

Glis sackdillingensis ($M_1 = 1.8 \times 1.6$ and $1.7-1.7$; $M_2 = 2.0 \times 2.2$ mm, length of femur without distal ep. 25. mm.) It is worth mentioning, that the *Spalax* findings in the northern part of our country are only known from the *Riss-Würm* (see *Lambrecht* cave).

We have to accentuate in the microfauna the nearly autocratic position of *Microtus arvalis* which is characteristic for the last interglacial (living nowadays in *Europe* between $16-24^\circ$ C and in *Asia* in $16-26^\circ$ C July isotherms).

It is undecided whether the 1 typical *M. nivalis* which appeared in different strata, could be evaluated as a variant of the previous species, or independently. To draw far conclusions from these would be impetuous, M^2 characteristic for *M. agrestis* is not be found in the material.

We have to make some remarks about the large-mammal findings.

Most of the bear relics are from arctoid character, (mandibula, P_1 with its alveolus, with primitive P_4 , another P_4 with "deuteroconid", 2 slim arctoid Tibias), some specimens are spelaeoids (naviculare-lunatum, phalanx etc.). Here we have a type which reminds us of *U. arctos taubachensis*. The horse relics in the Eastern part of *Europe* — among others — are descended from largebodied animals, which are characteristic for upper pleistocene. (E. "abeli" group: phalanx I length. 90, dist. broad ± 48 mm and the teeth line is 200 mm.) Findings of the deer are coming from great animals, which are on the upper limit of recent species. Characteristical measurements: length of mt. nearly (the end is gnawed) 325 mm, prox. breadth ± 43 mm, phalanx I. length \times proximal breadth 73×27 and 64×24 mm, complete length of tibia is 435 mm (latter measurements by the recent material according to V. G r o m o v a (1950) is 345—450.)

There are specially remarkable some skeletal parts coming from a little sheep, which are first establishing the appearance of such *Ovis* in this time (see J á n o s s y 1964). Length of a complete mt is 178 mm; breadth proximally 24, distally 32 mm. Narrowest point of the diaphysis is 16 mm. The length of a phalanx I. is 54 prox. breadth is 16, dist. breadth is 14 mm. The findings formally are coming unanimously from a sheep and they are different from the corresponding chamois bones not only morphologically but allometrically too. On basis of these we are thinking on the presence of a smaller form than *Ovis argaloides* Nehring 1891. It is interesting that the measurements of *Metatarrus* are the same as those reported by B o u l e (1927) from the *Lestellas* cave.

With the fauna stated here would be known at first, from the karst of *Aggtelek-Jósvafő* a typical upper *Pleistocene* cave fauna.

Before beginning the stratigraphical evaluation of the whole *Pleistocene*, sediments, we can establish that the individual strata are geologically contemporaneous.

The results of our microfauna searchings made a nearly exact dating possible even without archeological data only on the basis of the vertebrate material. (See: K r e t z o i 1965 etc. J á n o s s y 1961, 1963—64.)

Summing up the faunistic situation we can say that: the presence of the great *Sorex* out excludes the ranging of the fauna into the *Middle Pleistocene* or another older section (it differs not only from *Tarkö* but from *Solymár* and *Süttő* too.) The presence of the great horse, the *Cricetus*, the mole rat and the *Allocricetus* connects the fauna of the *Porlyuk* cave to the fauna of the *Lambrecht K.* cave (this latter — as it was said — excludes any subsequent stratigraphic assignment too). In the same time the presence of the great *Crocidura*, the little *Glis* and the sheep findings confirm the special — in our area up to the present unknown —, stratigraphical situation of the *Porlyuk* sediments. As regards the climatical character of the sediment, I refer, beside the species

unknown from the last interglacial (for example the much serpents, crocidura, capreoluses, dormouses) to the observations on the black grouses and the field mice (temperature zone, where the nowadays East mediterranean *Celtis* is to be taken as a relic).

We can place our fauna on the basis of these unanimously in the second half of the last interglacial (*Riss-Würm*) time.

2.5 Tectonical conditions

Fig. 3. shows the tectonical conditions of the cave. Through the entrance hall extends the saddle part of a fold with 200/20 strike which extends with a rise of 20–40° in North-West and South-East direction, in the sinclinal part. The cave developed in this synclinal part, the lines follow the rises of the stratification. It is not a regular fold. The North-West part extends a more flat, the South-East part extends with an arduous inclination into the basin. It increases the assymetrical position that the fold places (settles) conoidaly.

In the direction of the valley (SW) dilates, and in the direction of *Nagyoldal* (NE) tightes the situation of the fold-wings compared together (?).

From this derives that the direction of the fissures is nearly parallel with the strike direction of the envelope of cone respectively they extend forming an angle with one another. The fold is crossed in the Inclined Hall with a nearly 30 m long fissure directed from NW to SE, which influences the cave morphology. In the flat hall there is originated a great dripstone flowage and dripstone funnel of the *Metélő Branch* is to be thanked to this fissure.

F e j é r d y (1960) holded the cave for a recess which developed along a tectonical fissure. On the basis of the measurements this establishment is wrong.

2.6. Genetics of the cave

On the basis of the forward sediment geological and tectonical measurements we could summarize the genetics of the cave as follows:

On the tectonically perturbed surface of the *Nagyoldal* the running water percolated than formed a tray (entrance) which was the penstock of the cave. So established a sump cave with little capacity. The form of the cave follows the directions of the plications, so they could be formed in the descending brances of it. Because of the great discharge the cave is filled quickly with sediments, and between the fissure in the Inclined Hall there is deposited a great dripstone cover. The first stratum deposited in the end of the *Riss-Würm* interglacial and the upper stratum in the *Holocene*. The sediments of the *Würm* glaciation are therefore absent, because the stone by the entrance would be broken and closed the entrance. At the beginning of historical times the cave became again opened. Nowadays it is senile and on the brink of ruins.

3. Hydrological conditions

The name of the cave is *Porlyuk*. Although we do not know the original meaning of this, we should presume that it is coming from the dry “porous” entrance hall and from branches I and II.

In the main part of the cave there is no dripping water. We can find a little dripping in the lower part of the Flat Hall, and more water for dripstone forming in the Metélő Branch.

In the spring of 1969. we placed on two parts of the flat hall 2 bottles for the water samples which filled in two month. (1-1 l)

The samples were analysed in the July of 1969 in 24 hours after being taken. The results of the analyses are as follows:

	I.	II.
alkalinity W°	5.45	5.23
carb. hardness, German degrees	15.26	14.64
calc. hardness, German degrees	18.00	16.00
magn. hardness, German degrees	1.00	4.00
total alt hardness, German degrees	19.00	20.00
free CO ₂ mg/l	8.00	8.00
Ca ⁺⁺ mg/l	128.66	114.37
Mg ⁺⁺ mg/l	4.34	17.35
HCO ₃ ⁻ mg/l	332.51	319.08
Cl ⁻ mg/l	57.87	22.21
SO ₄ ⁻ mg/l	28.80	68.40
e. resistivity (Ohm/cm)	2285	2009

Chemical composition of the water samples taken from the *Porlyuk* cave correspond to the other cave water compositions.

4. Climatic conditions

4.1. Change of the climatic elements in time

In the *Porlyuk* cave there was made a series of meteorological measurements from 7. VII. 1968 to 25. XI. 1968.

In the Entrance Hall (4 m from the entrance) and on the Tuff bank of the Flat Hall a termo-hygro-barograph registered the changes of the climatic elements in October-November. On the occasion of a band-exchange we have made a measurement with a dry-wet thermometer pair three and one meter before the entrance, in the Entrance Hall and in the Flat Hall (nearly 25 m). We compared the data with those measured by the meteorological base at the Karstic Research Station at *Jósvafő*. In the chronological changes of climate we established the following, things (*Fig. 9.*).

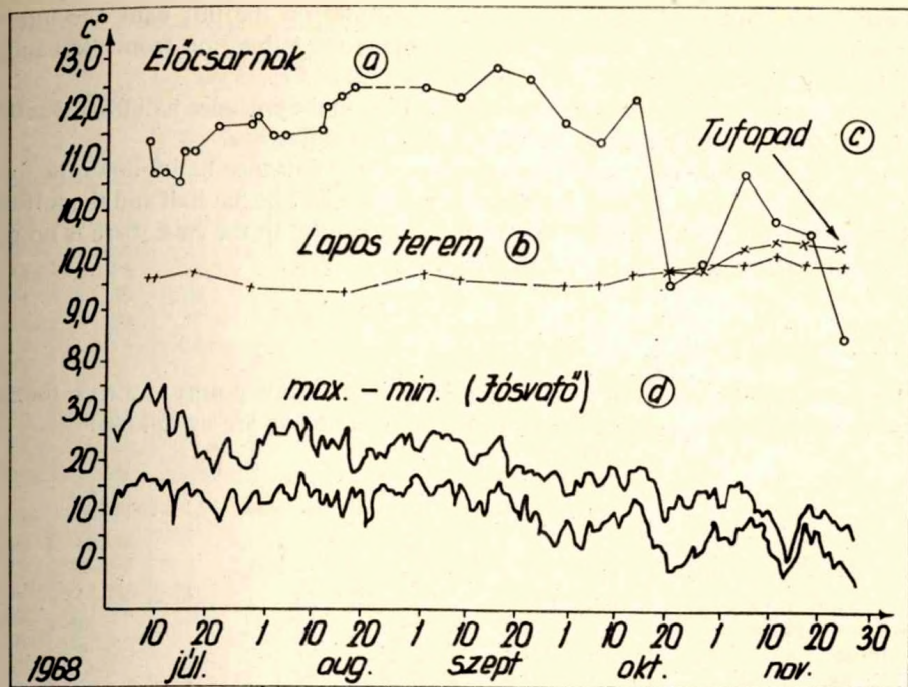


Fig. 9. Half year graphs of the temperature changes. a: Vestibule, b: Flat Hall, c: Tuff Bank d: temperature.

9. ábra. A hőmérséklet változásának féléves görbéi a Porlyuk-barlangban.

4.1.1. Temperature

During the nearly half year period of the measurement series the surface temperature fluctuated between the summer maximum (8. July 35° C) and the minimum of november (25. november—5° C).

The following table is showing the comparison on of the surface data (Research Station) with the cave data:

	Max. temp. C°	Min. temp. C°	Difference C°
Jósvafő	35,0	-5	40,0
3 m for the entrance	29,3	9,1	20,2
1 m for the entrance	25,2	5,2	20,0
Vestibule	12,8	8,4	4,4
Flat Hall	10,1	8,4	1,7
Tuff bank	10,4	9,8	0,6

The measurements made 1 and 3 m for the entrance are not showing the extreme values, because here were made only periodical measurements, and the afternoon maximum and the dawn minimum showed probably other values. In the flat hall there were

also periodically readings, but in the entrance hall and on the tuff bank the intervals are showing the real values because here were made the valuation from the bands of the writing instruments.

According to a measurement made on 14. I. 1969 in the entrance hall there was 0.0–10.5° C and there originated some ice stalagmites and stalactites. Summared we can establish that the temperature of the entrance hall follows the longer (1–2 weeks) and stronger surface temperature conditions. The flat hall and the tuff bank reacts dimmed with a few tenth C° to outside temperature. In the cave there is no point where the climatic changes have not an effect.

4.1.2. Relative humidity

We measured the values of relative humidity on the same points and with the same method as the temperature. The values of the measurements are as follows:

	Max. rel. hum. %	Min. rel. hum. %	Difference %
3 m for the entrance	100	23	77
1 m for the entrance	99	33	66
Vestibule	100	81	19
Tuff bank	100	92	8

4.1.3. Atmosphere

Unfortunately the barographs did not always function and therefore our measurements are imperfect. We could establish that the atmospherical changes were to be sensed in the entrance hall, and in the flat hall, only dimmed. The great frontal passages (October, November) were to be sensed in the entrance hall very good, and in the same time the instrument showed only the character of the tendency in the flat hall.

The following Table shows the results of measurements:

	Max. atmosph. mm. of merc.	Min. atmosph. mm. of merc.	Diff. mm merc.	Average mm merc.
Vestibule	747	722	22	735
Tuff bank	747	737	10	742

4.2. Special climatic properties of the cave

From the climatical phenomena due to the position and morphological character of the *Porlyuk* cave we observed the following:

Cold effects: In the months August and September between 23. p.m. and 7 a.m. the values of the humidity fell 10–20% and after 1–10% pulsative movement, in about 2 hours rise it restored the original value. Parallel with this the temperature showed a sinking of 0.5–1.0° C (*Fig. 10*).

Date	hour, minute	3. m. from the entrance		1. m. from the entrance		Vestibule		Flat Hall	Tuff Bank
		Temp. C°	rel. hum %	Temp. C°	rel. hum %	Temp. C°	rel. hum %	Temp. C°	Temp. C°
1968.									
07.08	19.15	26,5	—	—	—	11,3	—	9,6	—
	09 17.50	25,8	45	16,8	69	10,7	98	9,6	—
	11 9.15	27,2	24	16,1	68	10,7	100	—	—
	14 11.00	29,3	23	24,4	33	10,5	99	—	—
	15 17.50	21,4	66	23,5	80	11,1	97	—	—
	17 9.35	28,6	27	25,2	46	11,1	97	9,7	—
	22 18.00	—	—	—	—	11,6	96	—	—
	29 14.50	16,8	92	19,0	50	11,7	98	—	—
	30 17.15	14,8	85	—	—	11,9	96	9,4	—
08.02	19.50	24,8	56	—	—	11,4	100	—	—
	05 17.00	23,9	43	17,3	73	11,4	99	—	—
	12 16.50	—	—	15,5	90	11,5	99	—	—
08.13	17.00	—	—	—	—	12,0	95	—	—
	16 15.40	—	—	—	—	12,2	99	9,3	—
	19 16.20	—	—	—	—	12,4	98	—	—
09.02	16.30	20,5	83	15,7	97	12,4	96	9,7	—
	09 17.00	19,4	68	18,8	70	12,2	100	9,6	—
	16 15.25	—	—	15,0	98	12,8	98	—	—
	23 11.05	—	—	17,4	94	12,6	98	—	—
	30 16.45	11,5	68	11,3	90	11,7	83	9,5	—
10.07	12.00	12,2	—	—	—	11,3	—	9,5	—
	14 12.00	14,4	100	13,4	99	12,2	94	9,7	—
	21 10.00	6,6	86	8,8	73	8,5	81	9,8	9,8
	28 9.30	9,1	—	—	—	8,9	93	9,9	9,8
11.04	9.30	12,3	95	13,2	78	10,7	99	9,9	10,2
	11 12.00	12,2	—	—	—	9,8	—	10,1	10,4
	18 12.40	9,1	—	9,1	—	9,0	100	9,9	10,2
	25 14.30	—	—	5,2	—	8,4	0,9	9,9	10,2

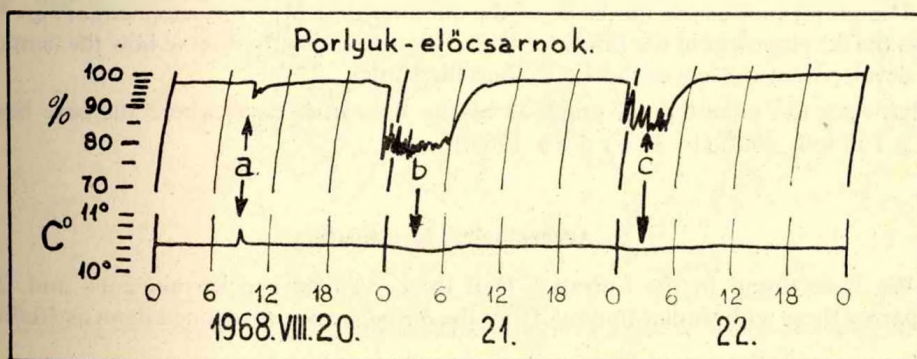


Fig. 10. Special climatic conditions of the cave
a) Sun shining into the Entrance Hall
b)–c) Cold air inflow at daybreak.

10. ábra. A barlang speciális klímajelenségei
a) a Nap besüt a Bejárati terembe
b)–c) hajnali hidegbefolyás

This occurrence is caused by the cold water which moves the cave, dilutes its humidity and diminishes the temperature.

In the summer months the sun shines into the Entrance Hall, increases the temperature and diminishes the humidity.

4.3. Special arrangement of climatic elements

For the exploration of the climatic conditions we have measurements in May of 1969 in 96 measurement places with an *Assmann* aspirations psychrometer. The temperature and humidity distribution map can be found on *Fig. 11*.

At the time of the measurement there was on the surface 14.4° C and 78% relative humidity. The coldest point of the cave was on the middle part of the drift I., 6.8° C. The average temperature of the cave is 9.0° C. On the isotherm map it can be observed that in the drift I. the temperature diminished uniformly, till the minimum, and increased by advancing inside. On the forward part of the drift. II. formed a low temperature maximum.

The crosswise fissure by the entrance of the Flat Hall is wide enough, on this point the temperature increased more degrees.

Towards in the inside of the cave the air temperature reaches the values 9.2–9.5.

Relative humidity varies largely symmetrically with the variation of temperature. The humidity of the flat hall is uniformly 100%.

In July 1969 we have made in the Entrance Hall a similar measurement in vertical direction.

This measurement was a part of serial measurements made for the examination of the climatic conditions of the entrance parts of the caves.

The figure 12. shows the isotherm map made on the basis of this measurement. It can be well observed that nearly 1.5 m from the entrance there is a great turbidity which is accompanied by smaller waves.

The outside warm air flows into the cave, there turned colder is sinking, and occurs a turbulent movement.

The graph plotted on the basis of the summer and May measurements (*Fig. 13.*) shows the development in the Entrance Hall. It is interesting to observe how the temperature development influences the 1.5 m long threshold.

We have got the same type of graph as by the Vass Imre cave, where the cave begins with a 7 m long shaft (L. K o r d o s 1969).

5. Archeological investigations

We have found in the Entrance Hall thicker-walled crockerragments, and after comparing these with similar findings from the *Baradla* cave, we defined them as *Hallstatt* type.

6. Geodetical measurements

I. Fejé r d i and I. Holly were the first to prepare a map of the *Porlyuk* cave in 1960. In 1967 in the course of excavatjons L. K o r d o s measured the cave and on basis of these measurements we made a layout (*Fig. 1.*), projected and unfolded longitudinal (*Fig. 2.*) and the cross sections (*Fig. 3.*).

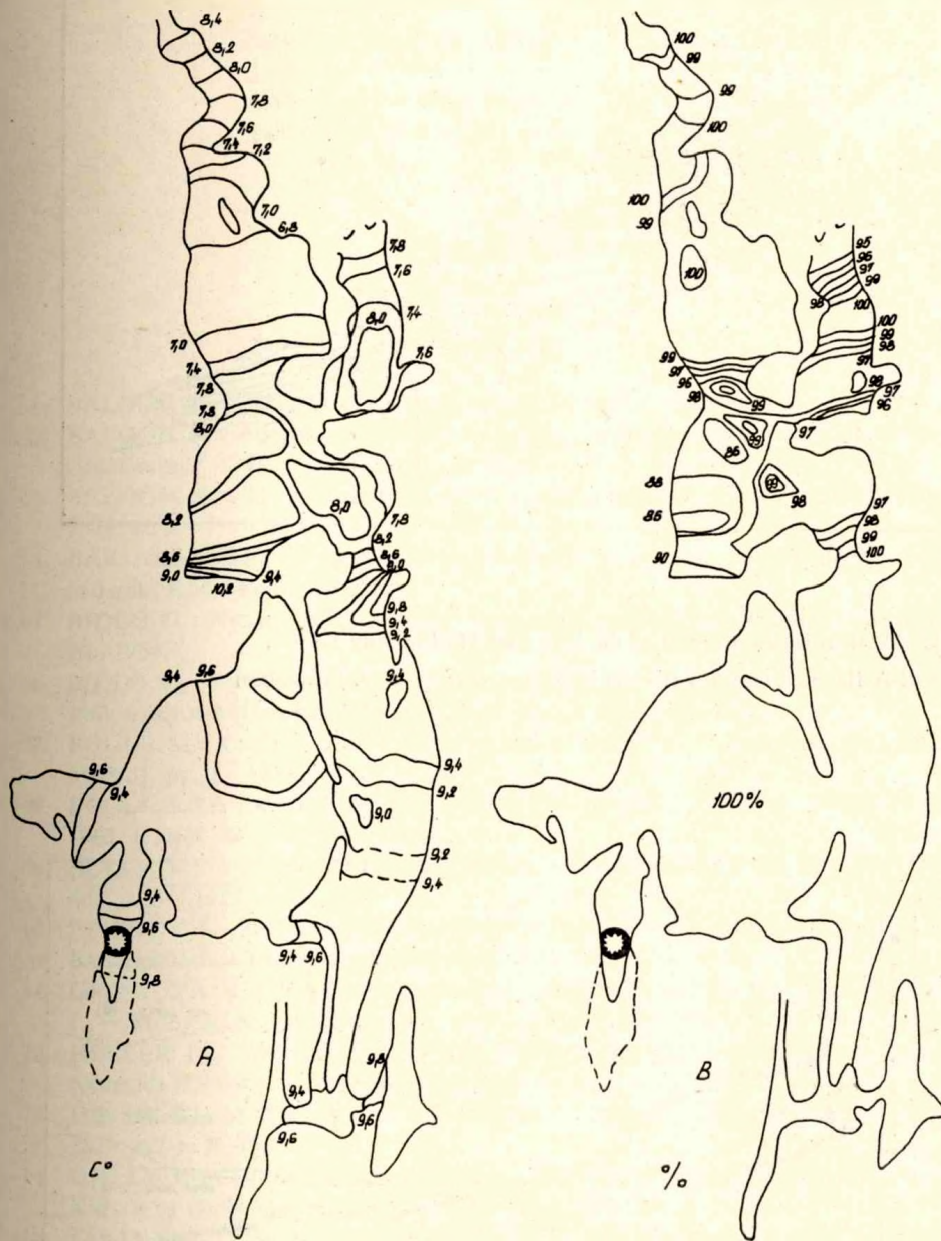


Fig. 11. Horizontal distribution of climatic elements in May 1969. A: temperature, B: relative humidity.

11. ábra. A klímaelemek horizontális eloszlása 1969 májusában. A: hőmérséklet, B: relatív páratartalom.

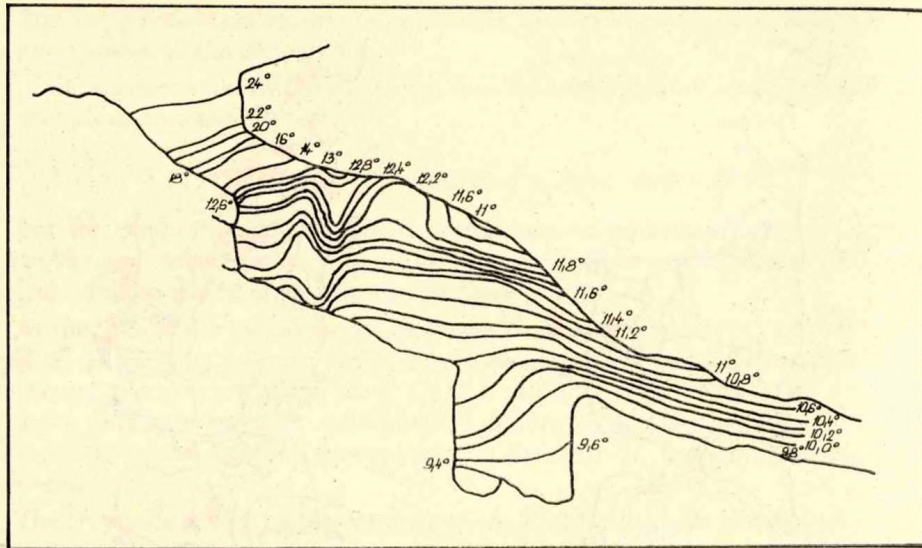


Fig. 12. Vertical isotherm map of the Entrance Hall in July 1969
 12. ábra. A Bejárati-terem vertikális izoterma térképe 1969. júliusában

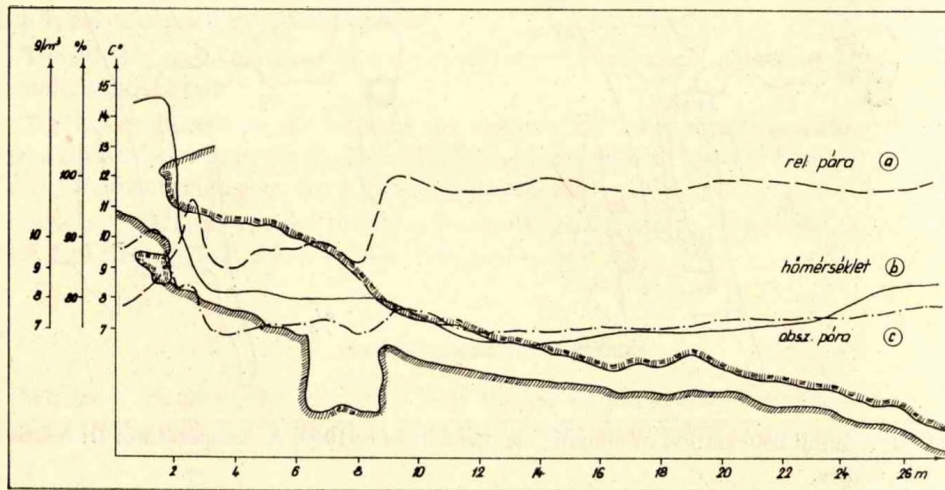


Fig. 13. Changes of climatic elements in the Entrance Hall and in the Drift I. in May 1969.
 a: relative humidity, b: temperature, c: absolute humidity
 13. ábra. A klímaelemek változása a Bejárati-teremben és az I. sz. folyosóban 1969. májusában.

Dimensions of the cave:

Entrance, length of Drift I.	26.3 m
Length of Drift II.	8.6 m
Length of the Main branch	47.0 m
Length of the Metélő Branch	39.3 m
Total length	121.1 m
Depth	20.5 m

Literature

1. BALOGH K.: Földtani vizsgálatok az Észak-borsodi triászban
2. BALOGH K.: Adatok a Gömör-Tornai karszt geológiájához = MÁFI Beszámoló a vitaülésekről. 1948. X. köt. 1–5 füzet 107–129. p. Bp. 1948.
3. BALOGH K.: Az északmagyarországi triász rétegtana = Földtani Közlöny 1950. 7–9. sz. 1–7. p. Bp. 1950.
4. BÁRDOSSY GY.: A magyar bauxit geokémiai vizsgálata. MÁFI alkalmi kiadvány. Műszaki Könyvkiadó Bp. 1961.
5. BIDLÓ G.: Néhány Bükk hegységi terra rossa vizsgálata = Földtani Közlöny 1954. Bp. 1954.
6. BIDLÓ G.–MAUCHA L.: A jósvafő környéki karsztüledékek vizsgálata = ÉKME Tudományos közleményei. 1964. X. k. 1. sz. 71–82 p. Bp. 1964.
7. BOULE M.: La Grotte de l' Observatoire a Monaco. — Arch. Inst. Pal. Humaine. Mém. 1. pp. 1–113. 1927
8. BÖGLI A.: A mészkő oldódása (Balázs D.–Markó L. ism.) = Karszt és Barlang 1963. I. félév. 37–49 p. Bp. 1963.
9. BULLA B.: Általános természeti földrajz. = Tankönyvkiadó. II. k. 338–353; 440–463. p. Bp. 1954.
10. FEJÉRDY I.–HOLLY I.: Adatok az É-Borsodi Karszt morfológiájához = Karszt- és Barlangkutató Tájékoztató. 1960. nov. 488–492. p. Bp. 1960.
11. GROMOVA V.: Opredelitelj mljekopitajuscich SzSzSzR po kosztjam szeleta. Vyp. 1. — Trudy Komisszii po Izusceniju Csetverticsnogo perioda. 9. pp. 1. — 239. 1950.
12. HELLER FL.: Würmeiszeitliche und Letztinterglaziale Faunenreste von Lobsing bei Neustadt (Donau). — Erlanger geol. Abh. 34. pp. 19–33. 1960.
13. HOLLY F.–MAUCHA L.: A Vass Imre barlang = Földtani Közlöny 1956. 4. sz. 482–492 p. B. 1956.
14. HOLLY I.–CSICSELY A.: Adatok az Északborsodi Karszt morfológiájához = Karszt- és Barlangkutató 1961. II. félév 86. p. Bp. 1961.
15. JAKUCS P.: Karrosodás és növényzet = Földrajzi Közlemények 1956. 3. sz. Bp. 1956.
16. JÁNOSSY D.: Die Entwicklung der Kleinsäugerfauna Europas im Pleistozän (Insectivora, Rodentia, Lagomorpha.) — Zeitschr. F. Säugertierkunde. 26. pp. 1–11. 1961.
17. JÁNOSSY D.: Letzinterglaziale Vertebraten-Fauna aus der Kálmán Lambrecht-Höhle Bükk-Gebirge, Nordost-Ungarn. Teil I–II. Acta Zoologica 9–10. pp. 293–331 et 139–197. 1963–64.
18. JASKÓ S.: Morfológiai megfigyelések és problémák a gömörtornai karsztvidék déli részén. = Földrajzi Közlemények. 1933. 9–10 p. Bp. 1933.
19. JASKÓ S.: Geomorfológiai megfigyelések és problémák az Aggteleki Karszton = Földrajzi Közlemények P. 1935.

20. KORDOS L.: Befejeződött Jósvafőn... = Karszt- és Barlangkutató Tájékoztató 1969. 5. sz. 3. p. Bp. 1969.
21. KRETZÓI, M.: in KRETZÓI – VÉRTES: The Role of Vertebrate Faunae and Palaeolithic Industries of Hungary in Quaternary Stratigraphy and Chronology. — Acta Geologica. 9. pp. 125–144. 1965.
22. KROLOPP E.: Mollusc Fauna of the Sedimentary Formations of the Quaternary Period, Hungary. — Acta Geol. Hung. 9. p. 153–160. 1965.
23. LÁNG S.: Karszthidrológiai megfigyelések a Gömör-Tornai karsztban = Hidrológiai Közlöny Bp. 1943.
24. LÁNG S.: Geomorfológiai — karsztmorfológiai kérdések = Földrajzi Értesítő. Bp. 1952.
25. MAUCHA R.: Az Aggteleki Cseppkőbarlang vizeinek kémiai vizsgálata. Hidrológiai Közlöny. 1930. 3–9. p. Bp. 1931.
26. MATTYASOVSKY J.: A talajtípus, az alapkőzet és a lejtőviszonyok hatása a talajeróziós folyamatok kialakulására = Földrajzi Közlemények 1956. 4. sz.
27. NEHRING, A.: Diluviale Reste von Cuon, Ovis, Saiga, Ibex und Rupicapra aus Mähren. — Neues Jahrb. Miner. Geol. Paleont., 1891. pp. 107–155.
28. SOÓS L.: Mollusca — Puhatestűek (in: Székessy: Magyarország Állatvilága — Fauna Hungariae) 19. 1–3. pp. 1–270. 1955–59.
29. STRÖMPL G.: A Gömör-Tornai Karszt csonkamagyarországi barlangjai — Barlangkutató, X–XIII. k. 55. p. Bp. 1925.
30. SZÁDECZKY–KARDOSS E.: Geokémia. Akadémiai Kiadó Bp.
31. TÓTH J.: Vass Imre barlang kataszteri adatai = Karszt- és Barlangkutató Tájékoztató. 1961. dec. 11–15 p. Bp. 1961.
32. UDVARHELYI K.: Magyarország természeti és gazdasági földrajza, Tankönyvkiadó 53–57. p. Bp. 1968.
33. VÉRTES L.: Az őskőkor és az átmeneti kőkor emlékei Magyarországon. Akadémiai Kiadó. 270–275. p. Bp. 1965.

A JÓSVAFŐI PORLYUK-BARLANG

JÁNOSSY D.—KORDOS L.—KROLOPP E. —TOPÁL GY.

Összefoglalás

A *Porlyuk*-barlang *Jósvafő* községtől É-ra, mintegy 4 km-re található a *Lófej*-völgybe ereszkedő *Nagyoldal* meredek (35°–40°), karsztbokorerdős hegyoldalán.

A barlang bejáratánál kétméteres kiácsolt részen jutunk át a Bejárati-terembe, ahonnan három ág indul, az I. sz. folyosó, a II. sz. folyosó és a tulajdonképpeni Főág, amelynek első része a Ferde-terem, alját pedig a Lapos-terem alkotja. Innen indul a szűk, de cseppkövekben gazdag Metélő-ág. A barlang összes hosszúsága 121 méter, mélysége 20,5 méter.

Kőzettani viszonyok:

A *Porlyuk*-barlang egységesen a középső triász, *ladini*, világosszürke, tömött, vastagpados gyűrt wettersteini fáciesű mészkőben alakult ki.

Ásványtani viszonyok:

A barlang gazdag cseppkövekben (a cseppkövesedettségek mértéke 48%), nagyrésztük elaggott. Mészufapad a Lapos-terem egyik oldalfülkéjében található, szintén pusztuló állapotban. Derivatográfus vizsgálat a barlang agyagából *kaolinitet*, *böhmitet*, *hidrargillitet* és *götitet* mutatott ki.

Üledéktani viszonyok:

A Bcjárati-teremben az őslénytani kutatóárok három réteget harántolt (1.—2.—3. réteg) a Lapos-teremben hat réteget lehetett elkülöníteni (4.—5.—6.—7.—8.—9. réteg). Az árok három rétegének szemeloszlás vizsgálata alapján az 1. réteg elkülönül az alatta levő 2. és 3. rétegtől, amelyek szemcseösszetétele azonos.

A Lapos-terem agyagjainak ásványos összetétele derivatográfus vizsgálat alapján: *hidrargillit-götit* (0—0,7%), *kaolinit* (19—31%), *kalcit* (2,4—9,5%) *böhmite*, (?).

A 8. és 9. réteg agyagmintájának vegyelemzése alapján alkalmazott vegyi index a 8. rétegre 1,26, a 9. rétegre 2,4 értéket adott. V é r t e s (1965) szerint ezek az *interstadiális*, ill. *interglaciális* tartományba esnek.

Nyomelem vizsgálat a bezáró *wettersteini* mészkőre, cseppkőre, a mészkőoldási maradékára és a 8—9 réteg agyagára terjedt ki (7. ábra). Mészkőben és cseppkőben a *Sr* és *Ba*, az oldási maradékban a *Ti* és *Zn*, a barlangi agyagban a *Ti*, *Mn*, *Ni* tartalma a legmagasabb. A vizsgálat szerint a barlangi agyag nagyrésze a mészkőoldási maradékból keletkezett, amely főleg a felszínről jutott a barlangba.

Őslénytani viszonyok:

Az alsó III/a rétegből 1 db *Pinus silvestris*, a III/c rétegből 1 db *Alnus sp.*, 1 db *Pinus silvestris*, 23 db *Vitis sp.* pollen került elő.

Legérdekesebb csiga faj a *Phenacolimax annularis*, amely Magyarországon eddig csak a bükki *Tarkőről* volt ismeretes. Fossilisan ugyancsak innen került elő, a *középleisztocén* rétegekből.

A gerinces faunát dr. J á n o s s y D é n e s dolgozta fel K o r d o s L á s z l ó közreműködésével. A barlang különböző pontjairól vett minták őslénytani anyaga egyöntetű volt, enyhe *holocén* keveredést az árok, 1-es és a Lapos-terem alsó I-es (4. rétegben) találtunk.

Az egyetlen *Celtis* mag — amely reliktumnak tekinthető — kapcsolatot teremt több hazai utolsó *interglaciális* üledékekkel (*Süttő*, *Lambrecht Kálmán bg. Tata*).

A rendkívül nagy mennyiségű — 16.500 db — kígyócsigolya a gyíkokkal együtt az *interglaciális* jelleget hangsúlyozza.

A fehérfogú cickányok közül a *Crocidura robusta Heller* (1960) faj került elő. Mandibula méretei (koronanyúlvány magasság 4,9—5,1 mm, M_1 - M_3 hossza 4,3—4,5 mm) és főleg az allometrikus eltérések a recens alakokkal szemben bizonyítják be jelenlétét (5. ábra). Ez ennek a fajnak — tudomásunk szerint — az első előfordulása hazánkban.

A *Sorex araneus* mérteiben a *felső pleisztocén* jellemző nagyságkategóriájába esik (koronanyúlvány magasság 4,3—4,4 mm. M_1 - M_3 3,9—4,0 mm. fogsor hossza I_2 nélkül 5,5—5,6 mm).

Jelentős rétegtani szempontból az *Allocricetus bursae Schaub* (két db M^1 , hossza 1,8—1,9 mm), és a *Cricetus cr. major Woldrich* fogsorhossz 9,3 mm, tibiofibula hossza ± 41 mm, femur hossza becslés alapján 40 mm).

Kiemelendő a *Microtus arvalis* csaknem egyeduralgó volt, mely eddigi ismereteink szerint az *utolsó interglaciálisra* jellemző.

A makrofaunában jelentős a régebbi felsőpleisztocénre jellemző *Equus abeli* csoport (phalanx I. hossz 90, diszt. szélesség \pm 48 mm., alsó fogsorhossz kb. 200 mm).

Figyelemre méltó egy kistermetű juhtól eredő vázrészek jelenléte (1 db ép mt. hossza 178 mm, szélessége proximálisan 24, disztálisan 32 mm, a diaphysis legkeskenyebb pontja 16 mm. Egy phalanx I. hossza 54, prox. szélessége 16, szélessége 14 mm).

A fauna a (*rissz-würm*) *interglaciális* második felére, — kárpátmedencei viszonylatban — *Süttő és Lambrecht Kálmán* bg. faunája közé helyezhető.

Tektonikai viszonyok:

A barlang kuppalátszerűen hajlott kis antiklinálisban helyezkedik el. A repedések iránya a kuppalást csapásirányával közel párhuzamosak, illetve erre szög alatt hajlók. A redőt a Ferde-teremben kb. 30 m hosszú repedés harántolja, amely mentén nagymennyiségű cseppkő vált ki.

A barlang genezise:

A vizsgálati eredmények alapján a barlang keletkezése következőképpen rekonstruálható: a *Nagyoldal* lejtőjén tektonikusan zavart terület kis kapacitású víznyelővé alakult, barlang jött létre, amely a *rissz-würm interglaciális* végén üledékkel kezdett feltöltődni. A bejáratnál egy leszakadt sziklatömb elzárta a barlangot, újabb üledékfelhalmozódás a történelmi időkben indult meg az üreg megnyílásával. Jelenleg szenilis, pusztuló barlang.

Hidrológiai viszonyok:

A barlangban csak csepegő víz fordul elő, amelynek kémiai összetétele megfelel más barlangok szabadtükrű állóvizének összetételével.

Klimatológiai viszonyok:

A klímaelemek időbeli változását iróműszerekkel 1968. júliusától, december elejéig vizsgáltuk. A Bejárat-terem hőmérséklete az 1–2 hetes lefolyású külső változásokat követi, a Lapos-terem már csak pár tized C°-os változással reagál. A barlangnak nincs olyan pontja, ahol ne érződne a külső hőmérsékletváltozás.

A relatív páratartalom értéke a Bejárat-teremben 81–100%, a Lapos-teremben 92–100% között mozog.

A légnyomás változását a Bejárat-teremben jól, a Lapos-teremben csak tendencia jellegűen lehetett észlelni.

Speciális klimatulajdonságai a barlangnak a nyári hidegbefolyás és a nap besütése a Bejárat-terembe. Nyáron hajnalban a Nagyoldalon lehúzódó hideg levegő befolyik a barlangba, a páratartalmat felhígítja, a hőmérsékletet 0,5–1,0 C°-al süllyeszti. Szintén nyáron a nap délelőtt 11 óra körül besüt a barlangba, így a páratartalom csökken, a hőmérséklet emelkedik.

Klímaelemek térbeli elhelyezkedését a 11.–12.–13. ábra mutatja be.

Régészeti vizsgálatok: A Bejárat-teremből *halstatti*-típusú cserépenyédény töredékek kerültek elő.

DIE PORLYUK-HÖHLE VON JÓSVAFŐ

D. JÁNOSSY—L. KORDOS—E. KROLOPP—GY. TOPÁL

Zusammenfassung

Die *Porlyuk*-Höhle liegt etwa 4 km nördlich auf dem steilen Abhang von *Nagyoldal*, welcher im *Lófej*-Tal herunter führt (35° – 40°) und mit Karstgebüsch bedeckt ist.

Beim Eingang der Höhle erreichen wir über einen 2 m langen ausgezimmernten Gang die Eingangshalle, aus welcher drei Abzweigungen zu erreichen sind, nämlich der erste Gang, der zweite Gang und die eigentliche Hauptabzweigung, deren erster Teil die sogenannte Schiefe Halle, der zweite und untere Teil die sogenannte Fiache (niedrige) Halle ist. Hier beginnt die enge, aber an Tropfsteinen reiche Abzweigung namens *Metélő*. Die Gesamtlänge der Höhle ist 121 m, ihre Tiefe 20,5 m.

Die geologischen Verhältnisse der Höhlengesteine:

Die *Porlyuk*-Höhle ist einheitlich in lichtgrauen dichten dickbänkigen, gefalteten *ladinischen* Kalksteinen von *Wettersteinen* Fazies der mittleren *Trias* ausgebildet.

Mineralogie:

Die Höhle ist reich an Tropfsteinen (48% des Gesamtvolums des Gesteines), die grösstenteils veraltet sind. Eine Kalktuffbank ist in einer Seitennische der Flachen Halle gleichfalls im Zersetzungszustand, zu finden. Die derivatographische Untersuchung stellte im Lehm der Höhle *Kaolinit*, *Böhmit*, *Hidrargillit* und *Goethit* fest.

Lithologie:

In der Eingangshalle hat der paläontologische Schurfgraben drei Schichten (1. 2. 3. Schicht) durchquert, in der fiachen Halle konnte man sechs Schichten unterscheiden (4. 5. 6. 7. 8. 9. Schicht).

Vom Gesichtspunkt der granulometrischen Verteilung trennt sich die erste Schicht von der darunter liegenden zweiten und dritten, die eine ähnliche granulometrische Zusammensetzung haben.

Die mineralogische Zusammensetzung der Tone der Flachen Halle ist aufgrund der derivatographischen Untersuchung wie folgt: *Hydrargillit-Goethit* (0–0,7%), *Kaolinit* (19–31%), *Kalkspat* (2,4–9,5%), *Böhmit* (?).

Der aufgrund der chemischen Analyse der Tonproben aus der 8. und 9. Schicht angewandte chemische Index ergab einen Wert vom 1,26 für die achte und 2,4 für die neunte Schicht. Nach *Vértés* (1965) liegen diese im *interstadialen* bzw. im *interglazialen* Bereich.

Auf Spurenelemente wurden der einschliessende *Wettersteiner* Kalkstein, der Tropfstein, das Lösungsrückstand des Kalksteines sowie das Material der 8. 9.-ten Schicht untersucht (*Abb. 7.*). Im Kalkstein und Tropfstein ist der *Sr*- und *Ba*-Gehalt, im Lösungsrückstand der *Ti*- und *Zn*-, im Höhlenlehm der *Ti*-, *Mn*-, und *Ni*-Gehalt am höchsten.

Nach den Untersuchungen ist der grösste Teil des Höhlentones aus den Lösungsrückstand des Kalksteines entstanden der hauptsächlich von der Oberfläche in die Höhle geraten waren.

Paläontologische Daten:

Aus der unteren III/a Schicht kam 1. Stück *Pinus silvestris*, aus der III/c Schicht 1 Stück *Alnus sp.*, 1 Stück *Pinus silvestris*, 23 Stück *vitis sp.* pollen zum Vorschein. Die interessanteste Art ist der *Pheanocolimax annularis*, welche in Ungarn bisher nur von Tarkö im Bükk-Gebirge bekannt war. Auch hier wurde es in fossilem Zustand in der *mittelpleistozänen* Schicht aufgefunden. Die *Wirbeltier*-Fauna wurde von Dr. Dénes Jánošsy mit der Mitarbeit von László Kordos bearbeitet. Das paläontologische Material der Proben die von verschiedenen Punkten der Höhle genommen wurden, war einheitlich, eine geringe Beimengung von holozänen Formen fanden wir in der ersten Schicht des Schurfgrabens sowie in der I. (bzw. vierten) Schicht der unteren Flachen Halle vor.

Der einzige *Celtis*-Samen, der als Relikt zu betrachten ist — bedeutet eine Verbindung mit mehreren einheimischen interglazialen Sedimenten (*Süttő, Lambrecht Kálmán* — Höhle, *Tata*). Die ausserordentlich hohe Zahl — 16.500 Individuen — der Schlangenwirbel zusammen mit den Eidechsen unterstreicht den interglazialen Charakter des Klimas. Von den weisszahnigen Spitzmäusen kam die Art der *Crocidura robusta* Heller (1960) hervor. Die Dimensionen ihrer Mandibula (Höher des Kronenansatzes 4,9–5,1 mm, M_1 - M_3 Länge 4,3–4,5 mm) und hauptsächlich die allometrischen Unterschiede den rezenten Formen gegenüber beweisen ihre Anwesenheit (*Abb. 5.*). Das ist — unseres Wissens — das erste Vorkommen dieser Art in unserem Lande.

Nach seinen Dimensionen fällt *Sorex araneus* in die charakteristische Grössen-kategorie des *oberen Pleistozäns* (Kronenansatzhöhe 4,3–4,4 mm) M_1 - M_3 3,9–4,0 mm Länge der Zahnreihe ohne I_2 -5,5–5,6 mm).

Vor stratigosphischem Gesichtspunkt sind *Allocricetus bursae* Schaub (Stück M^1 , Länge 1,8–1,9 mm) und *Cricetus cr. major* Woldrich (Länge der Zahnreihe 9,3 mm, Länge der Tibiofibula \pm 41 mm, geschätzte Länge des Femurs 40 mm) bedeutend.

Hervorzuheben ist die — können wir sagen — Monopolstellung des Art *Micotus arvalis*, die unserem bisherigen Wissen nach ebenfalls für das *letzte Interglazial* charakteristisch ist.

In der Makrofauna ist bedeutend die für frühere *Oberpleistozän* charakteristische *Equus abeli*-Gruppe (phalanx I. Länge 90. dist. Breite \pm 48 mm, untere Zahnreihe Länge ca. 200 mm).

Beachtung verdient die Anwesenheit von Skelettbestandteilen, die von einer kleinen Schafart stammen. (Länge des vollständigen Mt. 1 Stück 178 mm, proximale Breite 24, distale Breite 32 mm, engster Punkt des Diaphysis 16 mm. Länge von einem Phalanx I 54, proximale Breite 16, distale Breite 14 mm.)

Die Fauna ist auf die zweite Hälfte des *Interglazials (Riss-Würm)* — im Bereich des *Karpatenbeckens* — zwischen die Fauna von *Süttő* und die der *Lambrecht Kálmán*-Höhle zu stellen.

Tektonische Verhältnisse:

Die Höhle befindet sich in einer kegelmantelartig gebogenen kleinen Antiklinale. Die Richtung der Spalten läuft beinahe parallel des Kegelmantels, bzw. in einem leichten Winkel mit dem Streichen. In der Schiefen Halle wird die Falte durch einen ca. 30 m lange Spalte, an deren Rand Tropfsteine in grosser Menge ausgeschieden sind durchquert.

Die Genese der Höhle:

Aufgrund der Untersuchungsergebnisse kann man die Entstehung der Höhle folgendermassen rekonstruieren: Am Abhang von *Nagyoldal* wandelte sich das tektonisch gestörte Gebiet in Wasserschlinger von kleiner Kapazität um, es entstand eine Höhle, die am Ende des *Riss-Würm Interglacials* sich mit Sediment aufzufüllen begann. Beim Eingang versperrte ein heruntergerissener Felsenblock die Höhle, eine neue Sedimentanhäufung begann mit der Öffnung der Höhle schon in den historischen Zeiten. Augenblicklich eine senile, in Zerstückung begriffene Höhle.

Hydrologische Verhältnisse:

In der Höhle kommt nur tropfendes Wasser vor, dessen chemische Zusammensetzung jener von Gewässern mit freiem Spiegel in anderen Höhlen entspricht.

Klimatische Verhältnisse:

Die zeitliche Veränderung der Klimaelemente wurde vom Juli 1968 bis Dezember desselben Jahres mit Geräten untersucht. Die Temperatur der Eingangshalle folgt den äusseren Veränderungen von 1–2 wöchigen Ablauf, die flache Halle reagiert nur mit einer Änderung von einigen Zehntel Grad Celsius. Die Höhle hat keinen Punkt, wo die äussere Temperatur Veränderung nicht registrierbar wäre. Die relative Luftfeuchtigkeit variiert in der Eingangshalle zwischen 81–100%, in der Niederen Halle zwischen 92–100%.

Die Veränderung des Luftdrucks war in der Eingangshalle gut, in der Niederen Halle nur ihre Tendenz zuregistrieren.

Spezielle klimatische Eigenschaften der Höhle sind das Einfließen der Kälte im Sommer und das Einstrahlen der Sonne in die Eingangshalle. Am frühen Morgen im Sommer fliesst die am *Nagyoldal* sich herunterziehende Kälte in die Höhle, sie verdünnt den Feuchtigkeitsgehalt und senkt die Temperatur um 0,5–1 °C. Ebenfalls im Sommer Vormittag um 11 Uhr scheint die Sonne herein in die Höhle, wodurch der Feuchtigkeitsgehalt abnimmt und die Temperatur sich erhöht.

Die raummässige Verteilung der Temperatur wird in *Abbildungen 10. 11. 12* veranschaulicht.

Archäologische Forschungen:

Von der Eingangshalle kamen Bruchstücke von Tongefässen, Typ *Halstatt* zum Vorschein.

ПЕЩЕРА ПОРЮК У СЕЛА ЁШВАФЁ

Д. ЯНОЩИ—Л. КОРДОШ—Е. КРОЛОПП—ДЬ. ТОПАЛ

Резюме

Пещера Порюк находится в километра 4 к северу от села *Ёшвафё*, на карсто-лесто кружном скосогорье *Надьолдал*, каторый спускается под углом 35–40° в долину *Лофей*. У вхорного отверсттия пещеры, через двухпотровое кремления можно попасть в зал Входа отсюда три коридора отправляются: коридор №1, коридор №2 и собственная главная ветвь, верхняя часть каторой называется залом наклонным, а её нижняя часть залом Плоским, от поледнего залом отправляется

тесная ветвь, которая богата сталактитами. Полная длина пещеры 121 м, а её глубина 20,5 м.

Геологическое отношение.

Пещера Порюк образовалась вполне в светло-серых, плотных, могонасло-
стых, складчатых известняках *веттерштейнской* фации *лядинского* яруса *сред-*
него триаса.

Минералогические условия.

Пещера богата сталактитовыми образованиями степень образования сталак-
титов 48%, но они большей частью устарели. Известно — туфовая плоская встре-
чается в одной из боковых пород Зала Плоского, которая тоже переходит в упадок.
Глиняный материал пещеры содержит *каблинита*, *бемита*, *гидрагилита* и *гетита*
на основе дериватографа.

Седиментологические условия.

В зале входа разведочные каналы по палеонтологии открыли три слоя (1—3
ый слой), а в Зале Плоском шесть слоев (4—9-ый слой). Величина распределения
зернистости первого слоя отличается от величины лежащего более глубоко
третьего слоя зернистости которых идентичная. Минералогический состав Зала
Плоского по анализу ДТГ: *гидрагилит-гетит* (0—0,7%) *каолинит* (10—31%),
кальцит (2,4—9,5%), *бемит* (?).

На основе химического анализа глины химический индекс для 8-ого слоя 1,26
и для 9-ого слоя 2,4. По Вертешу (1965) эти величины принадлежат к области
интерстадиалов т.е. интергляциалов.

Геохимические анализы редких элементов производились из веттерштейнских
известняков сталактитов и остаток растворения известняка (*рис. 7.*) содержащий Sr
и Ba сталактитов и породы, Ti и Zn остатков растворения, Ti, Mn и Ni глины пещеры
есть самые высокие величины.

По анализу большая часть пещерной глины образовалась из остатков растворе-
ния известняка и происходит от поверхности.

Палеонтологические условия.

В нижнем слое (III/a) было найдено *Pinus silvestris* в III/c слое *Alnus sp.* *Pinus*
silvestris 23 штуки поллена *Vitis sp.*

Самый интересным видом является *Phenacolimax annularis*, который был известно
до сих пор только от места *Таркё* в горах *Бюки*. Отсюда известен этот вид из слоев
среднего плейстоцена.

Палеонтологический материал разных частей пещера показывает однорудную
картину, только у 1-ому слою каналы и нижнему 1-ому слою Зала Плоского были
найдены смешении из голоцена.

Единственная сеть *Celtis*- которая можно считать реликтам-значит отношение
с многими разными седиментациями последнего интергляциала Венгрии (*Шюме*,
Пещера К. Ламбрехта, Тама). 16500 позвонок змея и ящерица, *Crocidura robusta*
Heller (1960), *Sorex aaneus*, *Allocrecitus bursae Schaub*, *Cricetus cr. major Woldrich*
много *Microtus arvalis* группы *Equus abeli* и несколько детали костей овечки были
найжены и обработаны. Фауну можно отнести и промежутку между фауной *Пютте*
и фауной *Пещеры К. Ламбрехта*, начинит релации карпатского бассейна на вторую
часть интергляциала *рисс-вюрма*.

Гене́за пещеры.

На склоне *Надьолдала* в результате тектонических нарушений территория превратилась в карстовые боронки, образовалась пещера, которая начала засыпаться осадками в конце интергляциала *рисс-вюрм*. Утёс обрывавшийся, закрыл пещеру, и после открытия пещеры начинается новое осадконакопление в историческое времена.

В настоящее время старая пещера приходит в ушадок. Климатологические условия пещеры (температури и давлению воздуха, содержание пара воздуха) были измерени в течении года регистрацием.

В Входном Залу черепки направлены в культуре *Халштата* были найдени.

LA GROTO POR-LYUK ĈE JÓSVAFŐ

D. JÁNOSSY—L. KORDOS—E. KROLOPP—GY. TOPÁL

Resumo

La *Por-lyuk* situas ĉ. en 4 km distanco norde de *Jósvafő*, sur la kruta (35° — 50°), per karsta arbedaro kovrita deklivo de la monto *Nagyoldal* al la valo *Lófej*.

Tra 2 m longa ĉarpentita parto ni eniras en la ĉambregon *Bejárati*, el kiu komenciĝas tri brakoj: la koridoro 1-a, la koridoro 2-a, kaj mem la ĉefa koridoro, kies unua parto estas la ĉambrego *Ferde*, kaj la suba parto la ĉambrego *Lapos*. El tiu loko komenciĝas la malvasta sed gutŝtonoriĉa brako *Metélő*. Sume la groto estas 121 m longa kaj 20,5 m profunda.

Petrografiaj cirkonstancoj

La kompleta groto elformiĝis en meztriasepoka, *Ladinaetaja*, helgriza, densa, dik-tavola, ĉifita *Wetterstein* kalkŝtono.

Mineralogiaj cirkonstancoj

La groto estas riĉa en gutŝtonoj (indekso pri la gutŝtoniĝeco 48%), kiuj pleje estas senilaj. Benko el kalktufo troviĝas en flanko niĉo de la ĉambrego *Lapos*; ĝi ankaŭ estas detruiganta. Derivatografa mezuro elmontris *kaoliniton*, *boemiton*, *hidrargiliton* kaj *goetiton* el la argilo de la groto.

Sedimentologiaj cirkonstancoj

En la enireja ĉambrego la palcontologia esplorfosajo transversis tri tavolojn (1-a, 2-a, 3-a tavoloj), en la ĉambrego *Lapos* 6 tavoloj estis distingebla (4-a, 5-a, 6-a, 7-a, 8-a, 9-a tavoloj).

Laŭ la observo de la tri tavoloj de la fosajo, pri la disribuo de la grajno-grandeco la 1-a tavolo distingiĝas de la sub ĝi situantaj 2-a kaj 3-a tavoloj, kiuj ambaŭ montras saman distribuon de la grajno-grandeco.

La minerala konsisto de la argiloj en *Lapos*, laŭ derigratografa obsero estas *hidrargilito* — *goetito* (0—0,7%), *kaolinito* (19—35%), *kalcito* (2,4—9,5%) kaj *boemito* (?).

La kemia indekso uzita laŭ la kemia analizo de la argiloj e la 8-a kaj 9-a tavoloj rezultis 1,26 por la 8-a kaj 2,4 por la 9-a tavolo. Laŭ *V é r t e s* (1965) tiuj apartenas al interstadiala kaj interglaciala periodo.

La analizo pri la spurelementoj etendiĝis al la groton enhavanta kalkŝtono, la gutŝtonoj, la nesolviĝanta restaĵo de la kalkŝtono, kaj al la argilo de la 8-a kaj 9-a tavoloj (fig. 7.). En kalkŝtono kaj gutŝtono la Sr kaj B, en la restaĵo la Ti kaj Zn, en la argilo la Ti, Mn, Ni estis la plej signifa. Lau la analizo la grotaj argiloj devenis ĉefe el la postsolva restaĵo de la kalkŝtono, kaj ili ĉefe el la surtero alvenis en la groton.

Paleontologiaj cirkonstancoj

En la suba III/a tavolo oni trovis unu polconon de *Pinus silvestris*, en la III/c unu *Alnus sp.*, unu *Pinus silvestris* kaj 23 *Vitis sp.*

La plej interesa specio estas la *Phenacolimax annularis*, kiu en Hungario ĝis tie nur en *Tarkő (Bükk)* estis konata. Fosile ĝi troviĝis ankaŭ en tiu loko, el mezpleistocena tavolo.

La vertebrulan faŭnon prilaboris d-ro D. J á n o s s y, kunlaboris L. K o r d o s. La diversaj lokoj de la groto montris paleontologie homogenan materialon: ili trovil malgrandan holocenan almiksaĵon en la 1-a tavolo de la fosaĵo, kaj en la suba I-a (4-a) tavolo de Lapos. La sola *Celtis* grajno — rigardebla kiel relikvio — donis interrilaton as multaj hungarlandaj sedimentoj el la lasta interglaciale (*Süttő, Lambrecht* groto, *Tata*)

La eksterordinare granda nombro — 16.500 — de la serpentaj vertebrroj kune kun la lacertoj akcentas la interglacialan karakteron.

El la blankdentaj sorikoj oni trovis la specion *Crocidura robusta Heller* (1960). Demonstras la ĝian ĉeeston, kontraŭ la recentaj formoj la dimensioj de la mandiblo (alto de la kronoelstarajo 4,9—5,1 mm, longo M_1-M_3 4,3—4,5 mm), kaj ĉefe la allometriaĵ diferencoj. Tio estas la unua troviĝo de tiu ci specio en Hungario, laŭ la kono de la aŭtoroj.

Sorex araneus, laŭ siaj dimensioj, apartenas al la dimensiokategorio de la supera pleistodeno (alto de la kronoelstarajo 4,3—4,4 mm, M_1-M_3 3,9—4,0 mm, longo de la dentaro sen I_2 5,5—5,6 mm).

El tavolo studa vidpunkto estas signifaj la *Allocricetus hursae Schaub* (du M^1 , 1,8—1,9 mm longaj), kaj *Cricetus cr. major Woldrich* (longo de la dentaro 9,3 mm, longo de la tibiofibula ± 41 mm, longo de la femur lau takso 40 mm).

Akcentinda estas la preskaŭa suvereneco de la *Microtus arvalis*, kiu laŭ la ĝis nuna kono la lastan interglacialon karakterizas.

En la makrofaŭno signifa estas la malplinovan superpleistocenen karakterizanta *Equus abeli* grupo (longeco de phalanx I. 90 mm, dist. lyargo ± 48 mm, longo de la suba dentaro c. 200 mm).

Rimarkinda estas la ĉeesto de la skeleto partoj de malgranda ŝafo (unu sendifekta mt. kun longo 178 mm, largo proksimale 24, distale 32 mm, la plej mallarĝa punkto de la diaphysis 16 mm. Unu phalanx, longo 54 mm, proksimala larĝo 16 mm, larĝo 14 mm).

La faŭno estas datebla en la duan duonon de la *Riss-Würm interglaciale*, en la *Karpat basena* rilato inter la faŭnojn de *Süttő* kaj la groto *Lambrecht*.

Tektonikaj cirkonstancoj

La groto situas en malgranda antiklinalo kurbiĝita kiel konuso. La breĉoj parte estas paralelaj kun la konuso, parte an angulo ili situas. En la ĉambrego Ferde la faldajon transversas 30 m longa krevajo, laŭ kiu multe da stalaktitoj estiĝis. La genezo de la groto.

Lau la rezulto de la esploroj la elformiĝo de la groto tiamaniere estas rekonstruebla: la tektonike perturbita areo sur la deklivo de *Nagyoldal* traformiĝis akvosuĉilo malgrandkapacita, kaj groto elformiĝis, kiu je la fino de la *Riss-Würm interglaciale* komencis per sedimento pleniĝi. Enfalinta roko fermis la groton, kaj la nova sedimentpleniĝo en la

historiaj tempoj komenciĝis, je la malfermo de la kaverno. Hodiaŭ la groto estas senila, detruiganta.

Hidrologiaj cirkonstancoj

En la groto nur glutanta akvo estas trovebla, kies kemia enhavo estas sama kiel en aliaj grotoj la libersurfaca stranta akvo.

Klimatologiaj cirkonstancoj

La dumtempan ŝanĝon de la klimaelementoj oni observis ek de julio ĝis la komenco de decembro en 1968 per registrantaj mezuriloj. La temperaturo de la ĉambrego Bejárati sekvas la 1–2 semajno longan eksterajn ŝanĝojn, en la ĉambrego Lapos nur kelkaj dekonoj da °C estas observebla. La groto ne havas lokon, kiun ne influas la ekstera temperaturo.

La humideco en Bejárati ŝanĝiĝis inter 81–100%, en Lapos 92–100%.

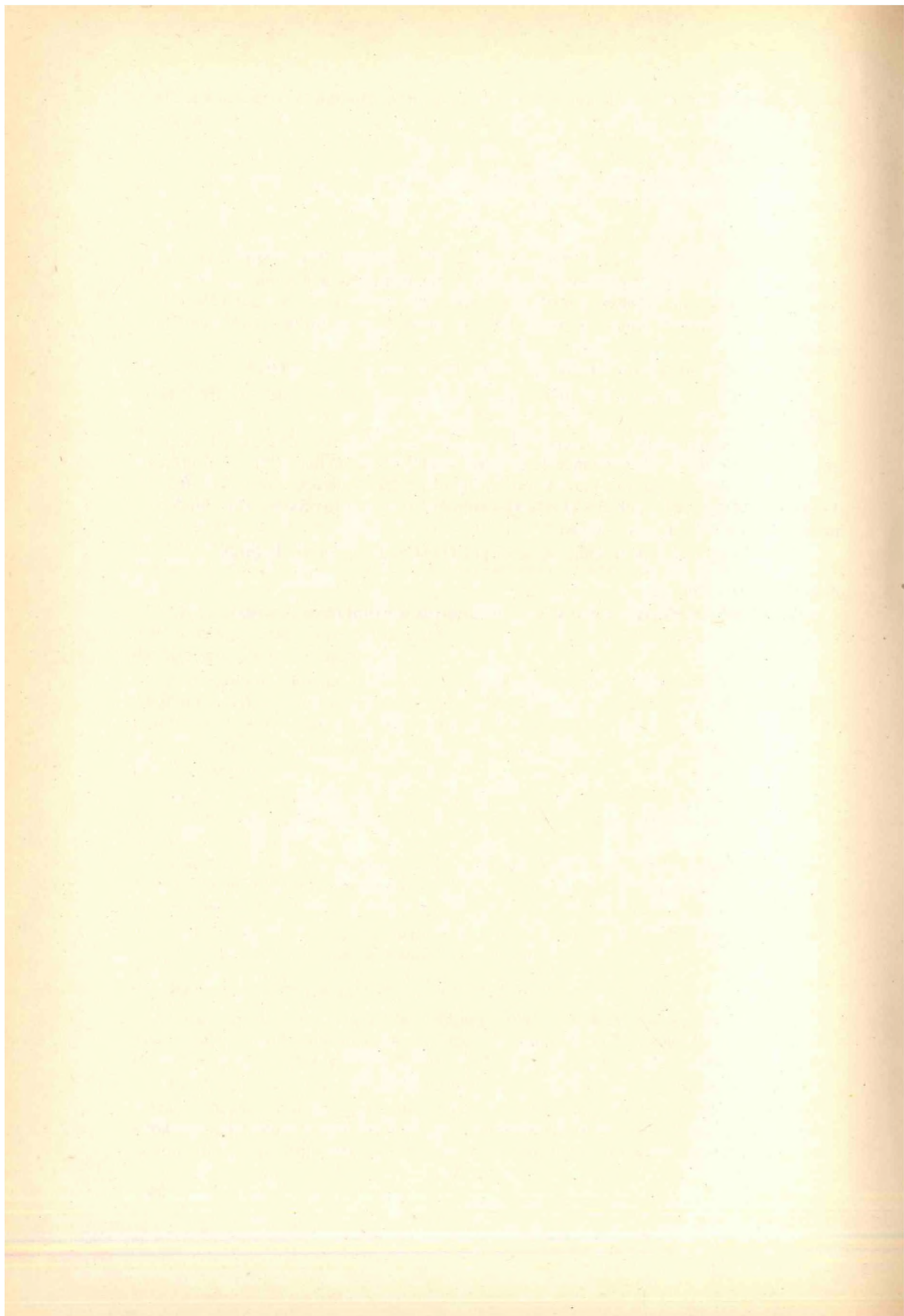
La ŝanĝoj de la aerpremoj en Bejárati bone, en Lapos nur kiel tendenco estis observebla.

Speciala propreco de la klimato estas la somera malvarmo-enfluo, kaj la suno-enbrilo en Bejárati. Somere frumatene la sur *Nagyoldal* subvenanta malvarma aero enfluas en la groton, malkreskigas la humidecon, kaj malvalmigas la temperaturon kun 0,5–1,0°C. Ankaŭ somere la suno ĉirkaŭ je la 11-a enbrilas en la groton, timaniere la humideco malkreskas, la temperaturo altiĝas.

La laŭlokan varion de la klimaelementoj la 11–12–13-aj figurroj montras.

Arkeologiaj observoj

En la ĉambrego Bejárati oni trovis fragmentojn de terpotoj *Halstatt*-tipaj.



KARSZTVÍZFORGALOM A DUNÁNTÜLI-KÖZÉPHEGYSÉGBEN

LÁNG S.

Eötvös Loránd Tudomány Egyetem, Budapest

1. A karsztosodás, a karsztos kőzetek és tulajdonságaik

1.1. A karsztkőzetek

A karsztosodás a jól oldható kőzetek elváltozása — karsztjelenségek fellépése formájában, a víz oldó hatása révén. A karsztvíz a karsztosodásra alkalmas kőzetekben geológiai korokon át összegyülekezett, beszivárgott, vagy a karsztba lefolyt felszíni (csapadék) víz. Beszivárgása a már régóta lepusztult felszínekről kisebb-nagyobb járatokon, üregeken, repedéseken, hasadékokon, barlangokon át történt. A karsztvíz a kellően szigetelő fekvő zárótételek felett a karsztos kőzetek fenti, egymással többé kevésbé összefüggő üregrendszerét részben vagy egészben ki is tölti. E karsztos járatok vízbősége általában többszöröse a fekvő és a fedő nem karsztos összletek vízbőségének. A dunántúli karsztvíz néhány fokkal még melegebb is, mint a fedő fiatal üledékek ún. talajvizei.

A dunántúli hegyvidéken mutató karsztos kőzetek: főként a földtörténet másodkorából származó mészkövek és dolomitok, amelyek a felszínen jelentős kiterjedésben, a felszín alatt pedig hatalmas vastagságban mutatkoznak. Vastagságuk 1000 m feletti, de ez a szám még nagyobb, ha figyelembe vesszük az egyes hegységterületek töréses, pikkelyes szerkezetét. Ezek szerint pl. a *Bakony*-ban (id. L ó c z y szerint csak a *triász* időszak karsztos kőzetei mintegy 3000 m vastagságúak, míg a *júra* és a *kréta* beliek együtt mintegy 1000 méteresek. Még tovább vastagítja a kőzetek karsztját a 100–200 méternél ugyancsak ritkán vastagabb *felsőeocén* és végül a *miocén* mészkő. A *Gerecsében* — V i g h G y . szerint — a karsztos *mezozoós* összlet 1000–1100 m., a *Buda–Pilisi* hegységben pedig — V e n d l A . szerint — kb. 1175 m. vastag.

A *Dunántúli Középhegység* karsztos pásztjának földfelszín alatti kiterjedését — *Keszthely* és *Budapest* között kb. 1000 m-ig egészen az alaphegységig — K a s s a i F . (1948) kissé több, mint 10 000 km²-re teszi. Mivel e vonulat karsztos kőzeteinek átlagos vastagsága >1000 m, és ha csak 1%-nyi üregesedést tételezünk fel a hatalmas kőzettömegben, az is 100 km³, ún. statikus karsztvízzel töltött üregrendszert jelent. (A dunántúli középhegységi karsztok üregesedésére nézve később pontosabb adatokat közlünk.)

A karsztos kőzetek jellemző sajátossága a *repedezettség* és az *üregesség* (hézagterfogat). A repedések, üregek az ún. *karsztvízszint* vagy *karsztvíztükör* felett levegővel, esetleg más gázokkal, erősen hűlvadási vagy csapadékos periódusban részben leszálló vízzel vannak tele, míg a karsztvízszint alatt túlnyomó többségükben vízzel.

A repedések egyrészt tektonikus eredetűek: törések, vetők mentén többé-kevésbé szétnyílt vagy ezenkívül még oldódással is bővített közhézagok. Képződhetnek ezenkívül repedések a rétegebb kőzetek rétegeinek szétválásával, továbbá (márgák) palásodással is, vagy pedig egyenetlen tömörödés (kompakció) révén is.

Az üregesség lehet *elsődleges*: sejtes, likacsos mészkő, vagy dolomit képződés révén, majd ezek tovább alapkőzet oldással is bővültek. Az üregek és a hézagok, utólag azután be is cementeződhetnek, főleg újra kikristályosodott mészkővel.

A leszálló karsztvíz övezetben az *atmoszférikus oldódás* ma is folyik. S c h m i d t S . pl. a dorogi bányavidéken (100 km²) évi 1800 m³ új üreg képződésével számol. Ez az adat talán még kissé soknak is tűnik a kb. 50 m tszt. feletti mintegy 13–15 km³ térfogatú karsztvidéken. 1 millió évre ugyanis 1,8 km³ jutna, a *pliocén* kezdete óta pedig ilyen arányban már régóta az összes *Dorog* vidéki karsztos kőzetnek fel kellett volna oldódnia, holott a mai domborzat itt kb. a *pliocén* közepétől származik. Ilyen gyors oldással pl. nem állhatna fenn pl. a *Nagy Gete*-hegy (456 m), tetején a miocén kvarckavicstakaró sapkával. Ezért az oldódás mértéke a S c h m i d t S . számította mennyiségnek — becsléseink szerint — *a felét sem érheti el*. Pontosabb adatokra kellő mérések és megfigyelések árán lehet majd jutni.

Megbízható becsléseink szerint a mai éghajlati körülmények között nálunk 1 millió év alatt mintegy 8 m vastag mészkőtakaró pusztul le, főleg oldódással, korrózióval és kifagyásos, továbbá inszolációs aprózódással. E rétegnek csak egy része felszíni, míg jelentős hányad jut a felszínalatti üregképződésre is a leszálló karsztvízi zónában. A mai klíma- és vele az oldódási viszonyok mellett a felszínről kb. 1–1,5 m tömör réteg oldódhat csak fel.

A karsztos kőzetek *üregtérfogata* (hézagtérfogat) — mivel egész hegységek kőzet-tömegeiről van szó — általában 1–2% között változik. Nézetünk szerint, a *Dunántúli-Középhegység* vonatkozásában — a hézagtérfogat értékek kőzetfajták szerint — az alábbiaknak vehetők:

Meszes márgák	0,5%
Tömör, vastagpados mészkő, dolomit	1 %
Ugyanaz, de jobban repedezett	1,5%
Lemezes, likacsos, vékonyrétegű, sejtes, nagy üregű mészkő	2 %

Mindez azt jelenti, hogy a beszivárgás részére a főkarsztvízszint felett a kőzettípusokban legfeljebb $5000-20\,000 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{km}^3$ térfogat áll rendelkezésre.

A beszivárgás mértéke — K e s s l e r H . (1954) szerint középhegységeinkben — az évi csapadék 30–40%-a. Ezt az összeget részünkről soknak tartjuk. Évi átlagban ez az érték számításaink szerint mintegy 25–30%- közé esik. Ennek alapján — a 680 mm átlagos csapadékú dunántúli középhegységi karsztos területek átlagos beszivárgása sokévi átlagban évi 180 mm lenne (3. táblázat). Ez $\sim 180 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{km}^2$, amelynek a tározásához az átlag 1% üregesedés mellett 18 m vastag (18 millió m³-nyi) kőzetrétegre van szükség. 2% üregesedés mellett — ezzel az értékkel K a s s a i F . számol — az igényelt víztartó kőzettérfogat az évi átlagcsapadék tározódásához — csak 9 millió m³ kőzet (azaz 9 m vastag kőztlemez). Ebben a 9–18 m közötti szintben helyezkedik el a szárazabb, ill. a nedvesebb évek vagy évszázadok vízháztartásának megfelelően a dinamikus karsztvízövezet. E szint helyzete — amint arra már utaltunk is — egy bizonyos középértékhez képest \pm néhány métert változik a szélsőségesen száraz, illetőleg a szélsőségesen nedves évek helyzete szerint.

Amint arra a többéves karsztvízszint megfigyelések eredményeit feltüntető ábráink is utalnak, az antropogén hatásoktól (bányászat!) nem háborgatott területeken, pl. a *Déli Bakony* központjában vagy a *Keszthelyi-hegység* közepén (*Kövesgyűrű, Vállus*), a természetes megcsapolások helyétől is távol e vízszintingadozások szerények, ha egy-egy erősen csapadékos hónap vagy évszak hatását keressük. A természetes megcsapolási övezetekhez közel (pl. *Veszprémfajszi karsztaknája*) viszont nagyok a vízszint ingadozások már 1–2 napon belül is, mert a nagy esőktől, hóolvadásoktól igen gyorsan feltöltődik, majd hamarosan ki is ürül a dinamikus karsztvízövezet még szabad járatrendszerre.

1.2. A középdunántúli karsztvíz helyzete, a karsztvízszint

Szádeczky (1941) szerint a dunántúli karsztvízes területek a Grund-féle és a Katzler-féle karsztvízszint elmélet ritka határeseti állapotának közelében vannak. Grund szerint ugyanis az ún. *karsztvíztükör* az egész hegységre kiterjedő, alig lejtősödő felszín, amely a hegységperem természetes megcsapolások szintjétől — óraüveg szerűen — a hegység központi, legmagasabb részei felé feldomborodik. Katzler teóriája viszont a nagykiterjedésű hegységek egységes karsztvízszintje *ellen* szól (kövctői Keilhack és Lehmann is ezt vallják). Katzler karsztcsatornáit egymástól független tele alagutak.

A természeti jelenségek nagyfokú bonyolultságára utal azonban az, hogy vannak olyan esetek, amelyek Katzler elmélete mellett szólnak, pl. egymás tözsomszédságában húzódó csatornák, üregek esetén lehetséges, hogy egyiknek a kiürülése nem okoz vízszintcsökkenést a másikban (Schmidt S., 1932. 146–147. o.), pl. a tokodi altárónál, bár az általános karsztvízszint mindenütt azonos. A Grund-féle szabad karsztvíztükör nagy területre vonatkozó érvényességét igazolni látszik viszont az éghajlatingadozás hatása, a csapadék mennyiségi ingadozásán keresztül. Az esztergomi szénmedencében pl. az évi ingadozás 1 m-es vagy pedig csak az alatt marad, a néhány évtizedes pedig >2 m lehet (Rozsnyik — Schréter — Roth). Ezenkívül a karsztvíznek a tározó üregrendszer sajátosságaitól függő, előre jelezhető regionális, térbeli helyzetváltozásai is lehetnek, a Grund-féle elméletnek megfelelően, amint ezt Szádeczky írja. Csak a Solymári-akna vízszintje emelkedett 1939/40-ben 10 hónap alatt 3 m-t, mert a karszt feletti összletből is kap vizet.

A fentiek figyelembevételével lehet megszerkeszteni az általános érvényű izohipszás karsztvíztérképet, főként dunántúli karsztos hegységeink területéről. Az első ilyen vázlatos térképet Szádeczky K. E. szerkesztette (1942), majd részletesebbet Kassai F. (1948).

Ma már a VITUKI Karsztvízkutatási Osztálya évente ad ki részletes karsztvíztérképet (Böcker T. és Sárváry I. szerkesztésében). A legutolsó ilyen térkép az 1972. jun. elsejei állapotot tünteti fel (*1. táblázat*).

Saját régebbi véleményünk szerint (1948) a Grund-féle igen lapos feldomborodású karsztvízszint a *Dunántúli-Középhegység*ben nem áll fenn vagy csak részben van meg, vannak gyorsabb és vannak lassabb vízkicserélődésű, ill. dinamizmusú zónák. Több hegység résznek önállóan feldomborodó, különböző magasságban levő főkarsztvízszintje van. Fennállnak ezenkívül egyes hegység részleteken a főkarsztvízszinthez képest magasabb helyzetű, kis méretű karsztvízrendszerek is (pl. *Bakonybél* felett a *Kökút* 400 m-en fekvő kis karsztforrásához kapcsolódó karsztvízrendszer a 648 m-es *Halyaghegyben*). Utóbbiak jelentősége és vízforgalma azonban aránylag csekély.

1. táblázat
Dunántúli Középhegységi karsztvízszintek

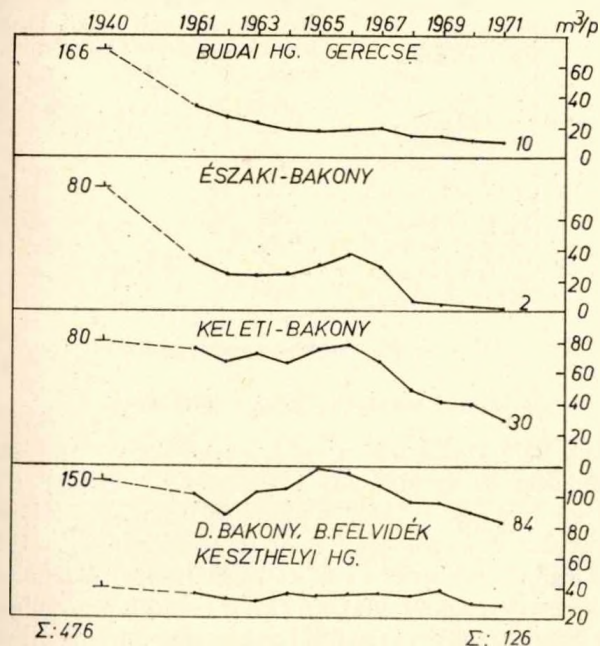
Észlelés helye:	1946. m. tszf.	1972. 1. 1. m. tszf.	Karsztvízszint süllyedés m.
Budakalász — 2. fúrás	112,5	—	—
Solymár — Solymári-akna	138	118,4	—19,6
Pilisvörösvár	138	112,8	—25,2
Pilisszentiván — Erzsébetakna	137—138	—	—
Dorog Új-akna	131,3	109	—22,3
Reimann-akna	131	108	—23
B-akna	131	108	—23
Samu-akna	131,3	108	—23,3
Tomedék-akna	132	108	—24
Tokod Vilmos-akna	131 (1931-ben)	109	—22
Ebszőny Szállító-akna	131	110	—21
Tát — 17. fúrás	115,4	110 (M-97)	— 5,4
Sárisáp — Langyos forrás	131	— (elapadt)	kb —21
Nagysáp — 2. fúrás	188,075	110 (NS-61)	—78
Tatabánya VI.-VII. akna	139,5	110	—29,5
Tatabánya Vizakna	139,5	110	—29,5
Tata Fényes és Vak-forrás	132	123	— 9
Cseke-tó	140	123 (Pokol-fúrás)	—17
Oroszlány I. akna	140	123,7 (01—1761)	—16,3
Nagygyháza — 3. fúrás	139,5	118,8 (Nh-1)	—20,7
Alcsút — Vérti völgy	140	137,5 (Ad-1)	— 2,5
Zámoly (139,4 m) É-ra 3,4 km-re források	155	140	—15
Gánt — Vizakna	158	140,3 (Gánt-1)	—17,7
Csákberény Fürdő-tó	185	138 (Csb-a)	—47
Csókakő 228,3 0-tól Ny-ra két forrás	180	135,8 (Csk-1)	—44,2
Bodajk — Bodajk-tó	146	138	— 8
Fehérvárcsurgói Meluzinafürdő	130	60	—70
Fehérvárcsurgó Duzzogó-fürdő	127	90	—37
Forrófái-tó	132	80	—52
Csór — Csabafőviz	124,5	100	—24,5
Inota, Boda-, Sár-, Farkaskút-f.	147,6	84,4 (Erömü-lakótp. akna)	—56
Csetény — 22. fúrás	169,1	148 (Q-232)	—21,1
Dudar — 14 fúrás	164,3	149,1 (D-218)	—15,2
Várpalota	147	100	—47
Veszprém, Laczkó-forrás	240	240	∅
Hévízfürdő	109	109	∅
Tapolca, Tavasbarlang	124,4	124,2	∅
Nyírad, bauxitbánya	150	115	—35
Ajka	204	170	—34
Jolán-akna	247	232,3 (V-235)	—14,7
Városlőd, Kálvária-völgy	314	250	—64
Gyepükaján, melegviz	170	154,6 (Gyk-2)	—15,4
Attyai-források	178	157,5 (Pk. akna)	—20,5
Tapolcafő	180	157,5 (Pk. akna)	—22,5
Sümeg Vizmú	147	142,8	— 4,2
Öcs-Kindertó	185	182,8	— 2,2
Véndeki Szentkút	165	130,7 (HgN 29)	—34,3

Az ún. főkarsztvízszintet már a 40-es évekig rögzítették, amely az erózióbázis szintje (ÉK-en a Duna, vonala, DNY-on a Bakonyban a Móri-árok, a Sárrétek, a Balaton és a Marcal-medence depressziója) fölé — a már említett — többé-kevésbé feldomborodó, óraüvegszerű felszín. Eszerint, *egységes főkarsztvízszint van jelen a Vértes, a Gerecse, a Pilis és a Budai-hegység aljzatában*, majdnem 150—180 m-t is elérő (tszf. m.) központi

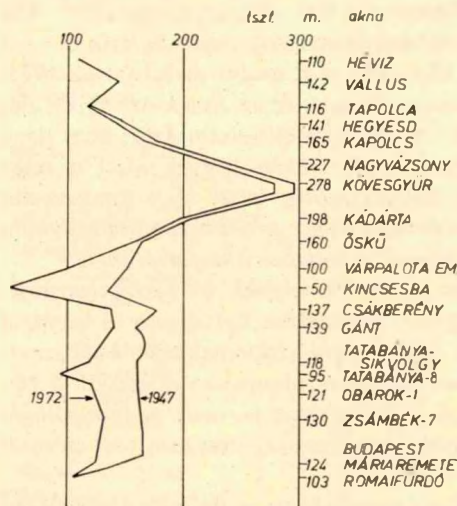
feldomborodásokkal. A peremi megcsapolások *Budapest*en 100–105 m, máshol 110–150 m között voltak. Ma a központi karsztvíztükör-feldomborodások már alig érik el — a bányászat okozta nagy depressziók miatt — a 130–140 m-t, amint arra utal az 1972. évi karsztvízterkép is. Emellett, a feldomborodások áthúzódtak az *Észak-Mezőföld* alá, ahol még tart a középhegységi *mezozoós* karsztvíz tartó kőzetek felszínalatti, nem nagy mélységű kiterjedése. Ellenben a *Vértes—Gerecse—Pilis—Budai* hegyek alatt a nagy depressziók hatására már csak 110–120 m a karsztvízszint, tehát alig domborodik fel. Ha a bányászat okozta vízkiemelés üteme nem csökken, a 100 m alá fog süllyedni egy évtizeden belül és emiatt fokozatosan *megszűnnek a budapesti hévforrások* is.

A *Bakony* a másik külön nagy karsztvízes egység, amelynek fő karsztvízszintje, hozzátámaszkodván a litéri töréss átfolódás szigetelő övezetéhez, *Tótvázsony* és *Szentgál* között ma még túllépi a 250 m tszf. m. szintet, de a peremi vízkiemelések (*Iszka-szentgyörgy, Várpalota, Ajka, Halimba, Nyirád*) itt is évről évre rohamosan apasztják a vízszintet, és már régóta a felhalmozott ún. *statikus vízkészleteket* is, mert az *utánpótlódó (dinamikus)* karsztvíznek egy-egy említett bányaterületen esetleg évente a *többszörösét* is kiemelik.

A 1–3. ábra karsztvízszintjei közül egyeseknek ingadozása, — ha csak a természeti folyamatoktól, csapadéktól, stb. függ, — még matematikailag is könnyen értelmezhető egy-egy elsőfokú függvény szerint (pl. *Kövesgyűr, Vállus*, 1967-ig), feltéve, hogy lassú lejáratúak az ingadozások (ellentétben pl. *Veszprémfajs* esetével, az ott fellépő nagy és gyors ingadozásokkal) A 2–3. ábrán viszont, *Tata* és *Vértesszöllös* karsztaknáiban — a bányászat okozta karsztvízszint süllyedés eredményei tanulmányozhatók.

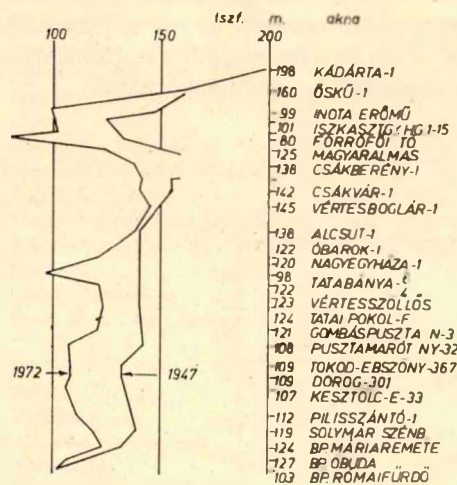


1. ábra. A karsztforrások évi hozamai tájankénti bontásban.
Fig. 1. Total annual yields of karstic springs by areas.



2. ábra. Karsztvízszint süllyedés a Dunántúli Középhegységben a Hévíz – Budapest szelvény mentén. Bázisszint: 1947. Csökkent szint: 1972. A számok az 1972. évi tengerszint feletti karsztvízszint magasságot jelentik.

Fig. 2. Decreasing of karst water level in the Transdanubian Central Mountains along the Hévíz – Budapest section. Basic level: 1947. Decreased level: 1972. Figuring numbers are the 1972 heights above sea level.



3. ábra. Karsztvízszint süllyedés a Dunántúli Középhegységben a keleti területen. Bázisszint: 1947. Csökkent szint: 1972. A számok az 1972. évi tengerszint feletti karsztvízszint magasságot jelentik.

Fig. 3. The decreasing of karst water level in the Trans Danubian Central Mountains at eastern area. Basic level: 1947. Decreased level: 1972. Figuring numbers are the 1972 heights above sea level.

2. Karszthidrogeográfia

2.1. A karsztok hidroklimatológiája

A karsztvidékek hidroklimatológiai sajátosságai nagyon változatosak, hiába van jelen a karsztos alapkőzet. Ez ugyanis csak a beszivárgás tényét határozza meg. A beszivárgás mennyiségi mutatói viszont már zömmel az éghajlati sajátosságoktól függenek: a csapadék mennyiségétől és minőségétől (a hó részeseződéstől), továbbá a légnedvesség, a szél, a napsütés, a léghőmérséklet és a szikla (-kőzet-) hőmérséklet alakulása is lényeges, végül a karsztot fedő esetleges növénytakaró és a már meglévő domborzat is fő tényező. Nem közömbös az éghajlati fekvés (nap felé fordult vagy attól inkább elfordult helyzet). Irányadó általában a karsztvidéknek a földrajzi zónák és a magassági övek szerinti helyzete is.

Mindezek figyelembevételével a világ karsztjain a beszivárgási tényező (a csapadék %-ában) 0,1–99%, tehát igen nagy, úgyszólván maximális a szórás lehetősége.

Megjegyezzük továbbá azt is, hogy az 1851–1970. időszakra számított beszivárgás időben kisebb-nagyobb eltolódásokat jelez, pl. az 1901–1950. szakaszra megadott normákhoz képest. Ezek az ún. éven belüli ingadozások egy-egy 30–50 éves szakaszban a beszivárgás évszázados végösszegét már kevéssé érintik. Pl. a múlt században és a jelen század első negyedében a szeptember még aránylag nagyon csapadékos hónap volt, majd ennek szerepét a 30-as évektől kezdve átvette a november (L á n g 1953.). Szerencsére ez a változás a beszivárgás végösszegét nem, vagy csak alig befolyásolta. Befolyásoló volt inkább a téli csapadék és az évi csapadék néhány %-os növekedése a múlt század közepe óta, ami a tél némi hidegedésével kissé növelte a beszivárgást. Igaz, hogy ez csak kicsiny mérvű vízkészlet növekedést jelent, néhány m³/perc értékkel.

Feltűnő volt végül az 1851–70. közötti két évtized igen nagy szárazsága *Európa*-szerte, amikor *Párizstól Rómáig* vagy *Szverdlovszkig* mindenfelé átlagban 20–40%-kal kevesebb évi csapadékot jegyeztek fel, persze kb. ilyen arányokban csökkent a beszivárgás is a dunántúli karsztba. Ennek folyományképpen a múlt század 60-as éveiben a *Fertő* és a *Velencei-tó* kiszáradt, a *Balaton* közepes vízszintje pedig 100–130 cm-t csökkent.

2.2. A csapadék beszivárgása, a karsztvíz keletkezése

A csapadék beszivárgásának egyik fő előfeltétele a beszivárgást elősegítő repedezett karsztos felszín kiterjedése a *Dunántúli-Középhegység* különféle részein, — ideszámítva a *mezozoós* alaphegységi, főleg *triász* mészkő- és dolomitterületeket, valamint a *neogén* fedőhegységi jellegű, de még a *mezozoós* karsztosodó alpra települt felszíneket is, az alábbiakban részletezhető az egyes hegységi területek szerint.

2. táblázat
A Dunántúli Középhegység karsztjainak kiterjedése km²

Karszterület megnevezése	Terület km ²	Karszterület megnevezése:	Terület km ²
<i>Bakony</i>		<i>Dunazug-hegység-Vértes</i>	
1. Északi-Bakony (B)	300	4. Vértes (V)	180
2. Keleti-Bakony (K)	350	5. Gerecse (G)	150
3. Déli-Bakony és Balatonfelvidék (D)	400	6. Budai-hegység (B)	100
	1050		430

Ezek szerint a dunántúli-középhegységi karsztvidékek együttes kiterjedése 1480 km². Megjegyezzük itt azt is, hogy *Kessler H.* (1954) e karsztvidék kiterjedését mintegy 1000 km²-ben adja meg. Az eltérés oka főleg az, hogy *Kessler* csak a másodkori karsztfelszíneket vette számításba. Már pedig utóbbiak egy része harmadidőszaki, fiatal durvamészkő terület, amelyet hozzá kell számítani az alaphegységi *mezozoós* karszterülethez, feltéve, hogy a fekében a másodkori karsztos kőzetekkel még érintkezik.

Az *1. táblázat* zárjeles adatai a *VITUKI (Böcker T. — Sárváry I. szerkesztette)* 1972. I. 1. állapotokat tükröző dunántúli középhegységi karsztvíztérkép színelcsa alapján kerültek összeállításra és a fedőhegységi karsztfelszíneket is zömmel tartalmazzák. Továbbá néhány % kiegészítéssel olyan karsztnak nem jelzett területeket is feltüntetnek, ahol csak pár méteres lehet a fedő homok- vagy lösztakaró, és beszivárgással vagy ráfolyással folytatódik a beszivárgás a közel fekvő karsztba.

A beszivárgás mértékének kiszámításához általánosságban Maillot és Kessler H. (1954) formuláját használtuk fel kellő korrekciókkal.

2.3. A középdunántúli karsztvíz mennyisége, a karsztvízkészletek

A karsztvíz mennyisége a Dunántúli Középhegységben ha nem is végtelen, de igen tekintélyes vízkészlet. Nem tekinthető teljes egészében mindenütt mozdulatlan, statikus

3. táblázat

A) Karsztvízkészletek és tározó kapacitás a Közép-Dunántúlon (becslések *, számítások)

1972. évre	Terület, km ² (mélykarszt, statikus öv)	Porozitás %	Hegység térfogat* km ³	Karsztvíz km ³	
				Dinamikus*	Statikus*
1. Bakony	3000	1	600	0,25	6
2. Vértes-Dunazug hegység	2000	1	350	0,10	3,5
3. 1945-re (Bakony + Vértes-Dunazug együtt)	5000	1	950	0,35	9,5

* 100 m tengerszintfeletti magasság fölé eső térfogatértékek

B) Bányászat és a vízművek révén kiemelt összes karsztvízmennyiség és a források vízhozama millió m³

* Az 1931. előtti adatokkal együtt

	1931— 1945*	1946— 1960	1961— 1972	Csak 1971. évi:	Σ:	Források vízhozama		
						1931—45	1946—60	1961—72
Pilisvörösvár (kőszén)	—	6	5	—	11			
Dorog (kőszén)	110	350	660	40	1120			
Tatabánya (kőszén)	130	280	520	52	930			
Iszka-szentgyörgy (bauxit)	—	40	250	29	290			
Várpalota (kőszén)	150	56	80	8	286			
Balinka (kőszén)	—	—	40	9	49			
Dudar (kőszén)	—	5	10	1	15			
Urkut (mangán)	25	30	30	2	85			
Ajka (kőszén)	100	130	140	13	370			
Halimba	—	10	30	4	40			
Nyirád	—	20	700	110	720			
Kisebb vízművek karsztaknákból	200	250	300	10	385			
	715	1177	2765	278	4657	3640	2950	1260
Évi átlag:	48	78	230		108	243	196	105

készletnek, még a fekvőre támaszkodó alsó része, övezete sem, mert a helyenkénti törésvonalakon még mélyebbről feláramló magas hőfokú ún. *profundus*, továbbá az esetleges *juvenilis* vizek lassan-lassan átkeverik.

Ez lehet az eset a budai termális vonalon, továbbá *Esztergom–Dunaalmás, Pétfürdő* és *Hévízfürdő* törésvonalánál is. (E lassú szekuláris évezredes áramlásra utalnak a VI-TUKI tríciumos vizsgálatai is a hazai karsztokon.) (1973)

A vízkészlet tényleges méreteit illetően előzőleg meg kell említenünk, hogy a *Dunántúli Középhegység Hévízfürdő–Budapest* közötti részének közepes magassága csak mintegy 280–300 m, a karsztvíz átlagos szintje pedig a *Bakonyban* 150–200 m (ma pl. maximálisan 280 m), a *Vértesben, Gerecsében* és a *Buda–Pilis* hegységben még e hegységek közepe táján is csak 110–120 m. Ezek szerint a fenti területeken az ún. *beszivárgásos és leszálló (dinamikus) karsztvízöv*, egészen a dunai-balatoni erózióbázisig ma már átlagban csak a *Bakonyban* lehet mintegy 120–150 m vastag, míg a *Vértesben* és a *Dunazug* hegységi területen csak 10–20 m. Ezzel szemben a *Középhegység* teljes karsztos összlete átlag 1200–1300 m vastag. Ennek karsztvízkészlete a táblázatok szerint az alábbi: (Számításba csak a felszínnel nagyobb mérvű vízforgalmi kapcsolatban álló, kb. 5000 km²-es területet vettük.) (3. táblázat)

A kiemelt, végösszegeiben hatalmas méretű karsztvíz mennyiségek végeredményben a statikus karsztvizeket csapolták meg, a középhegységi mélykarsztokat is beszámítva. Ennek hatására csökkent a főkarsztvízszint mintegy 40 m-t (1% üregesedéssel számítva). Ez a mintegy 0,4 millió m³/km² vízvesztés az elmúlt 50–100 év óta már mintegy 4 km³ összes vízvesztést jelent bányahelyenként változó méretekben. Kb. 2% porozitással számítva a süllýedés mérve csak 20 m lenne. (Hogy melyik adat áll közelebb a valósághoz, azt nehéz eldönteni, mert a hegységek belsejéből nem állnak rendelkezésre sok évtizeddel ezelőtti karsztvízszint adatok.) Azonban jó tájékoztatást ad erről a 2., 3. ábra, eszerint az átlagos karsztvízszint süllýedés kb. 25 m. Ez 1,6% üregesedést jelent.

2.4. A vízmérleg és a vízháztartás kérdése a Közép-dunántúli karsztokon

A vízmérleg és a vízháztartás meghatározása a nagyobb kiterjedésű karsztokon a legbonyolultabb, szemben pl. a felszíni vízfolyásokkal. Fokozza a bonyolult jelleget – a *Közép-Dunántúl* esetében – a karsztvidékek erős tagoltsága – magas-, mély- és közbülső karsztokra, valamint a részleges lefedettség is. Tovább nehezedik a vízháztartási mérleg felállítása azzal, hogy a morfológiailag egységes karsztfennsíkokon belül is erős megosztottságot és hidrológiai különválasztást jelenthetnek azok a hegység szerkezeti övek, amelyek mentén vizet záró közettömegek tolultak fel, önálló parcellákra bontva a karsztot, önálló felszínalatti vízrendszerekkel (*Balatonfelvidék* egyes részei, *Alsóörs–Révfülöp* között). Ezek az önállósult részek egyénileg viselkednek, a kisebb egységeknek időben is egymástól eltérő vízháztartásuk is lehet. Az ilyen területek azonban csak kisebb kiterjedésűek. A vízmérlegben kifejezhető, egységes karsztvízháztartású részszak kijelölését a továbbiakban még az is nehezíti, hogy a *Dunántúli-Középhegység* java részén a karsztvízrendszerek laza összefüggésben állnak. Ha néhány helyen erősen leszívják a karsztvizet (*Dorog, Tatabánya, Iszkaszentgyörgy, Nyirád, Halimba* a jelenlegi legerősebb megcsapolási helyek), ennek folyamánaként az egész közép-dunántúli karszton vízszintcsökkenés jön létre. Mindezek figyelembevételével (a főbb domborzati tényezők, a hegység szerkezet és a felszíni, továbbá a felszínalatti lefolyásviszonyok és a hidrológiai szakirodalom tájbeosztása) alakítottuk ki a középhegységi fő karsztvíz körzeteket (2. táblázat). Vízmérlegükre jellemző, hogy a beszívárgás itt 5 és 55% között ingadozik, az átlag 25–30% közötti.

A vízháztartással kapcsolatos vízforgalom a korábbi évtizedekben normális méretű volt: csapadék → beszivárgás (25–30 csapadék %, a többi elpárolog → áramlás a karsztforrásokig, vagy a mesterséges megcsapolásokig → felszínre lépés, lefolyás, társadalmi vízhasznosítás. A karsztvíz kicserélődéséről ma inkább abban a formában lehet beszélni, hogy a mesterséges leszívítás nagyobb is lehet, mint az utánpótlódás, majd a leszívítás csökkenésével egyes kiürült karsztjáratok újra megtelhetnek karsztvízzel és a víznívó emelkedik. Hogy ez a vízkicserélődés a középhegységi karszton végbemegy, arról a bányászattal kapcsolatos hidrológiai adatok már régóta tanúskodnak.

Eszerint, pl. a kb. 100 km² kiterjedésű dorogi szénbányászat területén a nedves évek karsztvízszint emelkedése rendszerint nem érte el az 1 m-t. Ma pedig a karsztaknak megfigyelései tanúskodnak a nedves szakaszok kisebb-nagyobb vízszint-ingadozásairól.

Ha pl. 1 m vízszint emelkedést veszünk alapul, ez 100 millió m³ közet térfogat, ami pl. egy 2% üreg térfogatú karsztban csak 2 millió m³ víztöbbletet jelent a korábbi közepes év alacsonyabb karsztvízmennyiségéhez képest. A 100 km² felszínen viszont ez 20 mm csapadéktöbblettel jelentkezik. A valóság azonban ennél nagyobb, még többször 10 mm is lehet, de az összefüggő karszthegységben a nagy többlet szétáramlik és részben hamar kifolyik (a megcsapolásokon át) és a mellékközeteknek (fedőhegységi nem karszt) is átadódik nagyobb vízkontingens.

Az előzőekben jelzett ún. *mélykarszt* a statikus, már nem áramló karsztvíz tározótere. A mintegy 10.000 km²-nyi, javarészen mélykarszti zóna összes térfogata kb. 10.000 km³, amiből a karsztvizet tartalmazó üregrendszer a kb. 0,5% részesedéssel is már 50 km³ (50 × 10⁹ m³), amely a magyar Duna 2/3 évi közepes vízhozamával egyenlő. Csak 1% üregesedéssel számítva is ez az összeg 100 km³!

Ennek természetes vízforgalma ma a hideg, langyos és meleg karsztforrások révén és a bányák vízemelésével, továbbá a vízművekkel hatalmas veszteség, amit ma már a csapadék beszivárgásával végbemenő nyereség nem is tud kiegyenlíteni, hanem az a karsztvízszintben egyre nagyobb depressziós tölcsérek kialakulásához vezet. (A vízmérleget l. később). Ezzel szemben a *dinamikus* (utánpótlódó) karsztvíz tározótere a 3000 km²-es *Bakonyban* mintegy 600 km³ közettér, amelyben 6–7 km³ karsztvíz van. A *Dunazug* hegységben ugyanúgy csak 0,2 km³ karsztvíz tározódik.

A karsztvíz utánpótlódásának kiszámításához szükséges *beszivárgási tényező* K e s s - l e r H. (1953) adatai szerint kb. 35%, J a k u c s L. (1961) szerint (a *Béke*-barlangnál) pedig csak 15%. Tekintve, hogy a középhegységnek kb. felerésze 100–200 m vastag, laza, fiatal üledékkel takart fedőhegységi térszín, csak 27%-os, kb. évi 180 mm-es átlagos beszivárgást vehetünk alapul kb. 1500 km² területre. E számítással a karsztvíz korára nézve tehetünk megállapításokat: a karszt teljes telitődése gyorsan megy végbe (geológiai-lag), vagyis ún. *triászvizek* (e korból valók) *nincsenek*. Ezek szerint a beszivárgás mennyisége évi átlagban 180.000 m³/1 km², azaz 0,18 m vastag vízréteg. Ez pl. 1 millió év alatt — a mai klímaviszonyok feltételezése mellett — 180 ezer m vastag (180 km-es) vízréteg. Már ez a hatalmas számadat is kizárja az ún. *öskarsztvíz* (*triászvíz*) feltételezését (tehát a régebbi geológiai korok vízének jelenlétét) abban az értelemben, hogy a középhegység alsó részeiben a karsztvíztükör alatt csak a *mezozoikum*ból visszamaradt vízrétegek lennének. 50 millió év alatt pedig — tehát kb. az *eocén* vége óta *csak* a mai klímaviszonyokhoz méretezett beszivárgás együttes vízrétege 9000 km vastag lenne. Ez az összeg — a hegységterületen előforduló hidrotermális folyamatok vízkicserélő hatásának figyelembevételével (üregesedés, hidrotermális ásványtársulás és mésztufa képződés, közetbomlás) e hosszú idő alatt is még sokezerszeres vízkicserélődést jelenthet. Ezek alapján is kizárt, akár csak az *óharmadkorból* is visszamaradt karsztvíz lehetősége.

2.5. A hidrotermális folyamatok hatása a karsztvízre

A hidrotermális folyamatok statikus karsztvíz kicserélő hatását azért emlegetjük, mert a karsztvizek nem egy helyen higitják fel és hűtik le a mélyebb szintekből, esetleg már a karszt alatti alaphegységből kilépő ún. *profundus* vizeket (H o r u s i t z k y F. 1943), amelyek kiáramlása a Dunántúl egyes részei alatt végbement szubvulkáni, mélységi vulkáni, (intruziós), továbbá felszíni vulkáni kitörésekkel, működésekkel voltak kapcsolatosak. Az ilyen folyamatok hatása sokáig kitart, különösen a melegvíz feláramlások és gázok (széndioxid, kéndioxid) formájában.

A Dunántúl középső táján, a karsztvidékek közelségében ugyanis felszínalatti, illetőleg felszíni vulkánosság a karsztvidékek kialakulása óta több ízben is volt, mégpedig erősebb tűzhányó működéses szakaszok az *eocén* végén, több hullámban a *miocénben* és végül a felső *pliocénben* (Balatonmenti vulkánosság) fordultak elő. E szakaszokat követte az erősebb hévforrás tevékenység is, amelyek beszédes emlékei (sok karsztos kőzet kioldásával, az oldott anyagok kiszállításával a hegység mélyéből, majd a külszínen a karbonátos oldatok lecsapódásával) a nagy mésztufa-édesvízi mészkő területek képződése (*Budai-hegység, Gerecse, Bakony*).

A posztvulkáni hévizekkel, azok feláramlásával kapcsolatos *oldás* a karsztos üregek mennyiségét jelentősen gyarapította, a dolomit elbontásával pedig az erősen *beszivárgó felületek bővítésében* játszott nagy szerepet.

A hidrotermális hatások által kiszállított *hő* is fontos a források környékének melegítése szempontjából, mert ennek alapján e hévizeket a beszivárgás kiszámításakor számításba lehet venni. Pl. a *Hévízi-tó* átlagban 450 l/sec 36 °C-u vizéből mintegy 360 l csak a *Keszthelyi-hegység* leszálló (és 13–14°-nál nem melegebb) karsztvize, a többi pedig feláramló, mintegy 100 °C-u héviz. Így a 360 l/sec beszivárgó vízmennyiségből jól kiadódik a nem hévizes, de karsztos egyéb bakonyi területek 25–30% körüli átlagos beszivárgása alapján (a beszivárgás hasonlósága, vagyis különleges hidrológiai hasonlóság alapján) a *Keszthelyi-hegység* 60 km² -nél nem nagyobb felszíni kibukkanású karszterülete. (Lefedett mélykarsztja viszont a fenti kiterjedés többszöröse).

2.6. A karsztvíz áramlása, áramlási zónák

A karsztvíz áramlása — különösen az idősebb, a *mezozoós* karsztosodó kőzetekben — a nagyon sűrűn kialakult tektonikus eredetű repedésrendszerekben történik. Saját tapasztalatok alapján is — pl. egy dolomitbánya vagy egy mészkőbánya falán, a *másodkori* kőzetekben igen sokféle irányú repedés alakult ki. Repedésiránymérések eredményei (l. pl. B o k o r G y. 1935.) alapján kitűnik, hogy csak a kőzetelmozdulásokkal (vetődés, pikkelyképződés, leveles törés, stb.) járó tektonikus eredetű repedések száma a nevezett *mezozoós* kőzetekben (az egy pontra vonatkoztatott vetődésirányok alapján) 30–40 is lehet, ez ugyanennyi különböző irányt is jelent. Ez a szám azután még növekedhet az elmozdulásokkal nem járó ugyanazon a helyen ismétlődő diaklázisok kifejlődése révén. E nagyon sokféle és a szélrózsa minden irányában jelentkező repedés a *mezozoikum* dereka óta többször megismétlődött hegységképződések következménye (*ujkimmériai, ausztriai, larmaiai, pireneusi, szávai, stájer, attikai*, stb. fázisok).

A fentiekhez képest azután az *eocén* kori karsztos kőzetekben — ugyanolyan módszerrel, mint a *triász* kőzetekben — már csak 10–15, a *miocén*ekben csak 4–5 féle repedésirány mutatható ki, a *pleisztocén*ben már csak 1–3, jóval kevesebb számú hegységképző igénybevétel miatt.

A karsztvíz áramlása e repedésrendszerekben történik, fő komponense a beszivárgás kísérőjelenségeként egyrészt vízszintes. E vízszintes áramlás többnyire elterelt, ill. kellő irányba terelt áramlás, az irányitottságot a fő hegység szerkezeti irányok szabhatják meg, főként, ha oldalt — pl. egy tektonikus árok két pereme mentén — záró rétegek előtt terelődik a karsztvíz, pl. a Dorog — Óbuda közötti tektonikus árokban a megcsapolás, ill. a leszívásos depressziók mélye felé. Ez pl. erős áramlási zóna, szemben a nagyobb masszívumok területével.

Mivel a karsztvíz szintje évek óta ugyyszólván az egész Közép-Dunántúlon regionálisan süllyed, vízáramlás elvileg és gyakorlatilag is minden irányban van, legfeljebb a vizet záró, falszerű geológiai szerkezeteket (agyaggalás pikkelyek feltornyosult részei, stb.) megkerülik az eláramló vizek, az így fellépő útnövekedéssel lelassul a karsztvíz süllyedése.

A karsztvízszint változások közül ugrásszerűen gyors lehet az emelkedő irányzat. Sok helyen — nagy esők, hóolvadások miatt — ez akár 1—2 m/24 ó. víztükör (karsztvízszint) emelkedést is jelenthet, főleg a Bakonyban, a nagyobb méretű karsztfelszíneken. A karsztvízszint emelkedés általában úgy áll be, hogy nagy eső, vagy nagy fokú hóolvadás miatt szivárog be sok víz. A nagy esők java része a hegység (hegy) közepe táján, ill. a legmagasabb részein, vagy felhőszakadéskor esetleg máshol lép fel. A többnyire körülhatárolható kisebb területű esőmaximumot csökkenő csapadékmennyiségű izohiéták vesznek körül. Ez esetben kúpalakban növekszik a karsztvízszint, vagy esetleg a kőzetminőségnek és az egyéb körülményeknek megfelelően óraüvegszerűen, gömbszerűen feldomborodik. Ha ilyenkor a beszivárgás tapasztalati értéke az esőmaximum táján vagy máshol, közelben b %, cs a nagy eső mennyisége mm-ben, d a kérdéses hely távolsága az esőmaximumtól km-ben és z ennek a keresett beszivárgási értéke mm-ben, a formula az alábbi lehet:

$$z = \frac{cs \cdot \frac{b}{100}}{1 + d^2} + cs' \cdot \frac{b'}{100}$$

ahol cs' a kérdéses hely csapadéka és b' a beszivárgása, ahol már kevesebb csapadék volt b értékét a karsztperem valamelyik jól körülhatárolható vízgyűjtőjű karsztforrásának hidrológiai jellemzői alapján lehet meghatározni.

Hóolvadáskor fordított elhelyezkedésűek az olvadákvíz napi vagy hosszabb idejű „izohiétái”: az alacsonyabb hegységperemekre és a napnak kitett lejtőkre nézve lépnek fel a magasabb értékek, az árnyékos oldalakon és a magasság felé csökkenő az irányzat. Formulába önteni e bonyolult helyzetet egyelőre nem áll módunkban.

A karszt átszivárgási tényezőjét („ k ” tényező) K a s s a i F. (1948) adta meg, hasonlóan a laza kőzetekéhez. Eszerint ez $k = 10^{-1}$, $10^{-1/2}$ értékek táján alakul. Véleményünk szerint a fenti értékekhez képest, óriási eltolódások lehetségesek aszerint, hogy mennyire nyíltak a vizet vezető repedések. Pl. az 1923. évi dorogi Reiman-aknai vízbetörés (max. 130 m³/perc) esetén és a többi, hasonló esetben a „ k ” tényezőt már nem is lehet megfelelően értelmezni.

2.7. A természetes tározók kiürítésének jellemzői

A bányavízbetörések jellegét- elsősorban a dorogi és a tatabányai barnaköszén bányák egyes részeiben, a bányaműveletek helyén aránylag elég jól tanulmányozták és a tanulmányok eredményei sok helyen a szakirodalomban is jól hozzáférhetőek (pl. Hidrológiai Közönyben, a Bányászati és Kohászati lapokban, és egyebütt is számos tanulmány).

Mivel minden karsztos hegység megannyi természetes víztároló, a maga üregrendszerével, a hegység belsejében a karsztvíz a közetnyomástól (a rétegekben kialakult nyomástól) és a hőmérséklettől függően helyezkedik el *nyugalmi*, vagy más néven *piezometrikus* vízszintben, vagyis a már említett, többé-kevésbé a hegység közepe felé feldomborodó főkarsztvízszintben. Az ilyen általános karsztvízszint csorbái, finom depressziói a kisebb-nagyobb karsztforrások környékén állandósuló, ún. természetes *depressziós tölcserék*. Lejtésük nagyon lapos, a főkarsztvíz szintjéhez képest, csak akkor meredekebb kissé és még meg is emelkedhet akár néhány m-t is, ha erős és bő vizet adó hóolvadás vagy igen nagy eső méterekkel emeli meg a karsztvízszintet. Ebben az esetben az egyébként mindig száraz és magasabban fekvő árvízi forrásnyílások is vizet adnak a méterekkel mélyebben levő fő forrásokon kívül. De az utóbbiak hozama is megnő, a karsztvízszint megemelkedése miatt. A fő karsztvíztükrön további csorbákat, horpadásokat, közelebről nézve itt is ún. *mesterséges, un. depressziós tölcseréket* jelentenek a bányavíz termelés helyi és a vízvezetéki (ivóvíznyerés, ipari víznyerés) céljára létesített karsztaknák és vágatok vizkiemelése. Az ezek által képzett depressziós tölcserék kúp-palástjának meredeksége attól függ, milyen nagy vízmennyiségek kerülnek leszivatásra és attól is, hogy mekkora mélységben helyezik le a szivattyúkat. A Q vízmennyiség mindenképpen a karsztükrövíz alatti H leszivatási mélység függvénye, mivel a mélység növekedésével a karsztvízre nehezedő *rétegyomás* is növekedik.

A mindjobban kiszélesedő mesterséges depressziós tölcser mélyülése a sok esetben >20 , >30 km-nél is néha messzebb eső peremtől, vagy a leszivatás helyétől a közepe felé csak megközelítőleg számítható ki, tekintettel a vizet tározó karsztos kőzetek fizikai és geológiai inhomogenitására (mészkö-dolomit-meszes márgák váltakozása, rétegzetlenség — vastagpadosság — vékonypadosság — porló kőzet jelenléte, repedések, törések, vetődések sűrűsége, nyílt és zárt törések és vetők, 4. táblázat). A táblázat 4. részében kimutatott karsztvízszint süllyedés csakis a főkarsztvízszint süllyedése, amelyet a mindenkori beszivárgás többé-kevésbé ellensúlyoz.

E számított depresszió kihatásai — a táblázat adatai szerint is — még 20 km-nél messzebbre is kiterjednek, a karsztvízkiemelés, a szivattyúzás helyétől kezdődően. A számítások eredményei azonban elég nehezen ellenőrizhetők a karsztos kőzetekben mutatkozó fizikai (kőzetfizikai) inhomogenitás (mészkö, meszes márga, bitumenes mészkö, földolomit, szaruköves dolomit, stb. váltakozásai), valamint az inhomogenitást (vizet vezető nagy hasadékok, üregek) jelentő geomorfológiai-geológiai inhomogenitás miatt. Egyes repedések messzemenően jól vezetnek el a karsztvizet, míg máshol kevésbé jól közlekedő, sőt félig lezárt üregrendszerek csak jóval később ürülhetnek ki. Ezenkívül az sem ritka, — különösen a tengerszint alatti, fokozódó mélységekben — (A l b e l F.), — hogy az egyes üreg- és nyílt vetőrendszerek mész kiválással mindjobban elzáródnak. Mindezek még jobban bonyolítják a karsztvíz mozgását, főleg sok késleltetést okoznak egyes jobban lezárt szakaszokon és erősebben-gyengébben korlátozzák a kiszámított vízmozgás-sebességek és egyéb adatok (pl. várható depressziós mélységek) értékét is. Emiatt a regionális adatok helyett a valóságnak a kisebb körzetekre érvényes adatok felelhetnek meg jobban és kidomborodhatnak bizonyos szomszédos kis karsztvízkörze-

tek különbözőségei is. Ezen az alapon kezeljük mi is külön a már említett *Észak- és Kelet-Bakony, Balaton-melléki, Vértesi, Gerecse-Pilisi, Budai*-karsztvízkörzeteket azzal, hogy ezek — a stagnáló övben — ki is egészíthetők és ott is és a felszíni *leszálló-kibukkanó hegységi karsztvíz-övezetben még kisebb részekre is bonthatók.*

4. táblázat

A (Q m³/év) kiszivattyúzott karsztvíz mennyiség származása (Q %-ának megfelelő mennyiségben a különböző távolságokból, km) a karsztban

1. Az alapformula (a karsztvízszint térképek és a karsztvízszint süllyedés tapasztalati adatainak figyelembevételével):	
$\Sigma Q_{100\%} = 50 \left(\frac{1}{R_1 1.6} + \frac{1}{R_2 1.6} + \dots + \frac{1}{R_n 1.6} \right)$	
ahol R = n-1 egész km. távolság a bányászivattyúzás központjától (n helyébe 2-től kezdődő pozitív egész számokat kell helyettesíteni). 1,6 a karszt üregesedésének %-a.	
2. A %-os arányszámok az alábbiak (km-eknek megfelelő Q %-ban):	
3. Km (a bányászivattyúzás központjától):	
km:	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 30 40
Q (m ³ /év) %-a:	50 15 8 5,5 4 3 2,4 1,9 1,5 1,25 1,0 0,9 0,55 0,80 0,75 0,70 0,65 0,60 0,55 0,5 0,47 0,25 0,15
km:	50 60 70 100
%:	0,1 0,08 0,06 0,03
4. Az előző %-számok 100 millió m ³ vízemeléskor az alábbi vízszintsüllyedést jelzik (Q/év, a megfelelő km távolságban):	
km:	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
Vízszint süllyedés:	1600 130 30 9 4 2,7 1,6 1 0,7 0,5 0,4 0,3 0,2 0,18 0,16 0,14 0,12 0,10 0,09 0,08

A 4. táblázat exponenciális függvénye bizonyos megközelítést jelent csak a jelenségnek; a szereplő hatványkitevő megválasztása ugyanis részben önkényes, a tapasztalati adatok figyelembevételével.

Az X = 1,6-os kitevő a karszt hézag tényezője (%).

Megjegyezzük azonban, hogy a sok km hosszan elnyúló dm, vagy annál is szélesebb törések, vetődések karsztvizének megcsapolása révén a fenti adatok — különösen a távoli körzetekben — a nevezett vetők szomszédságában jelentősen megnövekedhetnek.

Hasonló jelenségre vall éppen a budai termális vonal langyos vagy meleg karsztforrásainak rendszere, ahol egymás tőszomszédságában — a nyílt vetők méretkülönbségeinek megfelelően — igen változatos vízhozamú és némileg eltérő kémizmusú források törnek fel.

(Gondoljunk pl. a *Császár-fürdő Török* forrására, a *Lukács-fürdő* nagy forrására és a *Malomtóra* — másfelől pedig a körülöttük települt apró forrásokra).

Végezhetünk egyszerűbb és elég jól megközelítő számításokat úgy is, hogy a néhány-száz m mélységben történő leszívítás tölcserét egyszerű kúppalástnak tételezzük fel. Ezáltal megkapjuk a tölcser nagyjábólí átmérőjét, amely az alábbi példák szerint is már több km lehet.

Ha pl. 110.000 m³/nap (40 millió m³/év) vízemelést veszünk alapul, ennek tározó közete 1% üregesedésnél 4 km³ közet, míg kb. 275.000 m³/nap vízemeléssel nyert víz tározó közetének térfogata u.o. üregesedésnél 10 km³ karsztos közet. Az egyszerű kúppalakúra kiegyenlített depressziós tölcserék átmérője (r, km) 300, ill. 200 m mélységben levő kisebb térségben a nagyjábólí egyenletes felszín alatt beépített szivattyúrendszer esetén a következő:

5. táblázat

A depresszió mértéke a távolság függvényében
 275 000 m³/nap vízmennyiség (~ 190 m³/perc) leszívásnál

r km	mélység m	tározó közet km ²	üregesedés ‰
8,2	300	20	0,5
5,8	300	10	1,—
7,1	200	10	1,—
5,8	200	6,7	1,5
4,5	300	6,7	1,5

Minthogy azonban még sokkal kisebb megcsapolások (pl. a *Solymári*-akna 1939. évi 21 m³/perc vízbetörése) annakidején még a 20 km-nél messzebb eső dorogi szénbányákban is okozott 70 cm-es gyors karsztvízszintsüllyedést. Tudvalevő az, hogy a karsztvízbetörések és kiszivattyúzások depressziós tölcésére nem kúpalakú, hanem hiperbolikus v. parabolikus, esetleg csillagszerű vízszintes keresztmetszetű felület, amelynek hatósugara a csillagszerű ágak mentén jóval nagyobb, mint az előzőekben számított értékek. Mindezt a karsztforrások tevékenységében az előzőekben említett szivattyúzások és vízbetörések miatti hatások is igazolják, valamint a karsztvízes kutatóaknában mért vízszintek is. Ezek szerint pl. a dorogi nagy mérvű bányavízemelés (75–90 m³/perc) hatása már *Óbudán* az ürömi határban az *Aranyhegyi*-árok völgyében létesített kutatóaknában is érezhető, kb. 30 km távolságban. A karsztvízszint süllyedése itt ugyan még nem nagy, legfeljebb néhány m egy-két évtizeden belül, azonban elegendő ahhoz, hogy megszüntesse a *Római*-fürdő karsztforrásainak túlfolyását.

A fő hegység szerkezeti vonalaknak és a szerkezeti morfológiai nagyformáknak megfelelően, — amint a *Dorog — Óbuda* közötti tektonikus árok esete példázza — a karsztvízszint erős süllyedése elsősorban az árokszerű szerkezeti formában érvényesül, s csak később terjed át a szomszédos területekre is, az árkon túl a hegységek aljzatába. Erre vallanak az utóbbi években sűrűn telepített karsztvízszint megfigyelő aknák adatai kívül az évente már rendszeresen szerkesztett dunántúli középhegységi karsztvíztérképek is. (l. *Böcker T. — Sárváry I.* karsztvíztérképeit a VITUKI kiadásában).

Figyelmet érdemel végül a beszivárgó csapadék kiegyenlítő hatása a bányászat okozta karsztvíz leszívások kisebb-nagyobb mérvű depresszióira is. A beszivárgó csapadék kiegyenlítő hatása az előzőekben emlegetett nagyarányú leszívási depressziók feltöltésére csak részben érvényes. Karsztos hegységeink ugyanis csapadékban nem bő területek — még ha kissé nedvesebbek is, mint a száraz *Alföld*. Ha relatív már magasnak is határozzák meg a beszivárgást, mégis abszolút értelemben a 25–30% beszivárgásnak évi átlagban csak 180 mm vízréteg felel meg. Ez ugyan átlag 18 millió m³/km² tározó területet jelent mintegy 12–18 m vastag közetrétegben, de csak a nyitott karsztok aránylag kicsiny területére. *Kassai* adatai nyomán (1948) a *Dunazug*-hegységben a nyitott karsztú *mezozoos* alaphegységi felszín közel 600 km², a *Bakonyban* pedig 1500 km² (mindkét adat túlzás!) ahol az átlagban 25–30%-os beszivárgás érvényesül. Ez azonban már nem vonatkozik a kb. 10 m-es és annál még vastagabb karsztos fedőrétegnél vastagabb takaróval rendelkező karsztos területekre, ahol ez az arány már csak a töredékére csökken. (*Kassai* szerint ez az arány csak 5%, szerintünk még kevesebb: csak 3%-ra tehető).

K a s s a i pl. a fentiek alapján 50% beszivárgási aránnyal 33–34 m³/sec-ra, illetőleg 2000 m³/perc értékűre teszi a csapadék útján történő utánpótlást. (Ezt túlzásnak tartjuk).

Ugyanakkora beszivárgásos karsztfelszínre saját számításaink szerint, a *Dunazugban* 600, a *Bakonyban* 700 mm átlag csapadékkal és csak 25–30% beszivárgás révén mintegy 258 millió m³/év, azaz alig 9 m³/sec. ill. 492 m³/perc lenne ez az érték. De még ez se sok, tekintve, hogy a kényszerű vízelések mértéke jelenleg már több, és tekintélyes karsztos területek karsztvízszintje még mindig süllyed. Sok középhegységi karsztforrás pedig, ha még nem is apadt el, tevékenységében erősen lecsökkent, néha még 15–20 km-re is a nagyarányú szivattyúzások körzetétől a bányavédéken. Mindez a karsztvízháztartás még óvatosabb megközelítésére és a régebbi számítások még fokozottabb felülvizsgálatára hívja fel a figyelmet. Saját karsztvízháztartási számításainak is, és a VITUKI-VIKÖZ eredményei is még a K e s s l e r felállította eredményeket is magasnak tartják. Az tűnt ki ugyanis, hogy a K e s s l e r meghatározta beszivárgási % – a száraz klímájú hegységperemek figyelmen kívül hagyása miatt – kissé magas, mert mintegy 5–8%-kal lépi túl a saját számításaimban 120 éves sorozatra alapozott beszivárgási arányokat. Ugyanúgy, magasak és pontatlanok a VIKÖZ Vizgazdálkodási Évkönyveiben megadott beszivárgási értékek is, mert azok csak egy-két középhegységi magasabb fekvésű meteorológiai állomásra vonatkoznak, nem pedig egy-egy kisebb karsztos tájegységre jellemzőek (pl. a *Budai-hegység*, vagy az *Észak-Bakony*). Összes peremi, völgyi és hegységi, hegységperemi csapadékmérő állomásának középértékeire jellemzőek, mint bázisadatra.

Megállapítható tehát, hogy a beszivárgó csapadék összes meghatározásának módszertani eltérései vezethetnek a nem egyenértékű beszivárgási adatokra.

De még ez a – 120 éves átlagban – 258 millió m³/év beszivárgó vízmennyiség a karsztban is olyan szeszélyes, évi, sőt évtizedes eloszlású, hogy akár 20 éves olyan periódus is akad, amikor ennek az átlagnak csak a 75–80%-a érvényesül. A m³/perc értékben kifejezett évi beszivárgási karsztvízmennyiségek korszerű matematikai-statisztikai feldolgozása (l. a következő 2.8. fejezetben) rávilágít a beszivárgás szeszélyes menetére, a tekintélyes nagyságú szórásra.

6. táblázat

Beszivárgási középérték s (m³/perc)

év	s m ³ /perc
1851–60	375,3
1861–70	391,6
1871–80	485,5
1881–90	494,0
1891–1900	504,0
1901–10	580,0
1911–20	489,4
1921–30	525,7
1931–40	533,7
1941–50	497,3
1951–60	483,2
1961–70	546,2
ΣS	5905,9
[s]	492,2

2.8. A 120 éves beszivárgási sorozat (m³/perc) matematikai statisztikai értékelése

Első renden tekintsük át az 1851 – 1970 évi 120 esztendősi periódus dinamikus karsztvismennyiségeinek alakulásával, varianciáival kapcsolatos számításaink alapformuláit.

7. táblázat

Beszivárgó karsztvismennyiségek (m³/perc) normális és tapasztalati eloszlása (%)

(1) x _j m ³ /perc		(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
beszivárgási osztály	osztályközép	x _j kód	f _j	x _j f _j	x _j ² f _j	x _j -x	$\frac{x_j - \bar{x}}{s_x}$	z _j	F _j	%
		-2	—	—	—	—	-2,27	0,0303	0,80	0,67
1— 50	25	-1	—	—	—	-9,34	-2,05	0,0488	1,29	1,08
51— 100	75	0	1	0	0	-8,34	-1,83	0,0748	1,99	1,67
101— 150	125	1	1	1	1	-7,34	-1,61	0,1092	2,88	2,40
151— 200	175	2	1	2	4	-6,34	-1,39	0,1518	4,01	3,34
201— 250	225	3	3	9	27	-5,34	-1,17	0,2012	5,31	4,42
251— 300	275	4	9	36	144	-4,34	-0,95	0,2541	6,44	5,37
301— 350	325	5	15	75	375	-3,34	-0,73	0,3056	8,04	6,70
351— 400	375	6	17	102	612	-2,34	-0,51	0,3503	9,24	7,70
401— 450	425	7	10	70	490	-1,34	-0,29	0,3825	10,10	8,42
451— 500	475	8	15	40	320	-0,34	-0,07	0,3980	10,51	8,76
501— 550	525	9	12	108	972	0,66	0,15	0,3945	10,42	8,68
551— 600	575	10	9	90	900	1,66	0,37	0,3725	9,83	8,20
601— 650	625	11	13	143	1573	2,66	0,59	0,3352	8,84	7,37
651— 700	675	12	10	120	1440	3,66	0,80	0,2897	7,66	6,38
701— 750	725	13	4	52	1521	4,66	1,02	0,2371	6,26	5,22
751— 800	775	14	4	56	784	5,66	1,24	0,1849	4,88	4,07
801— 850	825	15	2	30	450	6,66	1,46	0,1374	3,63	3,03
851— 900	875	16	1	16	256	7,66	1,68	0,0973	2,57	2,15
901— 950	925	17	1	17	289	8,66	1,90	0,0656	1,73	1,45
951— 1000	975	18	1	18	324	9,66	2,12	0,0422	1,11	0,93
1001— 1050	1025	19	1	19	361	10,66	2,34	0,0258	0,67	0,57
1051— 1100	1075	20	0	0	0	—	2,56	0,0151	0,40	0,33
			120	1004	10843					

f_j = tapasztalati esetek száma
(a táblázat z_j értékei a G o u l d e n-féle táblázatból kerültek átvételre)

A 7. táblázatban szereplő adatok számítási módja

1. Az adatok összege

$$f_1x_1 + f_2x_2 + \dots + f_kx_k = \sum f_jx_j$$

$$1 \cdot 1 + 2 \cdot 1 + \dots + 19 \cdot 1 = 1004$$

2. Az adatok négyzeteinek összege

$$f_1x_1^2 + f_2x_2^2 + \dots + f_kx_k^2 = \sum f_jx_j^2$$

$$1^2 \cdot 1 + 2^2 \cdot 1 + 3^2 \cdot 1 + \dots + 19^2 \cdot 1 = 10843$$

3. Az adatok négyzetének összege osztva az adatok számával

$$\frac{(\sum f_jx_j)^2}{n} = \frac{1004^2}{120} = 8370,3$$

4. A 2. és 3. különbsége (SQ_x)

$$SQ_x = \sum f_i x_i^2 - \frac{(\sum f_j x_j)^2}{n} = 2472,7$$

5. A szórás négyzete (s_x^2) és szórás (s_x): a 4. osztva $n-1$ -gyel:

$$s_x^2 = \frac{2472,7}{120-1} = \frac{2472,7}{119} = 20,79 \quad \text{és} \quad s_x = \sqrt{\frac{SQ_x}{n-1}} = \sqrt{20,79}$$

$$\text{tehát a szórás } s_x = \sqrt{20,79} = \underline{4,55}$$

6. A középérték $\bar{x} = x_0 + i \bar{x}$, ahol x_0 az $x = 0$ kódosztálynak megfelelő eredeti kategória értéke, i a kategória köz és \bar{x} a kódolt középérték, eszerint

$$i = 50$$

$$\bar{x} = \frac{1004}{120}$$

$x_0 = 75$ (az $x_j = 0$ kategóriának megfelelően, ahol az $f_j = 1$ és az 51 és 100 között a közép 75)

$$\bar{x} = 75 + 50 \cdot \frac{1004}{120} = 492 \text{ m}^3/\text{perc, mint kódolt középérték, ez egyezik az empirikus}$$

átlaggal (7. táblázat)

7. A szórásnégyzet visszakódolása

$$s^2 = i^2 s_x^2 = 2500 \cdot 20,79$$

A szórás visszakódolása

$$s = i s_x = 50 \cdot 4,55 = 227,5$$

8. Az SQ érték visszakódolása

$$SQ = i^2 SQ_x, \text{ ahol}$$

$$i^2 = 2500 \text{ és } SQ_x = 2472,7, \text{ ebből}$$

$$SQ = 2500 \cdot 2472,7 \text{ és } s^2 = \frac{2500 \cdot 2472,7}{119} = 2500 \cdot 20,7$$

$$\text{és újra } s = 50 \cdot 4,55 = \underline{227,5} \text{ (l. 7. sz. alatt is)}$$

9. A normális maximum, N_m

$$N_m = 0,3989 \frac{n}{s_x} = 0,3989 \cdot \frac{120}{4,55} = 0,3989 \cdot 26,4 = \underline{10,56} \text{ egység, az } n = 120\text{-as lét-}$$

számú halmazban, amely %-ra átszámítva 8,80%-nak felel meg.

10. A normál eloszlás %-ban

A 7. táblázat jelzéseinek értelmezése:

Az (1) oszlopban az x_j a karsztba beszivárgó vízmennyiségek (m^3/perc) kategóriái, osztályai, mellettük zárójelben az osztályközép értékei (75, 125, 175 stb. m^3/perc). Számolástechnikai szempontból olykor az osztályközeget is használjuk. Az osztályok sorrendje: a minimumtól a maximumig tart.

A (2) oszlopban az egyes (1) oszlopbeli osztályokat sorszámozzuk. A 0-ás kód csakis arra a legkisebb értékű osztályra vonatkozhat, amelyikhez már tartozik empirikus adat. Majd ezután, növekvő megfigyelési adatszámmal a magasabb osztályok következnek, majd a legmagasabb osztályértékekhez már mind kisebb számú megfigyelési adat tartozik.

A kódok betűjele x_j

A (3) oszlopban az (1) osztályt megfigyelt eseteinek adatszámát (más szóval *gyakoriságát*) írjuk fel: pl. 101–150 m^3/perc évi beszivárgási érték összesen egy ízben volt 120 éven belül, míg 351–400 m^3/perc közötti érték 17-szer.

A megfigyelt esetek számának, vagyis a gyakoriságnak általános betűjelzése: f_j . A $\sum f_j$ jelenti a vizsgált esetek, ill. előfordulások összes számát, azonban ezt a számot néha n -nel is jelölik:

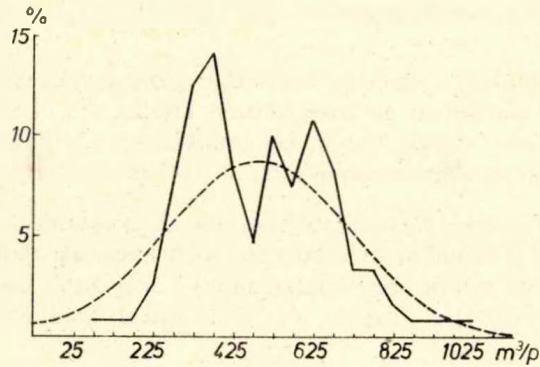
$$\sum f_j = n.$$

A (4) oszlopban az egyes (1) oszlopbeli osztályok előfordulási számát szorozzuk a nekik megfelelő kódszámokkal, e szorzatok az $x_j f_j$ mennyiségek. Összegük „az adatok összege” címszó alatt is kezelhető ($\sum x_j f_j$). Megjegyzendő, hogy $\frac{\sum x_j f_j}{n} = \bar{x}$, \bar{x} tehát a közepes értékű kódszámot, ill. beszivárgási osztályt fogja jelölni, természetesen nem egész számként. Más szóval ez a *kódolt középérték*. Az (5) oszlopba az adatok négyzeteit írjuk be, egységük az $x_j^2 f_j$, míg a további számolási eljárásokban — hasonlóan az $\sum x_j f_j$ -hez — igen fontos szerepet tölthet be az adatok négyzeteinek összege is, ez az $\sum x_j^2 f_j$ mennyiség.

A (7) oszlopba az $\frac{x_j - \bar{x}}{s_x}$ hányadok kerülnek. Az s_x az adatok ún. *szórását* (más szóval *varianciáját*) jelképező mennyiség. Minden ilyen kisebb-nagyobb létszámú adathalmaz, mint a mi esetünkben a 120 évre kiszámított karsztos beszivárgás is, kisebb-nagyobb szórással rendelkezik. Ki lehet viszont számítani, és meg is lehet szerkeszteni (ún. *haranggörbével* 4. ábra) az ilyen adathalmaznak az ún. *normális eloszlását* is. A normális eloszlás két fő mutatója egyrészt a *számtani középérték*, másrészt a *szórás*, s_x . Az ábrán a tapasztalati eloszlást is feltüntettük, az 1851–1970 közötti 120 éves szakaszra, azzal a megjegyzéssel, hogy az empirikus eloszlás esetleg — egyes részleteiben — a következő 120 évben — a beszivárgás menetében — másként lesz, a normális eloszlás viszont már általánosabb érvényű.

A számtani középérték jelzi az adatok általános helyzetét, míg a szórás az adatoknak a középérték körüli csoportosulását jellemzi, utóbbi lehet lazább vagy tömörebb.

A (8) oszlop az $\frac{x_j - \bar{x}}{s_x}$ hányadosokhoz tartozó Goulden-függvény megfelelő értékeit mutatja a z_j értékeket.



4. ábra. Dunántúli Középhegység karsztvíz beszivárgásának eloszlása. Folytonos vonal: mért eloszlásgörbe. Szaggatott vonal: számított (normális) eloszlásgörbe. Abszcissa: beszivárgás [m³/perc].

Fig. 4. The distribution of infiltrated karst water in Transdanubian Central Mountain. Solid line: empirical distribution curve. Dotted line: calculated (normal) distribution curve. Abscissa: infiltration [m³/min].

Végül a (9) oszlop ún. F_j értékei a 9. oszlopból számíthatók ki az alábbi módon:

$$F_j = \frac{n}{s_x} \cdot z_j, \text{ ahol}$$

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum(x_j)^2 f_j - \frac{\sum(x_j f_j)^2}{n}}{n-1}}$$

A kódolt osztályok négyzeteinek összegéből levonva a kódolt adatok főösszegének négyzetét osztva n -nel, kapjuk (a gyök alatt) a kódolt adatok négyzetes eltéréseinek összegét, az SQ -t.

Ha ezt $(n-1)$ -gyel osztjuk és a hányadosból gyököt vonunk, nyerjük a kódolt adatok szorzását, az s_x -et.

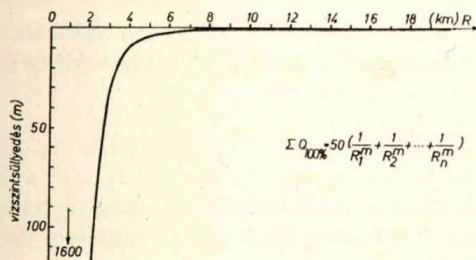
Az F_j értékek már a normális eloszlás megfelelő értékei, amelyek — a haranggörbén — a csúcs táján a legnagyobbak, a harang szélén pedig a 0-ra süllyednek.

Maga az ideális csúcspont a görbén a normális maximum $N_m = 0,3989 \frac{n}{s_x}$, ahol n az összes adatok száma, s_x pedig a szórás és 0,3989 a Goulden-féle függvény koefficiense.

Ha végül $n \neq 100$, az F_j adatokat a szokásos módon %-ra is át lehet számítani. E % adatok nálunk a 7. táblázaton a (10) oszlop adatai.

A 7. táblázat alapján alkalmazzuk azt a matematikai statisztikai módszert, amelynek célja annak kimutatása, hogy milyenek lennének az egyes karsztvízbeszivárgási kategóriákban egy olyanfajta normális eloszlás elméleti ordinátái, amelynek mind a középértéke, mind pedig a szórása ugyanannyi, mint megfigyelési adataink 120 éves sorozatának szórása és középértéke. A számítások és a szerkesztés elvégzése után, az említett alapadatok felhasználása révén olyan eredményekhez jutottunk, mintha végtelen sok adatból, illetőleg igen nagy számú n_1 adatból számítottuk volna. Vagyis az *elméletileg*

várható gyakoriságok az egyes osztályokban is, vagy pedig bármely tetszőleges beszivárgási ordináta értékénél pontosan meghatározhatók mind számítással, mind pedig szerkesztéssel. (5. ábra).



5. ábra. A $Q = 3 \text{ m}^3/\text{sec}$ vizkiemelés hatására R [m] radiális távolságban bekövetkező karszt-vízszint süllyedés. Karsztmélység: határozatlan. $\sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i^m} = 50 \cdot \frac{Q}{100k}$ m: a hézagterfogat %-ban kifejezve $R = n - 1$ [km] távolságban. (1,6%).

Fig. 5. Decrease of karst water level caused by pumping of $Q = 3 \text{ m}^3/\text{sec}$ in function of radial distance R [km]. Depth of karst: indefinite. $\sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i^m} = 50 \cdot \frac{Q}{100k}$ m: fissure volumen expressed in % at a distance $R = n - 1$ [km]. (1.6%).

Megjegyezzük végül, hogy az z_j értékek a normális eloszlás állandó ordinátái, az beszivárgási osztályoknak megfelelő pontokban, tehát ún. koefficiens (l. a Goulden-féle táblázatokban, amelyek egyes matematikai könyvekben férhetők hozzá).

Továbbá az F_j értékek, az ún. elméletileg meghatározható gyakorisági értékek az egyes beszivárgási osztályokban, ill. vizsgált összefüggés rendszerek osztályaiban rendszerint nem is egyezhetnek az empirikus adatokkal.

A vízszintes tengelyen, kapcsolatban a harangalakú normális eloszlású, s_x szórású és \bar{x} középpértékű görbével, az \bar{x} értéke azonos a kódolt adatok középpértékével. Ha a továbbiakban az is érdekel bennünket, hogy a nevezett középpértékek a tényleges mértékegységeknek megfelelően milyen nagyok, alkalmazni kell az ún. visszakódolást. E célból a vízszintes tengelyen a kódszámok alatt fel szokás tüntetni a táblázat (1) osztályából a valódi x_j értékeket, ill. az osztályintervallumok középpértékeit is. Ezekután pl. az \bar{x} eredeti adatsorbeli középpértéket úgy nyerjük, hogy a kódolt középpértéket (x) az eredeti osztályintervallummal (i) megszorozzuk (l. 6. sz. formula).

Fontos végül a számítások eredményeinek megfelelő ellenőrzése is. Vonatkozik ez pl. a végeredményül kapott F_j gyakoriságokra, a normális adateloszlás vonatkozásaiban. Ugyanis a $\sum F_j = n$ egyenlet az irányadó. Ha $F_j < n$, de csak kicsiny eltérés van, ebben az esetben a kódosztályokat szokták bővíteni részben 0 alá ($-1, -2$), illetőleg az adatelőfordulási maximum fölé, újabb i értékekkel való növeléssel. Ilyen módon pl. a szerkesztésben a harangalakú függvénygörbe talpázatát terjesztjük ki egészen a 0-ás ordináta értékekig a harang két oldalán. Ez a bővítés (utólag) nem változtatja meg sem a középpértéket, sem a szórást. Ugyanezt a bővítést akkor is végre kell hajtani, ha a (7) oszlop végén 3-nál kisebb számot kapunk. Ebben az esetben ugyanis — grafikus vonatkozásban — a harangalakúnak ábrázolt függvénygörbének csak a középrésze rajzolható meg, a kétoldali lábazat nélkül.

Még egy lényeges része a számítások ellenőrzésének az, hogy a (8) oszlop adatainak végösszege azonos a szórással: $\sum z_j = s_x$.

Ha csak igen kicsiny eltérés van itt, akkor még nem dolgoztunk rosszul, legfeljebb a (7) oszlop két végét, a felsőt, vagy az alsót, vagy mindkettőt kell bővítenünk a $\pm 3,0$ -nél magasabb szélső értékekig, majd az így nyert — már csak csökkenő összegű — z_j értékekkel pontosítjuk a Σz_j eredményt, még jobb közelítéssel az s_x - felé.

Az F_j összegekből az n értékei szerinti %-okra való átszámítás egyes tételeinek pedig összeadás révén egyeznie kell a 100-as értékkel. A (4) és (5) oszlopok kezdetén és végén pedig természetesen 0-ák az értékek.

A 7. táblázatban készült beszivárgó vízmennyiség gyakoriságra és eloszlásra vonatkozó számításunk feltételezi azt, hogy *folytonos* folyamatról van szó. A beszivárgás — éves távlatban — legalábbis folytonos.

Figyelemre méltó végül (a 8. táblázat adatai szerint) az a körülmény is, hogy az antropogén hatásoknak kevésbé kitett karsztvíz körzetekben (pl. a *Balatonfelvidék Balatonfüred* mögötti részén, ahol a helyi karsztvizet a litéri töréses áttolódás szigetelő jellegű övezete rekeszti el a bakonyi főkarsztvízszinttől) a legmagasabb részek *Nemesvámos, Urkut és Kövesgyűr* között vannak. A karsztvíz itt szinte rátámaszkodik a litéri töréses áttolódás É-ra hajló zárófelületére, ezért is maradt fenn magasan a sok karsztvíz és nem sok itt a karsztvízszintnek az évi ingadozása sem, szemben pl. a már említett *Veszprém-Fajsszal*, ahol egyik napról a másikra is lehet több m-es vízszintingadozás. Ennek okaira már kitértünk, ezeket az okokat látszanak igazolni a bakonyi, stb. karsztaknákban jelentkező, különféle módon ingadozó karsztvízszintek is.

Utóbbiak — kis karsztvízszint ingadozás esetén — a karsztvízszintnek oldalirányú megtámasztását jelezhetik (a már említett litéri töréses áttolódás mentén), illetőleg a belső, az antropogén hatások nélküli helyzetet mutatják, míg a nagyarányú karsztvízszint ingadozások már a nagy természetes vagy antropogén eredetű megcsapolások közelségére, sőt jelenlétére utalhatnak.

2.9. A tározó kapacitásban és természetes tározók vízforgalmában beállott változások a Középdunántúli karsztban, az antropogén hatások a vízforgalomban

A *Dunántúli-Középhegység* karsztjainak tározó kapacitása — a dinamikus karsztvízkészletek befogadása szempontjából legalább kétszerese annak a térfogatnak, amelyet átlagosan elfoglalhatnak a dinamikus karsztvízkészletek. Jól tanúsítják ezt azok az ábrák, amelyek egyes bakonyi karsztvíz forrásokban a karsztvíztükör ingadozásait szemléltetik és élénk állítják a vízszintnek mind a lassú, mind pedig a nagyon gyors ingadozásait, többek között az „áradásokat” a karsztvízben (1. ábra).

A karsztos tározótér tényleges vízforgalma — egyben a természetes vízháztartásnak megfelelő karsztvíz bevétel és karsztvíz kiadás — az alábbiakban jellemezhető:

A bevételi rovaton szereplő tétel csakis természeti tényező; az évi átlagban mintegy 180 mm-es beszivárgás, ez az átlagos csapadéknak 25–28%-a. Ingadozása elég tág, mintegy 5 és 55% közötti, azaz 85 és 1015 m³/perc közötti az összeg.

A kiadási rovaton a karsztból származó vízmennyiségeket tüntetjük fel. A kiadás végösszege két eredőre bontható. Az első a természetes megcsapolás, amelyet a karsztforrások együttes hozama, tehát a természetes lefolyás jelent, míg a másik összetevő a társadalom gazdasági tevékenysége keretében hasznosított, illetőleg a kiemelt karsztvíz: így a bányavizek, továbbá a vízművek együttes vízhozama.

A közölt keretben mutatkozó vízforgalmi adatokkal és eredményekkel kapcsolatban megállapíthatjuk, hogy a társadalom gazdasági tevékenységével, mégpedig főleg a bányászattal, de bizonyos mértékig a vízellátással kapcsolatban is, az 1931–1945. évi másfél évtizedes periódushoz képest az ezt követő 15 évben a bányavizek hozama és a vízművek termelése növekedett, míg ezzel párhuzamosan, részben már antropogén hatásra, a karsztforrások hozama apadt és a középhegységi általános karsztvízszint is több métert csökkent.

Végül, a legutolsó 12 évben az előző 15 évhez képest megháromszorozódott bányavíz- és vízmű (karsztaknai) víz kiaknázás hatására a karsztforrások hozama felére apadt és a karsztvízszint még érzékenyebben süllyedt. Utóbbinak süllyedése még nagyobb, ha beszámítjuk a süllyedésbe a nagy leszívásos depressziók okozta helyi egyenetlenségeket is (*Tatabánya, Iszkaszentgyörgy, Nyirád* stb. 1931. előtt karsztvízszint süllyedésről még nem lehet szó, mert a jelenlegi nagyarányú vízkiemelő eljárásokat még nem alkalmazták).

Az átlagosan 258 millió m³/év karsztvízforgalommal kapcsolatosan viszont azt emeljük ki, hogy nem mindegy, vajon ez az összeg miféle összetevőkből alakul ki és az sem közömbös, hogy milyen arányt képviselnek ezek az összetevők, elsősorban azonban a bányavizek, a karsztforrásokkal szemben.

A karsztvíz bányákból való kiemelésével és karsztaknából a vízművekbe való juttatásával kapcsolatban a fő törvényszerűség az, hogy *minden csepp víz, amelyet a mindenkori piezometrikus karsztvízszint alól — bárhol Dunántúli Középhegységünkben — kiemelünk, a természetes vízforgalom zavarója. Ha a fő erózióbázis szintje fölött emelünk ki, csak a dinamikus karsztvíz forgalmába avatkozunk bele és csak a forrásvízhozamok csökkennek, ha viszont az alatt akkor már a statikus karsztvízkészlethez nyúlunk hozzá és ezzel az általános karsztvíznívó csökkenését idézzük elő a természetes vízháztartás csökkenése mellett. A kiemelt statikus karsztvíz helyét ugyanis utánáramlással a közeli dinamikus és statikus karsztvíztömegek egyaránt betöltik.*

1931 előtt általában csak a kőszénbányászat vízbetörései jelentettek kisebb beavatkozásokat a természetes karsztvízforgalomba. Mivel e víztömegek is már a nyugalmi karsztvízszint alatti üres tereket töltötték be, karsztvízszint süllyedésekhez vezettek. Utóbbiak mértéke azonban nagyon csekély volt és középhegységi méretű kihatása — több évtizedes távlatban is csak néhány dm karsztvízszintsüllyedés lehet. Az ilyen módon jelentkező néhány millió m³-re becsülhető, bányákba betört statikus karsztvizet az 1931–1945. évi adatokba be is számítottuk.

A bányászat fellendülésével viszont egyre több a piezometrikus karsztvízszint alól kiemelt karsztvíz mennyisége. E víztömegek helyét is főleg a beszivárgással a mélybe jutott karsztvíztömegek foglalták el, azonban nem teljesen, egyrészt az utánáramlás lassúsága, másrészt az egyes depresszióképződéseknek a beszivárgás mértékéhez képest többszörösen nagy volta miatt. Másfelől, az is szembetűnő, hogy az utóbbi néhány évben — a saját számításaink szerint mintegy 258 millió m³/év átlagos beszivárgást már messze túlhaladta a kiemelt bányavíz mennyisége plusz a vízművek teljesítménye a karsztaknából. Mindez a karsztvízszint *fokozódó süllyedéséhez* vezetett az egész *Dunántúli-Középhegységben*. Csak 1971-ben pl. a bányák és vízművek vízkiemelése 278 millió m³ volt már, túlszárnyalva jóval a karsztos beszivárgást.

Ha végül összegezzük valamennyi vízforgalmi adatot és számítási eredményt, a *Dunántúli-Középhegység* tározóinak karsztvízforgalmára vonatkozólag, az alábbi következtetésekhez jutunk:

8. táblázat

A) A felszínalatti vizek 1970. évi mennyisége (vizgazdálkodási egységenként) *, $10^6 \text{ m}^3/\text{év}$
(Vizgazd. Évk. 1970)

Terület:	F. km ²	karsztvíz	bányavíz (csak karsztvíz emelés)	különbözet (1—2)	Q _F fajl. menny. m ³ /km ²
1. É. Dunántúl (É. Bakony, Vértes, Gere- cse)	~ 550	78	142	-64	0,14
3. Balaton (Bala- tonfelv.)	~ 300	119	72	+47	0,40
5. K. Dunántúl (K. Bakony)	~ 300	63	61	+2	0,21
6. Közép-Dunán- túl (Budai- hegys.)	~ 100	15	2	+13	0,15
Σ:		275	277	-2	0,22

A dinamikus karsztvíz mennyisége 1970-ben a Dunántúli-Középhegységben (VIKÖZ 1970) *

Terület:	m ³ /s	millió m ³ /év
Észak-Dunántúl	4,508	142
Balaton vízyűjtő	2,296	72
Kelet-Dunántúl	1,936	61
Budai-hegység	0,053	2
Σ	8,793	277

Nem saját adatok, hanem a Vizgazdálkodási Évkönyv adatai, azonban tájékoztatásként ezeket is közöljük.

B) A kiemelt bányavizek évi átlaga és a karsztforrások együttes vízhozama a Közép-Dunántúli karsztban (Budapest – Keszthely között $10^6 \text{ m}^3/\text{év}$)

A karszt megcsapolása:	Évi átlag az alábbi időszakokban:		
	1931—45	1946—60	1961—72
Bányavizek és vízművek	50	70	220**
Karsztforrások	250	200	110
Σ:	300	270*	330**
A karsztvízszint süllyedése az említett periódusokban m (Bp—Dorog—Tata—Tata- bánya között) csak az ismert pontok alapján a hegységek belseje nincs beszámítva	~ 4	~ 7	~ 15

- * Átlagosnál szárazabb szakasz;
- ** Már erősen a statikus karsztvíz kitermelése is.

1931–1972 között a kiemelt bányavíz és vízvezetéki víz összes mennyisége — a piezometrikus karsztvízszint alól — 4500 millió m³ (4,5 km³), míg — erősen csökkenő irányzattal — a karsztforrások vízhozama összesen 7850 millió m³, a kettő együtt 12 150 millió m³, azaz 12,15 km³. Az átlagos karsztos beszivárgás (~180 mm vízréteg) összege viszont 42 év alatt csak 9,45 km³, a hiány tehát még így is 2,7 km³. Ez még csak nagyobb lehet, ha meggondoljuk azt, hogy a források vízhozammérései rendszeresen és kielégítő szakmai pontossággal csak 1951-től indultak meg, míg a korábbi szakaszra csak jó-rossz *becslések* állnak rendelkezésre.

Ha hiányként a mintegy 4,5 km³/42 év kiemelt bányavízzel számolunk és figyelembe vesszük ennek kihatását a *Dunántúli-Középhegység* mindama részein, ahol karsztvízszint süllyedés történt, vizsgálatainkat több, mint 3000 km²-nyi területre kell kiterjeszteni. E területnek kb. fele — 2000 km² — a *Páty–Biatorbágy–Alcsút–Csákvár* vonalon meghúzható ama karsztvíztükörszint, amelyen a letűnt évtizedek során vagy nem is volt számottevő változás, süllyedés, vagy pedig ennek mértéke < 5m volt csak. A nevezett vonaltól azután *É, ÉNy* felé *Pilisvörösvár–Dorog–Süttő–Tata–Tatabánya* felé lejt a karsztvízszint, hiányoznak rajta a hegységek alatti hajdani felboltozódások és az említett süllyedés fokozódik, ahogyan *É* felé a *Duna–Általér* vonalához közeledünk. Ez egyúttal a fő karsztvízszintnek a bányászat miatti lesüllyedését is jelenti és ennek mértéke az *5. ábránk* alapján a *Bp–Dorog–Tata–Tatabányai* szelvényen 20–25 m.

Az említett karsztvízszint süllyedés vizsgálódási területének másik fele a *Bakony* térsége, ahol az erősebb, kb. 10–20 m-es süllyedés területe a *Székesfehérvár–Várpalota–Veszprém–Zirc–Bakonybél–Ajka–Kapolcs–Tapolca* vonalától *É*-ra levő terület (ugyancsak kb. 2000 km²). Ettől délre a *Balatonfelvidéken* és a *Keszthelyi-hegységben* még eddig gyengének minősíthető a süllyedés, vagy pedig egészen kis területeken változatlan a karsztvíz helyzet, mert a *Bakony É*-i és *D*-i karsztvíz rendszerei gyakorlatilag nem is kapcsolódhatnak egymáshoz, vagy pedig alig függnek egybe.

Mindezcek alapján a 4,3 km³ kiemelt bányavíz a középhegységi mélykarsztban és kibukkanó karsztban kb. 10 000 km²-en átlag 0,4 millió m³/km² karsztvízvesztéséget jelenthetett 42 év alatt. Ez kb. 40 m karsztvízszint süllyedés nem valószínűtlen, mert a 10–15 km átmérőjű nagy depressziókban (*Tatabánya, Dorog, Nyirád*, stb.) 60–100 m-es süllyedések is vannak. Mivel *I. táblázatunk A* átlagaiból csak 26 m karsztvízszint süllyedés adódik ki, karsztos közeink térfogata átlagosan 1,6 %-os.

3. Összefoglalás

A *Dunántúli-Középhegység* karsztvízháztartásának újrevizsgálata azért vált szükségessé, mert ismét előtérbe került a Fővárosi Vízművek részére a karsztvízbevezetés az amúgy is csak kis részben hasznosított dorogi, illetőleg tatabányai szénbányászat által kiemelt és a bányászat számára veszélyes karsztvízkészletből.

E vizsgálatokból — a *Középhegység* 120 évre visszamenő csapadék összegekre — és a beszivárgási hányadosokra vonatkozó vizsgálatokból azonban kitűnik, hogy olyan nagyarányú dinamikus karsztvízforgalomra nem lehet számítani, amely a budapesti elég jelentősen növekedő vízigényeket rentábilisan, gazdaságosan kielégíthetné. A 120 évre számított beszivárgási átlag ugyanis a *Középhegység* beszivárgó felületére — 1500 km²-re — összesen csak 492 m³/perc, vagyis mintegy 258 mill. m³/év. Az évi csapadék 680 mm, a beszivárgási % mintegy 25–28%. Ezek az értékek jóval alacsonyabbak és reálisabbak, mint a szakirodalomban korábban közölt beszivárgási értékek. Jelenleg viszont az összes

bányák (barnaköszén- és bauxit- stb. bányák) karsztvíz-, illetve bányavíz kiemelése már ennél is jóval több, emiatt a karsztvízszint állandóan süllyed.

Kitűnt e vizsgálatokból az is, hogy 1948 óta — 25 év alatt — a statikus karsztvíz-készletből a bányászat vízkiemelése és az egyéb fajta víztermelés összesen 4,3 km³-nyi összeget használt fel, emiatt viszont a középhegységi karsztvízszint átlag közel 25 m-nyit süllyedt.

Végkövetkeztetésünk — tekintettel az előbb említett nagyarányú karsztvízsüllyedésre — az, hogy a *Középhegység* statikus karsztvízkészletéből — a továbbiak során — bármely címen — 480–490 m³/perc összegűnél többet kiemelni nem szabad, mert ezzel a főkarsztvízszint még tovább fog süllyedni és fennáll a komoly veszély, a budapesti termális források elapadása, miután a *Középhegység* karsztforrásainak kb. fele elapadt. Tehát a tervezett fővárosi karsztvízbevezetés mértékét is a fenti normán belül lehetséges csak, minden érdeket kielégítő módon megoldani. Természetesen az aránylag kisebb mennyiségű karsztvíz bevezetése drágának ígérkezik és már emiatt sem valószínűsíthető meg.

Irodalom

- ALBEL, F. 1950: Újabb elgondolások a karsztvízkérdéssel kapcsolatban = Hidrol. Közl. 20.
- APRODOV, V. A. 1948: A karsztosodás néhány elméleti kérdése. = Izv. Ak. Nauk. SzSzsZR Szer. Geol. Geof. 12.
- BÖCKER T. – SÁRVÁRY I. 1972: A Dunántúli-Középhegység karsztvízterképe. VITUKI BTI 1972: A dorogi szénmedence karsztvízeinek Budapestre történő bevezetése. Kézirat.
- BULLA B. 1962. Magyarország természeti földrajza. Tankönyvkiadó.
- BULLA B. 1954: Általános természeti földrajz II. Tankönyvkiadó.
- CHOLNOKY J. 1929: A mészkővidék arculata. = Barlangvilág.
- CVIJIC J. 1893: Das Karstphänomen. = Geogr. Abh. 3. Einzinger, F. 1932: Esztergom meleg forrásai. = Hidr. Közl. 12.
- FALLER, J. 1937: A Fejérmegyei Csór és Inota községek karsztforrásainak hidrológiai ismertetése. = Bány. Koh. lapok.
- GEDEON T. 1931: Hidrológiai megfigyelések a Vértes hegység délkeleti részéből. = Hidrol. Közl. 11.
- GIDAI L. 1971: Az ÉK-dunántúli eocén rétegtani kérdései. = Földtani Közl. 101.
- GRUND A. 1903: Karstwasserhydrographie. = Geogr. Abh. 7.
- GRUND A. 1914: Der geographische Zyklus im Karst. = Zeitschr. d. Ges. F. Erdk. Berlin.
- GVOZDECKIJ N. A. 1950: Karst. — Moskva.
- HAJÓSY F. 1952: Magyarország csapadékvizviszonyai 1901–1940. Meteorol. Int. Kiadv.
- HORUSITZKY H. 1940: Rövid megjegyzés a karsztvíz kérdéséhez és annak budapesti felhasználásához. = Hidr. Közl. 20.
- HORUSITZKY H. 1938: Budapest dunajobbparti részének (Budának) hidrológiája. = Hidrol. Közl. 18.
- HORUSITZKY H. Tata és Tóváros hévforrásainak hidrolgeológiája. = Földt. Int. Évk. 25.
- HORUSITZKY F. 1942: A víz a föld belsejében. = Hidr. Közl. 22.
- JAKUCS L. 1971: Szempontok a dolomittérszinek karsztosodásának értelmezéséhez. = Földr. Ért. 20.
- JEX, S. 1913: a Pilis-Gerecse hegységben előforduló triászvizeknek közgazdasági jelentősége. = Mérnök Ép. Egl. Évk. 27.
- KASSAI F. 1948: Paleogén szénbányászatunk, a karsztvíz, és a védekezés módjai. = Hidrol. Közl. 28.
- KATZER F. 1909: Karst und Karsthidrographie. Sarajevo.

- KÁLLAI G. 1923: A triászvíz és a magyar energia kérdése. = Hidrol. Közl. 3.
- KEILHACK, K. 1917: Lehrbuch der Grundwasser – und Quellenkunde. Berlin.
- KESSLER H. 1954: A karsztvízkészletek a Magyarországi vízkészletek c. VITUKI kiadványból.
- KESSLER H. 1959: Az országos forrásnyilvántartás. VITUKI.
- KREBS, N. 1929: Ebenkeiten und Inselberge im Kroatischen Karst. = Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. Berlin.
- LEHMANN O. 1932: Die Hydrographie des Karsten Ensykl. d. Erdk. Wien–Leipzig.
- LÁNG S. 1948: Karszttanulmányok a Dunántúli Középhegységben. = Hidrol. Közl. 28.
- LÁNG S. 1942: A karsztvízkérdés Budapest Székesfőváros vízelletésében. = Hidrol. Közl. 22.
- LÁNG S. 1959: A Bakony geomorfológiai képe. = Földr. Közl.
- LÁNG S. 1968–1969: Általános természeti földrajz I–II. ELTE egyetemi jegyzet.
- LÁNG S. 1969: Bevezetés a földrajzba. Hidrogeográfia. ELTE egyetemi jegyzet.
- LENKEI T. 1943: A tatai langyos források, 1941. és 1942. évi hozam- és hőmérsékletmérései. = Hidr. Közl. 23.
- LEÉL-ÖSSY S. 1952: A magyarországi karsztosodás kezdetei. = Földr. Ért.
- LOBECK, A. K. 1928: Geology of Mammoth Cave National Park Kentucky. USA Geol. Surv. Wash.
- LÓCZY L. 1913: A Balaton környékének geológiája és morfológiája. Bal. Tud. tan. eredm. I. Magyarország Éghajlati Atlasza. Budapest, 1967.
- MUNTYÁN, I. – MUNTYÁNNÉ BÉKÉSI M. 1971: A lencsehegyi dácitelfordulás földtani jellege, és kora. = Földtani Kutatás 14. 3. 8–14.
- MOSONYI E. – PAPP F. 1959: Műszaki földtan. Műszaki Könyvkiadó Bp.
- PAPP F. 1940: Budapest gyógyvizei. = Hidrol. Közl. 20. 68–87.
- PAPP F. 1940: Dunántúl karsztvizei és a feltárás lehetősége Budapesten. = Hidrol. Közl. 20.
- PAPP F. 1937: Die warmen Heilquellen von Budapest. = Hidrol. Közl. 17.
- PÁVAI – V. F. 1950: A karsztvíz és a karsztvíztérképek. = Hidrol. Közl.
- RATJENS, C. jun. 1951: Der Hochkarst in System der Klimatischen Morphologie. = Erdkunde.
- ROZLOZSNIK P. – SCHRÉTER Z. – T. ROTH K. 1922: Az esztergomvidéki szénterület bányaföldtani viszonyai. Földt. Int. Kiadv.
- SÁRVÁRY I. 1971: A természeti tényezőktől független karsztvízszint-süllyedés a Dunántúli-Középhegységben. = Hidrol. Közl. 51.
- SÁRVÁRY I. 1968: A karsztvízszint változása a Dunántúli-Középhegységben 1960–67-ig. = Hidr. Táj.
- SCHAFARZIK F. – VENDL A. – PAPP F. 1964: Geológiai kirándulások Budapest környékén.
- SCMIDT S. 1942: A hazai szénbányászat és a víz. = Hidrol. Közl. 22.
- SCHMIDT S. 1932: Az esztergomi szénmedence bányászatának ismertetése. Budapest.
- SCHRÉTER Z. 1921: Az esztergomi barnaszénterület karsztvize. = Hidrol. Közl. 1.
- SCHRÉTER Z. 1940: A karsztvízről. = Hidrol. Közl. 20.
- SCHULHOF Ö. (szerk.) 1937: Magyarország ásvány- és gyógyvizei. Akad. Kiadó.
- SZÁDECZKY K. E. 1941: A Keszthelyi hegység és a Hévíz hidrogeológiájáról. = Hidrol. Közl. 21.
- SZÁDECZKY K. E. 1941: A Dunántúli Középhegység karsztvizének néhány problémájáról. = Hidrol. Közl. 21.
- SZÁDECZKY K. E. 1948: A Dunántúli Középhegység karsztvíz térképe. = Hidrol. Közl. 28.
- SZENTTORNYAI A. 1938: Az esztergom szénmedence triász vizei. = Hidrol. Közl. 18.
- TEGEAR, H. 1909: A Vérteshegység földtani viszonyai. = Földt. Int. Évk. 17.
- TSCHEBULL A. 1886: Der Bergbautrieb im Graner Kohlenrevier tetisch f. Berg-u. Hüttenwesen.
- VADÁSZ E. 1950: Bauxitföldtan.
- VADÁSZ E. 1960: Magyarország földtana. Akad. Kiad.

- VADÁSZ E. 1940: A Dunántúl karsztvizei. = Hidrol. Közl. 30.
 VENDL A. 1952: Geológia I–II.
 VITÁLIS I. 1932: Magyarország szénelőfordulásai. Sopron.
 VITÁLIS I. 1942: Szénkészletünk, a vízveszély és védekezés. = Bány. Koh. lapok.
 VIGH F. 1944: Az esztergomi szénmedence hidrológiai viszonyai és a vízveszély elleni védekezés módzatai. = Bány. Koh. lapok.
 VIGH GY. 1940: A karsztvízkutatás kérdése a Budai hegységben. = Hidrol. Közl.
 VITÁLIS S. 1937: Budapest székesfőváros vízellátásának problémái. -Gidrol. Közl. 17.
 VITÁLIS S. 1937: A karsztvíz szerepe Budapest, székesfőváros dunaparti részének vízellátásában. = Hidrol Közl. 17.
 VITUKI 1967: A Gaja-patak vízgyűjtőjének vízgazdálkodási tanulmánya.
 WINKLER–HERMADEN A. 1957: Geologisches Kräftenspiel und landformung. Wien.

* * *

- BRUGGER, F.: 1940. A budakörnyéki dolomitok kémiai vizsgálata. = Mat. Term. Ért. 59/2.
 CAYEUX, A.: 1935. Roches, Carbonates, Calcaires et Dolomites. Paris.
 DÉGEN I.: A vízgazdálkodás távlati fejlesztési koncepciójának elvi kérdései. = Hidrológiai Közlöny 51. 1971. 8–9. 345–358.
 JAKUCS L.: 1948. A hévforrásos barlangkeletkezés földtani alakulása. = Hidrológiai Közlöny 28.
 JAKUCS L.: 1950. A dolomitporlódás kérdése a Budai-hegységben. = Földtani Közlöny 80.
 JAKUCS L. 1971. Szempontok a dolomittérszinek karsztosodásának értelmezéséhez. = Földrajzi Értesítő 20. 2. 89–97.
 LEHMANN, A.: 1948. Der tropische Kegelkarst auf den Grossen Antillen. = Die Erde 2.
 LEHMANN, A.: 1954. Das Karstphänomen in den versalvidenen klimazonen. = Erdk. 8.
 LEHMANN, A.: 1960. La terminologie classique du carst rous l'aspect critique de la morphologie climatique ruverne. = Revue de Geogr. de Lyon. 35.1.
 LOUIS, H.: 1964. Allgemeine Geomorphologie
 MÁNDY T.: 1954. Mészkövek és dolomitok oldási vizsgálata. = Hidrológiai Közlöny 34. 11–12.
 MARKÓ L.: 1961. Kalcium- és magnéziumkarbonát elegyek oldhatósága vízben széndioxid jelenlétében. = Karszt- és Barlang 1.
 RENAULT, P.: 1959. Processus morphogenetiques des karsts equatoriaux. = Bull. A.G.F.
 MAXIMOVICS, G. A.: Osznovi Karsztovanija. Pestycra.
 SAINT-OUTERS J.: 1959. Les phenomines Karstiques a Madagascar. Annal. Spel. 3–4.
 SCHERZ, E.: 1922. Hévförások okozta kőzetelváltozások a Budai és pilisi-hegységben. = Hidrológiai Közlöny 2.
 SCHOELLER, A.: 1956. Géochimie des eaux routerraines, = Sol. des Edit. Techniques. Paris.
 SZABÓ P. Z.: 1968. A magyarországi karsztosodás fejlődéstörténeti vázlata. = Dunántúli Tud. Gyűjt.
 VADÁSZ E.: Földtörténet, földfejlődés. Akadémiai kiadó.
 VADÁSZ E.: 1955. Elemző földtan. Akadémiai kiadó.
 VADÁSZ E.: 1951. Bauxitföldtan. Akadémiai kiadó.
 VITÁLIS GY.: A vízbeszerzés földtani lehetőségei Nódrád megyében. = Hidr. Közl. 52. 1972. 7. 273–279.
 VITÁLIS GY.: Magyarország földtani és vízföldtani tömbszelvénye. = Hidr. Közl. 52.
 WHITE, W. B.: 1962. Further notes on Jamaican Caving. = Nat. Spelcol. Soc. News. Wash. 20.

LA CIRCULATION DES EAUX KARSTIQUES DANS LA MONTAGNE CENTRALE DE TRANSDANUBIE

par

S. LÁNG

Resumé

Au cours d'un projet d'exploitation des eaux karstiques pour l'alimentation hydraulique de la Capitale on a révisé la hydrologie de la Montagne *Centrale de Transdanubie*. Dans cette région on pompe les eaux karstiques dangereuses des mines du charbon de *Dorog* et de *Tatabánya* sans utilisant l'eau même.

En considérant les précipitations des 120 années dernières et les pourcentages d'infiltration l'analyse a démontré, qu'on ne peut pas attendre une circulation des eaux karstiques dynamique assez grande pour l'alimentation économique de *Budapest* ayant des exigences augmentantes. L'infiltration moyenne pour le 120 années dernières en considérant une surface de 1500 km² actif pour le massif est seulement 492 m³/min, égale a 258 10⁶m³/années. La précipitation annuelle est 680 mm, le pourcentage de l'infiltration est 27–28%. (Cettes données sont plus basses et plus et plus justes comme les valeurs publiées au par avant dans la littérature). Au présent la quantité de l'eau pompé par les mines (du charbon...du bauxit etc.) surpasse considerablement cette l'infiltration qui cause l'abaissement constant du niveau des eaux karstiques.

Notre révision montrait en même temps que depuis 1948 — pendant 25 ans — la quantité statique des eaux karstique se diminuait avec 4,3 km³ de volume, causé par le pompage des mines et autres établissements dans le résultat est une abaissement de 25 mètres du niveau karstique dans le massif. Selon notre conclusion il sera dangereux effecteur dans le massif un pompage qui dépasse le 480–490 m³/min. Une plus grande exploitation diminuerait dans le future les eaux karstiques et par consequent les sources thermales de *Budapest* se tarissent parce qu'au présent la moitié des sources du massif sont déjà désechées. L'exploitation des eaux karstiques est, par consequent, limitée aux valeurs mentionnées. C'est bien naturel que cette quantité de l'eau relativement plus modeste et limité coutera plus cher pour la capitale et le projet serrait inéconomique.

ДВИЖЕНИЕ КАРСТОВЫХ ВОД В СРЕДНЕВЕНГЕРСКИХ

ГОРАХ.

Ш. ЛАНГ.

Резюме

Переизучение карстового режима вод в *Венгерском среднегорье* стало необходимо, потому что один из возможностей для улучшения водоснабжения *Будапешта*. Это — использование карстовых вод, отобранных угольной промышленностью (*Дорог, Татабánya*) расположенной недалеко от *Будапешта*.

Из количества осадков на 120 год в *Венгерском среднегорье* из исследований инфильтрационного частного, ясно выделяется, что нельзя рассчитывать таким большим движением карстовой воды, что экономично удовлетворяет значительно увеличивающее водотребование.

Расчитанное среднее инфильтрации на 120 год — на инфильтрационную поверхность *Средневенгерских гор* — 1500 км² — только 492 м³/мин, то-есть около 258 милл. м³/год.

Ежегодное количество осадков 680 мм, инфильтрационный процент 27—28.

Эти данные гораздо меньшие и реальные чем уже публицированные инфильтрационные данные.

Но теперь отбор карстовой воды на всех шахтах (бурый уголь, боксит, и.т.д.) гораздо больше, поэтому карстовой водяной уровень непрерывно опускается.

Из этих исследований сделан вывод, что через 25 года — от 1948 — выёмка воды горной разработки и другие воды добычи воды из статических запасов карстовых вод имеют общей расход 4,3 км³. Из-за этого уровень карстовых вод в *Венгерском среднегорье* опускался на около 25 м.

Ввиду вышеупомянутого опускания урня карстовой воды, наш конечный вывод заключается в том что в дальнейшем никаким образом нельзя допустить яйбор воды из статических запасов карстовых вод расходом, более 480—490 м³/мин.

В противоположном случае главный карстовый водяной уровень будет дальше опускаться и опасно, будапештские термальные источники иссякают.

Половина карстовых источников *Венгерского среднегорья* уже иссякали.

Значит, использование карстовых вод в *Будапеште* возможно разрешить только с учётом вышеуказанных.

Естественно, использование карстовых вод сравнительно малого количества кажется дорогим и из-за этого его нельзя осуществить.

CIRKULADO DE LA KARSTAKVO EN LA TRANSDANUBA MEZMONTRARO

S. LÁNG

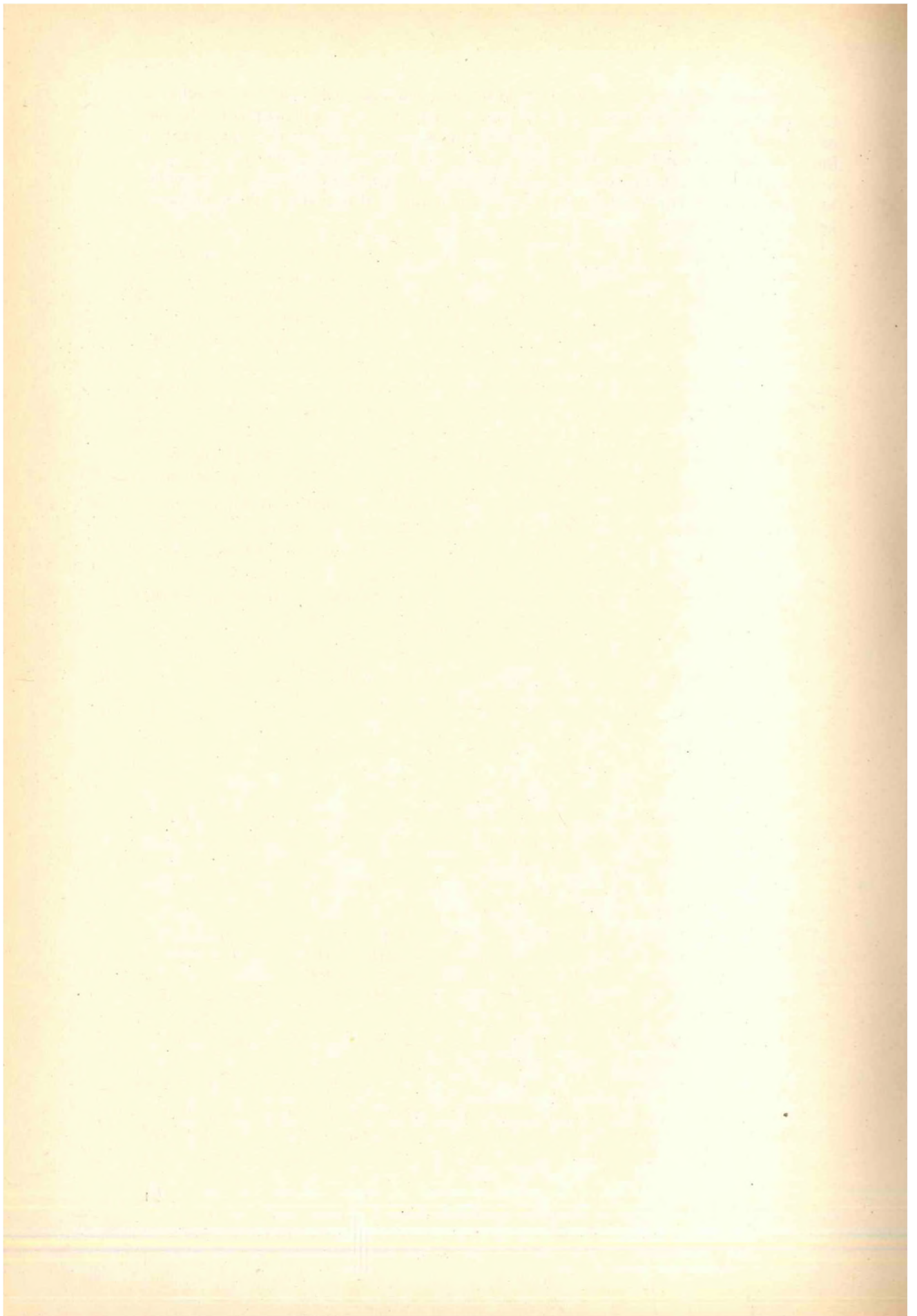
Resumo

La novan kalkulon pri la karstakvocirkulado en la *Transdanuba Mezmontaro* necesigis la de nove antaŭigitaj ideoj pri la alkonduko al *Budapest* de la malgrandmezure utiligita kaj por la karboproduktejoj danĝera karstakvo, kiun la karboproduktado produktas en *Dorog* kaj *Tatabánya*.

La esploro — pri la kvanto de la precipitaĵo kaj enlikado dum la lasta 120 jaroj — demonstras, ke oni ne povas kalkuli je sufiĉe granda dinamika akvocirkulado, kiu povus ekonomie satigi la konsiderinde kreskantan akvobezonon de *Budapest*. Nome la meze enlikado sur la 1500 км² areo de la *Transdanuba mezmontaro* dum la 120 jaroj estis nur 492 м³/min, do 258.10⁶ м³/jaro. La precipitaĵo estis 680 мм jare, la enlikado 27—28% (tiuj valoroj estas signife malpli grandaj kaj pri realaj, ol la valoroj pli frue publikigitaj pri la enlikado). Sed nun la minejoj (brunkarboproduktejoj, bauksitproduktejoj ktp.) produktas pli grandan akvonkanton ol kiu kvanto enlikadas, tial la karstakvonivelo permanente malaltiĝis.

Tiuj esploroj montris ankaŭ, ke ek de 1948 — dum 25 jaroj — la minejoj kaj aliaj akvoproduktejoj produktis sume 4,3 км³-ojn el la statika karstakvo-posedaĵo, konsekvte la akvonivelo en la *Transdanuba Mezmontaro* 25 m-ojn malaltiĝis.

La fine konkludo estas — rigardante la signifan malaltiĝon de la karstakvonivelo —, ke de nun el la karstakvoposedajo de la *Transdanuba Mezmontaro* ne devas pli ol 480—490 m³/min. produkti, cetere la akvonivelo plu malaltiĝos, kaj ekzistos la danĝero, ke la varmaj fontoj de *Budapest* senakviĝos, kiel ĝis nun duono de la fontoj en la *Trasndanuba Mezmontaro* jam senakviĝis. Do la projektita akvoalkonduko nur ĝis tiu kvanto estas permesebla. Memkompreneble, la alkonduko de la relative malgranda akvokvanto estas multekosta kaj tial ne efektivebla.



THEORETICAL MODEL FOR KARSTIC ROCKS

by

T. BÖCKER

Karstic Water Research Section, VITUKI, Budapest.

1. Introduction

On the basis of the increase of water-flow, rocks can be divided into two major classes:

Porous rocks and
Fissured rocks.

Fissured and fractured rocks are hard and brittle where the fractures and joints were formed mainly due to diastrophism. The sum of pore space volume of these fractures defines the pore volume available for water storage, as well as flow pattern in also governed by these fractures. Fissured rocks may be volcanic, metamorphic, and sedimentary. The carbonate rocks under consideration also are in this group.

It is easy to see that the carbonate rock as medium of the ground water flow possesses anisotropy and heterogeneity. It has been pointed because to get any possible information in detail about anisotropy and heterogeneity of rocks is a very difficult and complicated task and in most cases it can not be solved. References can be made to the international experiences of the oil industry about fractured reservoirs, as well as to the practice of Yugoslave, French, Swiss, and other hydrogeologists in this field. Pore-sizes, fracture sizes, fracture spacing, and fracture width as well as absolute, and relative roughness are changing within a wide range. The hydraulic character of karstic water flow mainly depends on these peculiarities of the carbonate rocks.

To solve practical problems knowledge about flow system (laminar-, transient- or turbulent flow) is of considerable importance. In dealing with these problems the cause-and-effect relations based on proper physical considerations should be defined. This means that conditions governing the flow system have to be evaluated in relation to the different petrophysical parameters.

Knowledge of flow characteristics of karstic water is of great importance from both theoretical and practical standpoints in the field of

- water supply,
- construction and hydraulic engineering,
- mining industry.

For instance, in *Hungary* more than 40 percent of total coal production, almost 100 percent of bauxite production, and 100 percent of manganese ore production are delivered to the surface from below the karstic water level. It will be appreciated, that great

volumes of karstic water has therefore to be pumped to the surface, and still the danger of karstic water intrusion is grave. Petroleum mining is also directly interested in karstic water in some parts of the country. Most of the major cold-, warm-, and hot springs, of primary interest to the both water management and tourism, are supplied from karstic water. The production of karstic water is expected to increase more than twice in 15 years.

2. Construction of a rock model

In studying the characteristics of karstic water flow the question is to be answered: May water movement be assumed as percolation, or not? Although the coefficient of permeability of karstic rocks has been a highly disputed problem, the regularities of seepage have been commonly used for solving the problem of water flow in fractured rocks. It has to be pointed out that the mathematical definition of the coefficient of permeability depends to a great extent on the model by which the true rock can be replaced. The problem of modelling is common because research workers are facing without exception the problem to construct a simplified model of the reservoir rock in order to define the function describing the underground flow. Prerequisites for the applicability of the constructed models consist in having a close agreement of flow phenomena between an idealized model and the virtual reservoir.



Fig. 1. Oblique aerial photograph of a karstic terrain.
1. ábra. Karsztos terület ferde tengelyű légifotója

First step to study the theoretical model replacing the *Upper Triassic* karstic rock was to investigate the fractures in karstic terrain by means of aerial photographs, as well

as in outcrops, exposures, mines, and in thin sections in order to determine the shape and mutual relation of fractures. Fissure sizes ranging from 0.006 microns to several meters were analysed in about 90 boreholes. This analysis was made in the *Transdanubian Central Mountain Range* representing the most important karstic terrain in *Hungary*, which consist predominantly of dolomites and limestones.

Several hundred aerial and other photographs of this karstic area having been investigated the following statements can be made;

- Most of the fractures are perpendicular or subnormal to one another.
- In water-saturated zones, flow channels are rather fissured-like, and they are not similar to the pipes.
- Pattern and structure of the fissure and joint network are similar at every dimension, even in the microscopic size range.

To illustrate these statements three photos can be seen on the figures (see *Fig. 1–3*). On *Fig. 1* an oblique aerial photograph can be seen. It is easy to discover the tectonic lines, and joints of them which are very interesting for studying the water-flow, as well as for marking wells for water supply. The size of the outcrop on the *Fig. 2* is about 80 centimeters, and a photo of a thin section can be seen on the *Fig. 3*. Comparing the pattern



Fig. 2. Photograph from an outcrop in karstic terrain.
2. ábra. Karsztos terület feltárásának fotója.

of fractures on these three photos it is easy to discover a similarity in the network of fractures.

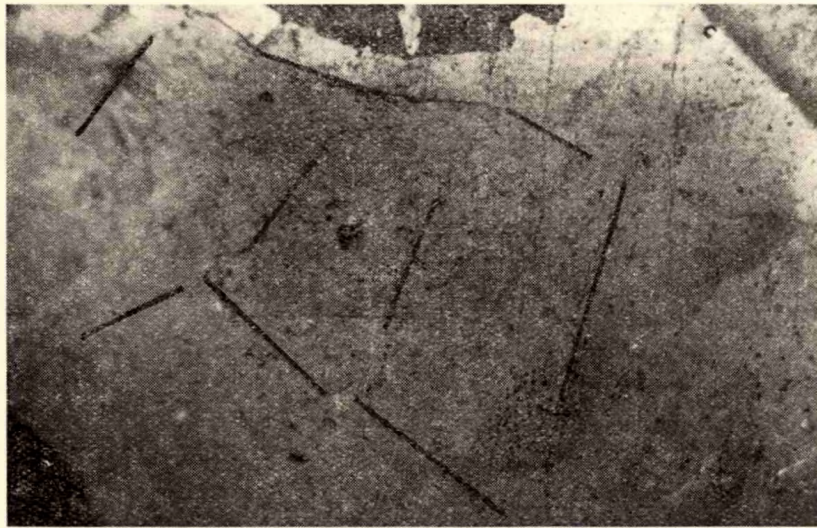


Fig. 3. Micrograph from a thin section of fissured limestone.
3. ábra. Karsztosodó mészkő vékonycsiszolat fotója

As a matter of fact these photos are not oriented, therefore the identity in directions of fractures can not be certain, however, they are probable because the macro, and micro fractures were formed by the same tectonic forces. For the sake of applicability of the simplified model of the reservoir rock a test had to be made about probability of available fractures of an order of one meter. Therefore, ratio of the cave-surface of the karstic terrain was investigated in the *Transdanubian Central Mountain Range* (see *Table 1.*). This calculation pointed out, that probability of available fractures of about one meter size is 4–10 percent in this karstic area of 1030 km². Further it was supported by data obtained from 90 boreholes located along, fault zones in the mountains because a fracture size of one meter was observed only one drilling. This means that the cave systems do not characterize hydraulically the *Upper Triassic* carbonate rocks in the territory of the *Transdanubian Central Mountain Range*.

Taking into consideration that the water ducts are normal to one another, and the cave systems are negligible for characterizing the water-flow pattern, the simplified model for the *Upper Triassic* karstic reservoir rock of the *Transdanubian Central Mountain Range (TCR)* consisting predominantly of dolomites is a triorthogonal fissure system.

Investigating hydraulically the mining areas in the *Transdanubian Central Mountain (4)*, it could be shown that the *Upper Triassic* carbonate rocks are very uniform in permeability and, aberrations, if any, are insignificant.

From these considerations one might conclude: The simplified rock model for the karstic reservoir of the *Transdanubian Central Mountain* is a homogenous triorthogonal fissure system, where the flow channels have a cross section of fracture character, and

they are normal to one another in three different directions, having the same width and the same spacing.

Studying the porosity of this homogeneous triorthogonal rock model an approximate form can be made among the width of fractures (δ) the spacing of joints (Δx), and the porosity (n):

$$n = 3 \frac{\delta}{\Delta x} \quad (1)$$

This form is valid to rocks including fissure-sizes ranging from $4 \cdot 10^{-6}$ to $1 \cdot 10^{-2}$ meter. As it is shown (2) the exact form for the porosity of this rock model is the following equation:

$$n = 1 - f_x f_y f_z \quad (2)$$

where f_x ; f_y ; f_z represent the specific overburden in different directions. This specific overburden, for instance, in the direction of axis X can be expressed in the following term:

$$f_x = 1 - \frac{a \delta}{x_i} \quad (3)$$

where a the number of the fractures, and x_i the length of the simplified rock model in this direction.

Analysis of void ratio (porosity) of a fictive rock demonstrated that there was no agreement between surface porosity (which may be orthogonal to the flow direction), and the total porosity of the rock.

Assuming the triorthogonal model for the fissure system an approximate form can be made between the width of fractures (δ in meters) and the spacing of the joints (Δx in centimeters) which has been based on the petrophysical analysis of 55 rock sample taken from the boreholes sited between *Héviz* and *Budapest*.

$$\Delta x = 1.25 \cdot 10^5 \delta^{0.92} \quad (4)$$

3. Using a triorthogonal model up to determine fracture width in boreholes

Rock model around a drilling can be constructed with an assumption of triorthogonal fissure system from the data of investigations made in this borehole penetrating the carbonate rocks.

In the *Transdanubian Central Mountain Range* a network of observation wells was made from 1968 to 1970 which had been suggested by the author. This network consisted of 91 wells for studying the change of the karstic water level in time. One of them was carried out around *Budapest*. Core samples, driller's log, geophysical logging, and hydraulic test as well as petrophysical investigation of the core samples were at our disposal to study the porosity and the fracture system in this borehole. The total porosity of the karstic rock was 10 percent ($n_t = 0.1$) at depths from 82.60 to 120.0 meters, a statement based on the mutual appraisal of all the results mentioned above.

The task for us was to determine the width, and number of fissures which was possible in the nature around this borehole. During the studying of the measured data

it was seen, that two large openings (at depths from 94.30 to 95.10 and from 98.60 to 100.30 meters) had been discovered in the borehole, and where the drilling tool was fallen. The widths, porosity, and frequency of micro fissures were determined on the core samples. With full knowledge of these data the number the sizes of openings, and microfissuration were well-known, however, there were no measured data for number, and sizes of the fractures ranging between the openings and microfissuration.

As shown by the geological investigation of this borehole, the average length of core samples was 15 centimeters. Assuming that the break of core samples occurred along fractures, the average distance (space) between two fissures (Δx) was the same length (15 centimeters). Number of core samples was 220, and in this case, the number of fractures ranging between the openings and the microfissuration was the same. Thereafter the question to solve was the average width of this fracture range.

For this reason the total porosity was divided. The porosity of openings (n_o) of calculated for the opened length of karstic rock in this well was 6.7 percent ($n_o = 0.067$). There was no reason to assume that these big openings could be found in three directions around the drilling, therefore this value of porosity (n_o) was accepted as a spatial one. The porosity of microfissuration (n_m) based on the petrophysical investigation was 1.5 percent ($n_m = 0.015$) and this was also a spatial value. In this case the porosity of fracture range between the openings and microfissuration (n_b) was

$$n_b = n_t - (n_o + n_m) m = 0.018 \quad (5)$$

Using Equation 1. to determine the average fracture size belonging to the n_b , the result was that this fracture is (δ) of 900 microns wide.

The rock model around this observation well could be formed by the way of investigation of the data abovementioned and this consisted of 16562 fractures and fissures ranging from four micron to 1.7 meters. The numbers of each fissure size were determined by using equations 2, and 3 and the frequency of ones could be seen in Table 2.

Table 1.

Mountains	Porosity	Surface of karst S m ²	Surface of water passages Sp m ²	Number of Caves Pc	Horizontal Cave Surface Sc m ²	≤S m ²	$\frac{Sc}{Sp} 100$ ‰	Number of Caves Pc/km ²
Balaton-felvidék	0.5%	3,26.10 ⁸	1,63.10 ⁵	57	18	1,03.10 ³	0.63	0.17
Bakony		3,40.10 ⁸	1,70.10 ⁵	128	17	2,18.10 ³	1.28	0.38
Vértes		1,50.10 ⁸	7,5.10 ⁷	7	11	7,7.10	0.10	0.05
Gerecse		8,3.10 ⁷	4,15.10 ⁴	60	21	1,26.10 ³	3.05	0.72
Pilis		4,7.10 ⁷	2,35.10 ⁴	79	38	3,00.10 ³	12.8	1.5
Buda		5,6.10 ⁷	2,8.10 ⁴	93	80	7,44.10 ³	26.5	1.7
Mean		1,03.10 ⁹	5,15.10 ⁵	424	50	2,12.10 ⁴	4.1	0.41

Table 2.

size (m)	Numbers of fissures
1.7	1
0.8	1
$9 \cdot 10^{-4}$	220
$3 \cdot 10^{-5}$	3300
$2 \cdot 10^{-5}$	1980
$1.2 \cdot 10^{-5}$	1380
$1.0 \cdot 10^{-5}$	2420
$7 \cdot 10^{-6}$	1980
$4 \cdot 10^{-6}$	2860
Total number of fissures	16562

Abstract

A Study of the *Upper Triassic* carbonate rocks of the *Transdanubian Central Mountain Range*, has shown that the theoretical model for this reservoir rock of peculiar karstification pattern ought to be a triorthogonal homogeneous one.

Assuming the triorthogonal model for the fissure system, approximate formulae could be established for the *Upper Triassic* reservoir rock of the *Transdanubian Central Mountain Range* with respect to relationships between fracture width (δ), spacing of joints (Δx), and porosity (n):

$$n = 3 \frac{\delta}{\Delta x}$$

$$\Delta s = 1.25 \cdot 10^5 \cdot \delta^{0.92}$$

With the use of the triorthogonal model, the fractures size frequency around and observation-well could be well approximated.

Literature

1. BÖCKER T.: Felszínalatti vízáramlás vizsgálata karsztos-hasadékos kőzetben modellezéssel. = VITUKI témabeszámoló 1968.
2. SZÉKELY F.: Bírálólat a „Felszínalatti vízáramlás vizsgálata karsztos-hasadékos kőzetben modellezéssel” c. témabeszámolóról. = Kézirat. 1969.
3. RÁDAI Ö.: Légifotó értelmezés alkalmazása karsztvízföldtani térképezéshez = VITUKI tanulmányok és kutatási eredmények 28. sz. 1969.
4. SCHMIEDER A.: A Dunántúli Középhegység karsztvízföldtani viszonyai és a főkarsztvíztárolóban érvényesülő vízmozgás dinamikai paraméterei. = BKI. jelentés 1970.

A KARSZTOS KŐZETEK ELMÉLETI MODELLJE

BÖCKER T.

Összefoglalás

1. Bevezetés

A földkéreg kőzeteit két nagy csoportba sorolhatjuk a bennük végbemenő vízmozgást tekintve:

Porózus kőzetek és
Repedezett kőzetek.

A repedezett kőzetekre az jellemző, hogy a szerkezeti erők hatására repedések keletkeznek bennük és ezek térfogata jelenti a víz tárolására alkalmas térfogatot, valamint ezek iránya határozza meg a víz mozgási lehetőségeit is. A repedezett kőzetek csoportjába tartoznak a karbonátos, karsztos kőzetek is.

A karbonátos kőzet, mint a vízmozgás közege anizotrop és heterogén tulajdonságokkal rendelkezik. Rá kell mutatni arra, hogy a kőzet anizotropiájáról és heterogenitásáról a valóságban nehezen szerezhetünk adatokat és az esetek többségében ez nem megoldható feladat. A járat méretek, a rés szélességek, valamint ezek abszolút és relatív érdekessége széles határok között változik. A vízmozgás jellege pedig döntő mértékben a karbonátos kőzet ilyen jellegű sajátosságaitól függ.

A vízmozgás jellegének ismerete elméleti és gyakorlati vonatkozásban egyaránt fontos;

- a vízellátás terén,
- a vízmérnöki gyakorlatban és
- a bányászatban.

2. A modell létrehozása

A karsztvíz-mozgás tanulmányozásakor a kérdés az, hogy ez szivárgásként értelmezhető-e, vagy sem.

Annak ellenére, hogy a karsztos kőzet szivárgási tényezője sokat vitatott kérdés, a szivárgás törvényeinek alkalmazása általánosan használt a repedezett kőzetekbeli víz-

mozgás tanulmányozásakor. A szivárgási tényező matematikai megfogalmazása viszont nagy mértékben függ attól a modelltől, mellyel a valóságos közetet helyettesítjük. A létrehozott modell azonban csak akkor alkalmazható, ha az áramlási jelenségek az idealizált közetben jól megközelítik a valóságos közetekben lejátszódó vízmozgást.

Az elméleti modell létrehozásának első lépéseként a *felső triász* kori karsztos közetek repedéseit tanulmányoztuk a légifotókon, feltárásokban és vékony csiszolatokban, valamint bányavágatokban, hogy meghatározzuk a repedések méreteit és egymáshoz való kapcsolódásukat. A résméreteket a mintegy 90 fúrásban tanulmányoztuk, a 0.006 mikrontól néhány méterig terjedő tartományban. Ezt az analízist a *Dunántúli Középhegység*, hazánk legjelentősebb karsztos egységének területén végeztük, mely főként dolomitból és mészkőből áll.

Több száz fotó tanulmányozása alapján az alábbi megállapításokat tehetjük:

- A repedések többsége merőleges, vagy közel merőleges egymásra.
- A vízzel kitöltött zónában a vízjáratok inkább résekhez, mint csövekhez hasonlóak.
- A repedés-hálózat nagy hasonlóságot mutat minden méret-arányban, beleértve a mikroszkópi méreteket is.

Az elmondottak illusztrálására szolgál az 1.–3. ábra, ahol egy ferde tengelyű légifotón, egy feltárás és egy vékonycsiszolat fényképen a repedés-hálózat nagy fokú hasonlatossága fedezhető fel.

Tény, hogy a fotók nincsenek tájolva, így a repedések irányainak egyezése nem bizonyított, de ez feltételezhető, mivel a makro és a mikro járatok azonos erők hatására keletkeztek.

Az egyszerűsített közetmodell alkalmazhatósága érdekében megvizsgáltuk az egy méter szélességet meghaladó repedések valószínűségét. Ehhez alapul vettük a *Dunántúli Középhegységben* végzett barlangfelméréseket és ezek adataiból számítottuk a barlangfelületek valószínűségét a karsztos hegység teljes részfelületéhez viszonyítva (1. táblázat). Ez azt mutatja, hogy az egy métert meghaladó repedések valószínűsége 4–10%, azaz ezek nem jellemzők hidraulikailag a *DMK* területére.

A bányaterületek hidraulikai tanulmányozása (4) azt mutatta, hogy a felső triász-karbonátos víztároló közet az áteresztő képességét tekintve nagymértékben egyöntetű és az eltérések ebben nem jelentősek.

Ezekből a megfontolásokból azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a *Dunántúli Középhegység* karsztos tárolóközetének modellje egy olyan triortogonális, homogén repedés rendszer, ahol a rések azonos szélességűek, egymásra merőlegesek és azonos távolságra helyezkednek el egymástól.

A triortogonális, homogén közetmodell hézagterefogatának tanulmányozásakor egy közelítő összefüggést állíthattunk fel a rés szélesség (δ) és a rések közötti távolság között (Δx):

$$n = 3 \frac{\delta}{\Delta x} \quad (1)$$

Ez az összefüggés a $4 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-2}$ méter szélességű réstartományban érvényes.

A közetmodell hézagterefogata egzakt módon leírható (2) az alábbi összefüggéssel:

$$n = 1 - f_x f_y f_z \quad (2)$$

ahol f_x , f_y és f_z a különböző irányokban számított fajlagos közzel való fedettség. Az X koordináta tengely mentén pl. a fajlagos közzel való fedettség a (3) összefüggéssel írható le:

$$nf_x = 1 - \frac{a\delta}{xi} \quad (3)$$

ahol a a repedések száma és x , a közetmodell hossza az X tengely irányában.

Az elméleti közetmodell hézagterfogatát tanulmányozva megállapítható, hogy a felületi áttörtség nem egyenlő a teljes hézagterfogat értékével.

Elfogadva a repedésrendszerek triortogonális voltát egy megközelítő összefüggést sikerült találni a résszélesség (méterben) és a rések közötti távolság (x centiméterben) között, mely összefüggés a *Hévíztől Budapestig* terjedő területen vett 55 közetminta közetfizikai elemzésén alapszik:

$$x = 1,25 \cdot 10^5 \cdot \delta^{0,92} \quad (4)$$

3. A triortogonális modell alkalmazása a repedés szélesség meghatározására fúrásokban

A karsztos közetet feltáró fúrás környezetében, a fúrásból származó adatok alapján a közetmodell felépíthető.

A *Budapesten* létesített egyik megfigyelőkútban a magminták, fúrási előrehaladási szelvény, karotázs vizsgálatok, hidraulikai kísérlet és közetfizikai vizsgálatok alapján meghatároztuk a hézagterfogatot, mely 10 százalékra tehető.

A fúrásban 94,30–95,10 és 98,60–100,30 méter között nyitott üreget találtunk. Ugyanakkor a mikrorepedések hézagterfogatát, méreteit a közetminták alapján határoztuk meg. Az üregek és a mikrorepedések közötti rések méreteit azzal a feltételezéssel számítottuk, hogy a magok általában a repedések mentén törnek el. Mivel az átlagos maghossz 15 centiméter volt, így a rések közötti távolságot 15 centiméternek vettük fel. A repedések száma egyenlő volt a magok számával, mely 220 volt. A repedés szélesség számíthatósága érdekében a teljes hézagterfogatot megosztottuk. Ebből 6,7% jutott a két nagyméretű üregre (a fúrásokban feltárt karsztos közet teljes hosszára számítva) és 1,5% volt a közetfizikai vizsgálatok alapján a mikrorések hézagterfogata. Ily módon a köztes rések hézagterfogata 1,8%, és így az (1) összefüggés felhasználásával a köztes rések átlagos szélessége 900 mikronnak adódott.

A fúrás körüli közet modell repedéscinek méret szerinti megoszlását a 2. táblázat tartalmazza, ahol a mikrorepedések számát a (2) és (3) egyenletek felhasználásával számítottuk.

THEORETISCHES MODELL FÜR VERKARSTUNGFÄHIGE

GESTEINE

von

T. BÖCKER

Zusammenfassung

Die Untersuchung von Karbonatgesteine des oberen Trias in dem *Transdanubischen Mittelgebirge* zeigte dass diese spezifisch verkarsterte hauptsächlich von Dolomit und Kalkstein zusammengesetzte Gesteine haben einen theoretischen Gesteinmodell, die einer von triorthogonalen Teilen zusammengesetzten, homogenen Gestein entspricht. Das Spaltvolumen des Modells lässt sich durch die Spaltbreite (δ) und der Spaltabstand (Δx) mit der folgenden Näherungsformel auszudrücken:

$$n = 3 \frac{\delta}{\Delta x}$$

Ausgehend von dem triorthogonalen Modell lässt sich eine weitere Näherungsformel für dem Hauptkarstwasserspeicher des Ungarischen Transdanubischen Mittelgebirge aufzustellen für die Spaltbreite und für dem Spaltabstand

$$\Delta x = 1,25 \cdot 10^5 \cdot \delta^{0,92}$$

Die Spaltgrößenverteilung in der Umgebung von einer Bohrung lässt sich gut annähern mit dem triorthogonal verspaltenen Gesteinmodell.

ТЕОРИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КАРСТОВЫХ ПОРОД

Т. БЁККЕР

Резюме

Изучение триасовых карбонатных пород в *Венгерском среднегорье* показало, что теоритическая модель карстовой толщи, сложенной доломитами и известняками, представляет гомогенную породу, состоящую из триортогональных частей.

Пористость теоритической модели хорошо доступна отношением шириной литоклазов (δ) и расстоянием между ними (Δx)

$$n = \frac{\delta}{\Delta x}$$

Что касается главного карстового водохранилища в *Среднегорье* — предположением триортогональной модели — можно установить приблизительную зависимость между шириной литоклазов и расстоянием между ними.

$$\Delta x = 1,25 \cdot 10^5 \cdot \delta^{0,92}$$

Использованием породы-модели, содержащей триортогональные трещины, хорошо определяется распределение трещин по размерам в окрестности данной буровой скважины.

TEORIA MODELO DE LA KARSTA ŜTONAJO

T. BÖCKER

Resumo

La esploro de la *supertriasepokaj* ŝtonaĵoj de la *Transdanuba Mezmontaro* rezultis, de la teoria modelo de la speciale karstigitaj, ĉefe el dolomito kaj kalkŝtono konsistanta ŝtonaĵo estas homogena ŝtonaĵo, konsistanta el triortangulaj tavoloj. La breĉvolumeno de la modelo proksimume estas indikebla per la interrilato inter la dikeco de la tavoloj (δ) kaj la intertavola distanco (Δx):

$$n = 3 \frac{\delta}{\Delta x}$$

Supozante la triortangulan modelon, proksimiĝanta interrilato estas deduktebla por la ĉefa karstakvo-rezervejo de la *Transdanuba Mezmontaro*, inter la larĝeco de la breĉoj kaj la inbreĉa distanco:

$$\Delta x = 1,25 \cdot 10^5 \cdot \delta^{0,92}$$

Uzante la modelon havantan triortangulan breĉaron, estis bone proksimiĝebla la laŭdimensia distribuo de la breĉoj en la medio de difinita bortruo.

MISE EN ÉVIDENCE DES GROTTES DE LA MONTAGNE MECSEK PAR DES MÉTHODES GÉOPHYSIQUES ET HYDROGÉOLOGIQUES

par

I. BARANYI—L. RÓNAKI

Introduction

Nous avons l'intention de rendre compte des recherches hydrogéologiques et géophysiques dans la Montagne *Mecsek* promettant la mise en évidence d'un nouveau système de grottes, probablement plus grand que celui d'*Abaliget*. Nous observons d'abord que les travaux géophysiques, géologiques et hydrogéologiques n'ont pas été poursuivis tout le premier dans des buts spéléologiques, mais plutôt pour éclaircir les conditions géologiques et hydrogéologiques de la région que nous analysons. Par conséquent, nos données et résultats, obtenus en connexion avec la spéléologie, ne sont qu'une partie d'un travail général des recherches géologiques, plus exactement, il s'agit de produits secondaires.

Ayant pour but, par excellence, des recherches spéléologiques, le groupe spéléologique du Bureau de Tourisme du département de *Baranya* mène avec une très modeste aide, sous la direction de l'ingénieur M. Béla Vass, depuis quelques années un travail d'exploration, digne d'éloge, dans la plus grande grotte de la Montagne *Mecsek* [9, 10, 11, 12, 14 et 17]. Le groupe conduit ses travaux de découverte surtout comme un travail volontaire.

La zone étudiée par nous et promettant la meilleure chance d'une découverte de grottes se trouve dans le voisinage d'*Orfű*, sur le territoire de la source qui alimente le lac de *Pécs*, aussi se trouve-t-elle dans un lieu bien favorable au point de vue du tourisme national et étranger.

Données sur le terrain de recherches

En regardant la carte ci-incluse (*fig. 1*) on voit que sur un terrain important (9,44 km²) les condensations atmosphériques sont obligées de s'infiltrer totalement dans le sol (abstraction faite des pertes dues à l'évaporation et à la végétation). Dans la composition géologique de la zone participent, en grande partie, des calcaires et dolomies ce qui conduit inévitablement à la formation de grottes (12). La perte de rivière des cours d'eau est considérée comme le facteur le plus intensif formant des grottes. Dans la zone se trouve un grand nombre de ponors plus ou moins grands, actifs ainsi que des ponors déjà obturés, inactifs. Aussi le débit variant de 300 à 70 000 l/mim, en moyenne 6000 l/mim de la source *Vizfő* qui déverse les eaux karstiques témoigne d'un important bassin versant ou la découverte des systèmes de grottes bien développés est à attendre.

Tous ces faits et phénomènes déjà plutôt dirigé l'attention des géologues-investigateurs sur cette zone.

Dans la Montagne *Mecsek* la première recherche complexe des eaux avait lieu en 1952 et 1953. Sur demande du Ministère des Mines et d'Énergie les spécialistes de l'institut de Recherches des Ressources Hydrauliques ont fait des enquêtes pour éclaircir les possibilités d'exploitation de la source *Vizfő*. L'Institut Géologique National de la Hongrie s'est chargé d'en entreprendre le lever géologique. L'Institut Géophysique Eötvös Lóránd a aussi participé aux travaux et exécutait des mesurages ayant pour but d'explorer la tracée de la grotte. Les résultats et les probabilités ont été publiés (3, 5, 15, 16).

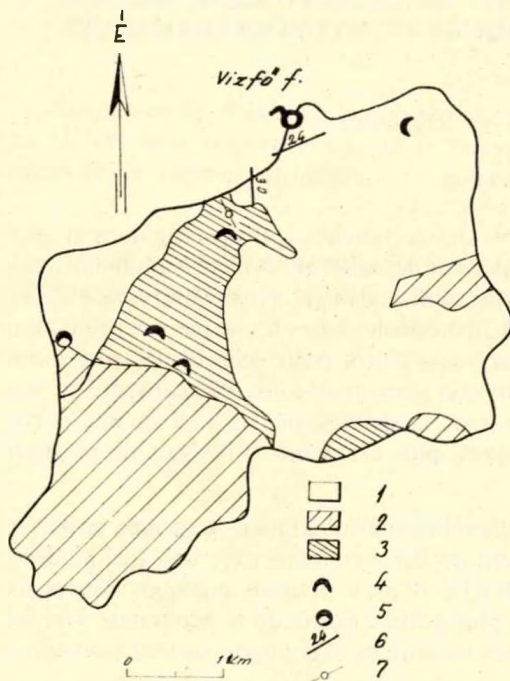


Fig. 1. Le bassin versant de la source *Vizfő*.

1. Roches en train de karstification;
2. Roches libres de karstification;
3. Terrain de'écoulement subaérien des condensations atmosphériques intenses;
4. Lieu du traçage (ponor);
5. Lieu du traçage et des mesurages géophysiques (voir fig. 6);
6. Profil du mesurage géophysique;
7. Lieu du sondage N 0—5 et le profil du mesurage géophysique. É = nord.

1. ábra. A *Vizfő* forrás vízgyűjtő területe 1. Karsztosodó kőzetek. 2. Nem karsztosodó kőzetek. 3. A nagy intenzitású csapadékok felszíni lefolyási területe. 4. Víznyomjelzés helye (víznyelő). 5. Víznyomjelzés és geofizikai mérés helye (lásd 6. ábrát) 6. Geofizikai mérési profil. 7. Az 0—5 szondák helye és a geofizikai mérési profil.

Comme résultat des recherches géophysiques on vient de constater «que les mesurages près de la source *Tettye* ne montraient pas des valeurs anormales bien définies à cause de la grande profondeur. Les mesurages près d'*Orfü* cependant ont donné des indications bien précises qui se réfèrent à la présence d'un bon conducteur (un fil d'eau dans un système de ruisseau souterrain) dans une profondeur un peu moins de 20 metres» (5).

Puis, également dans le voisinage de la source *Vizfő*, M. Dénes Masszi, ingénieur géophysicien fit — sur demande du géologue M. László Koch — des mesurages géoélectriques de caractère expérimental.

Au cours de l'année 1965. la confection d'une carte géologique du terrain karstique et le contrôle des conceptions hydrogéologiques ont nécessité l'emploi des méthodes modernes des recherches géophysiques et hydrogéologiques.

Méthodes de recherches susceptibles d'être employées

La littérature relative aux méthodes scientifiques de mise en découverte de grottes expose la technique en développement continu des méthodes de recherches hydrologiques, hydrochimiques et géophysiques [1, 2, 4, 5, 6, 7, 13, 14].

Traçage

La détection par traçage souterraine est employée avec succès depuis longtemps dans les recherches hydrologiques, karstiques, donc spéléologiques. Dans ce domaine on vient d'élaborer des méthodes d'analyses qualitatives et quantitatives employant du fluorescéin, convenables aux conditions du terrain qui faciliteront sensiblement l'emploi d'agents colorifères dans l'hydrogéologie (13). Avec ces méthodes on est capable de faire la détection du fluorescéin en terrain à l'aide d'une simple méthode semiquantitative colorométrique, même dans le cas d'une dilution de 10 billions fois (*fig. 2*).



Fig. 2. Analyse semiquantitative colorométrique de la couleur apparaissant près de la coupe de mesurage du débit de l'eau.

2. ábra. A megjelenő festék kolorimetriás félmennyiségi analízise a vízhozam-mérő szelvényénél

Mesurages gravimétriques

Le développement des méthodes de reconnaissance des grottes est stimulée par les exigences concrètes pratiques (d'ordre architectural, minier, sanitaire, touristique, même militaire). Que les mesurages gravimétriques au cours de l'érection de l'aéroport militaire d'Okinawa pendant la Guerre mondiale en servent d'exemple (1), ou avec un appareil de grande sensibilité on a réussi de démontrer des cavités dans un calcaire corallien

au-dessous d'une couverture relativement peu épaisse. Le contrôle des résultats de mesurages gravimétriques de l'aéroport d'Okinawa a démontré p.e. qu'une cavité karstique de 8,8 m de diamètre dans une profondeur de 5 m causait une anomalie gravimétrique de 0,05 mgl. La praticabilité de la méthode étant limitée, elle nécessite un appareil sensible.

Mesurages géoélectriques

Les diverses méthodes géoélectriques jouent le rôle le plus important parmi les méthodes géophysiques dans les recherches karstiques. Nous en avons donc employé des divers types (*fig. 3*). La littérature de provenance étrangère traitant notre sujet rend compte aussi surtout des possibilités d'emploi de la méthode géoélectrique. Nous connaissons nombre de méthodes de mesurage, leur choix ne dépend que des tâches et des conditions géologiques auxquelles les mesurages doivent être conformes.



Fig. 3. Un mesurage géoélectrique

3. ábra. Geoelektromos mérés

Les systèmes de grottes se trouvant tout bas au-dessous de la terre sont remplis soit de l'air, soit de sédiments argileux, soit d'eau karstique. On peut employer avec

succès des diverses méthodes géoélectriques en fonction de la prépondérance d'un facteur ou bien d'un autre. Ce sont les méthodes définissant la résistance électrique qui sont les plus répandues dans la recherche des cavités.

En enduisant du courant dans le sol sur la surface à l'aide de deux électrodes d'alimentation, dites *A* et *B*, nous serons capable de mesurer le chute de tension dans la sous-sol à l'aide d'un couple d'électrodes de mesure *MN*. Il résulte de la loi d'*Ohm* qu'en connaissant la force qui traverse un conducteur (dans notre cas le courant qui traverse les électrodes d'alimentation *AB* et simultanément le sous-sol) ainsi que la chute de la tension créée par le courant en question, nous pouvons déterminer la résistance électrique

du conducteur avec la rapport $\rho = \frac{\Delta U}{I} K$ où ρ est la résistance des roches dans la

géophysique, *K* est un facteur de proportion dépendant de la disposition des électrodes d'alimentation et de celles du courant et des électrodes de mesure.

Dans la pratique des mesurages géoélectriques le carottage électrique nommé symétrique est considéré classique, quand les électrodes *AMNB* d'alimentation et de mesure sont symétriques à un centro *O* (les lettres indiquent simultanément aussi l'ordre des positions des électrodes). La distance *MN* mesure au moins une troisième partie de la distance entre les électrodes *AB* d'alimentation.

Si avec cette position des électrodes on donne du courant aux roches à la surface et si l'on mesure la tension entre les électrodes de mesure *MN*, en connaissance de la force du courant et de la chute de tension, on peut calculer la valeur de la résistance apparente spécifique électrique des roches. Si on mesure le long d'un profil à des divers points (en fonction de la précision du mesurage à quelques mètres ou dizaines de mètres de distance), la valeur de la résistance géoélectrique, en les figurant sur un graphique, on obtient des informations sur la variation de la résistance spécifique des roches le long de la coupe. Comme les différentes roches ont des résistances différentes, le graphique désigné selon les résultats des mesurages des profils symétriques donnera des renseignements sur la variation des roches ou des différences des roches le long de la coupe. En général, les sédiments argileux et gréseux ont une faible résistance. La forte résistance par contre des calcaires et des dolomies atteint des centaines, parfois des milliers d'Ohms. La résistance des cavités karstiques pleines d'air dans des dolomies et calcaires surpasse même ces valeurs. En pratique, elle est infinie puisque l'air ne conduit pas la courant. Il va de soi que les valeurs de la résistance mesurées au-dessus des cavités karstiques donnent des maxima de résistance relatifs aux environs. On a fait des mesurages en laboratoire pour pouvoir juger de l'anomalie (maximum) causée, en établissant des conditions ressemblant à la nature, bien entendu avec des dimensions fort réduites. La figure 4 donne les résultats de ces mesurages, selon lesquels on observe un maximum de résistance au-dessus de la cavité. Il est bien important de déterminer la limite jusqu'à laquelle on puisse détecter la cavité, c'est à dire la grotte. Sur le graphique 1 la proportion de la profondeur et du diamètre de la cavité est 0,4, donc la cavité était près de la surface. La graphique 2 montre le cas où la profondeur de la cavité dépasse son diamètre ($H/d = 1,2$). Dans ce cas la valeur de l'amplitude est faible et il est difficile de déterminer la place de la cavité. La graphique suivant est le résultat d'un mesurage sur terrain, donc dans des réelles conditions. L'identité de la forme de la courbe et des résultats des mesurages de laboratoire est évidente. Sur la courbe obtenue sur terrain la valeur de la proportion H/d est d'environ 0,2. Nos mesurages expérimentaux ont attesté que l'ainsi nommé profondeur de la pénétration et la capacité d'analyse de la méthode *AMNB* classique sont relativement faibles et que la détection directe de la cavité est en pratique impossible

dans le cas où la profondeur du système de grottes dépasse le double de son diamètre. Notre méthode joua néanmoins un rôle important dans la détection des facteurs accompagnant la formation du karst, causant la variation des propriétés physiques des roches environnantes.

Aperçu sur la méthode MAN

A cause du susdit nous avons été obligés de rechercher des autres, méthodes géo-électriques plus sensibles pour faciliter notre travail ayant pour but la détection des cavités karstiques. Une telle méthode efficace est la méthode MAN, employée à l'étranger assez rarement (6, 17) et en Hongrie — à notre connaissance — encore jamais n'utilisée auparavant.

La méthode consiste, en essence, dans la mise d'un électrode d'alimentation au centre des électrodes de mesure MN , alors que l'autre électrode B se trouve à une grande distance, à l'infini, d'après les géophysiciens. Dans le cas d'un sous-sol homogène, un courant coulera de l'électrode A en direction des électrodes MN de mesure en quantité égale, c'est à dire la partition du courant est symétrique dans les deux directions par rapport à un plan vertical traversant le point A , aussi aucune chute de tension ne paraît-elle entre les points MN , elle aura donc la valeur 0. Au moment cependant de l'apparition

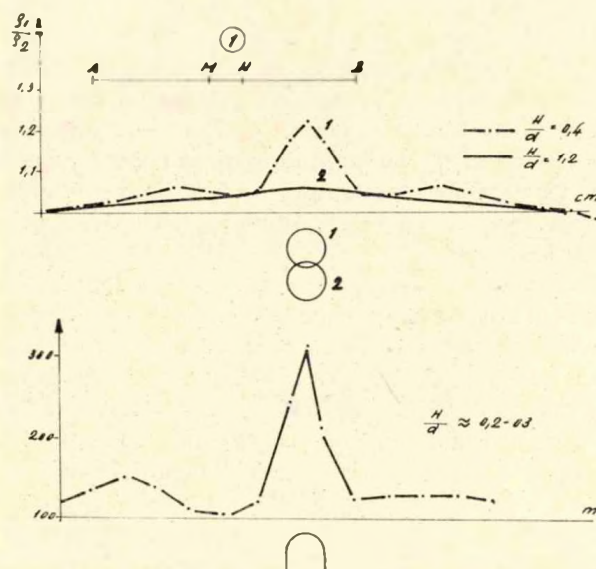


Fig. 4. Comparaison des mesures exécutées au laboratoire et au-dessus de la galerie. H — profondeur de la cavité de la surface d — diamètre de la cavité

4. ábra. A laboratóriumi és a táróvágat feletti mérések összehasonlítása. H — az üreg felszínétől való mélység; d — az üreg átmérője

d'inhomogénéité dans la masse homogène de la roche, le champ des forces du courant se déforme, de cette façon un des électrodes de mesure entre dans une situation potentielle plus élevée et une différence de tension résulte entre les électrodes de mesure.

Supposons que cette inhomogénéité est un système de grottes, donc une cavité à grande résistance dans des dolomies ou des calcaires. En nous approchant de cette cavité avec les électrodes en disposition *MAN*, sur des grandes distances on n'observe que des faibles valeurs de tension entre *MN*. Au fur et à mesure de l'approche du corps nonconducteur, il déforme le champ des forces vers l'électrode *M*, les électrodes de mesure *MN* accusent une chute de tension. Aussitôt que l'électrode se trouve-t-elle au-dessus d'un système de grottes on obtient un maximum. Allant plus loin, les différences de tension diminuent et la tension redevient 0 au moment de l'arrivée de l'électrode *A* au dessus de la cavité.

Quand l'électrode *A* arrive à l'autre coté, la déformation apparait aussi, mais dans ce cas c'est l'autre électrode de mesure qui accusera une plus grande tension, c'est à dire un changement du signe de la tension se produit. De l'autre coté du corps on peut mesurer une tension de semblable valeur absolue mais avec un signe opposé.

Avec la méthode *MAN* donc le corps non-conducteur se trouve au-dessous d'un point de changement du signe de tension entre minimum et maximum. Sur la courbe de la *fig. 5.*, nous avons obtenu les résultats dans des conditions ressemblant celles du meseruge symétrique.

La méthode *MAN* est donc, sans aucun doute, a préférer à celle symétrique. Les annexes montrent qu'il est beaucoup plus facile de déterminer le lieu du changement du signe comme le centre d'un maximum plat. Un autre avantage consiste dans la possibilité d'observer avec plus de sécurité les valeurs de la tension obtenues avec la méthode *MAN*.

Pour les systèmes de grottes non explorés, la présence des importants espaces libres, pleins d'air n'est pas toujours caractéristique. Il arrive assez souvent que les systèmes de grottes sont remplis d'eau et des sédiments argileux apportés par l'eau dont la résistance est substantiellement moins forte que celle des calcaires.

En général, les systèmes de galeries karstiques se développent le plus facilement le long des zones tectoniquement affaiblies, les mêmes qui dans la pratique des recherches électriques apparaissent, eux aussi, avec une résistance réduite. C'est pourquoi au cours de l'exploration des grottes et zones karstiques on voit souvent une prépondérance de la diminution de la résistance due a l'eau et aux dépôts argileux contenus dans le système de grottes sur l'augmentation de la résistance causée par des cavités vides. Il est compréhensible que la méthode *MAN* soit convenable aussi pour la recherche de bons conducteurs, puisque dans ce cas nous observons le même phénomène que près des corps non-conducterous avec la seule différence qu'ici l'eau de la grotte ou les sédiments argileux — étant bons conducteurs — attirent, pour ainsi dire vers eux, le courant qui vient de l'électrode *A*.

À l'occasion du mesurage, en passant au-dessus d'un bon conducteur, on obtient aussi un net changement du signe. La *fig. 5.* montre une anomalie plus accusée que au-dessus d'un non-conducteur, surtout tenant compte aussi du fait qu'ici, avec la courbe 1 le nombre proportionnel de la profondeur et du diamètre du bon conducteur est

$\frac{H}{d} = 10$, avec la courbe 2 elle sera 30. Ce qui veut dire qu'avec la position de la sonde

MAN on peut démontrer les bons conducteurs même dans le cas ou leur profondeur dépasse trente fois le diamètre du conducteur, ce qui serait impossible avec le profilage symétrique.

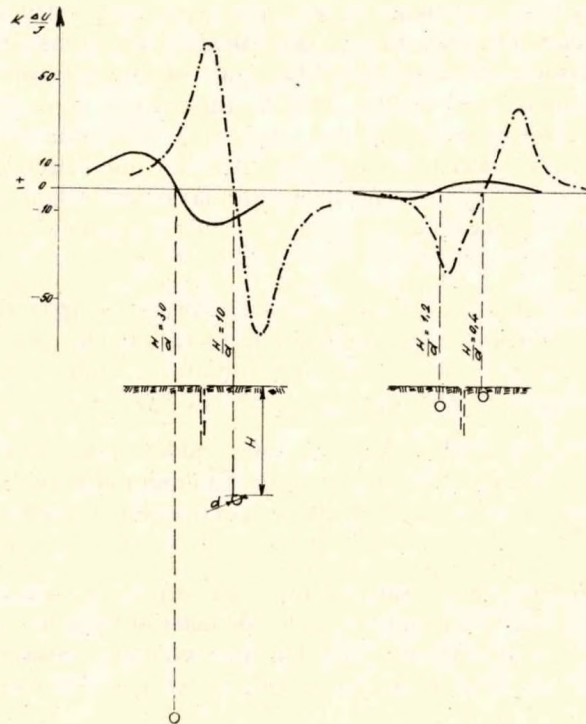


Fig. 5. Résultats des mesurages au laboratoire pour la démonstration des cavités bons conducteurs et non-conducteurs avec position des sondes MAN. H — profondeur de la cavité de la surface d — diamètre de la cavité (remarque: les valeurs obtenues au-dessus du bon conducteur — partie gauche de la figure — sont contractées horizontalement)

5. ábra. A laboratóriumi mérések eredményei jó és rossz vezető üregek kimutatására MAN szonda-elrendezéssel. H — az üreg felszíntől való mélysége; d — az üreg átmérője. (Megjegyzés: a jó vezető felett — baloldali ábrarész — kapott értékek az ábrázolásnál horizontálisan zsugorítottak.)

La recherche de la direction des galeries des grottes non explorées

Tenant compte des considérations exposés ci-dessus, la méthode *MAN* fut employée comme une des méthodes fondamentales dans la zone *d'Orfű*.

L'emploi de la méthode MAN

La *fig. 6.* démontre les résultats des mesurages effectués sur terrain. Il est bien entendu que les courbes ne sont pas tant régulières que celles obtenues au laboratoire, pourtant tant les anomalies que les changements de signe sont nets. A leur base on peut préciser la position de certaines galeries du système des grottes *d'Orfű*. Sur la base de la position des anomalies obtenues dans plusieurs secteurs on peut établir la tracée de la ligne du système de grottes.

La méthode a l'avantage d'être très sensible pour les variations qui se sont produites dans des roches. Cette sensibilité cause simultanément aussi son désavantage, en regard à la grande amplitude avec laquelle des changements faibles sont signalés dans les roches (failles, contacts de roche, variations de faciès, l'influence du relief). La méthode donc ne suffit pas toute seule.

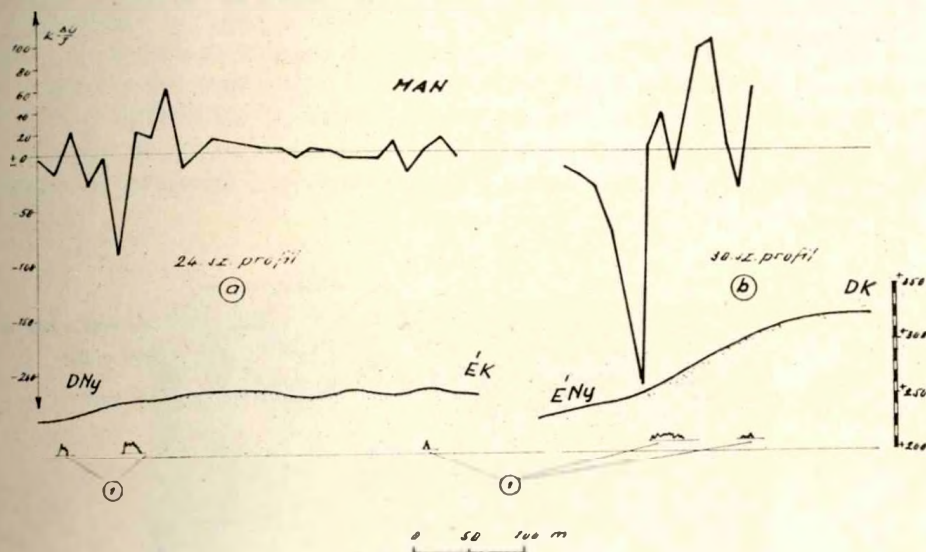


Fig. 6. Mesurages faits avec position des sondes MAN pour l'éclaircissement de la tracé de la grotte de la source Vizfő. 1: Les cavités supposées selon les anomalies. DNY = SW, ÉK = NE, DK = SE.

6. ábra. A Vizfő-forrás barlang nyomvonalának felderítésére végzett mérések MAN szonda-csúszással. 1.: Az anomáliák alapján feltételezett barlangüregek.

La méthode du profilage combiné

Selon les données de la littérature on emploie à l'étranger surtout le profilage dit combiné et les mesurages de potentiel naturel. La fig. 7. montre des mesurages de telle sorte. Le profilage combiné se base sur le mesurage des champs de courant déformés. En tout point on observe deux valeurs de résistance $AMN(B \rightarrow \infty)$ et $MNB(A \rightarrow \infty)$ on a donc la possibilité de faire également des déductions géologiques à la base des graphiques des résistance. Dans notre cas nous avons constaté dans la partie droite à présence de formations de grande résistance, dans la partie gauche de la coupe celle des roches de faible résistance. Les mesurages de potentiel naturel ont été marqués de SP. Dans des terrains karstiques, le potentiel naturel est causé par la filtration c'est à dire les eaux

filtrées à travers les roches donnent des courants naturels terrestres qui engendrent des chutes de tension dans les roches. Ce qu'on peut observer à la surface. Des anomalies obtenues avec des deux méthodes résultent:

1° Un contact de roches différentes au voisinage des points 60–70 qui continue aussi vers la profondeur;

2° Le contact est si prononcé qu'il peut s'agir même d'un contact s'étendant le long d'une faille;

3° L'anomalie du potentiel naturel au voisinage des points 50–90 suggère une filtration d'eau souterraine.

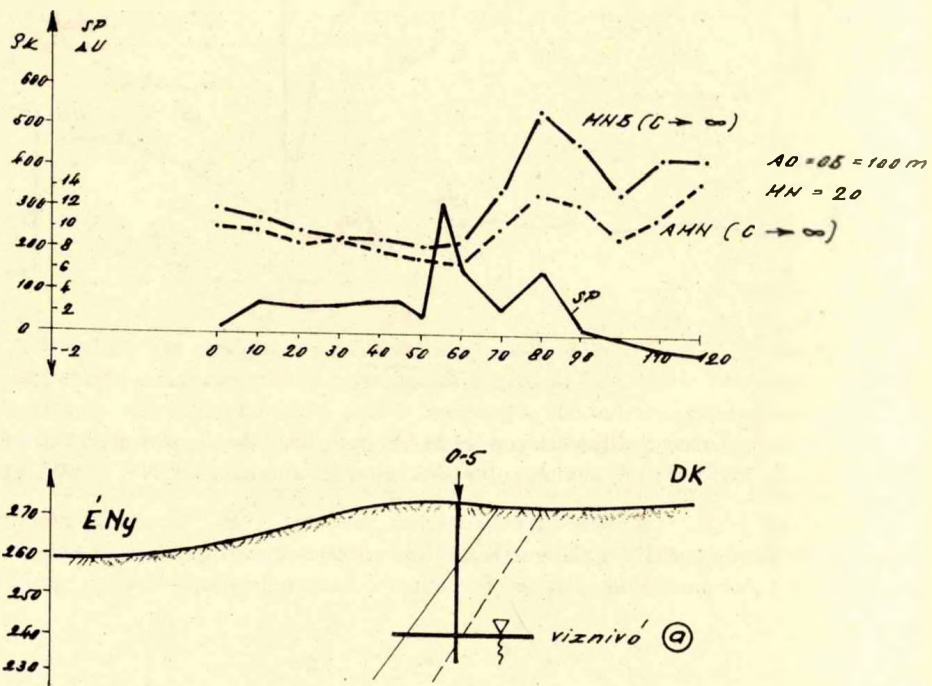


Fig. 7. Résultats observés sur le profil géophysique près de sondage N° 5 d'Orfű

7. ábra. Az Orfű-5. sz. fúrásnál levő geofizikai profilon észlelt eredmények

Le forage 0–5 effectué plus tard a touché la dolomie à 23 m de profondeur, après avoir traversé le calcaire. À 33 m on a observé la perte du liquide de forage, puis de 34,8 m 35,3 m de cavités karstiques. Toutefois, dans le forage le niveau de la nappe souterraine était plus haut que l'on n'aurait prévu selon la carte hypothétique du relief de la nappe karstique établie auparavant, ce qui nous a stimulé à faire de nouveaux expériences.

Emploi des méthodes de traçage

Avec le traçage n° XIII. a réussi d'établir la liaison avec une petite source anonyme situé a 180 m au SW de la source *Vizfő*, ainsi qu'avec le jaillissement d'eau proche au pied d'un bouquet des bois. En résultat du traçage a été établi l'appartenance de la source de 12 °C de température et du débit de 25 l à la minute, au type des sources à coulée karstique. La constance du débit, de la température et la madération du louchissement pendant les inondations sont dues à la présence d'une très longue galerie d'eau presque entièrement remplie au-delà l'ouverture d'issue.

L'apparition de l'agent colorifère jeté dans un aven inactif à 210 m au Sud du forage 0-5, au flanc de la vallée *Szudóvölgy*, près de la route, dans l'eau de la source *Vizfő* a justifié notre supposition de la présence ici d'un système de galeries isolé de la galerie d'eau explorée par le forage 0-5, système lié à la nappe karstique principale.

La vitesse du courant en ligne directe obtenue en résultat des deux traçages aucune également une différence importante malgré l'identité de la direction du courant dans les deux cas.



Fig. 8. Mesurage sur le cercle a rayon de 100 m près de l'aven

8. ábra. Mérés a 100 m sugarú körön a víznyelónél

Pendant le traçage de l'eau dans le sondage 0-5 dont l'eau se manifestait dans la source anonyme, la vitesse fut 172 m par jour, et la vitesse de l'agent colorifère mis dans l'aven *Achilles* se manifestant dans la source *Vizfő* montait à 235 m par jour (12).

Grâce aux recherches à sondage de la chute du niveau d'eau karstique $I = 2,6\%$ déterminée pour cette zone, au voisinage des sondages N° 0-5, on peut calculer + 230 m environ de hauteur absolue pour la galerie de la grotte qui est à chercher à l'Est du sondage. Puisqu'ici on n'a jusqu'à présent que les données du profilage combiné et du mesurage du potentiel naturel (*fig. 5.*), de notre avis, aussi la réalisation du mesurage à la méthode *MAN* est absolument important qui pourra, peut-être, déjà indiquer, avec une anomalie précise, le lieu de la grotte cherchée.

Détermination de la direction d'écoulement des eaux se perdant dans l'aven

Les mesurages géophysiques peuvent prêter une aide importante aussi pour la détermination de la direction d'écoulement l'eau qui parvient à l'aven actif (*fig. 8.*) À 3200 m au SE de la source *Vizfő* se trouve un aven périodique. Pendant un traçage on a fait une épreuve de déterminer la direction de l'eau écouillante. Pour la réalisation de l'expérience on a désigné deux segments avec 50 m et 100 m de rayon. Les mesurages ont été effectués le long de ces segments, sous forme de cercle, avec la méthode *MAN* et celle du profilage combiné (*fig. 9.*).

Afin d'augmenter l'effet d'anomalie, nous avons introduit de la solution de sel concentré dans l'aven. L'électrode *B* a été posée dans une solution de sel dans l'aven, non loin de lui. On comprend facilement que des roches homogènes on n'a pas d'effet d'anomalie ni par la méthode *MAN* ni par le profilage combiné. L'eau dans la perte de rivière — surtout l'eau salée — est un très bon conducteur. On a obtenu une anomalie très nette tant avec la méthode *MAN* que avec le profilage combiné, entre les points d'observation 10-11, c'est à dire à l'endroit marqué sur le cercle intérieur. Sur le cercle de 100 m, l'anomalie apparaît dans une direction identique à la précédente. Il y a cependant aussi une anomalie accessoire, inexistante sur le cercle intérieur. On trouve une moindre anomalie entre les points 5-6, ce qui rend possible l'existence d'une zone de contact de long de la ligne droite reliant les trois points. La direction *N-NE* de l'écoulement d'eau est bien observable.

En connaissance des conditions hydrogéologiques on peut constater que l'aven actuel, s'est formé, indépendamment de la tectonique, le long de la couche de dolomie impénétrable sous l'effet de l'érosion rétrograde à la limite des couches.

Selon notre attente, l'eau colorée parut dans la source *Vizfő*.

Mesurages de contrôle au-dessus des galeries de grottes connues

Les mesurages expérimentaux et méthodiques exécutés au-dessus des secteurs de grottes connus jouent un grand rôle dans l'évaluation de certaines coupes géophysiques. C'est à la base des anomalies observées au-dessus des secteurs des grottes connues que l'on peut conclure sur les possibilités d'emploi des diverses méthodes et aussi peut-on choisir la méthode la plus optimale.

Nous avons exécuté de tels mesurages méthodiques au sud de l'entrée de la grotte d'*Abaliget*, à 300 m environ au-dessus de la direction de la grotte. Cette fois, nous n'exposons que deux profils caractéristiques parmi plusieurs coupes. Le profil géoélectrique

N° 4 indique les résultats des mesurages symétriques *AMNB* et des profilages *MAN* dont l'on apprécie bien l'anomalie nette du caractère non-conducteur au-dessus du secteur connu de la grotte (fig. 10. 11.). L'anomalie de la méthode de mesurage est plus nette que celle de la méthode symétrique.

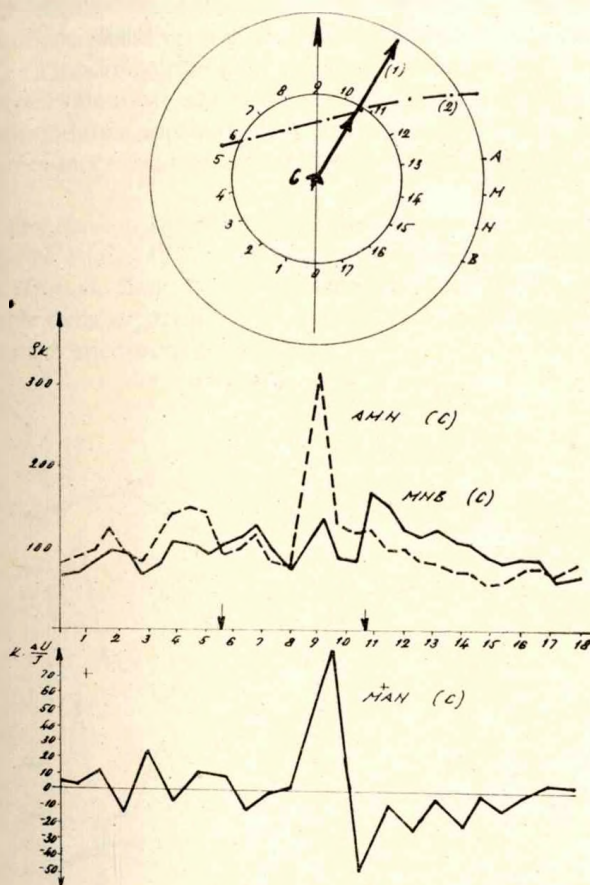


Fig. 9. Détermination de la direction d'écoulement d'un ponor actif périodique. 1. Direction de l'écoulement selon le mesurage 2. Zone tectonique selon le mesurage

9. ábra. Egy időszakos aktív víznyelő lefolyási irányának meghatározása. 1. A lefolyás iránya a mérés alapján; 2. Tektonikus zóna a mérés szerint

La même figure montre une méthode mise au point et employée sur terrain par l'Entreprise d'Exploitation des Minerais de Mecsek qui unit les propriétés favorables des méthodes du mesurage, de la résistance et celle du zéro. Selon nos informations postérieures, en Hongrie on employait déjà le profilage vertical de la même disposition de la sonde pour la démonstration du pendage des couches. Au cours des mesurages il est possible de déterminer les variations des résistances électriques spécifiques apparentes causées par les déformations du champ du courant des diverses inhomogénéités. La disposition des électrodes est *AMBN* et *MANB*, on observe donc deux valeurs de résistance

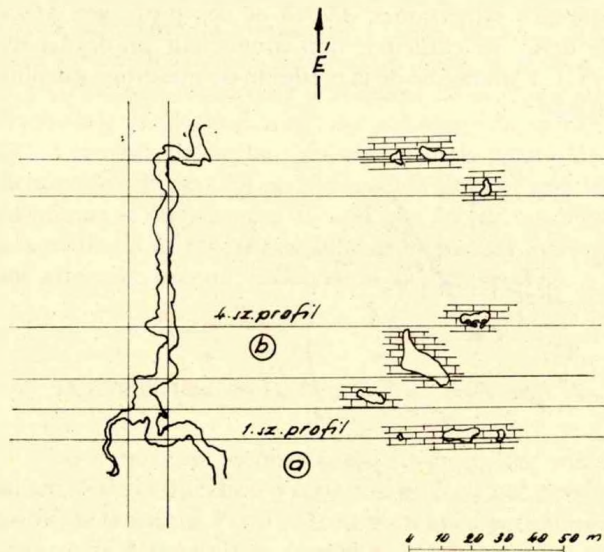


Fig. 10. Coupes de mesurage expérimentales au-dessus de la grotte d'Abaliget.

10. ábra. Kísérleti geofizikai mérési szelvények az Abaligeti-barlang felett.

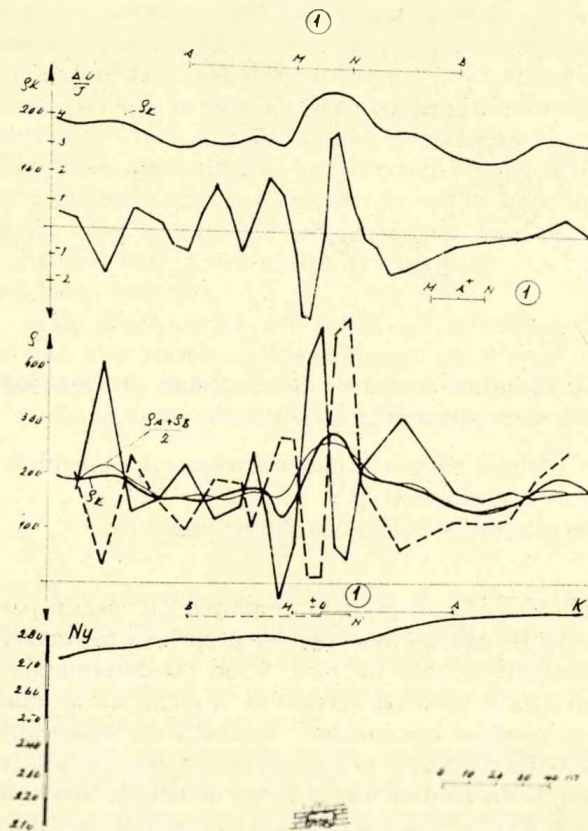


Fig. 11. Résultats des mesurages exécutés sur le profil N° 4 au-dessus de la grotte d'Abaliget

1: Position des sondes; K = Est, Ny = Ouest

11. ábra. A 4. sz. profilon végzett mérések eredményei az Abaligeti-barlang felett.

1: Szondaelrendezés

dans chaque point. Au cas d'un sous-sol homogène les valeurs de résistance obtenues attestables aussi mathématiquement correspondent aux valeurs des résistances électriques spécifiques qui peuvent être déterminées par des autres méthodes géoelectriques. En cas d'inhomogénéité les valeurs de la résistance différent. Au-dessus d'un conducteur ou non-conducteur on obtient un point de section caractéristique ressemblant au profilage combiné, visible sur les graphiques en annexe. Avec la méthode AMBN — vu la nécessité de considérer au cours du mesurage le signe de la différence de tension entre les électrodes de mesurage MN — l'inhomogénéité peut tellement déformer le champ du courant que l'on pourra obtenir des valeurs de résistance négatives. Une autre propriété de la méthode consiste en la correspondance approximative de la moyenne arithmétique des deux valeurs de résistance mesurées aux valeurs de résistance observable par la méthode du profilage symétrique.

On a obtenu des résultats semblables également par les mesurages géoélectriques le long de la coupe N°1 (fig. 12.). Nous remarquons qu'aussi l'anomalie géophysique obtenue environ à 80 m du flanc W est en connexion avec une cavité connue tandis que l'anomalie observable dans la part W de la coupe N° 4 est causée par une galerie de grotte inconnue auparavant et encore inexplorée.

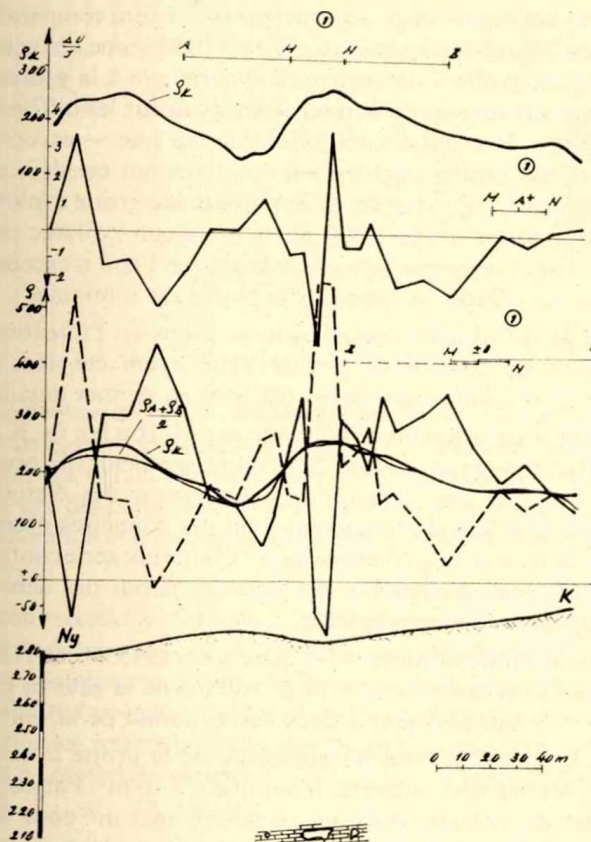


Fig. 12. Résultats des mesurages exécutés sur le profil N° 1 au-dessus de la grotte d'Abaliget
1: Position sondes.

12. ábra Az 1 sz. profilon végzett mérésck eredményei az Abaligeti barlang felett. 1. Szonda-
elrendezés

Grâce à des connaissances obtenues au cours des levées géophysiques et hydro-géologiques exécutées jusqu'ici et de celles spéléomorphologiques faites en hiver, une vue régionale s'est formée sur la disposition des écoulements d'eau souterrains susceptibles d'exploration dans la partie karstique du bassin versant (8), que nous allons exposer pour conclure la présente note.

Aperçus sur les recherches spéléologiques

Malgré la complexité des recherches nous n'exposons ici qu'un domaine étroit. Les résultats des autres recherches effectuées par nous, tenant à la thématique de la géophysique mais ne servant pas à l'exploration des grottes ont déjà été publiés (14).

Ce chapitre expose les résultats obtenus en employant les méthodes du calcul, contenues dans l'ouvrage de M. L á s z l ó M a u c h a sans en mentionner des détails encombrants.

Des recherches pétrographiques et hydrologiques suivent que les bassins versants des plus grandes sources karstiques de la Montagne *Mecsek* sont comparables. La proportion de certaines caractéristiques des bassins versants détermine les facteurs qui influencent le développement d'une grotte à ruisseau actif appartenant à la source. De cette manière la comparaison nous sert surtout de bon renseignement sur les différences de dimension des systèmes de grottes. Il y faut encore ajouter le fait que — exceptée la source *Tettye* — de brefs secteurs des grottes derrière leurs sources ont été déjà explorés. La grotte *Paplíka* (grotte d'*Abaliget*) par exemple, est la plus grande grotte explorée de la Montagne *Mecsek*. Sa longueur totale atteint 1300 m, la longueur explorée de la grotte *Kölyuk* s'élève à 200 m environ. La section connue de la source *Vizfő* n'excède 150 m à peu près. Dans le cas des autres sources la longueur explorée est minimale.

Les méthodes de calcul avec lesquelles nous avons eu l'intention d'élucider les probables dimensions du système de grottes *Vizfő* ayant été déjà publiées (7), nous n'exposons ici que les résultats numériques (8), sans en donner des détails.

Le coefficient de la variation du débit donné par M. H u b e r t K e s s l e r (quotient du débit maximum et minimum) résulte 224 contre la valeur 147 pour le cours d'eau de la grotte d'*Abaliget*. Ce qui veut dire qu'on peut prévoir des diamètres moyens de la grotte *Vizfő* 1,6 fois plus grands en comparaison des diamètres observés dans la grotte d'*Abaliget*. (Il est à noter que nous n'avons point évalué une série continue d'observations, nous nous efforçons donc d'employer des données parmi des débits extrêmes qui ne conduisent pas à des conclusions exagérées.)

La multiplication du débit moyen des deux sources (3300 et 912 litres par minute) par le coefficient de la variation caractérise le volume de la galerie, c'est à dire, on peut prévoir un volume 6,5 fois plus grand dans l'arrière-fond de la source *Vizfő*.

Le diamètre moyen de la branche principale de la grotte d'*Abaliget* est selon nos calculations 21 m², les branches latérales n'ont que 4 à 10 m². Par conséquent, le secteur connu a 186000 m³ de volume, dont on obtiendrait 14,3 m² pour le diamètre moyen. Supposant une semblable possibilité d'exploration dans la source *Vizfő*, le volume capable d'être exploré sera à peu près 121 000 m³, conséquemment, la longueur praticable des galeries atteindra un diamètre moyen de 22,4 m², 6 km. Par précaution, nous en estimons le tiers pour explorable, ou 31 m² de diamètre moyen signifie une largeur excédant 10 m. Après tout cela, nous pouvons affirmer la possibilité d'explorer un système de grottes susceptible d'être exploité.

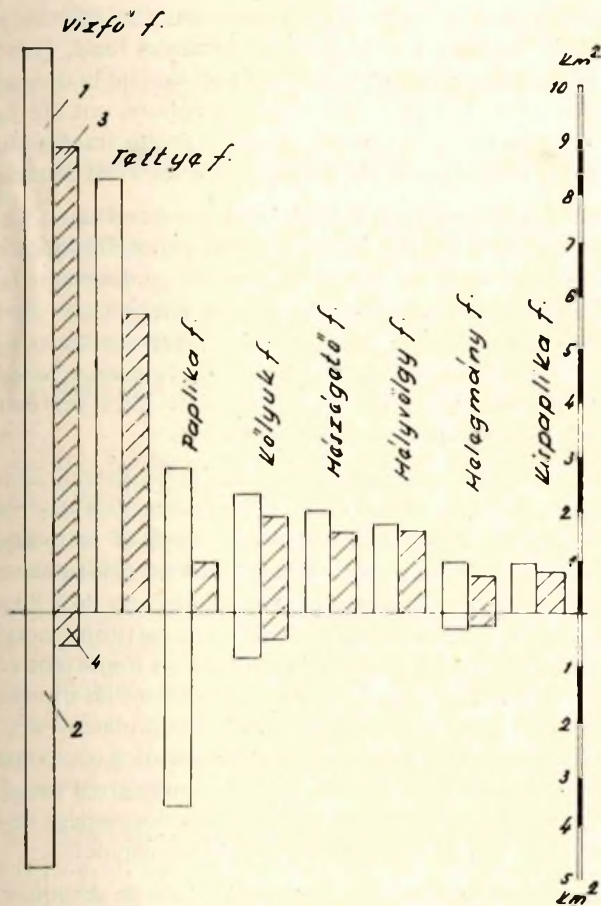


Fig. 13. Comparaison des bassins versant des sources les plus grandes de la Montagne Mecsek.

1. Partie karstique du bassin versant de la source 2. Partie non-karstique du bassin versant de la source 3. Partie du terrain karstique sans perte d'écoulement 4. Terrain sans perte d'écoulement qui en cas des condensations atmosphériques de grande intensité, abstaction faite des pertes d'évaporation et de la végétation, transmet la totalité des condensations atmosphériques a la source

13. ábra. A legnagyobb mecseki források vízgyűjtő területeinek összehasonlítása 1. A forrás vízgyűjtő területének karsztos része. 2. A forrás vízgyűjtő területének nem karsztos része. 3. A karsztos területen lefolyási veszteség nélkül a karszthoz csatlakozó terület. 4. A forrás nem karsztos vízgyűjtő területéről lefolyási veszteség nélkül a karszthoz csatlakozó terület. 1.+2. A forrás vízgyűjtő területe. 3.+4. A lefolyási veszteség nélküli terület, mely a nagy intenzitású csapadékok esetén — a párolgási és a vegetációs veszteségtől eltekintve — a teljes csapadékmennyiséget továbbítja a forrásnak.

Examinons maintenant la tracée ou nous devons chercher les galeries principales du système de grotte. Après avoir exploré le terrain à fond, l'emploi des méthodes morphologiques, hydrogéologiques et spéléologiques facilite la démarcation approximative de la tracée des galeries de grottes. Nos conceptions ont été justes sur le terrain inspecté. En effet, les mesurages géophysiques sur les profils tracés plus tard, ont montré des anomalies presque toujours sur les lieux où l'on les avait attendues.

Le bassin versant est traversé par le lit de deux courses d'eau (*Szuadó* et *Körtvélyes*) assurant, dans le cas des condensations atmosphériques intensives, un libre écoulement subaérien des 45% du bassin versant en contournant la source *Vizfő*. En revanche, les condensations atmosphériques sur un territoire de 9,44 km² parviennent intégralement au karst, excepté les pertes dues à l'évaporation et à la nutrition de la végétation, dont 1,2 km² du territoire se trouve à *W* du bassin versant isolé par les lits des ruisseaux à la manière d'une île. 13,3% de cette «île» représentent un territoire recouvert des roches non sujettes à la karstification.

Sur la carte est frappante la concentration des facteurs facilitants le développement des galeries de grottes. L'image obtenue par la reconstruction des conditions paléogéographiques avec l'aide des conditions morphologiques et tectoniques actuelles rend évidente la possibilité du développement d'une branche principale à la limite *NW* du bassin versant. Sur le territoire karstique et sans écoulement de 7,8 km² à *l'Est*, le développement de plusieurs branches est probable. Ici le territoire non-karstique de grès, actuellement non excédant 0,35 km² jouait peut-être un important rôle. Cela est dû en partie au transport des dépôts fortement abrasifs pendant les inondations par la partie d'écoulement en contact avec le karst superficiel accumulateur des condensations atmosphériques, en partie au rôle joué dans la concentration du courant souterrain par le coin sud de l'écaille du grès pénétrant au fond à la manière d'une digue imperméable. C'est ici où selon les précédents nous prévoyons le développement de la branche supplémentaire plus important, qui était jadis peut-être la principale.

À l'aide de nos connaissances nous sommes à même de délimiter les terrains dignes des recherches ultérieures. En employant donc des méthodes minières modernes, des mesurages ultérieures géophysiques pourront précéder les forages d'exploitation (sur des profils adéquament placés). Le terrain le plus probablement approprié à l'exploration est le voisinage du forage N_o 5, où avec la méthode traditionnelle de découverte la pénétration de l'aven *Achilles* peut être réalisée la plus facilement.

Bibliographie

1. RAYMUNDO J. CH.: Detection of caves by gravimetry = International Journal of speleology Verlag von J. Cramer 1964 Weinheim p. 101–108
2. MILANOVIC B.: Mogućnost primena geofizickih metoda pri speleološkim istraživanjima na karstu = Treći Jugoslavienski Speleološki Kongres Sarajevo 1963 p. 201–207
3. KESSLER H.: Előzetes jelentés a Mecseki karsztvízkutatásokról = VITUKI 1953 január. (Kézirat)
4. KESSLER H.: A barlangkutatás módszerei és az eredmények tudományos felhasználása. = Karszt- és Barlangkut. Táj. 1960. dec.

5. HALÁSZ L.—SEBESTYÉN K.—SZIKORA J.: A geofizikai eszközök és módszerek a karszt kutatásánál = Hidrológiai Közlöny 1953. 9–10 sz p. 378–380
6. JAKUBORSZKI J. V.—LJUHOV L. L.: Elektrorazvedka G. N. T. J. Moszkva 1956 p. 1–355
7. MAUCHA L.: A barlangrendszerek kimutatásáról = Karszt - és Barlangkut. Táj. 1957 jul.—dec. p. 13–20
8. RÓNAKI L.: Az orfői Vízfőforrás-barlang feltárásának lehetőségei — Kézirat Pécs 1967
9. RÓNAKI L.: Az orfői Vízfőforrás-barlang feltárt szakaszának földtani viszonyai = Karszt és Barlang 1962 II. félév p. 51–55
10. RÓNAKI L.: Vízfőforrás-barlang szifonjai = Pécsi Műszaki Szemle 7. évf. 4. sz. 1962 p. 15–20
11. RÓNAKI L.: Az orfői Vízfő-forrásbarlang 3. szifonjának áttörési lehetőségei = Karszt- és Barlangkut. Táj. 1963 III. p. 44–46
12. RÓNAKI L.: Az orfői Vízfő-forrás vízgyűjtő területének vízföldtani viszonyai = Pécsi Műszaki Szemle 12. évf. 1. sz. 1967 p. 3–11
13. RÓNAKI L.: Víznyomjelző festékek és kimutatási lehetőséjük. A fluoreszcen = Karszt és Barlang 1966 I. félév p. 21–26
14. RÓNAKI L.: A Ny-Mecseki karszt radiohidrogeológiája és a barlangokban végzett radioaktivitás mérések = Pécsi Műszaki Szemle 13. évf. 1–2. sz. 1968
15. SEBESTYÉN K.: Jelentés a Pécs környékén végzett geoelektromos kísérleti mérésekről MÁFI Bp. 1951 V. 10. Kézirat
16. VENKOVITS I.: Orfői környékének (Mecsek hegység) vízföldtani viszonyai = MÁFI évi jelentése az 1952. évről Bp. 1954
17. VASS B.: Vízfő-forrás barlangja = Pécsi Műszaki Szemle 6. évf. 2. sz. 1961.

A MECSEK HEGYSÉG BARLANGJAINAK KIMUTATÁSA GEOFIZIKAI ÉS HIDROGEOLÓGIAI MÓDSZEREKKEL

BARANYI I.—RÓNAKI L.

Összefoglalás

A Mecsek-hegység karsztos területén a szpeleohidrologiai vizsgálatok eredményeként a legnagyobb feltáratlan Pécs környéki barlang méreteiről alkothatunk előzetes képet annak ellenére, hogy a barlangrendszer még teljesen ismeretlen. A számítási módszerekkel az orfői Vízfő forrás hátterében (vízgyűjtő területén) több kilométer járható folyosó létezése bizonyítható. Ezek nyomvonalát szpeleomorfológiai és hidrogeológiai megfontolásokkal közelítően ki lehet jelölni. A felszínen történő pontos nyomvonal kitűzéshez sikerült alkalmas geoelektromos mérési módszereket találni. Az előzetes laboratóriumi mérések a már feltárt Abaliget-i barlang folyosója felett gyakorlatban is igazolódtak.

Bebizonyosodott, hogy a *MAN* szonda elrendezéssel a patakos barlang felett még nagyobb mélység (50–100 m.) esetében is igen jól értékelhető anomália jelentkezik. Természetesen több mérési módszer egyidejű alkalmazása (mint például a szimmetrikus és a *MAN*, valamint ezek mellett a kombinált profilozás és a természetes potenciál mérés) a földtani viszonyok jobb értékelését és ezzel a barlangüregek pontosabb kimutatását teszik lehetővé.

Az eddig elvégzett kísérleti felderítő mérések alapján nemcsak a további mérések megtervezése válik lehetővé, de már egy korszerű módszerekkel indítható feltáráshoz is jó alapot szolgáltat. A keresett barlangrendszer további kutatását az *Achilles* nyelön és annak környékén javasoljuk.

NACHWEISUNG DER HÖHLEN DES MECSEKGBIRGES MIT GEOPHYSIKALISCHEN UND HYDROGEOLOGISCHEN METHODEN

von

I. BARANYI—L. RÓNAKI

Zusammenfassung

Als Ergebnis der späleohydrologischen Untersuchungen im Karstgebiet des Mecsekgebirges kann man sich im Voraus eine Vorstellung über die Dimensionen der grössten unerforschten Höhle in der Umgebung von Pécs machen, obgleich das Höhlensystem noch vollständig unbekannt ist. Mit den Messmethoden kann das Vorhandensein einer gangbaren Höhle von einigen km Länge bewiesen werden im Hintergrund der *Vizfő*-Quelle von *Orfű* (in ihrem Einzugsgebiet), dessen Spurlinie mit späleomorphologischen und hydrogeologischen Erwägungen annähernd angegeben werden kann. Es ist gelungen, geoelektrische Messmethoden zu finden, die eine genaue Festlegung der Spurlinie auf der Erdoberfläche ermöglichen. Die vorhergehenden laboratorischen Messungen wurden über dem Gange der bereits erforschten Höhle von *Abaliget* auch praktisch bewiesen. Es ist bewiesen, dass mit der *MAN*-Stellung der Sonden sogar im Falle grösser Tiefen (50–100 m) über der Bachhöhle eine sehr gut wahrnehmbare Anomalie erscheint.

Gleichzeitige Anwendung mehrerer Messmethoden (z.B. symmetrische, *MAN*, ausserdem kombinierte Profilierung und die Messung des natürlichen Potentials) ermöglichen eine bessere Schätzung der geologischen Verhältnisse und damit den genaueren Nachweis der Höhlen.

Die bis jetzt ausgeführten experimentalen Erkundungsmessungen ermöglichen nicht nur die Planung der weiteren Messungen, sondern dienen auch zu einer guten Grundlage für Erschliessungsarbeiten mit Hilfe von zeitgemässen Methoden. Als Stelle der weiteren Erforschung des gesuchten Höhlensystems wird die *Achilles*-Senke und ihre Umgebung empfohlen.

ОБНАРУЖЕНИЕ ПЕЩЕР ГОРЫ МЕЧЕК ГЕОФИЗИЧЕСКИМИ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

И. БАРАНЬИ — Л. РОНАКИ

Резюме

На карстовой территории гор *Мечек* в результате спелеогидрологических исследований можно представить предварительную картину о размерах самой большой пещеры окрестности *Печа* несмотря на то, что пещерная система ещё почти полно неизвестна. На водосборной площади источника *Визфё* у села *Орфю* расчётными методами можно доказать существование проходимой галереи на протяжении нескольких километров. На основе спелеоморфологических и гидрогеологических соображений можно приблизительно наметить линию галереи. Для назначения на поверхности верхней линии галереи удалось найти подходящие геоэлектрические измерительные методы. Предварительные лабораторные измерения подтвердились и на практике на поверхности над галлереей, открытой уже пещеры *Абалигета*. Оправдалось, что установкой *МАН* зондов над пещерой с потоком проявляется отчётливая аномалия даже при большой глубине (50—100 м).

Конечно одновременное применение больших измерительных методов (нп симметрический метод и *МАН*, и комбинированное профилирование и измерени. натурального потенциала) делает возможным более хорошо оценить геологические условия для более точного обнаружения мест пещерных полостей.

На основе законченных до сих пор опытных разведочных измерений станет возможным не только планирование дальнейших измерений, но и хорошая основа даётся для современной разведки. Дальнейшее исследование изысканной пещерной системы предлагается на воронке *Ахилла* и в её окружении.

DEMONSTRO DE LA GROTOJ EN LA MONTARO MECSEK PER GEOFIZIKAJ KAJ HIDROGEOLOGIAJ METODOJ

I. BARANYI—L. RÓNAKI

Resumo

En la karsta areo de la montaro *Mecsek* sur baze de la rezultoj de la speleohidrologiaj esplorojoni povas supozon konstrui pri la dimensioj de la plej granda, ĝis nun malkovrita groto de la ĉirkaŭaĵo de *Pécs*, malgraŭ, ke mem la groto estas ankoraŭ tute nekonata. Per matematikaj metodoj malantaŭ la fonto *Vizfő* (sub ĝia akvokolekta tereno) estas demonstrebla la egzisto de kelkaj kilometroj da trapasebla grota koridoro. La

proksimumaj direktoj de la koridoroj estas konstateblaj per speleomorfologiaj kaj hidrogeologiaj konsideroj. Por la akurata konstato en la surfaco, oni sukcesis trovi taŭgajn geoelektrajn metodojn. La anticipajn en laboratoriajn eksperimentojn konfirmis la mezuroj faritaj super la konata koridoro de la groto Abaligeti. Certigis, ke per la elektrodordo *MAN* montriĝis bone taksebla anomalio super riveretohavanta groto eĉ tiukaze, ke la groto situas en konsiderinda profundeco (50 – 100 m). Memkompreneble, la paralela uzado de malsamaj metodoj (ekzemple simetra kaj *MAN*, krome kombinita profilado, kaj la mezuro de la natura potencialo) ebligis la pli precizan taksadon de la geologiaj cirkonstancoj, kaj tiamaniere la pli precizan demonstiron de la grotoj.

La ĝis nun faritaj esploraj mezuroj donas eblecon ne nur projekti la plujn mezurojn, sed ili donas bonan bazon por malkovro per modernaj metodoj. La aŭtoroj proponas la esploron de la grotaro ĉe la akvosuĉilo *Achilles* kaj en ĝia ĉirkaŭaĵo.

RADIOLOGICAL MEASUREMENTS IN THE CAVES OF MECSEK REGION.

by

L. RÓNAKI

Introduction

The research of caves brings into spotlight to an increasing extent the practical application problems among its scientific aspects. Nowadays caves become important not only for their touristic interest, but for their curative value. After starting speleo-medical experiments in the *Bike*-cave similar research were carried out in the *Abaliget*-cave. Climatic record has been made in the *Abaliget* cave for one year period (1959–60) with some radiological data by dr. L. Szabó and dr. A. Urbán at the charge of *Baranya* county Public Health Authority. After staying in the cave pulmonary sick patients have got well again in several cases. These positive medical results were attributed to some climatic elements and to microorganisms acting in special environment and climate.

This paper presents data about the above mentioned and similar research, describing a new method which were introduced to speleology from the industrial research practice. The curative value of natural radioactivity is due to the therapic effect of alpha radiation according to the wide scientific literature. The healing effect of beta and gamma radiation has not yet discovered in the natural radiotherapy. In the human body the alpha radiation having high specific ionisation but short range of penetration acts through inhalation or other incorporation of the radionuclide elements. The natural radon is an emanative (gaseous) decay product of uranium-radium series. It is everywhere present in the Nature in more or less quantity. It is usually transported in dissolved (absorbed) form by underground water flows. Radon evolves from the water coming to surface according to the temperature distribution. At waterfalls the airing causes an excess radon-loss from water. The concentration of this radionuclide decreases rapidly because of short half life time (Rn: $T_{1/2} = 3,82$ day) when the transporting medium (water) does not contain radium from which it is produced as decay element. Emanation is being not only in the Earth's atmosphere but in the soil-air as well. Therefore it is to be found in the air of caves too. Its concentration is determined by several factors not analysed in this paper.

Besides of the direct healing effect it is not known, however, that up to which extent the presence of it might be effective on a secondary way, e.g. how it accelerates probably the propagation of microorganisms like *fungi* etc.

The aim of our research in the *Mecsek* area was to study the radiological conditions first of all at the *Abaliget*-cave, wich can be considered as an outgoing point for further research being extented by the new aspects resulting from this work.

The work was realized by research associates of the *Geological Department* at the *Mecsek Mineral Mining Enterprise*.

General review of Radiohydrogeological Properties of Young Sediments of Karstic Formations

Methods and equipment applied in the present work were have been published earlier. [1] The enclosed map shows the radiohydrogeological conditions by iso-urane and iso-radone curves. Referring to this data we outline the radiohydrogeological situations by reviewing the fission nuclide content of karstic rocks and of the covering sediment, since water dissolves radioactive materials from them after precipitation.

According to the aerlier measurements the mean uranium content of *Mecsek triassic* limestones is 3g/t.

In the lower *anisussian* a low uranium content was measured, since the uranium concentrates to a lesser extent in limestones. No wonder therefore, that here gamma activities are six or seven times below the uranium minerals limit. A survey of the area with SG-42 type scintillometer showed the activity data presented in *table 1*.

Activity data of different areas

Table 1

Sample	Number of measurements	Activity in gamma units		
		min.	max.	mean
Campili limestone	750	3	7	4.0
Lower anisussian dolomite	700	1	4	3.0
Lower anisussian stratified limestone	700	2	4	2.6
Lower anisussian limestone	500	1	4	2.4
Lower anisussian microcrystalline limestone	800	1	4	2.2
Middle anisussian limestone	400	3	5	3.8

J á m b o r tried to explain this fact presuming that the radioactive material being contained originally in low concentration by limestone was concentrated on the dissolving rest of terrigene origin from the water. Surface measurements on loess resulted to a mean value of 5 which is in fact its self activity, since the measurements sites were mainly above an overburden of more than 1m. Emanation activities of soil-air originated mainly by thoron only 20% of activities originated from radone. It was measured 10-20 eman above *anisussian* limestones while *miocene* formations resulted to 30-50 eman values. Emanation content increased by thickness of the covering layers. Its origin is obviously not connected to the limestones of deeper layers.

In the case of water coming up to surface and wells draining underground water there was less possibility for measurements than in the neighbouring areas containing subsoil water. The studied area contains two types of radioactive water. The communicating waters in the lower and middle triassic formations have radium-radone activity while in the perm and miocene have uranium-radium-radone type. Both anomalies of radium-radone and the slight uranium content refer to the fact that there is no equilibrium between the radioactive decay products in the water.

The measured contents of radioactive material in the water are summarised in the *table 2*.

The occurrence curves published earlier [1] demonstrate even more clearly the distribution of dissolved U and Rn content in each water type.

On the radiohydrogeological map the low radioactivity of limestone areas is extremely conspicuous. Final control measurements confirmed our earlier data.

Radioactive content of different waters

Table 2.

Radioactive material units	Triassic stratum/frissure waters		Karstic water		Miocenes layers soil and deep karst	
	background	anomaly	background	anomaly	background	anomaly
U 10^{-6} g/l	1-7	none	2-6	none	1-4	20-40
Ra 10^{-12} g/l	3-10	20-30	7-15	28,7	4-15	28
Rn eman	2-20	20-30	1-7	25-40	2-10	20

Measurements in caves

Emanation content measurements of air and karstic water were carried out in the three greatest — partly explored — karstic caves of the *Western Mecsek* region. The radon-thoron character with their percentage and the emanation values were determined by decay curve-plot analysis. Our earlier publications [1] have involved only winter period data during of which there was no significant difference between surface and in-cave-temperature. Air pressure difference was accordingly slight as well.

Measurements of this type aimed to select a period when air ionisation is affected minimally by air currents of the cave. Evidently this state is only one of the characteristic periods of the yearly variations.

For a better evaluation of the *Abaliget* data we plotted a diagrammatic map of the measuring sites with the measuring distances and the most important inflow points of influencing factors. (Fig. 1.)

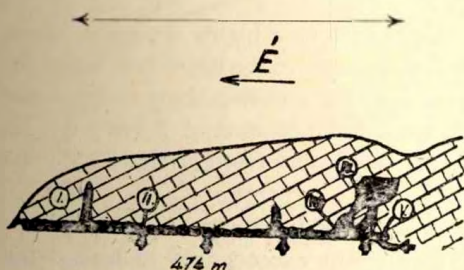


Fig. 1. The scheme of Abaliget cave.

É — Nord. Sites where water comes into the cave (marked by arrow). Measuring sites: I. water yield gage. II. Curing hall. III. Dome. IV. Etage hall. V. Syphone

1. ábra. Az Abaligeti barlang sematikus rajza. É — észak. Vízbekáramlási helyek: nyílal jelölve. Mérőhelyek: I. Vízhozammérő bukó. II. Kőterem. III. Dóm. IV. Emeleti terem. V. Szifon

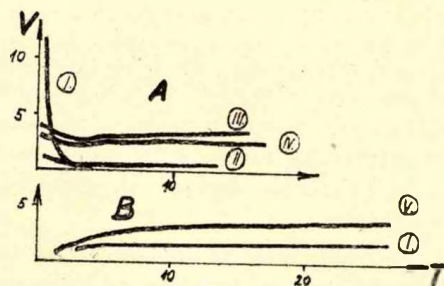


Fig. 2. The decay curves obtained at Abaliget cave in 1966. V — the electrometer deflection decay by time deg/min. T — time min. A — air measurements. B — water measurements

2. ábra. Az Abaligeti barlangban 1966-ban felvett bomlásgörbék.

V — ionizációs szálssebesség skálaosztás/perc. T — idő perc. A — a barlang levegőjének vizsgálatára. B — a barlangi patakviz vizsgálatára

Plotted decay curves of the *Abaliget* cave clearly show the difference between emanation concentration of cave-water and air. The air contains two times more radone than the water. Considerable thorone was measured in the water of the syphone. The cave stream de-emanates with the flow in this case which means the total loss of thorone.

Measurements made with SG-11 and EM-6 type instruments differ in character at only one point. The reason of it is presumably that the sample was taken from the syphone and not from the stream. Therefore the thorone decreased by de-emanation could not be detected by the less sensitivity of measurements. (Fig. 2., 3., 4.)

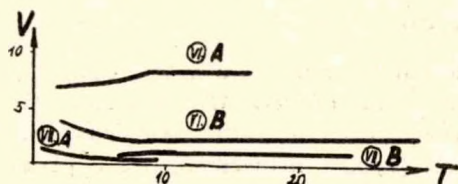


Fig. 3. The decay curves obtained at Vizfő cave VI. and at Kőlyuk cave VII. in 1966. V, T, A and B: see on Fig. 2.

3. ábra. A Vizfő és a Kőlyuk barlangokban 1966-ban felvett bomlásgörbék. V, T, A és B jelentését 1. 2. ábránál

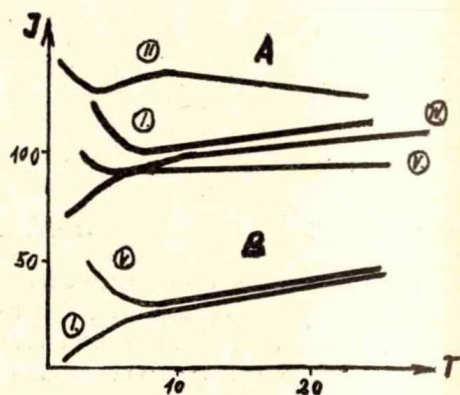


Fig. 4. Emanation decay curves obtained at Abaliget cave in 1966 I — [PPM] T, A and B: see on Fig. 2.

4. ábra. Emanációs bomlásgörbék az Abaliget barlangból (1966) I — beütések száma [impulzus/perc]. T, A és B jelentését 1. a 2. ábrán

The piling up of the emanation in the cave-air is therefore highly reasonable it originates either from rock or from the cave-stream. Interestingly in the upper hole etage the air is purely radonic it is free of thorone which confirm the fact that thorone emanated not from rocks but from the water. According to the quoted opinion of J á m b o r [2] the high radiation and soil air emanation values are originated from younger sediment cover layers.

Measurements at the bottom of *Abaliget* cave were highly affected by the concrete pathways since everywhere on pathways the intensity was exceeded by at least 1 but generally 2 gamma units that of the rock walls at the very same place (1 gamma unit = 1 microrentgen/hours = 10^{-6} r/h)

Radiation values measured before the entrance of *Abaliget* cave are 11–12 gamma units. Measurements resulted in the *Vizfő* cave 6–8 gamma and in the *Kőlyuk* cave 5–5.5 gamma only.

In our early publications we have pointed out the possibilities of annual variations and emphasized the importance of measuring series using variable environmental factors too. Later it became possible — owing to a research contract of the *Transdanubia Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences* — to extend the cave climatic

measurements for the periods of June, August, October 1967 and March 1968. The data obtained we present in the followings.

Radionuclide content of water of the cave stream and the momentan activity of air were determined at three representative sites of the *Abaliget* cave. The results are plotted in *Fig. 5* and in *Table 3*.

Significantly lower and lower activities were detected both in air and in cave-stream-water with decreasing outdoor temperature. Early data are in good correlation with the new measurement series.

Our measurement data prove the fact that emanation content of air highly depends on air currents correlated to the outdoor-indoor temperature difference. Summer period

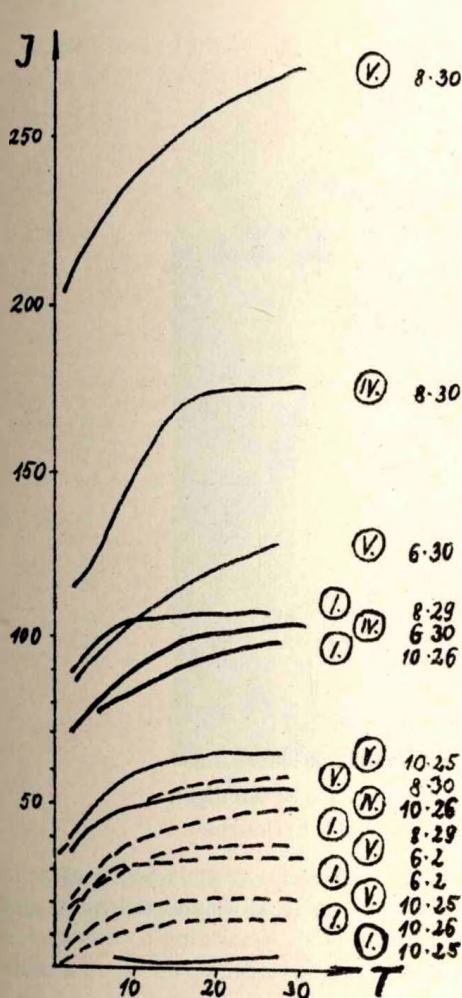


Fig. 5. The decay curves obtained at Abaliget cave in 1967. J — [PPM] T — Time [min.] A and B: see on Fig. 2. Solid line: air measurements, dotted line: water measurements. The numbers at the curves show the date of measurement (month. day)

5. ábra. Az 1967 évi bomlásgörbe felvételek az Abaligeti barlangból. J és T jelentését lásd a 4. ábrán. — levegő emanáció mérése. ----- víz emanációs mérése. A görbék melletti arab számok a felvétel időpontját mutatják (hónap, nap)

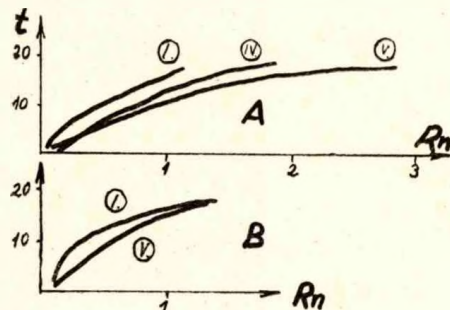


Fig. 6. The correlations between the outdoor temperature and the change in the concentration of Radone at three measuring sites of Abaliget cave. A — emanation content of air. B — emanation content of water. t — outdoor temperature [C°]. Rn — the concentration of Radone [eman]

6. ábra. A külső hőmérséklet és a radonkoncentráció változás közötti összefüggés az Abaligeti barlang 3 mérési pontján. t — külső hőmérséklet [C°]. Rn — radonkoncentráció [eman]. A- és B jelentését l. 2. ábrán

causes an air flow from rocks into the cave which cumulates there the radioactive decay products. (Fig. 6.) In Fig. 6. the Rn concentrations are plotted from five data at three sites. Numerical values are tabulated in Table 3. During the summer period the cave-stream and mainly the air has several more times higher Rn concentration than in winter. The emanation is supplied partly from the stream to the air. This becomes obvious from comparing the air data of Etage-Hall and Syphone-lake sites. In summer significantly lower concentration was determined in the Etage-Hall than at the syphone. In winter this situation turns to the opposite.



Fig. 7. Use of the Emanometer in the cave of Abaliget.
7. ábra Emanométeres mérés az Abaligeti barlangban.

This is an interesting result of the decay curve records while the early winter measurements resulted 70% thoronic activity in air the later summer series showed no thorone and only in October and March could this value reach 38%. According to this it seems to be a well defined effect of outdoor temperature variations onto the thorone-radon percentage.

The cave-air contains very low quantities of thorone which becomes detectable when the Rn concentration decreases.

The table 3. shows the radionuclide content of cave stream. The present numbers of analysis are not enough to establish any correlation since concentration change occur between the two sampling spots because of inflow of side streams. As it can be seen Uranium contents of water are low.

At *Vizfő* cave Uranium, Thorium contents of the cave formations and rocks were determined by radiometric method.

This analysis were not carried out in other caves of *Mecsek* region therefore data are valid only for the caves in dolomite of this area.

As we could see from data of *Abaliget* region the dolomites of *Orfű* showed significantly lower Uranium content.

The Uranium content of cave-rock amounted to 1–2 g/t while from 10 analyses of stalactites only 3 reached to 1g/t, others showed no detectable values.

Crusty layers with Mn containing surfaces showed 2–3g/t Uranium and 21g/t Thorium.

The fluvial material of the stream contained 2g/t Uranium with 24g/t Thorium and the clay of the cave had a similar Uranium content with 73g/t Thorium.

Table 3.

Inside the Abaliget cave

Date	Characteristic data for										
	Air			Cave-stream							
	Temperature C°	Radone 10 ⁻¹⁰ c/l	Tho- rone %	Tempe- ra-ture C°	Urani- um 10 ⁻⁶ g/l	Radone 10 ⁻¹⁰ c/l	Radium 10 ⁻¹² g/l	Tho- rone %	Yield l/min	Outdoor air temp. C°	
I. Object	29.4.1966	15,0	1,06	30	10,6	7	8,36	1	0	1890	10,3
	2–3.6.1967	11,8	0,98	0	10,6	—	0,7	1	0	797	14,8
	29.8.	11,5	1,16	0	11,3	9	1,4	—	0	700	17,3
	22–26.10.	11,2	0,03	38,2	11,2	6	0,21	0,9	0	168	7,9
	4.3.1968	7,8	0,03	0	10,0	—	1,1	—	0	170	0,9
V. Syphone	29.4.1966	—	1,1	22	10,9	7	0,72	2	43		
	2–3.6.1967	11,4	1,36	0	10,6	—	0,96	1	0		
	30.8.	12,6	2,86	0	11,1	6	1,32	—	0		
	25.10.	12,1	0,51	0	11,7	2	0,34	1,9	0		
	4.3.1968	11,2	0,08	0	10,0	—	1,1	—	0		
IV. Etage	29.4.1966	11,6	0,96	0							
	3.6.1967	11,6	1,02	0							
	30.8.	11,6	1,84	0							
	26.10.	11,5	0,6	0							
	4.3.1968	11,3	0,09	37,7							

Acknowledgement

The author has the pleasure to express his thanks to L. L e n d v a i for his contributions in the measurements and to A. A r a d i for translating several papers of the topic.

Literature

1. RÓNAKI, L.: A Nyugat-Mecseki karszt radiohidrológiája és a barlangokban végzett radioaktivitási mérések. = Pécsi Műszaki Szemle 13. évf. 1.—2. sz. (1968)
2. JÁMBOR, Á.: personal communications

A MECSEKI BARLANGOKBAN VÉGZETT RADIOLÓGIAI MÉRÉSEK

RÓNAKI L.

Összefoglalás

A mecseki karszt radiohidrogeológiai viszonyainak felderítéséhez egyes barlangokban vizsgáltuk a radioaktivitást. Az *Abaligeti*-barlangban, ahol már évek óta légzőszervi megbetegedéssel többen orvosi javaslatra, vagy anélkül gyógykúrákat folytatnak, speciális mérési sorozatot végeztünk. Ennek eredményeként megállapítottuk, hogy a külső levegő hőmérsékletének változásával az évszakoknak megfelelően változik a barlangi levegőjében levő radioaktív emanáció koncentrációja. A maximális értéket nyáron éri el, de akkor is viszonylag alacsony koncentráció mérhető. Az emanáció télen főleg toronos, nyáron viszont csak radon észlelhető. A radon és toron egyrészt a barlang patak vizéből, másrészt — kisebb mértékben — a kőzetből kerül a barlang levegőjébe. A kőzet közvetlen sugárzási aktivitása nagyon alacsony. A betonjárdák fokozott sugárzása mindenütt jól kimutatható. A vizsgálatokat kiterjesztettük a barlangi vízfolyás, annak hordaléka, a kőzetek, továbbá a cseppkő-képződmények és azok kérgesedéseinek radiológiai méréseire is.

RADIOLOGISCHE MESSUNGEN IN HÖHLEN DES MECSEK GEBIETES

von

L. RÓNAKI

Zusammenfassung

Es wurde die Radioaktivität einiger Höhlen untersucht um die radiohydrogeologische Verhältnisse des *Mecsek* Gebietes aufzuklären. Es wurden spezielle Messungserien in der *Abaligeter* Höhle durchgeführt, wo schon jahrelang viele Personen Heilkuren genommen haben für bronchiale Erkrankungen mit, oder ohne ärztlichen Empfehlungen. Unsere Messergebnisse zeigten, dass die radioaktive Emanationskonzentration der Höhlenluft von der Aussenlufttemperatur abhängig ist und zeigt die dementsprechende Jahreszeitschwankung. In der Sommerperiode erreicht sie ein Maximalwert, jedoch sind derzeit relativ geringe Emanationskonzentrationswerte zu messen. Diese Emanation hat im Winter einen grossen Thoron-Anteil und im Sommer lässt sich nur Radon nachweisen. Radon- und Thorongehalt der Luft wird hauptsächlich von dem Gestein nachgespeist. Die direkt gemessene Aktivität des Gesteines ist sehr gering. Eine erhöhte Aktivität der Betongehwege ist überall nachweisbar. Erweiternd unsere Untersuchungen wurden radiologische Messungen auch am fliessenden Wasser der Höhle, am sein Geröllmaterial sowie am Gestein, am Tropfsteine und auf Sinterproben durchgeführt.

РАДИОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ В ПЕЩЕРАХ ГОР МЕЧЕК

Л. РОНАКИ

Резюме

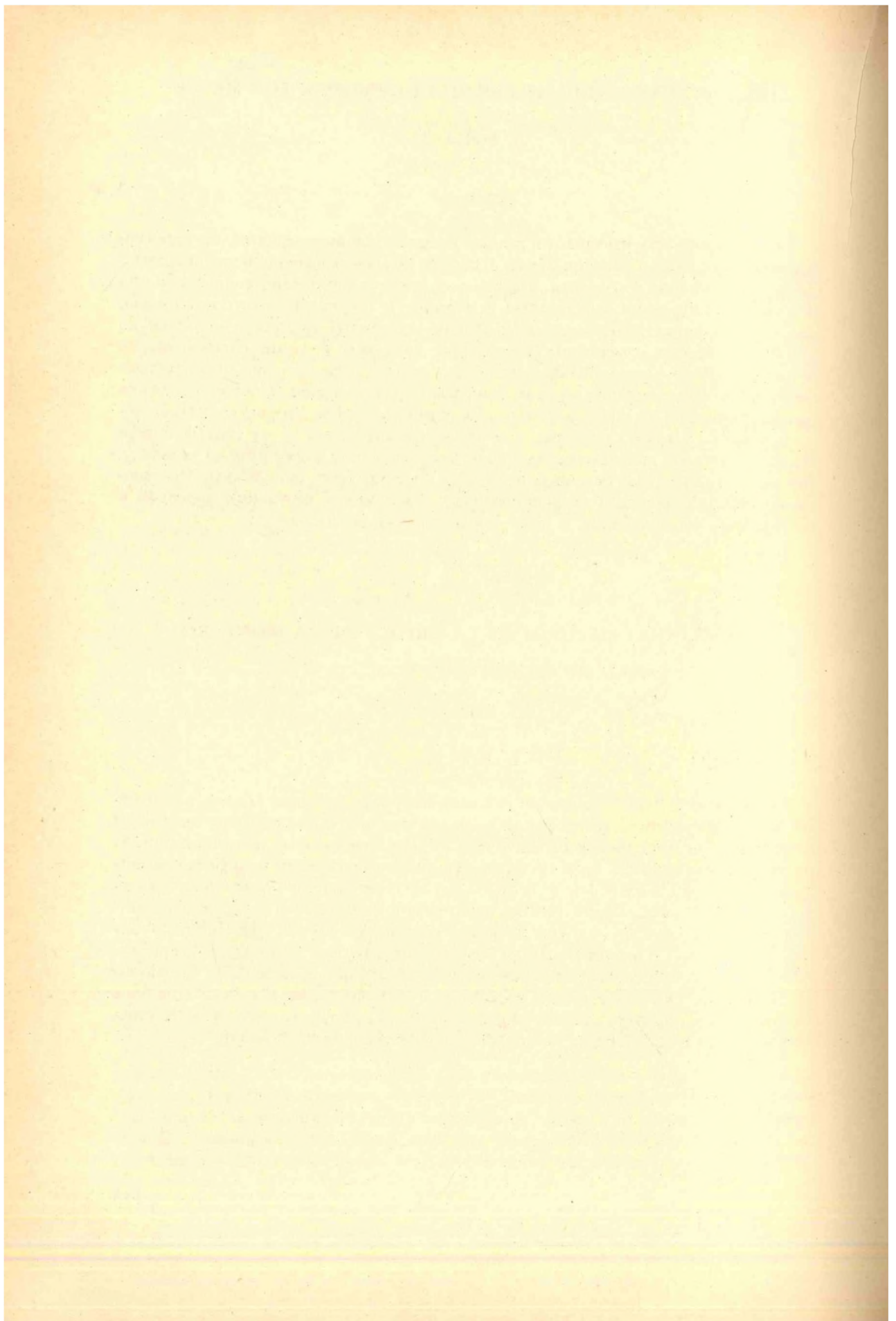
Радиоактивность изучалась в разных пещерах для выяснения радиогидрогеологических условий карсте гор *Мечек*. В пещере *Абалигет*, в которой уже несколько лет ведётся терапия от болезни дыхательных органов (по предписанию врача или без него) производили специальные измерения. В результате этого установили, что концентрация радиоактивной эманации пещерного воздуха изменяется по времени года при изменении температуры внешнего воздуха. Концентрация летом достигает максимальной величины, но и тогда её величина относительно низкая. Зимой в эманации имеется, главным образом, торон, а летом — только радон. Радон и торон воздуха пещеры происходят, с одной стороны, от воды потока пещеры, с другой стороны — в незначительной мере — от горных пород. Непосредственная радиационная активность горных пород имеет низкую величину. Повышенное излучение бетонных продуктов повсюду легко обнаружить. Исследования распространялись и на радиологические измерения пещерного водотока и его намыва, горных пород и даже сталактитовых образований.

RADIOLOGIAJ MEZUROJ EN LA GROTOJ DE LA MONTARO MECSEK

Resumo

L. RÓNÁKI

Diskovri la radiohidrogeologiajn cirkonstancojn de la karsto en *Mecsek*, oni observis la radioaktivecon en kelkaj grotoj. En la groto *Abaligeti*, kie multe da malsanuloj sanigadas sin — laŭ aŭ sem kuracista konsilo —, oni faris specialan mezuran serion. El tiuj mezuroj oni konstatis, ke sub la influo de la surtera temperaturo ŝanĝiĝis la koncentracio de la radioaktiva emanaĵo en la grota aero laŭ la sezonoj. La maksimuman valoron ĝi atingas somere, sed ankoraŭ tiutempe estas mezurebla nur relative malgranda koncentriteco. Vintre la emanaĵo estas ĉefe toronriĉa, kontraŭe somere nur radono estas observebla. La radono kaj torono alvenas en la grotan aeron parte el la akvo de la grota rivereto, parte el la ŝtonaĵo (malmulta parto). La rekta radianta aktiveco de la ŝtonaĵo estas malgranda. La relative intensa radiado de la betonaj trotuaroj ĉiuloke estis bone observebla. La observojn oni disvastigis ankaŭ al la radiologiaj mezuroj de la grota rivereto, de ĝia alportajo, de la ŝtonaĵo, de la gutŝtonoj kaj de iliaj kovraĵoj.



CAVE-CLIMATIC INVESTIGATIONS OF THE KARSTIC REGIONS OF AGGTELEK AND THE MECSEK

by

I. FODOR

The examined cave of *Abaliget* can be found in the Western part of the *Mecsek Mountains* in the karstic area, about 20 km SW of *Pécs*. It had been developed in the *Triassic muschelkalk-limestone* area. The known length of the cave is 1300 m. It is an active tunnel-cave that shelves evenly from the inmost known point of the cave to the only egress. The *Baradla-Domica* cave system formed in the *Aggtelek* karstic region, with its 23 km length is one of the biggest dripstone caves of the world. It is a transitory cave which has both in *Hungary* and in *Czechoslovakia* 9 entrances, but among them nowadays only is one open, the *Bat Branch* entrance is closed with an iron bar gate the others are protected by iron- or wooden doors. The gigantic cave system has beside the entrances with 11 well or not so well developed airing openings conducting to the surface.

In the course of our climatological studies, we sought to establish the average, respectively the anomaly values which are characteristic of the caves. We made these with the aim at bringing the variations in causal connection with the direct and indirect effects of the elements caused outdoor-indoor physics-geographical and sometimes human interventions.

We carried out in the *Baradla* cave of *Aggtelek* periodical measurements in 1959–60 and 1966–70. At *Abaliget* we did the same only in 1966–70, but monthly, and on the two points always in the same place. For the sake of the completeness we have carried out some measurements at *Abaliget* in shorter periods according to the different meteorological conditions. We compared our results to those of some earlier measurements.

I. Outdoor climatic conditions

In the first period of the investigations in 1959–60 the measurements were made only at *Aggtelek*. Both years were very dry periods with a changing temperature. 1959 was the driest year of the whole measurement period at *Aggtelek* with only 339 mm of precipitation.

The daily meteorological report of the National Meteorological Institute commented the dry February in the following way:

“Since we keep meteorological registrations, there wasn’t any similar dry February.”

In the *Aggtelek* area the amount of precipitation was 0 mm. Thus we cannot ascribe any significant role to cold melt waters in the cooling of the cave. The chilly temperature

of the second part of the spring and the early summer occurred the slower warming up of the cave, than the average. This can be explained by the fact that in the summer of 1959 there were very low temperature values in several parts of the *Baradla* cave, for example from the *Fekete terem*, to the *Nádor oszlopa* between 8.0–9.4° C next to the *48-as Honvéd Emlékműve*, near the *Xilofon* and near the *Csillagvizsgáló* there were 9.3–9.4° C. The year 1960 was also dry with only 480 mm of precipitation. The summer months were warm and rainy, the rainfall in June was 66 mm, in July 93 mm and in August 103 mm. The relatively rapid meteorologic water flowed repeatedly through the cave and thus absolute temperature maximum could'nt develop over much of the *Baradla*.

Maximum, minimum and average temperatures at 200 cm high in the *Baradla*-cave in the periodes from 1959 to 1960 and from 1966 to 1970

Table 1.

Sites	Distances from the entrance (m)	Hight above see level (m)	Date	Maximum °C	Date	Maximum °C	Average °C	Variation °C
Fekete terem	200	320	29.8.1960	11,2	21.7.1959	8,0	9,72	3,2
Hangversenyterem	250	314	29.7.1960	11,5	1.3.1969	9,3	10,27	2,2
Tánc terem	280	310	29.7.1960	12,6	1.3.1969	7,8	10,46	4,8
Nádor oszlopa	608	310	29.7.1960	13,8	1.3.1969	7,7	10,44	6,1
Vaskapu szoros	1800	286	29.7.1960	11,2	1.3.1969	6,7	9,90	4,5
Csikós tanya I. st.	2200	286	29.7.1960	10,8	1.3.1969	7,0	9,88	3,8
Tündérvár	2250	285	29.7.1960	11,0	1.3.1969	7,4	9,83	3,6
Rákóczi sátra	2325	285	29.7.1960	11,1	1.3.1969	7,4	9,98	3,7
Indiánok sátra	2800	284	29.7.1960	11,2	1.3.1969	7,4	10,10	3,8
Retekág	3300	284	29.7.1960	11,2	1.3.1969	7,4	9,91	3,8
Százrácú szoknya	3500	282	29.7.1960	10,4	1.3.1969	7,4	9,80	3,0
Buzogány	3900	279	29.7.1960	10,7	1.3.1969	7,4	9,81	3,3
48-as Honvéd Emlékmű	3952	278	29.7.1960	10,6	1.3.1969	7,4	9,79	3,2
Xilofon	4100	279	29.7.1960	10,5	1.3.1969	7,4	9,69	3,1
Vöröstói-ág	4752	276	11.10.1966	9,2	13.2.1959	5,0	8,78	4,2
Arany utca	5240	276	29.7.1960	10,8	1.3.1969	8,1	9,97	2,7
Csillagvizsgáló (above)	5290	300	29.7.1960	11,0	24.7.1959	10,0	10,32	1,0
Csillagvizsgáló (down)	5290	274	29.7.1960	10,2	1.3.1969	7,9	9,89	2,3

In the second period the measurements were extended to the karstic region of the *Western Mecsek*, to the cave of *Abaliget*. During this period 1966 was more rainy than the average, at *Jósvafő* the whole precipitation of the year was 700 mm, at *Abaliget* 830 mm, and in both places there were 105 or more rainy days.

1967 was very unsteady year in both areas examined. In the February and March of 1969 there were more snow-thaws and cave floods, and as a result of these temperature minima evolved over most of the *Baradla* as well see temperature table.

II. Climatic conditions of the cave

1. Temperature conditions

On the basis of the G r e s s e l classification we can range the cave of *Abaliget* to the statodynamical caves and the *Baradla* cave to the dynamical caves. Taking as a basis the data of all measurement points of the whole examination period we can establish 10.27°C as the average temperature of the *Abaliget* cave at 200 cm height above bottom: this corresponds to the average temperature of the cave portion with the name *Pisai ferde-torony*. We can range characteristically the maximum values of the cave. Except the entrance opening and the *Florián spring* the points with maximum values over 12°C are the outlet of the 1st left branch, *Flórián spring*, *Karthágó romjai*, outlet of the 2nd right branch and the *Szinházterem*, which are connected with the air of the surface through a fissure of a funnel that is proved with a hot-wire anomometer as well. In summer the air flow is directed into the main branch through these fissures. At the *Florian spring* patients take a cure twice a day for two hours, and that surely plays a role in the higher temperature of this point. In the other points of the cave the temperature varies within a relatively small interval between 11.4°C and 11.9°C . The summer temperature conditions are completely compensated at about 9.12°C .

In winter the extreme values are evolving much better. At such times the first 10 m of the cave are getting extremely colder, that is proved by the average temperature between 2.3°C and 4.6°C of the relatively mild winter in 1966–67 as well. This appearance is coming into being none the less that the spring water produces in consequence of the little space sizes with their constant 10.0°C temperature a great positive temperature anomaly, compared to the average value. After 10 m the temperature increases slowly but evenly, it is at 40 m 7.5°C , at 120 m remains the average value between 8.0°C and 8.9°C . After about 200 m the average temperature of the cave reaches 10.0°C and it rises only after 340 m above 11.0°C , where it is nearly constant in the course of the whole year. This part of the *Abaliget* cave is to be held for the climatically most constant section of the cave. *Fig. 1.* contains the curve of February 1962. *Fig. 2.* shows also the temperature stratification after an anticyclonal position.

A high pressure rib which had a position directed E–W, and weakly over sliding air masses were characteristic of the macrosynoptical position of the *Mecsek* with complete cloudiness and decreasing atmospheric pressure. The atmospheric pressure of 8 February 1971 decreased from 1023.9 millibars to 1022.0 millibars between 13 and 15 hours. The outside air temperature was 6.5°C . The distribution of summer temperature is more uniform as proved by the curve of August 1969, in *Fig. 1.* Accordingly there was nowhere more difference than 1°C , apart from the first 10 m. Great temperature differences can be found both in winter and summer at the entrance sections. *Fig. 3.* shows these temperature changes ensuing with the changes of the height between the temperature positions of the free atmosphere. The general regularities observed in the *Abaliget* cave are valid in the *Baradla* cave of *Aggtelek* as well. On the basis of the measurements taken in the *Baradla* cave mean temperature can be fixed at 9.89°C . This value is valid for the main branch

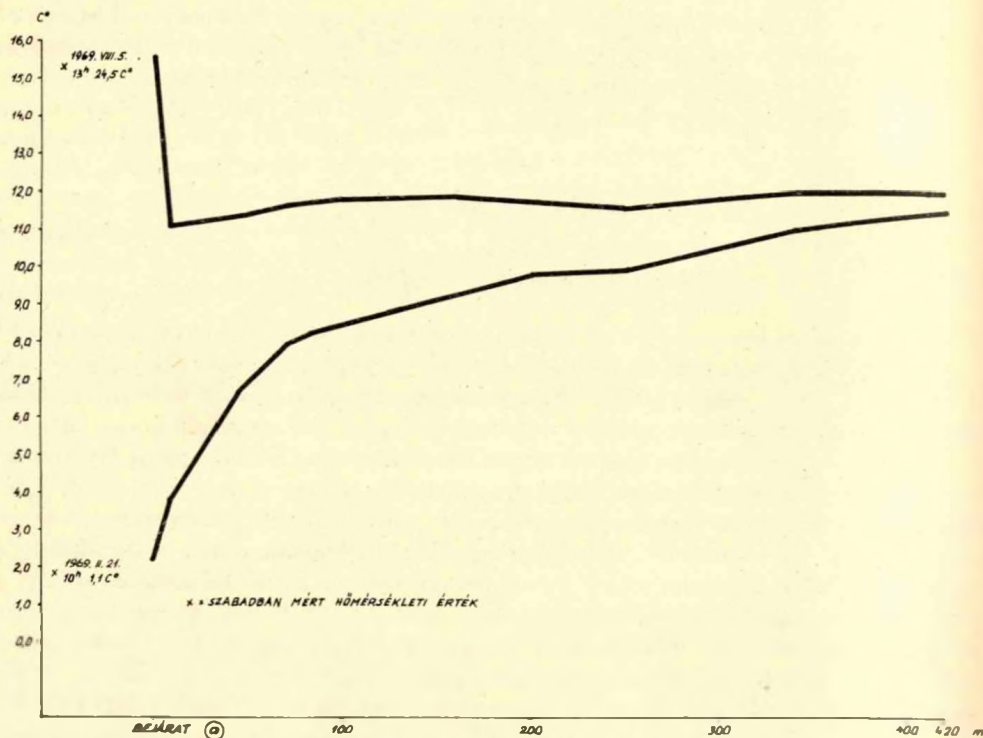


Fig. 1. Air temperature distribution among the axis of Abaliget-cave, plotted from two representative day data of winter and summer. (temperature in centigrades, measured 200 cm above the cave bottom.) X = outdoor temp.

1. ábra. A léghőmérséklet téli és nyári profilja az Abaligeti-barlang teljes hosszában, két jellemző nap alapján (200 cm. magasan C°-ban)

of the cave at 200 cm height since the Baradla has many branches where the temperature values deviate in positive or negative sense from the values established by us e.g. the entrances, the upper branches at the beginning of the *Vöröstó branch*, *Csontház terem* etc. Examining the average and extreme values of the cave (Table I.) the relatively high temperature of the *Hangverseny terem*, *Táncsterem*, and nearby the *Nádor oszlopa* where the *Styx* and the *Acheron* meet is remarkable. In the first period of the investigations there was a several hundred-m-long lake in the vicinity of the *Nádor oszlopa*, but the lake was largely silted up, and at the beginning of the 1960's it was sluiced. The temperature extremes have shown great scillations in the area of the *Hangversenyterem* and the *Nádor oszlopa*. According to our experiments these are due to the temperature anomaly provoked by the air flow of the cave tunnel. This effect is equilibrated in the inner part of the cave and except for the cold focus — observed in the *Vöröstó branch* — and two warmer parts, there are evolving nearly identical average values. The differences of the average values in this 3000 m long section vary within a 0.3° C range. The same regularities are proved by the reduction of the extreme fluctuations in the direction of the inner part of the cave, and by the low and similar values of the mean divergences from the average in some points of the cave. These values change between the *Vaskapu szoros* and the

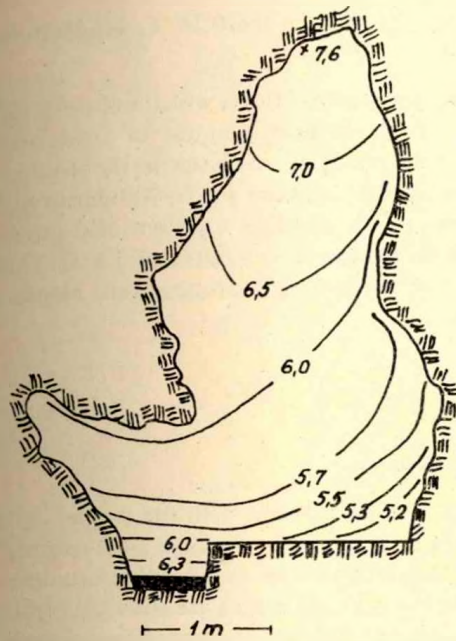


Fig. 2. Air temperature distribution among a cave profile at an aven being in 2 m distance from the entrance. (8. February 1971)

2. ábra. Az Abaliget-i-barlang léghőmérsékletének keresztmetszete a bejáratától 2 m-re levő kiirtónél 1971. II. 8.

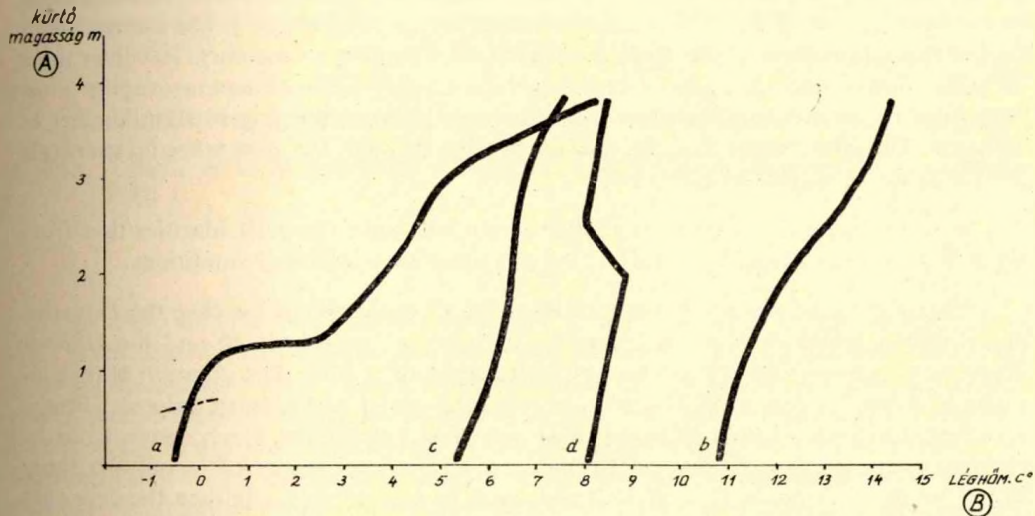


Fig. 3. Isotherm curves measured in air, 2 m inwards from the distance under various meteorological conditions:

- a) at 12^h 18. November 1966 with -2,2 C° outdoor temperature
- b) at 14^h 30. June 1967 with 27,0C° outdoor temperature
- c) at 14^h 8. February 1971 with 6,5 C° outdoor temperature,
- d) at 14^h 16. February 1971 with 11,1 C° outdoor temperature

A = height of aven [m].

B = temperature of air [°C].

3. ábra. Léghőmérsékleti állapotgörbék az Abaliget-i barlangban a bejáratától 2 m-re különböző időjárási helyzetekben:

- a) 1966. XI. 18. 12^h A szabadban mért léghőmérséklet -2,2 C°
- b) 1967. VI. 30. 14^h A szabadban mért léghőmérséklet 27,0 C°
- c) 1971. II. 8. 14^h A szabadban mért léghőmérséklet 6,5 C°
- d) 1971. II. 16. 14^h A szabadban mért léghőmérséklet 11,1 C°

Aranyutca 3440 m distance but the area of the Vöröstó within the 0.15° C temperature values.

For more or less time, since antropogenic are noteworthy effects which influence the microclimate of the touristically reclaimed caves. Both the heat quantity of tourists and the powerful electric lamps warm up the caves. As a result of this latter in the *Abaliget* cave this value amounted to 3.5 million kilogram calories between 1965–70. Our in situ examinations are proving, that within the confines of the *Abaliget* cave a tourist group of 20–30 persons can increase the temperature of the cave in 4–5 minutes by 1.0° C. This rise in temperature will then decrease below 1.0° C after 40–50 minutes time elapses. Evidently, these problems need further examinations.

2. Air humidity conditions

The air humidity of the examined caves is in close relation with the temperature conditions. In the entrance areas — except for the winter season — the cave air is relatively very humid in round the year, but 100% air humidity can be found only in summer time. The values of the partial vapour pressure in the cave air spaces are showing plenty of variations and are saying more to the water balance of the cave and are related directly to the heat balance of it (condensation, evaporation, latent heat, etc.). The average water partial vapour pressure of the *Abaliget* cave is 8.69 millimeter of mercury. In winter there are also more differences here, when the average 4.5 millimeter of mercury vapour pressure value of the entrance increases from the inner point of the cave to 10 millimeter of mercury. This also means that the cold air flowing through the cave takes up averagely 5–5.5 gr water vapour in every m³.

In the *Baradla* cave there are similar conditions, with the particularities that from the nature of their dynamic character, the entrances show different conditions.

Opposite to the average 9.0 mm of Hg value of the inside of the cave the *Felszabaldulás* branch shows 7.44 mm average, the entrance of *Aggtelek* 8.70 and the *Denevér branch* entrance opposite of it show a very high average of 11.0° C. The situation at the entrance of *Jósvafő* is equalized, however, between the winter and summer values. There is also a great difference height of the extreme movings 54.2 mm of Hg which comes from the changes of the air flow directions. Humidity conditions are equalized in summer time: in the whole cave the air is saturated, or is near to be saturated and then the caves are “sweating”.

Examining the seasonal variations of the relative air humidity changes along the longitudinal axis of the caves it can be established that they follow the regularities discussed in connection with the absolute vapour content, except for the entrance section of the cave. The relative air humidity of the *Abaliget* cave is averagely 95%. In the *Baradla* cave it is nearly 98%. The average values are diminished by the drying up of the entrances especially in winter. The average values tend to increase from the entrances toward the inner parts of the cave and the winter season when this appears especially considerable. In spring and autumn the most extreme figures are shown by variability changing between the nearly dry and absolute humid air. In summer the relative humidity of both caves attains characteristically 98–100% of total saturation condition. In the funnels which are closed from the horizontally flowing air masses the air is saturated up to 99–100%.

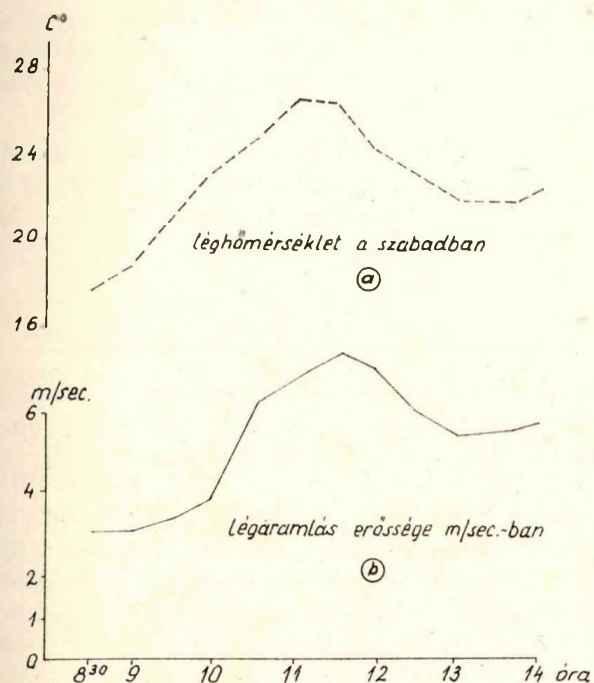


Fig. 4. The correlation between temperature and intensity of air-flow at Jósvalfő Entrance (Baradla, 1. August 1960) a: Air temperature outside the cave, b: air flow velocity [m/s].

4. ábra. A hőmérséklet és légáramlás erősségének összefüggése a Jósvalfői bejáratnál 1960. VIII. 1.

3. Air flow

The direction and the power of the air flow shows a close connection with the outdoor temperature (a) and with the temperature of the cave (b) (Fig. 4.) In the *Baradla* cave of dynamical character a specific air flowing system evolves in which there can be formed nearly independent subgroups as the part of *Aggtelek* or the neighbourhood of the entrances at *Domica*. The part of *Jósvalfő* is also, in this point too, the most equalized. For the direction of the air flow the followings are characteristic: in summer the air is flowing through the artificial entrance of *Domica* inwards the cave, and through the artificial entrance of *Jósvalfő* outwards. Previously the main direction of the air flow was determined in the part of *Aggtelek* by the two great entrances. There the air flowed in summer through the *Denevér branch* inwards, and through the main entrance of *Aggtelek* outwards. With the whole opening of the *Felszabadulás* branch — where the air flows in summer also outwards — there appears some confusion in the direction and strength of the air circulation as well. The air flows outwards through the artificial entrance of *Jósvalfő* during the whole summer. The direction of the air flows became in winter time at all entrances contrasting. An air flowing system in two directions can be observed. In summer the warmer air flows downstairs in the main branch with little intensity. In winter the direction of the air flow is inverted too. In the corridor of the *Styx* the air flows in winter from *Domica* branch at 6–8 cm/sec rate (no measurement was taken there). The doors built at the entrances have caused great changes in the strength of the air flow but they have not stopped it. Naturally, the air flow is not so complicated in the *Abaliget* cave

because it is a cave with only one entrance. If the outdoor air temperature decreases below the temperature of the cave and it is lower than 0° C, an inward flow begins there through the entrance of the *Abaliget* cave which can be followed and measured till about 350 m and than its velocity is 0.20 cm/sec.

In this meteorological situation the warmer cave air flows through all branches and fissures out the cave. The direction of the air flow will be in summer the opposite of the winter situation and its intensity is dependent on the temperature differences and on the pressure differences.

4. Chemical analysis of the air composition

Our chemical examinations on the air compositions cannot be held for complete and they refer mainly to the *Abaliget* cave. There has been sought not only the nitrogen and oxygen pressure but also the CO₂. In the air composition the percentage value of O₂ varied between 20.20 and 20.40 volumetric % which is by 0.5–0.7 volumetric % less than the quantity which is to be found in the free atmosphere. The volumetric ratio of N₂ is 78.1 % completely the same as the in-cave air data. Opposite to the gas composition data of the surface the volumetric ratio of CO₂ shows a great deviation. On the basis of the examinations made by the Dräger apparatus in the cave and in the laboratory it could be established that in the air of the cave contains 0.30–0.70 volumetric % CO₂, in several points of the cave with the similar several values. The lower values were measured percentage value during the winter. This % compared to the surface air corresponds averagely to a more than 15 times higher value that of the free air. Our physical examinations detected air planktons in the air with a widely variable time and spatial distribution. The most impure part is around the entrance part of the cave. The average number of grains above 1 micron size is 1.5–5 per cm³, in summer this can reach to 4–6 per cm³ as well. Remarkable is the averagely great number of the solid dust particles in the higher funnel during the winter (winter: 4–6 particles/cm³) when in the inner part of the cave there are averagely 0.4 to 2.8 grains/cm³. This appearance occurs by the convection of the air. The number of dust particles below the 1 micron size are varied between 9 and 100, thus we can state that the cave air is 1000 times clearer than the average polluted free air.

Literature

1. BACSÓ N.: Magyarország éghajlata. Akad. Kiad. Bp. 1959.
2. BALÁZS D.: A karsztok elterjedésének azonális és zónális feltételei. *Karszt és Barlang* Bp. 1962. 1. félév 19–24 p.
3. BALÁZS D.: A vegetáció és a karsztkorrózió kapcsolata. *Karszt és Barlang* 1964. 1. félév 13–16 p.
4. BERÉNYI D.: Mikroklima in Tokajer Weinkellern. *Uránia* 1958. 4. füz. 153–158. p
5. BERÉNYI D.—JUSTYÁK J.: Mikroklimatológiai megfigyelések az Aggteleki cseppkőbarlangban. *Kossuth L. Tudományegyet. Mcl. Int. Közlem.* 17. sz. Debrecen 1960.
6. CSOMOR M.—ZALAVÁRI L.: Barlangklímamérések a Baradlában és a Béke-barlangban. *Karszt és Barlang* 1964. 2. évf. 45–51 p.
7. DÉNES GY.: A világ leghosszabb barlangjai. A IV. Nemzetközi Speleológiai Kongresszuson elhangzott hivatalos jelentések alapján készített összeállítás. *Karszt és Barlang* 1965. II.

8. DROPPA A.: Domicia-Baradla, az ősember barlangjai (Domicia-Baradla jaskyne pred-historickéhi Človeka) 1961. Bratislava. (A Baradláról szóló fejezeteket Jakucs László írta 106–128 p.)
9. DUDICH E.: A barlang mint gyógytényező. = Földr. Közlem. 1955. 85. köt. 3. füz.
10. DUDICH E.: Biologie der Aggtelecker Tropfsteinhöhle „Baradla” in Ungarn, Wien 1932.
11. FODOR I.: Daten über das Mikroklima der Höhle von Abaliget. = Geographia Medica Hungarica 1968. 3. sz.
12. GEBHARDT A.: Az Abaligeti-barlang élővilága = Pécs, 1934.
13. GRESSEL, W.: Az alpesi barlangok légmozgásáról. (Über die Bewetterung der Alpiner Höhlen). = Meteorologische Rundschau 1958. 2. H. 11. J.
14. MARKÓ L. – JAKUCS L.: A barlangi légáramlás keletkezése = Hidrol. Közl. 1956. 4. sz. 314 p.
15. KERÉNYI B. – BÍRÓ ZS. – KIRCHKOPF M.: A Béke barlang gyógyhatásának hasznosítása. = Kézirat.
16. KESSLER H.: Az Aggteleki barlangrendszer hidrográfiája = Bp. 1938. Doktori ért.
17. KESSLER H.: A légzőszervi megbetegedések új gyógymódja: a barlangterápia. = Élet és Tudomány, 1967. 11. évf. 16. sz. 2171–2174 p.
18. LAWRENCE, E. N.: The microclimatology of caves.: Die Mikroklimatologia der Höhlen. = Weather, 10, 2, 1955. 152–155 p.
19. LÁNG S.: Geomorfológiai tanulmányok az Aggteleki karsztvidéken. = Földr. Ért. 1955. 4 évf. 1 füz. 1–20 p.
20. SZABÓ L. – NOSMÜLLER S. – KOVÁCS I.: Klimavizsgálatok az Abaligeti barlangban. = Pécsi Műsz. Szemle Pécs, 1963. 8 évf. 3 sz. 13–15 p.
21. SZABÓ PÁL Z.: A karszt, mint klimatikus morfológiai probléma. = Dunántúli Tud. Gyűjt. 15. Ser. Geogr. 8. Pécs 1957.
22. SZABÓ PÁL Z.: A Mecsek és a Villányi hegység barlangjai. = Karszt és Barlang 1961. 1. félév. 3–20 p.
23. VASS B.: Legújabb kutatások az Abaligeti barlangban. = Karszt és Barlangkutatási Tájékoztató Bp. 1960.
24. Venkovits I.: Abaliget környéki barngok. = M. Áll. Földt. Int. É. J. 1945–47. Bd. II. Bp. 1951. S. 311. ff.

BARLANGKLÍMA VIZSGÁLATOK AZ AGGTELEKI ÉS MECSEKI KARSZTON

Összefoglalás

FODOR I.

Az utóbbi évtizedben egyre inkább előtérbe kerültek a barlangok egy sajátos, de igen jelentős felhasználási területének, a speleoterápia alkalmazásának kísérletei. A kérdéshez igen fontos bioklimatológiai adatokat szolgáltatnak a hosszú időn keresztül folytatott speleomikroklimamérések is. Ez ösztönzött bennünket, hogy hosszabb ideig tartó, a lehetőséghez mérten rendszerezett méréseket végezzünk két eltérő típusú barlangban, a statikus *Abaligeti* barlangban (1966–1970) és a statodinamikus *Baradlában* (1959–1960 és 1966–1970). A most közölt dolgozatokban az adatokat 1967. évvel bezáróan dolgoztuk fel.

A vizsgált időszak alapján az *Abaligeti* barlang átlagos hőmérsékletét 10.27 °C-ban, az aggteleki *Baradla* barlang átlaghőmérsékletét pedig 9.89 °C-ban állapítjuk meg. Ezt a 0,38 °C-os eltérést — *Abaliget* javára — az *Abaligeti* barlang délebbi fekvésével és a mecseki karszt melegebb voltával magyarázhatjuk.

A légnedvesség eloszlása nagy eltéréseket mutat a vizsgált időszakban. Szabályos évi járást figyelhetünk meg, amelynek maximuma 98–100%-os relatív nedvességgel a nyári évszakra, minimuma 90–97%-os értékkel a téli évszakra esik. Az átlag mindkét barlangban 95–98% között mozog.

A légáramlás erőssége és iránya igen szoros összefüggést mutat a külső levegő és a barlang belső légterének hőmérsékletével (2. ábra). Az egy nyílású *Abaligeti* barlang légáramlás rendszere egyszerűbb. Itt nyáron a főágból a bejáraton kifelé, az oldalágakban és repedésekben pedig a főág felé áramlik a levegő.

A *Baradla* légáramlás rendszere összetettebb. A *Domicának* és az aggteleki szakaszának — több bejáratuk következtében — önálló légmozgás rendszerük van. Nyáron az alacsonyabb fekvésű bejáratokon kifelé áramlik a hűvösebb levegő, a magasabb járatokon (*Domica* mesterséges bejárata, Denevér-ág bejárata) pedig befelé áramlik a melegebb levegő, a *Jósvafőnél* nyíló mesterséges bejáraton nyáron szintén kifelé áramlik a hideg levegő. Télen az egész áramlási rendszer fordított irányú.

A barlang belső légterének kémiai összetétele kissé eltér a külső levegőétől. Magasabb széndioxid tartalmú (0.3–0.7%) még nem káros az emberi szervezetre, sőt a légzés mélységét növelve a barlangi levegő egyéb gyógyító tulajdonságait fokozza.

A levegő fizikailag és biológiailag tiszta, gyakorlatilag közel sterilnek tekinthető. A kintől bekerülő mikroorganizmusok száma időben gyorsan csökken egészen a minimális értékig.

HÖHLENKLIMATISCHE UNTERSUCHUNGEN IN DEN AGGTELEKER UND MECSEKER KARSTGEBIETEN

von

I. FODOR

Zusammenfassung

Während der letzten zehn Jahren sind die späleotherapische Untersuchungen hervorgetreten, als grosse spezifische Anwendungsgebiete der Späleologie. Zu diesem Forschungsgebiet haben auch die für bioklimatologische Zwecke durchgeführte Messungen einen langfristigen Beitrag gebracht. Diese Tatsachen bewegten uns, langfristige und relativ regelmässig Messungen durchzuführen in zwei Höhlen von verschiedener Art, nämlich in der *Abaligeter Höhle* (1967–1970), die als statische Höhle betrachtet werden kann und in der *Baradla/Aggteleker Höhle*, (1959–1960, 1966–1970), die statodynamisch ist. Die vorliegenden Daten sind bis zum Jahre 1967 verarbeitet. Für die erwähnten Untersuchungsperioden waren die folgenden Mitteltemperaturen konstantiert: *Abaligeter Höhle* = 10,27 °C, *Baradla Höhle* = 9,89 °C. Die entsprechende Differenz von 0,38 °C positiver Unterschied für *Abaliget* ist durch die südliche Lage der *Abaligeter Höhle* und durch wärmere klimatische Verhältnisse des *Mecseker Karstgebietes* zu erklären.

Die Luftfeuchtigkeitsverteilung zeigt grosse Schwankungen. Es ergab sich eine regelmässige Jahresschwankung mit einem Sommermaximum von 98–100% rel. Feuchtigkeit

und einem Winterminimum von 90–97%. Der Mittelwert betrug für beide Höhlen 95–98%.

Es existiert ein enger Zusammenhang zwischen der Stärke bzw. Richtung der Luftströmungen und zwischen der Lufttemperaturdifferenz der Höhlen- und Aussenluft (Abb. 2.). Das Luftströmungssystem der *Abaligeter Höhle* ist einfacher, nachdem sie nur eine Öffnung hat. In dieser Höhle entsteht eine Auswärtsströmung vom Hauptgang im Sommer die von den Nebengänge und von den Klüften kommt.

Die *Baradla* hat viel kompliziertere Strömungsverhältnisse. Die *Domica* und der *Aggteleker Teil* besitzt sein eigenes Konvektionssystem, nachdem mehrere Eingänge existieren. Die Sommerströmung ist in der Richtung von den höher liegenden Eingängen (der künstliche *Domica*- und der *Fledermaus-Eingang*) zu den tieferen, wo eine kalte Auswärtsströmung entsteht; bei dem *Jósvafőer* künstlichen Eingang entsteht auch eine Kaltluftausströmung im Sommer. Im Winter wechseln alle Strömungsrichtungen.

Es wurde auch ein geringer chemischer Unterschied zwischen der Höhlenluft und Aussenluft festgestellt. Die Höhlenluft hat eine höhere CO₂ Konzentration (0,3–0,7%). Dieser Wert ist noch für den Menschen ungefährlich jedoch verursacht er eine bessere Atmung und dadurch eine bessere Heilwirkung.

Die Höhlenluft ist physikalisch und biologisch sehr rein und kann praktisch als Sterilluft betrachtet werden. Die Zahl der von der Oberfläche hereingetransportierten Mikroorganismen nimmt mit der Zeit bis zu einem sehr geringen Minimalwert sehr schnell ab.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕЩЕРНОГО КЛИМАТА НА КАРСТЕ ГОР АГГТЕЛЕК И МЕЧЕК

И. ФОДОР

Резюме

В течение прошлого десятилетия всё более выдвигались на первый план попытки использования спелеотерапии, одной своеобразной, но очень важной области использования пещер. К проблеме очень значительные биоклиматологические данные приводят ведущиеся в течение долгого времени спелеомикроклиматологические измерения. Это послужило для нас толчком к тому, чтобы провести продолжительные, по возможности систематические измерения в двух типах пещер, в статической пещере *Абалигет* (1966–1970 г.) и в статодинамической пещере *Барадла* (1969–1960 и 1966–1970 гг.) В настоящей статье данные были разработаны выключительно до 1967 года.

На основе периода исследования средняя температура пещеры *Абалигет* была 10,2 °С, а пещеры *Барадла* около *Аггтелека* 9,89 °С. Разность средней температуры (0,38 °С) объясняется более южным положением пещеры *Абалигет* и более высокой средней температурой карста гор *Мечек*.

Распределение влажности воздуха сильно колебалось в период исследования. Наблюдается регулярное ежегодное изменение относительной влажности, 99–100% относительная влажность летом и минимальная относительная влажность 90–97% зимой. Средняя величина изменяется между 95–98%.

Интенсивность и направление воздушного потока сильно зависит от температуры внешнего воздуха и внутреннего воздуха пещеры. (2. обр.) Система воздушного потока пещеры *Абалигет*, имеющей одну скважину, более простая. Здесь летом воздух тянет из главного коридора через вход наружу, а из вторичных коридоров и трещин — к главному коридору.

Система воздушного потока пещеры *Барадла* более сложная. Участки *Домица* и *Аггтелек* — из-за наличия ряда входов — имеют отдельные системы воздушного потока. Летом через отверстия низкого расположения тянет более похладный воздух наружу, а через отверстия высокого расположения (как например, вход пещеры *Домица*) вовнутрь тянет более тёплый воздух, а через искусственный вход у *Ёшвафё* летом холодный воздух тянет наружу. Зимой система воздушного потока имеет обратное направление.

Химический состав воздуха пещеры немного отличается от состава внешнего воздуха. Более высокое содержание двуокисьюглерода (0,3—0,7%) не является вредным для человеческого организма, наоборот, усилив глубину дыхания, повышает целебность пещерного воздуха.

Воздух пещеры физически и биологически чистый, практически можно считать стерильным. Число входящих извне микроорганизмов быстро уменьшается во времени до минимальной величины.

OBSERVOJ PRI LA GROTA KLIMATO EN LA KARSTREGIONOJ AGGTELEK KAJ MECSEK

I. FODOR

Resumo

En la lasta jarcento antaŭiĝis la eksperimentoj pri la speleoterapio, kiu estas speciala kaj tre signifa utiligado de la grotoj. Gravajn bioklimatologiajn indikojn aldonas la longtempaj mezuradoj pri la grota mikroklimato. Tiu fakto aktivigis la aŭtoron fari mezuradojn dum longa tempo, laeble regule, en du malsamtipaj grotoj: en la statika groto *Abaligeti* (en *Mecsek*; 1966—1970) kaj en la statodinamika *Baradla* (ĉe *Aggtelek*; 1959—1960 kaj 1966—1970). En la jena laboraĵo la indikoj estas prilaboritaj ĝis la fino de 1967.

Sur baze de la observa tempo la aŭtoro konstatis, ke la dumjara meztemperaturo estas 10,27° C en la groto *Abaligeti*, kaj 9,89° C en *Baradla*. La 0,38° C diferencon li klarigas per la plie suda situo de *Abaligeti* kaj per la plie varma klimato de *Mecsek*.

La himideco montris grandajn variojn dum la observa tempo. Regula dumjara ŝanĝo estis observebla kun la maksimumo 98—100% somere kaj minimumo 90—97% vintre. La mezvaloro estas en ambaŭ groto ĉirkaŭ 95—98%.

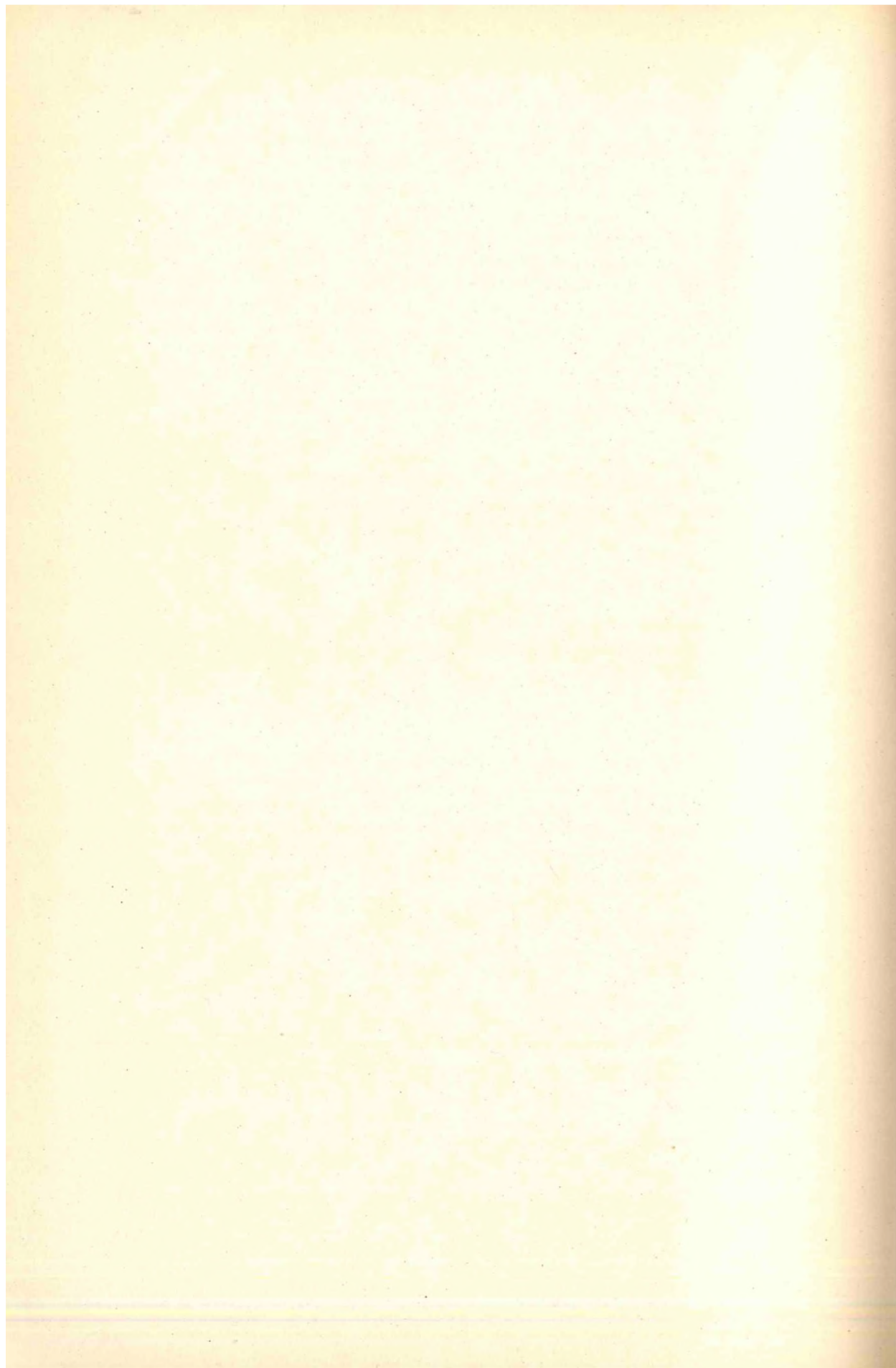
La forto kaj direkto de la aeromovo montras signifan interrilaton kun la temperaturo de la grota kaj surtera aero (fig. 2.). La aeromova sistemo de la unu enirejon havanta groto *Abaligeti* estas simpla. Tie la aero moviĝas el la ĉefa koridoro tra la enirejo ekstere, kaj en la flankaj brakoj kaj litoklazoĵoj al la ĉefa koridoro.

Baradla havas pli komplikitan aerosistemon. La parto *Domica* kaj la parto ĉe *Aggtelek* — kiuj havas multajn enirejojn — havas sendependajn aeromovajn sistemojn.

Somere tra la subaj enirejoj moviĝas eksteren la malvarma aero, kaj tra la superaj enirejoj (artefarita enirejo de *Domica*, enirejo de *Vesperto* koridoro) enmoviĝas la varma. Tra la artefarita enirejo ĉe *Jósvafő* moviĝas la aero somere eksteren. Vintre la movoj estas kontraŭdirektaj.

La kemia konsisto en la grota aerspaco diferencas de la surtera aero: li montras pli altan CO₂ enhavon ol surtere, sed tiu ne estas danĝera por la homa organismo, eĉ li intensigas la terapian influon, fortigite la spiradon.

La aero estas fizike kaj biologie pura, praktike sterila. La nombro de la envenintaj mikroboj dum la tempo rapide malkreskas ĝis la minimumo.



LUFTHYGIENISCHE UNTERSUCHUNGEN IN DER TAVASBARLANG VON TAPOLCA

von

H. KESSLER, — J. MÓRIK, — Z. MORLIN — T. VÁRKONYI

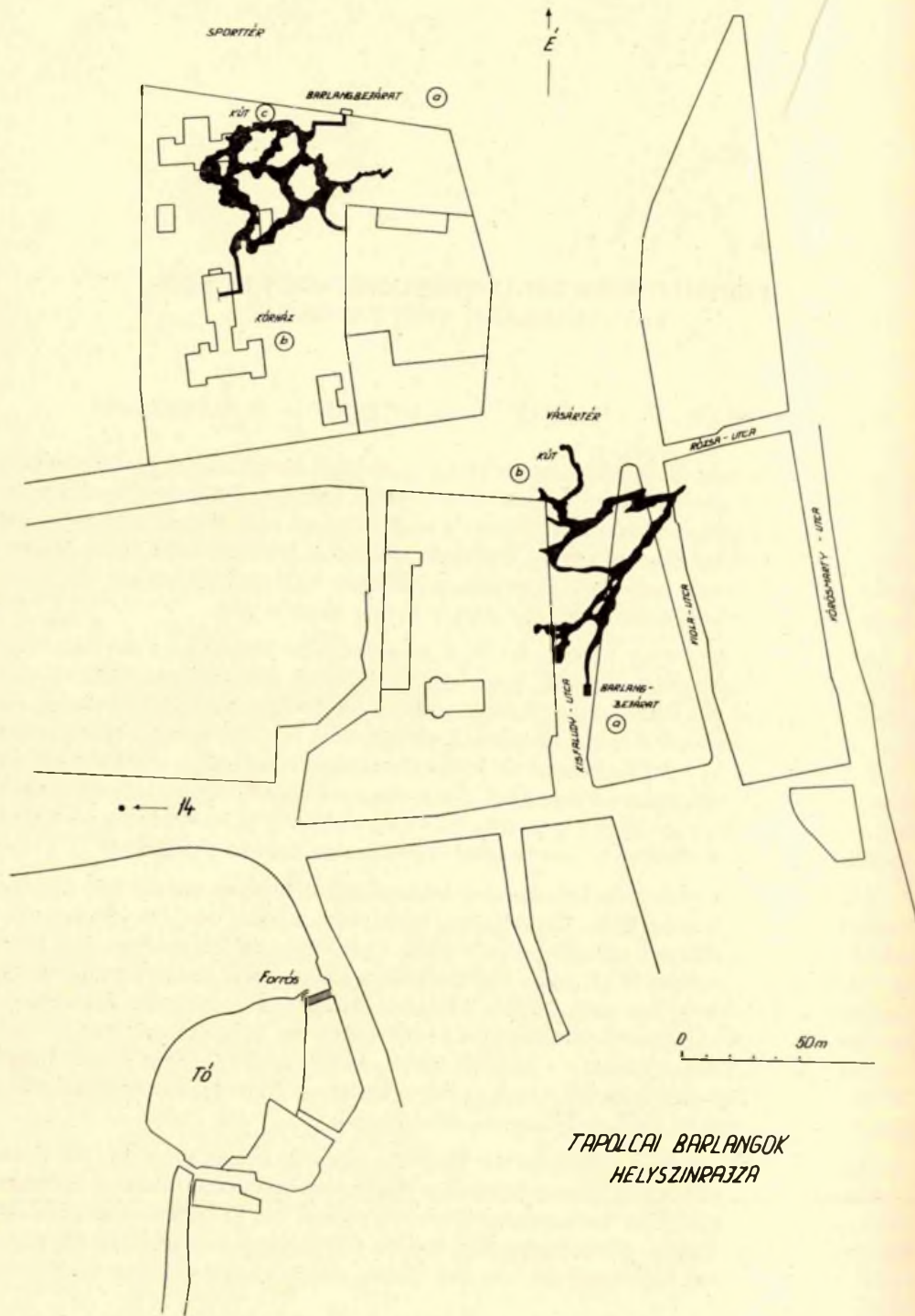
Die *Tavasbarlang* (Seehöhle) und die Höhle unter dem Krankenhaus gestalteten sich in dem horizontal geschichteten sarmatischen Gestein, worüber die Stadt *Tapolca* liegt. Gegen Ende des erdgeschichtlichen *Tertiärs* war das Gebiet vom *Wiener Becken* an bis zum *Aral-See* von der Brackwassersee überflutet. Aus dem Kalkschlamm dieses Meeres wurde der grobkörnige, sehr viele Fossilien enthaltende Kalkstein abgelagert, der nach seinen Urschnecken auch als *Cerithiums-Kalkstein* bezeichnet wurde.

Infolge der in der letzten Periode des *Tertiärs* eingesetzten Bewegungen der Erdkruste entstanden im Gebiet riesige Brüche, Risse, durch deren am tiefsten hinabreichende das glühende Material des Erdinnern in Form von Lava an die Erdoberfläche vordrang. So sind die Basaltberge am *Balaton* entstanden. Gleichzeitig mit den Krustenbewegungen kamen Spalten auch an der Kalksteintafel in der Umgebung von *Tapolca* zustande. Durch diese fanden die unterirdischen Wasserläufe Wege, die später den Rissen entlang teils durch ihre chemische Wirkung (*Korrosion*), teils durch ihre physikalische Wirkung (*Erosion*) das gegenwärtig nur teilweise bekannte Höhlensystem von *Tapolca* ausbildeten.

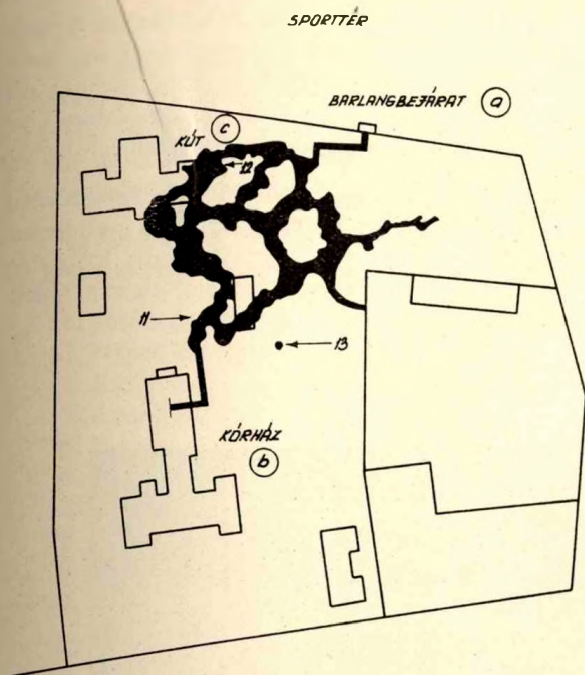
Das Einzugsgebiet der höhlenbildenden Wasserläufe dehnt sich auf die von *Tapolca* nördlich gelegene, dolomitische, durchlässige, verkarstete Fläche aus. Dieser *obertriasische Dolomit* erstreckt sich unter *Tapolca* in einer Tiefe von etwa 300 m unter dem *tertiären Kalkstein*. Aus dieser Tiefe steigt das Karstwasser nach oben und strömt durch die ausgestalteten Höhlengänge nach der den *Malomtó* (Mühlensee) speisenden Karstquelle mit einer durchschnittlichen Schüttung von 22 000 l/min. zu. Seine Temperatur — dem tieferen Ursprung entsprechend — beträgt durchschnittlich 18 °C. Sein relativ hoher *Mg*-Gehalt bestätigt auch seine Herkunft aus dem Dolomit. Auch für die im Stadtgebiet gegrabenen Brunnen ist das laue Wasser kennzeichnend.

Die *Tavasbarlang* wurde 1902 bei der Bohrung eines Brunnens entdeckt. Die darin vorhandenen Seen mit lauem Wasser haben der Höhle eine besondere Interesse verliehen und bald wurde sie zu einer bedeutenden Sehenswürdigkeit des Fremdenverkehrs in der *Balatonumgebung*. Die für die Besucher zugängliche Höhlenlänge beträgt etwa 300 m, es wurde aber noch eine Höhlenstrecke gleicher Grösse entdeckt, die völlig unter Wasser steht.

Man kennt in der Stadt noch eine andere, gleichfalls etwa 300 m lange Höhle, die unterhalb des städtischen Krankenhauses dahinzieht und gegenwärtig vom Kellergeschoss her zugänglich ist. Diese Höhle liegt in einem um etwa 4 m höheren Niveau, als die *Tavasbarlang*, deshalb gibt es darin keine Seen.



TAPOLCAI BÁRLANGOK
HELYSZINRAJZA

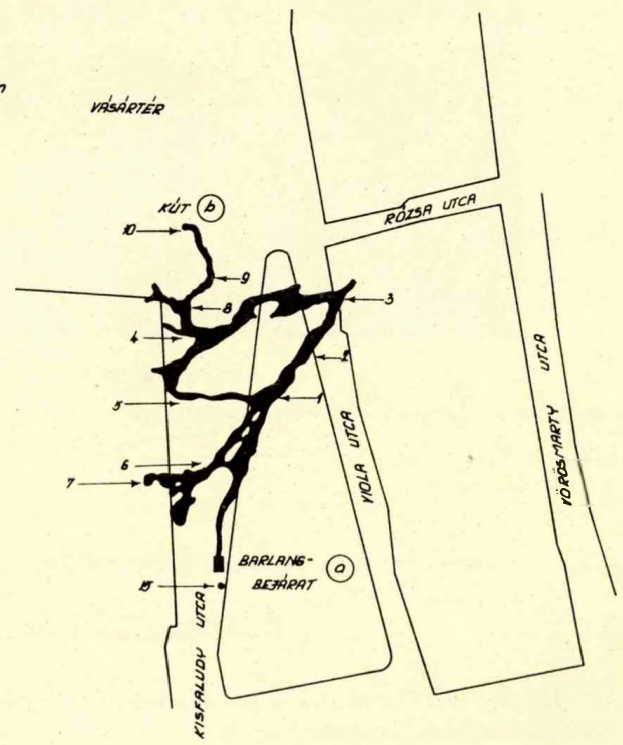


KÓRHÁZ ALATTI BARLANGS
Felmérte: dr Kessler H.

- a: Höhleneingang,
- b: Krakenhaus,
- c: Brunnen

Abb. 1. Planzeichnung und Untersuchungspunkte der tapolcer Höhlen

1. ábra. A tapolcai barlangok helyszínrajza a vizsgálati helyek feltüntetésével



TAVAS BARLANG
Felmérte: dr Kessler H.

- a: Höhleneingang,
- b: Brunnen

Die Heilwirkung der Luft der *Tavasbarlang* ist seit längerer Zeit bekannt. Schwer hustende Kinder wurden in die Höhle geführt und für ihre Genesung liessen die dankbaren Eltern mehrere Gedenktafeln errichten. Die wissenschaftliche Untersuchung der Heilwirkung begann aber erst dann, als sich die Aufmerksamkeit der Spezialisten auf die in der westfälischen *Klutert-Höhle (Ennepetal)* durchgeführten Forschungen lenkte.

Die ungarischen Forscher haben angenommen, dass es auch in der *Tavasbarlang* gleiche klimatische Verhältnisse gibt und auf ihre Aufforderung wurden die grundlegenden Untersuchungen von der *Landesanstalt für Gesundheitswesen (Országos Közegészségügyi Intézet)* seit dem Monat Februar 1966 bis zum Januar 1969 und die experimentellen Heilbehandlungen durch das Krankenhaus von Tapolca unternommen.



Abb. 2. In der Sechöhle von Tapolca
2. ábra. A tapolcai Tavasbarlang egyik részlete

Die in der Tavasbarlang von Tapolca durchgeführten Untersuchungen

1. Die Ordnung der Untersuchungen

Die zur Veröffentlichung kommenden Ergebnisse ergeben sich aus den von seiten der *Landesanstalt für Gesundheitswesen* durchgeführten Untersuchungen. Im Laufe dieser Zeit haben wir in der Höhle systematisch, je zwei-drei Monate Messungen durchgeführt. Wir haben die einzelnen Jahreszeiten und das Ausmass des Fremdenverkehrs berücksichtigt. Zweimal haben wir 24 Stunden hindurch fortlaufende Messungen durchgeführt. Die Untersuchung der Höhlenluft, bzw. des Klimas erfolgte immer an denselben Stellen und unter Anwendung der gleichen Methoden.

2. Der Ort der Untersuchungen

Die *Tavasbarlang* von *Tapolca* (*Komitat Veszprém*) besteht aus einer trockenen Eingangsstrecke und einem Seen enthaltenden Teil. Aus dem wässrigen Teil öffnet sich ferner ein für das Publikum noch nicht eröffneter trockener Seitengang, der nach den Plänen mit der unter dem Krankenhaus befindlichen Höhle verbunden, die Behandlung der Kranken gewähren sollte.

Für die Zwecke unserer Untersuchungen haben wir ständige Punkte an den trockenen und wässrigen Strecken der Höhle bestimmt. Diese sind wie folgt:

1. *Hafen*
2. Neuer Liegeplatz
3. Biegung
4. Liegeplatz
5. Sigma
6. *Batsányi*-Gang, vorne
7. *Batsányi*-Gang, hinten
8. Trockener Seitengang, vorne
9. Trockener Seitengang, Mitte
10. Trockener Seitengang, Ende

An der mit „Liegeplatz“ bezeichneten Stelle (4.) beabsichtigt man, die Kranken dem Plan entsprechend unterbringen. An der Stelle mit der Bezeichnung „neuer Liegeplatz“ (2.) halten sich in der Regel die Kranken vorübergehend auf Liegestühlen auf.

Wir haben gleichzeitig vergleichende Messungen auch im trockenen Höhlensystem unter dem Komitatskrankenhaus unternommen. Messtellen waren:

11. *Krankenhaus*-Höhle, vorne (grosser Saal)
12. *Krankenhaus*-Höhle, hinten

Ebenso haben wir die meteorologischen Kennwerte und die Verunreinigung der freien Luft untersucht:

13. *Krankenhaus*-Garten
14. *Tapolca*, Hauptplatz
15. Am Höhleneingang

Ausser diesen regelmässigen Messtellen haben wir in einzelnen Fällen auch an anderen Stellen Untersuchungen durchgeführt.

3. Untersuchungsmethoden

Unsere Untersuchungen erstreckten sich auf folgendes:

Untersuchte Klimaelemente

Temperatur:	°C
Relative Luftfeuchtigkeit:	%
Kühlwirkung:	Kata-Grad [$\text{mg} \cdot \text{cal} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{sec}^{-1}$]

Die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit wurden mit dem *Assmann*'schen Respiationspsychrometer und Thermohygrographen, die Kühlwirkung mit *Kata-Thermometer* gemessen.

Luftuntersuchungen

Schwebstaub:	Kern/ml
Kohlendioxid:	Volumenpromil (Vol. ‰)
Zahl der Mikroorganismen:	Keim/Stunde und Keim/m ³
Beschaffenheit der Mikroorganismen:	
Iongehalt des kondensierten Wasserdampfes:	

Die Menge und Kerngrößenverteilung des Schwebstaubs wurden mit dem *Konimeter* Typ „Zeiss 10“, der Kohlendioxidgehalt mit *Dräger*-Gerät und Methode *Winkel*, die Menge der Mikroorganismen durch die *Koch*'sche Sedimentationsmethode (bei einstündiger Exposition), bzw. mit dem *Morik*'schen Spalten-Probenentnahmegerät untersucht. Die Zusammensetzung der Mikroflora wurde nach einer 24-stündigen, bei 36 °C vor sich gehenden Züchtung bestimmt. Zur Probenentnahme und zu Züchtung haben wir *Agar-Agar* und *bluthaltiges Agar* Platten gebraucht. Bei der Untersuchung des Kondensierten Wasserdampfes haben wir den auf die Oberfläche des mit Kühlmischung erfüllten Gefäßes ausgeschiedenen Wasserdampf angesammelt. Das Material wurde mit Hilfe eines Spektrographen analysiert. Aus demselben wurden Elektrondiffraktionsuntersuchungen durchgeführt.

Andere Untersuchungen

Radongehalt des Wassers:	Ci/l
Gehalt an gelösten Stoffen des Wassers:	mg/l
<i>Zahl der sämtlichen Messungen</i>	
Schwebstaubmessung	in 123 Fällen
Kohlendioxidmessung	in 50 Fällen
Bakteriologische Untersuchung	in 50 Fällen
Mikroklimauntersuchung	in 58 Fällen
Andere Untersuchungen	in 8 Fällen

4. Ergebnisse

a) Saisonale Gestaltung des Mikroklimas und der Luftverunreinigung

Bei der saisonalen Untersuchung des Mikroklimas suchten wir darauf Antwort zu bekommen, in welchem Masse das Höhlenklima durch die Aussenwitterung und die Klimafaktoren beeinflusst wird. In Bezug auf die Luftverunreinigung wird die Frage in folgender Form gestellt: Wie wirkt sich der im Sommer zugenommene Fremdenverkehr auf die Verunreinigung der Höhlenluft aus?

Im Höhlenklima spiegeln sich die Wirkungen der äusseren meteorologischen Verhältnisse stark abgedämft wider. Seien hier als Beispiel dafür je eine kennzeichnende, im August und im Januar durchgeführte Messungsreihe angeben.

Tabelle 1.

Gestaltung der Temperatur in der Höhle im Vergleich zum Eingang und zur freien Luft

	Freie Luft	Treppe	Lóczy	1	2	3	4	5	1-5 Durchschnitt
Im Sommer °C	24,7	23,8	21,4	20,0	19,4	19,1	19,0	19,0	19,3
% Luftfeuchte	61	91	95	96	98	98	98	98	98
Im Winter °C	1,4	12,6	14,2	17,0	18,0	18,5	18,4	19,0	18,2
% Luftfeuchte	97	96	98	100	98	100	98	98	99

Aus der *Tabelle 1* kann es festgestellt werden, dass die durchschnittliche Temperatur des wasserbedeckten Teile der Höhle 19 °C, ihr relativer Feuchtegehalt 98% ausmachen. Die täglichen Schwankungen betragen $\pm 0,5$ °C. $\pm 1\%$. Die mit dem Thermohygrographen durchgeführten Messungen bestätigen auch, dass grössere Temperatur- und Feuchtegehaltsschwankungen im inneren (wässrigen) Teil der Höhle nicht einmal für eine kurze Zeitdauer vorkommen. Nach den Ergebnissen der mit Katathermometer durchgeführten Kühlwertmessungen beträgt der trockene Kata-Wert $5,2 \text{ mg cal}^{-2} \text{ sec}^{-1}$, der nasse Kata-Wert $15,2 \text{ mg cal}^{-2} \text{ sec}^{-1}$. Das Wärmegefühl kann also in der Höhle zur Kategorie „angenehm kühl“ gerechnet werden.

An den zur Unterbringung der Kranken dienenden, bzw. vorgesehenen, „neuer Liegeplatz“ und „Liegeplatz“ bezeichneten Stellen herrscht ein solches Klima, dass man dort, gekleidet wie in der Wohnung üblich (also ohne Mantel usw.), den Aufenthalt sogar bei andauerndem Sitzen oder Liegen für angenehm hält.

Was die Verunreinigung der Höhlenluft betrifft, kann im allgemeinen festgestellt werden, dass die Luft in der Höhle reiner ist, als in der Stadt. Hinsichtlich des Schwebestaubs kann also die Luft in der Wintersaison, mit Ausnahme des *Batsányi*-Seitenganges, als ausgesprochen rein betrachtet werden. In der Sommersaison aber nimmt die Körnerzahl stark zu und bewegt sich um die für die lokale Stadtluft gemessenen Werte herum. Für die Luft der *Tavasbarlang* in *Tapolca* ist die hohe Kohlendioxidkonzentration kennzeichnend, die zehnmal so hoch ist, als in der freien Atmosphäre. Aus der *Tabelle 2*. kann eine gewisse Schichtung in der CO_2 -Konzentration festgestellt werden. Über der Wasseroberfläche sind hohe Werte zu finden. Der geringste Wert wurde in der Nähe der Decke gemessen.

Tabelle 2.

Konzentration des Kohlendioxidgases (Vol. %₁₀₀) in verschiedenen Höhenlagen (am Liegeplatz)

Höhlenlage in m über der Oberfläche	Kohlendioxidkonzentration Vol. % ₁₀₀
0	3,8
1	3,5
2	3,5
3	2,7
4	2,5
5	2,5

Die Kohlendioxidkonzentration weist nur eine geringe saisonale Schwankung auf.

b) Durchschnittswerte für Staub und Kohlendioxid im Winter und im Sommer.

Vergleicht man die Angaben der *Tabelle 3*. mit dem Höhlengrundriss, so kann man feststellen, dass die Staubmenge von der Aussenwelt in wachsendem Abstand im allgemeinen abnimmt, während die CO_2 -Konzentration im allgemeinen zunimmt.

Die Abnahme der Staubkerne ist in der fremdenverkehrsfreien Periode vollkommen eindeutig. Man kann ferner sehen, dass die Verunreinigung mit Staub — aufgrund der zwei jährigen Durchschnittswerte — unter Wirkung des Fremdenverkehrs an jeden Messstellen zunahm. Die Luft der *Krankenhaus*-Höhle ist hinsichtlich des Staubs rein, ihr CO_2 -Gehalt ist im Gegensatz zu dem der *Tavasbarlang* gering.

Tabelle 3.
Ergebnisse der Luftanalysen in der Tavasbarlang von Tapolca
(OKI, 1966 – 1968)

Untersuchungsort	Staubkern/ml		Kohlendioxid Vol.‰ _{an}	
	Fremdenverkehr	ohne Fremdenverkehr	Fremdenverkehr	ohne Fremdenverkehr
<i>Tavasbarlang</i>				
1. Hafen	220	96	2,1	1,2
2. Neuer Liegeplatz	192	72	2,2	2,5
3. Biegung	193	55	2,0	2,3
4. Liegeplatz	48	32	4,3	4,2
5. Sigma	75	26	—	—
6. Batsányi-Gang v.	450	218	—	1,0
7. Batsányi-Gang h.	380	180	—	0,8
8. Trockener Seitengang vorne	—	31	—	—
9. Trockener Seitengang Mitte	—	32	—	3,5
10. Trockener Seitengang Ende	—	15	—	—
<i>Krankenhaus-Höhle</i>				
11. vorne	36	—	0,4	—
12. hinten	46	—	0,5	—
<i>Im Freien</i>				
13. Krankenhaus-Garten	180	—	0,3	—
14. Hauptplatz	375	—	0,4	—
15. Am Höhleneingang	192	—	0,3	—

Den Durchschnitt sämtlicher Messungen genommen, beträgt *die Menge des Schwebestaubes*:

in der *Tavasbarlang*:

in der Saison ohne Fremdenverkehr 76 K/ml
zur Zeit des Fremdenverkehrs 223 K/ml

in der *Krankenhaus-Höhle* 41 K/ml
in der Luft des Stadt *Tapolca* 249 K/ml

Durchschnittswerte bezüglich des Kohlendioxid:

in der *Tavasbarlang* ohne Fremdenverkehr 2,2 Vol. ‰₀₀
zur Zeit des Fremdenverkehrs 2,7 Vol. ‰₀₀

in der *Krankenhaus-Höhle* 0,45 Vol. ‰₀₀
im Freien 0,33 Vol. ‰₀₀

Für die Verteilung nach Grössenordnung der Staubbelastung ist es kennzeichnend, dass die Kerne über zehn Mikron sehr selten sind, Kerne unter 5 Mikron kommen mit einer Häufigkeit von 93–100% vor.

Die Zahl der Mikroorganismen in der Höhlenluft, gemessen mit einem Spalten-Probenentnahmegesetz, beträgt

auf *Agar-Agar* Platte 300 Keime/m³
auf *bluthaltigem Agar* Platte 310 Keime/m³

Die Messung erfolgte in der Sommersaison nach dem Aufenthalt in der Höhle von 40 Besuchern.

Mit der K o c h'schen Sedimentationsmethode haben wir vergleichende Messungen auf *Agar-Agar* Platte durchgeführt.

Im Falle von 40 Besuchern	16 Keime/Stunde
Im Falle von 1000 Besuchern	56 Keime/Stunde

Hier bemerken wir, dass die Höhle im Sommer 1968 zur Zeit des maximalen Fremdenverkehrs täglich von etwa 4000 Besuchern besichtigt wurde.

b) Tagesgang des Mikroklimas und der Verunreinigung

Im August 1968 und im Januar 1969 haben wir fortlaufende Messreihen zum Zweck der Untersuchung der Klima-Kennwerte und des Tagesganges der Verunreinigung unternommen. Am Untersuchungstag im Sommer kamen ungefähr 1000 Besucher in die Höhle, zur Messungszeit im Winter hingegen etwa 30 Personen. Die Messungen wurden an drei kennzeichnenden Stellen der Höhle und im Freien durchgeführt. Die erste Messung erfolgte um 8 Uhr vor dem Beginn des täglichen Fremdenverkehrs, die letzte nach dem Schluss, um 18 bzw. um 20 Uhr.

*Tabelle 4.
Gestaltung des Klimas und der Luftverunreinigung
an verschiedenen Punkten der Höhle*

Untersuchung	Hafen	Neuer Liegeplatz	Liegeplatz	Im Freien	Bemerkung
Staub Kerne/ml	82	59	45	190	Untersuchungen im Sommer, etwa 1000 Besucher in der Höhle
Keimzahl	56	57	67	60	
CO ₂ Vol. ‰	2,7	2,5	3,0	0,3	
Temperatur °C	19,6	19,1	18,8	23,5	
Rel. Feuchtegehalt %	97	99	98	70	Im Winter etwa 30 Besucher
Staub Kerne/ml	73	45	12	140	
CO ₂ Vol. ‰	1,0	1,0	4,0	0,3	
Temperatur °C	15,5	18,4	18,7	1,4	
Rel. Feuchtegehalt %	94	97	98	97	

Wie es aus der *Tabelle 4.* hervorgeht, nimmt die Temperatur im Sommer nach dem Höhleninnern hin ab, im Winter zu. Zwischen der winterlichen und sommerlichen Temperatur des Liegeplatzes gibt es insgesamt nur 0,1 °C Unterschied, aber auch die Temperatur des neuen Liegeplatzes verändert sich kaum: die Schwankung beträgt 0,7 °C. Die Werte der relativen Feuchtigkeit zeigen keine wesentliche Veränderung an, im Innern der Höhle bewegen sie sich zwischen 97 und 99%.

Die Zahl der Schwebstaubkerne nimmt nach dem Innern hin im Winter und im Sommer gleichfalls ab. Im Winter ist die Abnahme steiler, die am Liegeplatz gemessene Kernezahl macht 16% der am Hafen gemessenen Menge aus, im Sommer dagegen 55%. Der Staubgehalt der Stadtluft ist in beiden Fällen wesentlich grösser, mehrmals so viel, als in der Höhle.

Die Kohlendioxidkonzentration ist im Sommer ausgeglichener zwischen den einzelnen Teilen der Höhle, als im Winter. Die Ursache liegt offensichtlich in der durch den Fremdenverkehr gesteigerten Luftbewegung. Der am Hafen gemessene Wert ist höher, als es im Winter war, hier halten sich die Besuchergruppen dauernd auf.

Im folgenden ermitteln wir die Ergebnisse der in verschiedenen Zeitpunkten durchgeführten Messungen.

Tabelle 5.

Tagesgang der Luftverunreinigung und des Höhlenklimas

Untersuchung	Zeit der Probenentnahme: Stunde						Bemerkung
	8	10	12	14	16	18	
Staub K/ml	41	37	57	66	74	101	Untersuchungen im Sommer etwa 1000 Besucher in der Höhle
Keimzahl	44	31	52	100	82	76	
CO ₂ Vol. ‰	1,5	—	2,7	—	4,0	—	
Temperatur °C	18,8	—	19,3	—	19,5	—	
Relativer Feuchtegehalt %	99	—	98	—	97	—	
	8	10	12	14	16	20	
Staub K/ml	42	41	44	48	43	—	Untersuchungen im Winter, etwa 30 Besucher
CO ₂ Vol. ‰	—	2,2	3,5	2,0	—	—	
Temperatur °C	17,9	17,8	18,1	18,8	—	18,8	
Relativer Feuchtegehalt %	95	98	98	98	—	97	

Die Messung im Winter, frei vom Fremdenverkehr, als den „natürlichen Zustand“ in erster Linie behandelt, erfahren Wir, dass sich die Temperatur und der Feuchtegehalt im Laufe des Tages ein wenig erhöhte: 0,9 °C, bzw. maximal 30% (siehe *Tabelle 5.*). Die Zahl der Staubkerne zeigte sich sehr stabil. Die CO₂-Menge zeigt Maximum im Mittag. Die Angaben des Winters sind im allgemeinen ausgeglichen und weisen eine geringe Streuung auf.

Die Untersuchung im Sommer gibt ein abwechslungsreicheres Bild in bezug auf die Verunreinigung. Die Temperatur zeigt eine geringe Erhöhung (0,7 °C), der Feuchtegehalt ein schwaches Absinken (2%) (siehe *Tabelle 5.*).

Die Zahl der Staubkerne nahm im Laufe des Tages fortlaufend zu, bis 18 Uhr erreichte sie zwei ein halbmal so viel Wert als am Morgen. Auch die Keimzahl nahm fortlaufend zu, erreichte aber ihr Maximum im Mittag, gleichfalls mit einem zwei ein halbmal höheren Wert als am Morgen.

Die Kohlendioxidkonzentration zeigt auch eine stark zunehmende Tendenz, obwohl sie durchschnittlich und im absoluten Wert von den winterlichen Konzentrationen nicht viel abweicht.

Bei der Untersuchung der Staubkerne nach der Grössenordnung fanden wir von den Kernen

95,5%	unter 5 Mikron
4,5%	zwischen 5—10 Mikron
0,0%	über 10 Mikron

Die Proportion der Grobfraktion nahm im Laufe des Tages ein wenig zu.

d) Spurelementenuntersuchung des Wasserdampfkondensats

Der Gehalt an gelösten Stoffen der den therapeutischen Zwecken dienenden Höhlen kann eine grosse Bedeutung für die Heilwirkung besitzen. Deshalb soll über diese Untersuchungen — auch von methodischem Gesichtspunkt aus — eingehender berichtet werden.

Emissionsspektrographie

Die gebrauchte Apparatur:
Spektrograph, Erzeugnis ISP,
Mikroprojektor,
Densitometer Typ UM-II.

Die Eichung der Petrographskala erfolgte durch Eisen, und die regelmässige Kontrolle der Eichung durch die Linie der Wellenlänge von 3100 Å des *Fe*.

Die Elektrodenkohle ist *Ringdorff*-Erzeugnis, Bogenentladung 5 Amp. Strom, bei 10 Mikron Spalt.

Von den in der Höhle von *Tapolca* entnommenen (insgesamt 24) Wasserdampfproben wurden Aufnahmen auf *Gaevent Scientia UV hart* Platte gemacht. Der gebrauchte Entwickler war *ORWO N-105*. Expositionsdauer 10 sec. Etalon-Aufnahmen: p.a. *Ca* Metall, p.a. *MgSO₄* und p.a. *MgCO₃*. Die Kontrollaufnahmen wurden mit der als Elektrodenmaterial gebrauchten *Ringdorff*-Kohle, mit dem auf Kohle eingedampften destillierten Wasser durchgeführt.

Qualitative Ergebnisse: Sämtliche Proben von *Tapolca* haben *Ca* und *Mg* Linien aufgewiesen (*Ca*: 3518,9, 3179,5 und 3933,7 Å ferner 2802,0 Å).

Auch die als Elektrodenmaterial gebrauchte Kohle enthält *Ca*-Verschmutzung. Das zeigte sich nur auf 3968,5 und 3933,7 Å Wellenlänge. Diese Linien waren viel schwächer, als die gleichen Linien der aus der Höhle entnommenen Proben. In den Kohleelektroden konnten Linien mit 3158,9 und 3179,3 Å Wellenlänge durchaus nicht nachgewiesen werden, die *Mg* Linie mit 2802,0 Å Wellenlänge war nämlich auch nicht nachweisbar. Deshalb haben wir zur Analyse diese Linien verwendet. Im verwendeten destillierten Wasser konnten keine *Ca*- und *Mg*-Linien nachgewiesen werden.

Quantitative Ergebnisse: die zur quantitativen Bestimmung verwendeten Linien sind bei *Ca* 3158,9 und 3179,3 Å, bei *Mg* 2802,0 Å. Die bemessenen Mengen der verbrauchten Etalon-Stoffe sind im Laufe der Versuche vollkommen verbrannt, ebenso wie die Stoffe der aus der Höhle gewonnenen Proben.

Die Densitometrierung der Photoplatten erfolgte im linearen Abschnitt der *HB*-Kurve. Nach den Versuchen konnte diese angegebene Brennintensität (bei Anwendung von Bogen, 5 Amp. und 1 Mikron Spalt) bei 10 sec Exposition erreicht werden. Zum Vergleich dienten graphisch integrierte Densitätskurven. In der Kenntnis der verbrannten Mengen und die integrierten Densitätswerte der Etalonstoffe für 100 genommen, erhielten wir die folgenden Werte:

0,30 mg *Ca*⁺⁺ pro 1 cm³ Wasserdampf
0,02 mg *Mg*⁺⁺ pro 1 cm³ Wasserdampf.

Elektrodiffraktionsuntersuchungen

Die Spektrographenuntersuchung kann die Kationen nachweisen, aber nicht die Verbindung, deren einen Teil das Kation bildet. Im Falle von kristallinem Material

kann die gesuchte Verbindung durch *Röntgen-* bzw. *Elektron*diffraktion bestimmt werden. Die *Röntgen*diffraktion ist genauer, aber im Falle von Substanzen in Mikromenge nicht verwendbar. Die Grundlage der Bestimmung bildet die Tatsache, dass die *Röntgen-* bzw. *Elektron*strahlen an kristallinen Substanzen Beugung erleiden. Die Beugung wird durch die voneinander im Abstand d befindlichen kristallographischen (Netz-) Ebenen zustande gebracht. Der Beugungswinkel (θ , der Zusammenhang zwischen d und der Wellenlänge der *Röntgen-* bzw. *Elektron*strahlen: $\lambda = 2 \cdot d \cdot \sin \theta$ ist bekannt, θ ist messbar, davon kann d errechnet werden, d ist auch für die einzelnen kristallinen Substanze, Salze ein kennzeichnender Wert. Die d -Werte der einzelnen Stoffe wurden in Tabellen dargestellt, so kann das untersuchte Material aufgrund des Vergleichs der gemessenen d -Werte mit den Tabellenwerten (auch die Densitätswerte der gemessenen Werts berücksichtigt) analysiert werden.

Die Untersuchungen haben wir mit einer *elektron*optischen Apparatur, Erzeugnis Zeiss EF-4, 50 kV Beschleunigungsspannung auf *Gaevert Scientia Elektronplatte* bei 1 sec Expositionszeit nach der Diffraktionsmethode auf gewählter Fläche durchgeführt. Für Bestimmung der Konstanten des Apparats haben wir *Ag* verwendet.

Ergebnisse:

Der gemessene d -Wert: 3,395 Å, bzw. 2,79 Å

Nach den ASTM-Tabellen ist die Reflexion /111/ grösster

Intensität /100/ des CaCO_3 : $d = 3,396 \text{ \AA}$

Die Reflexion grösster Intensität /104/ des MgCO_3 : $d = 2,742 \text{ \AA}$

Die Werte der *ASTM*-Tabellen stimmen binnen der Fehlergrenze mit den Versuchswerten wohl überein. Da die Proben nach den spektrographischen Ergebnissen Ca^{++} und Mg^{++} enthalten, können aus dem Wasserdampf der Höhle von *Tapolca*

CaCO_3 und MgCO_3

nachgewiesen werden.

Wie bekannt, sind CaCO_3 und MgCO_3 beinahe wasserunlöslich, dagegen lösen sie sich in kohlenensäurehaltigem Wasser. Im Wasser sind sie in Form von $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ anwesend und ergeben die wechselhafte Härte des Wassers. Das pH des Wasserdampfes der Höhle von *Tapolca* ist sauer (4,5), was mit der in der Höhle vorhandenen CO_2 -Tension zusammenhängt. Der Hydrogenkarbonatgehalt des Wasserdampfes fällt im Laufe der Entweichung des Kohlendioxids und der Verdunstung der Lösung als Karbonat aus. Das wurde durch die *Elektron*diffraktionsuntersuchung ermittelt.

Der Gehalt an *Ca* und *Mg* Ionen der von uns untersuchten Höhlenluft ist höher, als die in der Fachliteratur bisher erwähnten gleichen Werte.

In der Höhle von *Tapolca* gibt es kein tropfendes Wasser, was nach den bisherigen Voraussetzungen für die Hauptursache des *Ca*- und *Mg*-Gehaltes des Wasserdampfkondensats gelten könnte.

Unserer Meinung nach gelangt der Gehalt an *Kalzium* und *Magnesium* des in der Höhlenluft anwesenden *Aerosols* in die Kondensate. Im Zusammenhang damit möchten wir betonen, dass das Grundgestein der Höhle von *Tapolca* *sarmatischer Kalkstein* ist, der viel viel leichter verwittert, als der die bisher untersuchten Höhlen bildende, härtere, *triassische Kalkstein*. Vermutlich trägt dabei auch noch der höhere Kohlendioxidgehalt der Luft zur Anreicherung des *Ca* und *Mg* im *Aerosol* bei.

Zusammenfassung

Zusammenfassend kann man in bezug auf die *Tavasbarlang* (Seehöhle) von *Tapolca* feststellen, dass die Höhle über sehr günstige natürliche Bedingungen verfügt. Der niedrige absolute Feuchtigkeitsgehalt der Luft, der hohe relative Gehalt an Wasserdampf, der sehr hohe *Ca*-Gehalt des Wasserdampfkondensats, die sich im niedrigen Kerngehalt äussernde Reinheit der Luft die Temperaturverhältnisse machen sie sehr geeignet, um darin therapeutische Versuche, bezüglich der Erkrankung der Atmungsorgane durchzuführen. Es muss aber auch berücksichtigt werden, dass der grosse Fremdenverkehr in der Sommersaison die günstigen natürlichen Bedingungen in erheblichem Masse beschränkt. Deshalb soll der Ort der therapeutischen Versuche so gewählt und zu diesem Zweck sollen solche Verhältnisse gesichert werden, dass die durch den Fremdenverkehr verursachten negativen Faktoren nicht zur Geltung kommen können.

Als Ergänzung können wir noch erwähnen, dass das Ministerium für Gesundheitswesen aufgrund der unternommenen Untersuchungen die in der Höhle durchzuführenden Heilkuren genehmigte. Bis August 1972 wurden 240 an *Asthma* und *Bronchitis* leidende Kranken in der Höhle behandelt. Die Kranken hielten sich 4–5 Stunden lang in der Höhle auf, die zur Zeit der Versuche auch zu Fremdenverkehrszwecken diente, die Behandlungen wurden also nicht unter den günstigen Verhältnissen durchgeführt.

Nach dem Bericht des behandelnden Arztes, Dr. József Somogyi, sind 117 Kranken Klage- und symptomfrei geworden, der Zustand von 75 Kranken hat sich gebessert, für 28 Personen ist weiteres Arzneinehmen verordnet und bei 20 Personen musste die Behandlung wegen kardialer Ungenügsamkeit eingestellt werden.

Aufgrund der günstigen Ergebnisse wurde es beschlossen, für die Zwecke der weiteren Behandlungen einen Teil des Höhlensystems vor dem Fremdenverkehr abzuschliessen und den Abstieg durch Fahrstuhl zu sichern.

LEVEGŐHIGIÉNÉS VIZSGÁLATOK A TAPOLCAI TAVASBARLANGBAN

KESSLER H. – MÓRIK J. – MORLIN Z. – VÁRKONYI T.

Összefoglalás

A szerzők ismertetik azokat a klímavizsgálatokat, melyeket az Országos Egészségügyi Intézet megbízásából a tapolcai *Tavasbarlangban* végeztek. A vizsgálatok célja az volt, hogy megállapítsák, a barlang klimatikus viszonyai alkalmasak-e szpeleoterápiai kezelések céljaira?

A vizsgálatok kiterjedtek a klímaelemek, az aerosol, a széndioxid rendszeres mérésére, továbbá a mikroorganizmusok vizsgálatára, a levegőkondenzátum iontartalmának és a barlangi víz radontartalmának mérésére. Tekintettel arra, hogy a barlangot — mint idegenforgalmi látványosságot — naponta néha 4000 látogató is felkeresi, a vizsgálatokat a látogatószezonzban és a téli idényben is végezték az összehasonlítás kedvéért. Összesen 15 helyen végezték a méréseket. Legjellemzőbb a barlangi levegő rendkívüli tisztasága, pormentessége. Míg a szabadban szélső esetben 375 porszemet mértek, a barlang nem látogatott részében csak 15 porszemet mutattak ki egy ml. levegőben. A betegek légzési volumenét kedvezően befolyásoló széndioxidtartalom 4,3 és 0,3 térfogat-százalék között váltakozott a különböző helyeken és a víztükörtől való magasságtól

függően. A csíratartalmat kedvezőtlenül befolyásolja a barlangi látogatók nagy száma. A levegőhőmérséklet $18 - 19^{\circ}\text{C}$, a relatív nedvesség 98%. A porszemcsék nagyságrendi megoszlására jellemző, hogy 95,5% 5 mikron alatti. A levegő párakondenzátumában magas a gyógyhatás szempontjából kedvező kalcium és magnézium-ionok száma.

Végeredményben megállapítható, hogy a levegő magas rel. páratartalma, az alacsony abszolút nedvességtartalom a levegő alacsony magtartalmában megnyilvánuló tisztasága és a hőmérsékleti viszonyok nagyon alkalmassá teszik a barlangot arra, hogy benne légzőszervi betegekkel kapcsolatos terápiás kísérleteket végezzenek.

A betegeken végzett kísérletek igazolták fenti megállapítást, mert a kezelt 240 személy között 80%-nál tünet- és panaszmentességet, illetve javulást állapítottak meg. Ennek alapján tervezik a barlang egyik részének gyógyászati célokra történő korszerű kiépítését.

AIR-HYGIENIC INVESTIGATIONS IN THE TAVASBARLANG OF TAPOLCA

by

H. KESSLER — J. MÓRIK — Z. MORLIN — T. VÁRKONYI

Summary

The climatic investigations performed on the behalf of the commission of the National Health Institute in the *Tavascave of Tapolca* are discussed. The aim of the investigations was to determine whether the climatic conditions of the cave are suitable for speleotherapeutical treatments or not.

The investigations included the measurement of climatic elements, that of *aerosol* and CO_2 , further the examination of microorganisms and the regular measurement of the ion-content of air condensate and radoncontent of cave water. Regarding the fact that more than 4.000 visitors enter the cave every day, the investigations were performed both in high season and in winter period, in order to have certain comparison. Measurements were performed at 15 places. The extreme clearness and dustlessness of cave air are most conspicuous. Outside the cave the extreme counted quantity of dust grains was 375, in the non-visited part of the cave only 15 grains per one ml air could be counted. Depending on the places and distances from the water surface the CO_2 content influencing favourably the breath volume of patients changed between 4.3 and 0.3 volume per cent. The great number of visitors influences unfavourably the bacterial content. The temperature of the air is 18 to 19°C , the relative moisture is 98 per cent. It is characteristic of the grainsize distribution of the dust particles that 95.5 per cent are below 5 microns. The number of *Ca*- and *Mg*-ions, favourable from the point of view of healing power, is high in the vapor condensate.

As a final consequence it can be stated that the high relative humidity of the air, the low relative absolute moisture and clearness manifested by the low bacterial content as well as the temperature conditions make the cave suitable for therapeutical treatments of persons suffering in respiratory diseases.

Experiments on patients did prove the afore-mentioned statement, because 80 per cent of the 240 patients treated showed symptomlessness, resp. convalescency. On this basis a part of the cave is to be improved and equipped for up-to-date medical purposes in the near future.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИГИЕНИ ВОЗДУХА ОЗЁРНОЙ ПЕЩЕРЫ

Г. ТАПОЛЦА.

Х. КЕССЛЕР—Й. МОРИК—З. МОРЛИН—Т. ВАРКОНИ

Резюме

Авторами описываются результаты исследований по климату озёрной пещеры г. Таполца, проведенных по поручению Государственного Института Здравоохранения. Исследования предпринимались для того, чтобы определить приспособленность климатических условий пещеры с целью спелеотерапевтического лечения.

Во время исследования систематически измерились климатические элементы, изменения концентрации аэрозоля и двуокиси углерода, и изучали микроорганизмы, количество ионов конденсации воздуха и содержание радона в пещерной воде. Так как в пещере — как в туристической достопримечательности — ежедневно иногда пребывает около 4000 посетителей, исследование было проведено и в туристическом и зимнем с целью сравнения. Меры были проведены на 15 местах. Самой характерной оказалась чрезвычайная чистота и пылеупорность пещерного воздуха. В то время, как не открытом воздухе было найдено 375 пылонок, в не послонных частях пещеры обнаружили 15 пылёнок по cm^3 воздуха. Содержание двуокиси углерода, которое влияет благоприятно на воздушной воулмену больных, изменилось между 4,3 и 0,3 обк. % в разных местах, в зависимости от высоты над водяном зерколом. Стерильность влияетя невыгодно большим количеством посетотелей пещеры. Температура воздуха 18—19 $^{\circ}\text{C}$, релативная влажность воздуха 98%. Характерно для градиации по размеру пылинки, что размер 95,5% пылинки меньше 5 μ . В паровом кондензате воздуха имеетя высокая числа благоприятных с точки зрения целебности *K* и *Mg* ионов.

В конце концов можно установить, чтовысокое релативное содержание пар, низкое абсолютное содержание влажности и чистота воздуха и условия температуры приспособят пещеру, чтобы в ней производить терапевтические опыты, связанные болезнями дыхательных орган.

Проведенные над больным опыты подвердили вышеупомянутое установление, потому-что среди 240 пользованых больных у 80% не было никаких симптомов или залобы, т.е., установили улучшение. На основе этих результатов планируетя современная служащая терапию постройка одной части пещеры.

AEROHIGIENAJ ESPLOROJ EN LA TAVAS-BARLANG EN TAPOLCA

H. KESSLER—J. MÓRIK—Z. MORLIN—Z. VÁRKONYI

Resumo

La aŭtoroj konigas pri la klimataj esploroj, kiujn ili faris en la *Tavas-barlang* (Laga groto) komisie de la Landa Higiena Instituto. La observoj celis konstanti, ĉu la klimataj kondiĉoj en la grotto estas konvenaj por la speleoterapio, aŭ ne.

La observoj enhavis la regulajn mezuradojn de la klimataj elementoj, aerosolo kaj CO_2 , krome la observojn pri la mikroorganizmoj, kaj la mezuron de la ionenhavo en la klaera kondenzajo, fine la mezuron de la radonenhavo en la grotta akvo. Konsidere, ke la

groto — kiel fremdultrafika interesajo — estas vizitita eĉ per 4000 personoj dum tage, ili faris komparajn observojn dum la fremdultrafika sezono, kaj vintre ankaŭ. Ili mezuris en 15 lokoj. La ĉefa karakterizaĵo estis la nekutima pureco, la senpolveco de la grota aero. En unu ml-o de la surtera aero ili trovis maksimume 357 polvojn, sed en la nevizitita parto de la groto nur 15-n. La CO₂-enhavo, kiu favore influas la spirvolumenon, ŝanĝiĝis de 0,3 gis 4,3 vol. proc. en la malsamaj lokoj, kaj laŭ la alteco super la akvoni-velo. La mikroorganizmoenhavon malfavore influas la granda nombro de la vizitantoj. La temperaturo de la groto estas 18°–19° C, la relativa humideco 98%. La dimensiojn de la polvoj karakterizas, ke 95,5% el ili estas mapli granda ol 5 mikrometroj. En la kondensita vaporo troviĝas multe de kalciaj kaj magnesiaj jonoj, kiuj estas oportunaj por la terapie efiko.

Fine estas konstatebla, ke la granda relativa kaj malgranda absoluta humideco kaj la pureco de la aero, maifestade en la malgranda polvoenhavo, kaj la temperaturo forte oportunigis la groton, fari en ĝi terpiajn eksperimentojn pri la spiroorganaj malsanuloj.

La eksperimentoj per la malsanuloj konfirmis tiun konstataĵon, ĉar el 240 kuracitaj personoj ce 80% ili observis sensimptomigecon kaj senplendecon, eĉ plibonigon. Sur baze de tiuj observoj ili projektas la modernan prikonstruon de la parto de la groto por la terapio.

BIBLIOGRAPHIA SPELAEOLOGICA HUNGARICA
ADDENDA ET CORRIGENDA*
1691—1943

Összeállította

BERTALAN K.—SCHÖNVISZKY L.

AZ ÁTNÉZETT FOLYÓIRATOK RÖVIDÍTÉSE
DIE ABKÜRZUNGEN DER DURCHGESEHENEN ZEITSCHRIFTEN

Acta Biol.	Acta Biologica, Szeged
Acta Sci. Math. et Nat. Univ. Franc.-Jos.	Acta Scientiarum Mathematicarum et Naturalium. Universitas Francisco-Josephina, Kolozsvár
Állatt. Közlem.	Állattani Közlemények, Bp.
Ann. Hist. Nat. Mus. Nat. Hung.	Annales Historici Naturalis Musei Nationalis Hungarici, Bp.
Archaeol. Hung.	Archaeologica Hungarica, Bp.
Archaeol. Ért.	Archaeológiai Értesítő, Bp.
Balaton	Balaton, Balatonfüred
Balatoni Kurir	Balatoni Kurir, Keszthely
Balatoni Szle.	Balatoni Szemle, Bp.
Bány. és Koh. L.	Bányászati és Kohászati Lapok, Bp.
Bánya- Kohómérn. Oszt. Közlem.	A Bánya- és Kohómérnöki Osztály Közleményei, Sopron.
Barlangkut. — Höhlenf.	Barlangkutatás — Höhlenforschung, Bp.
Barlangvil.	Barlangvilág, Bp.
Beszámoló a Vitaülésekről	Beszámoló a m. kir. Földtani Intézet Vitaüléseinek munkálatairól. A m. kir. Földtani Intézet... évi jelentésének függeléke
Botan. Közlem.	Botanikai Közlemények, Bp.
Budai Krónika	Budai Krónika, Bp.
Budapester Rundschau	Budapester Rundschau, Bp.
Búvár	Búvár, Bp.
Debreceni Szle	Debreceni Szemle, Debrecen
Dolg. F.J. Tudegy. Arch. Int.	Dolgozatok a m. kir. Ferenc József Tudomány- egyetem Archaeológiai Intézetéből, Szeged
Dunántúli Szle	Dunántúli Szemle, Szombathely
Erdély	Erdély, Cluj [Kolozsvár]
Erdélyi Múzeum	Erdélyi Múzeum, Cluj [Kolozsvár]

* Kiegészítések és helyesbítések
Ergänzungen und Korrekturen

- Erdészeti L.
 Ethnographia — Népelet
 Fol. Archaeol.
 Fol. Zool. et Hydrobiol.
 Földgömb
 Fragmenta Faunistica Hung.
 Földr. Közlem.
 Földr. Zsebkönyv
 Földt. Ért. U. F.
 Földt. Közl.
 Földt. Int. Évk.
 Földt. Int. Évi Jel.
 Földt. Szle.
 Geol. Hung.
 Hidr. Közl.
 Hungaria Magazin
 Időjárás
 Ifj. és Élet
 Krásy Slovenska

 Magy. Biol. Kutatóint. Munk.
 Magy. Földr. Évk.
 Magy. Si és Turistaélet
 Magy. Tur. Élet
 MTSz. Hiv. Ért.
 Mat. Termtud. Étr.
 Mecsek Egyesület Évk.
 Mitt. ü. Höhlen- u. Karstf.

 Múzeumi Füzetek
 Művelődés
 Nagy Budapest
 Országjárás
 Pannónia
 Pásztortűz
 Petermanns Mitt.

 Quartär
 Sí és Hegymászóspport
 Soproni Szle
 Székelység
 Tapolca és Vid.
 Térk. Közl.
 Termbarát
 Természet
 Termtud. Közl.
 Termtud. Közl. Pótfüz.
 Tisia
- Erdészeti Lapok, Bp.
 Ethnographia — Népelet, Bp.
 Folia Archaeologica, Bp.
 Folia Zoologica et Hydrobiologica, Riga
 A Földgömb, Bp.
 Fragmenta Faunistica Hungarica, Bp.
 Földrajzi Közlemények, Bp.
 Földrajzi Zsebkönyv, Bp.
 Földtani Értesítő, Új Folyam, Bp.
 Földtani Közlöny, Bp.
 A Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve, Bp.
 A Magyar Királyi Földtani Intézet Évi Jelentése, Bp.
 Földtani Szemle Bp.
 Geologia Hungarica, Bp.
 Hidrológiai Közlöny, Bp.
 Hungaria Magazin, Bp.
 Az időjárás, Bp.
 Ifjúság és Élet, Bp.
 Krásy Slovenska, Liptovsky Mikulás
 [Liptószentmiklós]
 A Magyar Biológiai Kutató Intézet Munkái, Tihany
 Magyar Földrajzi Évkönyv, Bp.
 Magyar Si- és Turistaélet, Bp.
 Magyar Turista Élet, Bp.
 A Magyar Turista Szövetség Hivatalos Értesítője, Bp.
 Matematikai és Természettudományi Értesítő, Bp.
 Mecsek Egyesület Évkönyve, Pécs
 Mittelungen über Höhlen- und Karstforschung,
 Berlin
 Múzeumi Füzetek, Kolozsvár
 Művelődés, Bp.
 Nagy Budapest, Bp.
 Országjárás, Bp.
 Pannónia, Pécs
 Pásztortűz, Cluj [Kolozsvár]
 Dr. A. Petermanns Mitteilungen aus Justus Perthes'
 Geographischer Anstalt, Gotha
 Quartär, Berlin, Freiberg im Breisgau
 Sí- és Hegymászóspport, Bp.
 Soproni Szemle, Sopron
 Székelység, Oderheiu [Székelyudvarhely]
 Tapolca és Vidéke, Tapolca
 Térképészeti Közlöny, Bp.
 Természetbarát, Bp.
 A Természet, Bp.
 Természettudományi Közlöny, Bp.
 Pótfüzetek a Természettudományi Közlönyhöz, Bp.
 Tisia. A debreceni Tisza István Tudományos Társaság III. (mat.- termtud.) osztályának közleményei,
 Debrecen

Turista Ért.
Turist. L.
Ungarn
Vasárnapi Könyv
Zoologischer Anzeiger

Turista Értesítő, Bp.
Turisták Lapja, Bp.
Ungarn, Bp.-Leipzig
Vasárnapi Könyv, Bp.
Zoologischer Anzeiger, Leipzig

RÖVIDÍTÉSEK – ABKÜRZUNGEN

Abb.	=	Abbildung(en) – ábra(ák)
Abh.	=	Abhandlung(en) – értekezés(ek)
Abt.	=	Abteilung – rész
Áll.	=	Állami – staatlich
Bd.	=	Band – kötet
Bearb.	=	Bearbeiter, bearbeitete – átdolgozó, átdolgozta
Beil.	=	Beilage – melléklet
Bespr.	=	Besprechung – ismertetés
bg.	=	barlang – Höhle
Bibliogr.	=	Bibliographie – bibliográfia
Bp.	=	Budapest
ç.	=	çislo – szám – Nummer
diss.	=	disszertáció – Dissertation
egyet.	=	egyetem – Universität
ELTE	=	Eötvös Lóránd Tudományegyetem
engl.	=	english – angolul
évf.	=	évfolyam – Jahrgang
F. I.	=	Földtani Intézet – Geologischer Institut
Fig.	=	Figur – ábra (rajzos)
függ.	=	függelék – Anhang
f.	=	für
fr.	=	francais – francia
H.	=	Heft – füzet
Hírl.	=	Hírlap – Zeitung
Inst.	=	Institut – Intézet
Int.	=	Intézet – Institut
ism.	=	ismertetés – Besprechung
Jg.	=	Jahrgang – évfolyam
jkv.	=	jegyzőkönyv – Protokoll
jun.	=	junior – ifjabb
kiad.	=	kiadás(a) – Ausgabe
kiv.	=	kivonat – Auszug
köt.	=	kötet – Band
ld.	=	lásd – siehe
m.	=	magyar – ungarisch
magy.	=	magyar – ungarisch
mell.	=	melléklet – Beilage
MNM	=	Magyar Nemzeti Múzeum – Ungarische Nationalmuseum
Munk.	=	munkálatai – Arbeiten
műmell.	=	műmelléklet – Kunstbeilage
N.S.	=	Neue Serie – Új sorozat

No.	=	Nummer – szám
n. v.	=	non vidi – nem láttam – nicht gesehen
ny.	=	nyomda – Druck
orsz.	=	országos – staatliche
oszt.	=	osztály – Klasse
összeáll.	=	összeállította – zusammengestellt von . . .
p.	=	pagina – lap – Seite
P.	=	pars – rész – Teil
R.	=	Reihe – sorozat
Roç.	=	Roçnik – évfolyam – Jahrgang
sep.	=	separatum – különlenyomat – Sonderabdruck
Ser.	=	Serie – sorozat
sv.	=	svazek – kötet – Band
sz.	=	szám – Nummer
szerk.	=	szerkesztette, szerkesztő – redigierte, Redakteur
t.	=	tabula – tábla – Tafel
társ.	=	társulat – Gesellschaft
térk.	=	térkép – Karte
térkv.	=	térképvázlat – Kartenskize
tom.	=	tomus – kötet – Band
U.F.	=	új folyam – neue Serie
u.	=	und – és
Vol.	=	volumen – kötet – Band

JELMAGYARÁZAT – ZEICHENERKLÄRUNG

– –	Utalás a szerzőkre	Verweisung an die Verfasser
=	Periodikák címkezdete	Anfang der Titeln der Periodica
[]	Címkiegészítés, egyéb megjegyzések	Ergänzung der Titeln und andere Anmerkungen
[!]	Sajtóhiba, így van az eredetiben is	Druckfehler, so steht es auch im Original
[?]	Bizonytalan adat	Unsicher
***	Névtelenül megjelent cikkek kezdete	Anfang der anonymen Arbeiten
≈	Azonos tárgyú cikk szövegváltozattal	Artikel von gleichen Thema, mit Textvariante

ADDENDA

1691.

1. SZENTIVÁNYI MÁRTON: *Curiosiora et selectiora variarum scientiarum miscellanea. Decadis secundae pars prima. Tyrnaviae [Nagyszombat], 1691.*
II. *De Antris, Speluncis, Cavernis, ac voraginibus seu Hiatis terrae.* p. 66–75.

1723.

1. [BRÜCKMANN, FRIDR ERNEST]: *Von dem Belgrader- Drachen in Ungarn. = Sammlung von Natur u. Medicin – wie auch hierzu gehörigen Kunst– u. Literaturgeschichten, Winter Quartal, 1723.* p. 509. Leipzig–Budissin 1723.

1725

1. [BRÜCKMANN, FRIDR. ERNEST]: *Relatio quarta von dem Glashüthner warmen Bade und Schwitz– Loch in Nieder Ungarn. = Sammlung von Natur u. Medicin – wie auch hierzu gehörigen Kunst– u. Literaturgeschichten, Winter Quartal, 1725.* p. 55–56. Leipzig–Budissin 1725.
Hivatkozik az olasz Kutya-barlangra és a Pymonti mesterséges barlangra, szerinte azonban ilyen természetes barlangfürdő nincs több a világon.
2. [BRÜCKMANN, FRIDR. ERNEST]: *Von dem tödlichen Brunnen beym Ribarer-Bade in Hungarn. = Sammlung von Natur u. Medicin – wie wuch hierzu gehörigen Kunst– u. Literaturgeschichten, Winter Quartal, 1725.* p. 148. Leipzig–Budissin 1725.

1729.

1. FISCHER DÁNIEL: *Descriptio Lapidum Stalactites in antris Carpathi Scopusiensis inventorum. Cum mihi missi suissent a Cl. Dn. Georg Bucholz, Rectore Nagy Palugyensi, lapides et styriae ex aquae concretae inventae in antris quibus dom Liptovensibus, praecipue vero in antro draconum petrae Benedikovae, . . . = Sammlung von Natur u. Medicin – wie auch hierzu gehörigen Kunst- u. Literaturgeschichten, Suppl. 4. p. 124–129. Leipzig–Budissin 1729.*

1757.

1. BERTALANFI PÁL: *Világnak két rendbéli rövid ismertetése. Először: A' mint az Istenről teremtett. Másodszor: A' mint az Istennek és a' természetnek vezérléséből az emberektől különbb-külömbféle részekre osztatott. Nagy– Szombat, 1757 Acad. ny. [16] 1028 [76] p. 2 t.*
XXV. *Beszéd. A' Hegyekről és Barlangokról.* p. 143–151.

1796.

1. SZALLER GYÖRGY: *Magyarország' földleírásának rövid foglalattya. Pozsony, 1796. (Egy hozzá tartozó újonnan rajzolt mappával együtt.)*

Jelesebb barlangok: Oknói, Szentiványi, Deményfalvi, Szilice, Fonatza. p. 15–16. Dopschau hegyének barlangja (cseppkövel) p. 186.
e. Szadelő, Szelitz (Szilice) Berzova (jeges) barlangok p. 193.

1828.

1. KISS SÁMUEL NEMES APÁTHI: Csesznek váráról. = Felső Magyar-Országi Minerva, 4 esztendei folyamat, Kilencedik füzet p. 1869–1870. Kassa, 1828.

1784-ben gyűjtött néphagyományt közöl Kigyó barlangjáról. Kézirata a Széchenyi Könyvtárban van 1824-es évszámmal.

1832.

1. MEYER, HERMANN: Paleologica zur Geschichte und ihrer Geschöpfe. Frankfurt a/M 1832. XII+560 p. Drachenhöhlen im Liptower – Komitat (Deményfalvi-bg) és a Baradla.

Mint első hírközlőt említi Paterson — Hayn-t is. p. 529.

1833.

1. LOYSCH IMRE: Szelimlyuk barlang' leírása. = Társalkodó, [2. évf.] 38. sz. p. 149–150. Pest, 1833. május 11.

Szemlyuka-Szemilyuka-Szelimlyuk.

1836.

1. FÉNYES ELEK: Magyarországnak' s a' hozzákapcsolt tartományoknak mostani állapotja statisztikai és geographiai tekintetben. 1–6. köt. Pest, 1836.

2. RÁTHKREPL JÓZSEF: Mehadiai vagyis Herkulesi fürdők. = Regélő, 4. évf. 81, 82, 83, sz. p. 641–643, 649–651, 657–659. Pest, 1836. okt. 9, 13, 16.

3. Deménfalvi cseppköbarlang [!] = Regélő, 4. évf. 94. sz. p. 750–751. Pest, 1836. nov. 24.

Deménfalvi cseppköbarlang = Cserna (18 sor)

4. A deménfalvi mellékbarlangok. = Regélő, 4. évf. 95. sz. p. 758. Pest, 1836. nov. 27.

Jég-barlang (8 sor), harmadik barlang a jégüregnek szomszédságában (9 sor, montmilch!), Okno (említve állatmaradványok), Vinrejanja (említve, patakos), többi kisebb barlangok, „hol őszi időben juh-nyájak éjjeleznek”

1837.

1. NOVÁK DÁNIEL: Buda 's Pest vidékének regényes rajza, nevezetességei 's összehasonlítása egymással. = Regélő, 5. évf. 19, 20, 21. sz. p. 145–147, 153–158, 161–166. Pest, 1837. március 5, 9, 12.

Kiskevélyi barlang p. 163–164.

2. A' ködlyuk Zdiarnál Szepességben. = Regélő, 5. évf. II. köt. 65. sz. p. 517–518. Pest, 1837. aug. 13.

Zdiar tót falu a Magurán.

1838.

1. BRIEDL FIDÉL: Bakonybél. = Regélő, 6. évf. I. köt. 2, 3, 4, 5, 6. sz. p. 9–46. 1 kép. Pest, 1838. jan. 7–21.

2. A' nagy kapellai kettős barlang Thuin mellett. = Regélő, 6. évf. 11. sz. p. 86–87. Pest, 1838. febr. 8.

Advás-Kw = Advás kő (Odvaskő) p. 30.

1839.

1. **BARRA ISTVÁN:** Tekintetes nemes Pest Pilis és Solt törvényesen egyesült vármegyéknek természettudományi leírása. Pest, 1839. 176. p.
csep-mészke (!) (calcarius stalactitus) p. 88 (17 sor)
„Az Ardeche jobb partján, Saint Martin-nak ellenében.”
2. Az agteleki (!) barlang. (Levéltöredék.) Közli V-i BRN. = Regélő, 7. évf. II. köt. 103. sz. p. 830–832. Pest, 1839. dec. 26.
3. Ardeche megyei barlangok. = Regélő, 7. évf. I. köt. 22. sz. p. 173–174. Pest, 1839. március 17.

1840.

1. A' cacahuamilpai barlang Mexikóban. (Croz báró és Manuel de la Cadena emlékirataiból.) = Regélő, 8. évf. II. köt. 68. sz. p. 550–551. Pest, 1840. aug. 23.

1841.

1. Egy amerikai kutyabarlangot . . . (fedeztek fel Huron megyében, a Chippewa folyó mentén). = Regélő, 9. évf. I. köt. 29. sz. p. 231. Pest, 1841. ápr. 10.
2. Új barlang Posilippo (!) mellett. [Olaszország, Nápolyi-öböl. Falmaradványok és szobortöredékek vannak benne.] = Regélő, 9. évf. 36. sz. p. 288. Pest, 1841. május 6.
3. Csontbarlangok Caunes mellett, Aude megyében [Franciaország]. = Regélő, 9. évf. 42. sz. p. 334. Pest, 1841. máj. 27.

1842.

1. **ZIPZER KERESZTÉLY ENDRE:** Beszterce és vidéke. Ford.: Edvi Illés. Buda, Egy. 1842. 34. p.
[Tuffnai] Csontbarlang p. 30–31.
2. **MAJER ISTVÁN:** Schmidt Ferdinánd derék hazánkfia. = Társalkod, 11. évf. p. 231–232. Pest, 1842.
3. Abaliget barlang. = Honművész, Regélő folyóiratnak társa, 10. évf. p. 6. Pest, 1842.

1844.

1. **GRÜNHOLD, ADOLF:** Reise in die Baranya. Prag, 1844. [N.v.]
Ördögbarázdák a Harsányi-hegyen, az abaligeti cseppkőbarlang és kincsmondája.

1846.

1. (Amerikában is kutyabarlang) = Természetharát, 1. évf. folyamat p. 412–413. Kolozsvár, 1846.

1848.

1. **SZEREMLEY MIKLÓS:** Balaton albuma. Természet után rajzolta: — —. Pest, 1848. 28. p. 10 t. 1 térk.

2. Mumia barlang Mexikóban. = Természetbarát, 3. évf. 3. sz. 46. hasáb. Kolozsvár, 1848. jan. 20.
3. Madárfészkek. = Természetbarát, 3 évi folyamata. 1. sz. p. 1–8. Kolozsvár, 1848.
4. A kalugyeri csodaforrás Biharmegyében. = Természetbarát, 3. évf. p. 126–127. Kolozsvár, 1848.

1849.

1. HANÁK JÁNOS: Az állattan története és irodalma Magyarországon, Pest, 1849. 220 p.

1854.

1. PETÉNYI SALAMON: A' vastagbőrűek és az orrszarvúakról általában, a' hornyolt szarutlanóczról pedig különösen. = Új Magyar Múzeum, 4. év. 142–152. 1. tábla. Pest, 1854.
(Lipova-csontbarlang)
2. PETÉNYI SALAMON: Bihar vármegyének Sebes és Fekete Körös közti hegyláncolatain tett természettudományi utazásának rövid vázlata. = Új Magyar Múzeum, 4. évf. 2. köt. p. 427–435. Pest, 1854.

1856.

1. KUBINYI FERENC: Őslénytani adatok Magyarországról. (Petényi gyűjtése) = Magy. Akad. Értesítő, 16. év, p. 1–12, 8 tábla. Pest, 1856.
Lipova-bg., Gellérthegyi-sziklaüreg, Zólyomi Tufna-bg., bihari Oncsásza.

1858.

1. KISS ANTAL: Dobsina föld- és ásványtani tekintetben. = Magyarhoni Természetbarát, 2. évf. 3. füz. p. 1–15. 1 geol. térk. Nyitra, 1858.
A hegység mészpát terményekben bővelkedő számos barlangokat rejt belsejében, a Ducsa hegy északi oldalában jégbarlang is van.
p. 11. A Dobsinai jégbarlang első említése.
2. SZABÓ JÓZSEF: Pest-Buda környékének földtani leírása. Pest, MTA 1858. VIII., IV., 58. p. (Természettudományi pályamunkák 4. köt.)

1860.

1. [RÓNAY JÁCINT] A tűzimádó bölc: Az ős-világok emlékeiről. Pest, Kilián Gy. egyet. könyvtár. 1860. 180 p., 14 t. (62 köre metszett ábrával.)

1863.

1. SCHMIDL, ADOLPH: Die Ofner Thermen. = Oesterreichische Revue, Bd. 6. p. 283–287. Wien, 1863.
A szerző nov. 20-i halála miatt befejezetlen.
2. SCHMIDL, ADOLF: Die österreichischen Höhlen. = Österreichische Revue, Bd. 4. p. 273–290, Bd. 5. p. 270–290. Wien, 1863.

3. RÓMER FLÓRIS: Schmidt Ferdinánd. = Vasárnapi Újság, 10 évf. p. 325–326., 1 arck. Bp. 1863.
4. SCHMIDT FERDINÁND: Több újonnan fölfedezett barlangi rovarról. = M. Orv. és Termvizsg. Munk. VIII. p. 233–235. Pest, 1863.
Az adelsbergi, a lueggi-, valamint Laibach és Laas közelében fekvő barlangokból.
5. SCHMIDT GYULA: Schmidl Adolf. = Vasárnapi Újság, 10. évf. 9.p. 462. Pest, 1863.

1864.

1. [SCHMIDT GYULA]: Schmidl Adolf. = Ország Tükre, 3. évf. p. 325–326. 1 arckép. Pest, 1864.
2. (SCHMIDL A. UTÁN): A Biharhegység. = Ország Tükre 3. évf. p. 328–330, 340–342, 352–354. Pest, 1864.
3. [RÓNAY JÁCINT]: Fajkeletkezés. Az embernek helye a természetben és régisége. Pest, Demjén és Sebes 1864. VII., 280 p., 5. t.

1865.

1. FÉNYES ELEK: Magyarország ismertetése statisztikai, földirati és történelmi szempontból. 1–2. Dunántúli kerületek. Pest, 1865.
2. KNÖPFLER VILMOS: Emlékbeszéd, melyet boldogult Schmidl Adolf Antal, Láng Ferencz és Zipser András Keresztély felett . . . a marosvásárhelyi nagygyűlésen tartott – = Magyar Orvosok és Termvizsg. 1865. aug. 28. – sept. 2-ig Pozsonyban tartott XI. nagygyűlésének történeti vázlatát és munkálatait. Pozsony, 1866. p. XIX–XXIII.
3. [RÓNAY JÁCINT]: Az ezyiesi barlang. = Hazánk és a Külf. 1865, II. köt. p. 523–525, 7. ábra. Pest 1865.
4. RÓNAY JÁCINT: Az ősemlék. = Haz. 's Külf. 1865. II. köt. p. 443–445, 458–460. Pest, 1865.
5. [RÓNAY JÁCINT]: Csont-barlangok [Ny-Európában és ált]. = Hazánk és a Külf. 1865. II. köt. p. 490–491. Pest 1865.
6. (RÓNAY JÁCINT:) A vezére-völgyi őstanyák. = Hazánk 's a Külf. 1865. II. köt. p. 549–551, 12 ábra. Pest, 1865.

1868.

1. RÓNAY JÁCINT: Az ősemlékek haladása. Székfoglaló értekezés. = Ért. a Phil. Oszk. Akad. köréből. 5. sz. Pest, Eggenberger, 1868. 46. p.

1870.

1. KOCH ANTAL: Földtani utazás a Bakony nyugati részeiben. = Term. tud. Közl. 2. köt. p. 373–384, 436–444 1 térk. mell. Pest, 1870.
Vinnepusztai Kőpince p. 375.
A dudari Ördögárok hangulatos leírása 0. 379.
p. 383. „Eleven fertés” viznyelő. [= körishegy-i Ördöglik.]
Említi az ürömi, solymári és csobánkai viznyelőket is p. 383

2. KOCH ANTAL: Földtani utazás a Bakony nyugati részében. = Termtud. Közl. 2. köt. p. 436–444. Pest, 1870.
Iharkúttól keletre a Hajszabarna nevű hegy északi meredek lejtőjében 2 teremből álló barlang. Pénzlyuk p. 439–440.
3. [MIKÓ BÉLA]: Vogt előadásai (barlangi őszállatok leleteiről, stb.) = Termtud. Közl. 3. köt. p. 29–37., 70–79, 163–173. Pest, 1870.
4. SZONTÁGH MIKLÓS: Időközi forrás Sztraczena mellett. = Természet, 3. félévi folyamat, p. 101–103. Pest, 1870.
5. Felis Spelaea. = Természet, 4. félévi folyamat, p. 98. Pest, 1870.
6. Barlangok Ruaban. = Természet, 3. félévi folyam, p. 161. Pest, 1870.
Livingston közlése szerint a Rua hegyvidékén egy nagy, sötét színű néptörzs földalatti lakokban él. Ezek állítólag 30 mérföldnél is hosszabbak. A barlangokban vízvezeték és állatrajok is találhatóak.

1873.

1. VÖRÖS VIDOR: Szerves élet a barlangokban. = Természet, 5. évf. p. 295–302 309–316. Pest, 1873.

1874.

1. BADÁNYI MÁTYÁS: A haligóczi barlangról. = Arch. Ért. 8. köt. p. 293–294. Bpest. 1974.

1876.

1. Az aggteleki barlangban b. Nyári Jenő és Péchy Jenő ... eredményes ásatásokat eszközöltek. = Tört. és Rég. Ért. 2. évf. p. 213–214. Temesvár, 1876.
2. LUBBOCK, JOHN: A történelem előtti idők, megvilágítva a régi maradványok és az újabkori vadnépek életmódja és szokásai által. Bp. Termtud. Társ. 1876. 1–2 köt. 4 tábla, 256 szöveg. ábra.
3. PULSZKY FERENC: Bevezetés Sir John Lubbock: „Történelem előtti idők” művének magyar kiadásához. = Lubbock, John: A történelem előtti idők megvilágítva a régi maradványok s az újabkori vadnépek életmódjai és szokásai által. Bp. Termtud. Társ. 1876. II. köt. p. XI–LVIII.
4. Barlangi medve (a pestyerei barlangból). = Tört. és Rég. Ért. 2. évf. p. 214. Temesvár, 1876.

1877.

1. Új cseppkő-barlang. = Vasárnapi Újság. 24. évf. p. 509 Bp. 1877.

1878.

1. –r.: Schmiedt Nándor József ... meghalt ... = Vasárnapi Újság 25. évf. p. 241. Bp. 1878.

1879

1. SZABÓ JÓZSEF: Budapest geológiai tekintetben. Bp. Egy ny.. 1879. 116. p. 1 geol. térk., III. tábla. (Kny. a Magy. Orv. és Termv. 1879. évi vándorgy. munk.-ból.) Barlangok. Gellérthegyi-, Hárshégyi-, Nagy–Kis-Remete-bg., Solymári János- és Ördög-lyuka, csobánkai Macskalyuk és a Kiskevélyi-bg. p. 42–5.

1881.

1. [SIEGMETH KARL] K. S.: Aggteleker Höhle. = Zipser Bote, 19. Jg. Nr. 11. Leutschau (Lőcse), 1881. (márc. 12.)
2. PONTELLY ISTVÁN: A barlangok képződése, tekintettel „Szalkay” barlang kiválóbb cseppköves képződményeire. = Tört. és Rég. Ért. 7. évf. 3 tábla. 73–85 Temesvár, 1881.
3. Új barlang a Fehér-hegyen (Peatra Alba) Krassó-Szörény megyében. = Tört. és Rég. Ért. 7. évf. p. 1104. Temesvár, 1881.

1882.

1. MÁRKI SÁNDOR: A borsodi Bükk hegységben. — Im Borsoder Bükkgebirge = MKE Évk. 9. évf. p. 247–273., 274–306 (deutsch) Késmárk, 1882.
Kecskelyuk, Szinva parti bg-ok a Gulicska alján. p. 257.
Taj lefolyása apró bg. nyílásokkal. p. 259.
Vesszős mészkőszikláján kápolna, ezentúli sziklafok alatt kis barlang. Eddig cigánycsalád lakott benne. p. 260.
Zsérc határában Kecskelyuk és Odorvári. p. 263.
Felsőtárkány titokzatos barlangjai. p. 264.
(Dezsőkő) Dezsőlyuk, Szúnyogos, Nagyhó. p. 269.
2. TÉGLÁS GÁBOR: A kreutzbergi csontbarlang Krajnában. = Termtud. Közl. 14. köt. p. 26–27. Bp. 1882.

1885.

1. MÜNNICH SÁNDOR: Tátrai kirándulás 133 évvel ezelőtt. = Magyarországi Kárpátgyesület Évk. 12. évf. p. 183–196. Igló, 1885.
A Nagel-féle Tátrai út Buchholz Jakab kalauzolásával.

1886.

1. WEBER SAMU: A Szepes-Bélai cseppköbarlang Tátra-barlangliget és környéke Késmárk, 1886. 68 p., 7 képmell., 1 térkép (A barlang vízszintes és függőleges vetülete. Alabástrom — barlang. p. 55–57.

1888.

1. A cseppkövek növekedése. = Magyarországi Kárpátgyesület Évk. 15. évf. p. 248. Igló, 1888.
Pincében növekedett cseppkő megfigyelése.
2. GEBEUR IZOR: Natamilags tel in Nugän. Pécs: Taizs J. könyvny. 1888. 34. p. 3 tábla. (Az aggteleki Baradla és a Dobsinai-jégbarlang ismertetése volapük nyelven.)

1890.

1. SIEGMETH KÁROLY: Felhívás (az Aggteleki-barlang vöröskői kijáratának költségeihez). = Magyarországi Kárpátgyesület Évk. 17. évf. p. 223–224. Igló, 1890.
2. Divald Károly Fiai (kiadók): Dobsinai jégbarlang — Dobschauer Eishöhle. (Leválnagyságú fotóalbum 10 db fénykép nyomatával). Eperjes, é.n.

1891

3. A kecskeméti vidéki Termtud. Társ. 1890. nov. 20-án tartott ülésén Biró Lajos bemutatta a barlanglakó vakbogarakat, köztük egy új hazai jelenséget is, amelyre múlt szünidei kirándulása alkalmával a szepes-bélai barlangban bukkant. Ez egy Podura-faj. = Term.tud. Közl. 23. köt. p. 44. Bp. 1891.

1893.

1. AUJESZKY ALADÁR: A Kis-Kárpátok a turistaság szempontjából. = Turisták Lapja, 5. évf. p. 122–128. Bp. 1893.
p. 127. Detrekői-barlang

1898.

1. WEISINGER K.: Jégbarlangokról. Kassa 1898.

1900.

1. HANUSZ ISTVÁN: Az állatvilág Magyarországon. = Zoológiai lapok, 1900. p. 101–103. Bpest.

1902.

1. HANUSZ ISTVÁN: Magyarország állatvilágából. = Zoológiai Lapok. 1902. p. 83–85. Bp.
Minopterus Schreibersii és Rhinolopus Euryale p. 83.
2. CZIRBESZ, J. A.: Kurzgefasste Beschreibung des karpatischen Gebirge. Késmárk, Sauter, 1902. 51. p.
A mű először megjelent a „K. K. privilegierte Anzeigen aus sämmtlichen k. k. Erbländern” c. kiadványban 1772-ben. Az egyik fejezet címe: Von den Höhlen des Karpatischen Gebirges.

1905.

1. Az állatani szakosztálynak... 1904. december 2-i ülésén. 1. Biró Lajos: A bihari barlangok faunájáról és két új vak bogár bemutatása. (Pholeuon Mocsáry, Pholeuon Czáráni.) 2. Csiki Ernő új bogarat mutatott be. (Anophthalmus Birói.) = Termtud. Közl. 37. köt. p. 84–85. Bp. 1905.

1908.

1. HANVAI, J. EDUARD: Die Dobsinaer Eishöhle und ihre Umgebung. Dobsina, 1908. 24. p.

1910.

1. Prähistorische Funde in der Aggteleker Tropfsteinhöhle in Ungarn. = Mitteilungen für Höhlenkunde, 3. Jg. Heft 2. p. 8. Graz, 1910.

1912.

1. HANVAI EDUARD J.: A dobsinai jégbarlang és környéke. Dobsina, 1912. 24. p.

1913.

1. A Dachstein jégbarlang. = Uránia, 14. évf. p. 366. Bp. 1913.
2. [DÉRY JÓZSEF]: Barlangkutatás. (Ismertetés.) = Turisták Lapja, 25. évf. p. 223. Bp. 1913.
3. [DÉRY JÓZSEF]: A Dobsinai jégbarlang veszedelme. = Turisták Lapja, 25. évf. p. 224. Bp. 1913.
4. [DÉRY JÓZSEF]: Az aggteleki cseppkőbarlang, . . . a MKE Kassai osztályának tulajdonába ment át. = Turisták Lapja, 25. évf. p. 224. Bp. 1913.
5. Die Entdecker der Dobsinaer Eishöhle. = Mitteilungen für Höhlenkunde, 6. Jg. Heft. 3. p. 24. Graz, 1913.
6. Eröffnung der neuentdeckten Tropfsteingrotte bei Tapolcza in Ungarn. = Mitteilungen für Höhlenkunde, 6. Jg. Heft 1. p. 20. Graz, 1913.
7. BOCK, HERMANN: Bericht über die Paläethnologische Konferenz in Tübingen 1911. Redigiert von R. R. Schmidt. Braunschweig 1912. (Besprech.) = Mitteilungen für Höhlenkunde, 6. Jg. Heft 2. p. 9–10. Graz, 1913.

1918.

1. VADÁSZ ELEMÉR: Rónay Jácint mint földtani író. — Uránia, 19. évf. p. 250–254. Bp. 1918.
2. HORVÁTH GÉZA: Kitaibel Pál állattani megfigyelései. = Ann. Hist. Nat. Mus. Hung. 16. köt. p. 1–26. Bpest. 1918.
Kitaibel magyarországi Proteus felfedezéséről.

1926.

1. HANVAI, J. EDUÁRD: Die Dobsinaer Eishöhle und ihre Umgebung. Pozsony, 1926. 16. p.

1927.

1. NÁDAS SÁNDOR: Dobsinán a jégbarlangban. Úti noteszemből. = Pesti Futár, 1927. július 15. p. 6–9.

1928.

1. Kongress deutscher und ungarischer Höhlenforscher in Ungarn. = Speläologisches Jahrbuch, 7/9. Jg. p. 105–107. Wien, 1928.
1927. szept. 17–24. között Magyarországon rendezett első nemzetközi barlangkutató kongresszusról rövid ismertetés.

1929.

1. SCHÖNVISZKY LÁSZLÓ: A werfeni jégbarlangban. = Pesti Napló, 1929. nov. 15. Bp. p. 21.
2. KADICZ OTTOKÁR: Barlangkutató expedíció a Bükk-hegységben. = Eger, 1929. nov. 17.
Köháti és Nyárújhelyi-zsomboly kutatásáról.
3. [BOEGAN, EUGENIO] e.b.: Grotte dell'Ungheria. = Le Grotte d'Italia, Anno 3 p. 142–144, 3 fénykép, 2 ábra, 6 zsomboly térk. Trieste, 1929.
Az Alsóhegyi zsombolyokról.

1930.

1. [JELLINEK JÁNOS]: A solymári Ördöglyuk-barlang. = Weekend-élet, 1. évf. p. 119–120, 4 kép. Bpest. 1930.

1931.

1. „A Frivaldszkyak szemercsész vakásza”. Méhely Lajos előadása az Akadémián. = Magyarország. Bp. 1931. jan. 13.

1933.

1. KESSLER HUBERT: Barlangkutatásaim legérdekesebb fejezetei. Hazánk kiaknázatlan földalatti kincseiről. = Vadászat, 1. évf. 2. sz. p. 11–14, 2 kép. Bpest. 1933.
1. MÓRICZ JÓZSEF: A Szádellői völgy regéi. Kassa környékének természeti szépségei III. rész. Torna és Mecenzéf vidéke. 4. Füzet. Kassa, é.n. (Kb. 1938–1946 között) 15. p.

1941.

1. TOMBOR TIBOR: A varázslók birodalmában. Séta az aggteleki cseppkőbarlang visszacsatolt kecsői szakaszában. Huszonkét kilométer hosszú mesebirodalom a föld alatt. = Pesti Hírlap, Bpest. 1941. okt. 25.

1942.

1. ÁMON VILMOSNÉ: Buda rejtett érdekességei. = A Magyar Asszony, 22. évf. p. 93–95, 2 kép. Bp. 1942.
A Várbarlangok és a Malom-tó

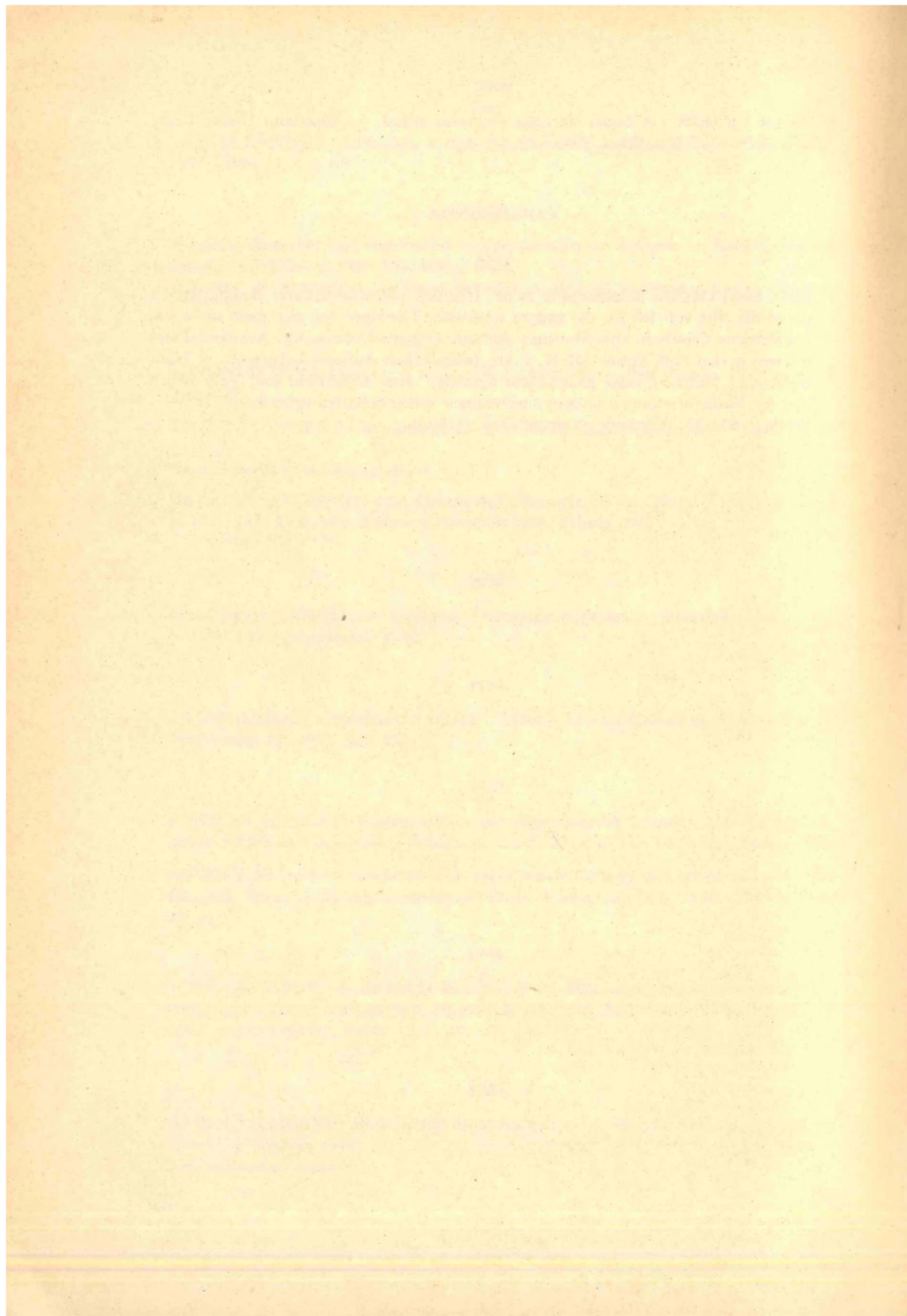
1943.

1. AVAR FERENC: A budai Várhegy évezredes titkai. = Vasárnapi Ujság, 1. évf. 8. sz. p. 6–7, 2 kép. Bpest, 1943.

CORRIGENDA

1753.

1. BÉL, MATTHIAS: Beschreibung zweer Hoehlen von wunderbarer Beschaffenheit, deren die eine voll Eis ist, die andere schädliche Daempfe von sich giebt an die K. Londensche Geselsch. von Matthias Bél, aus Ungarn Uebersandt. Aus dem Lateinischen in den Phil. Trans. 452 N, 3 Art. befindlichen Aufsätze uebersetzt. = Hamburgisches Magazin, oder gesammlete Schriften, zum Unterricht und Vergnuegn. aus der Naturforschung und dem angenehmen Wissenschaften ueberhaupt. Bd. 4. 1. Stück p. 60–77. Hamburg–Leipzig 1753. (1749?)



TARTALOM

CONTENTS – TABLES DES MATIÈRES – INHALT – ENHAVO – СОДЕРЖАНИЕ

LOKSA I.

MEGEMLÉKEZÉS DR. DUDICH ENDRÉRŐL (1895 – 1971)	3
IN MEMORY OF PROF. DR. E. DUDICH (1895 – 1971)	6

CSIKI G.

BALOGH ERNŐ PROFESSZOR EMLÉKEZETE (1882 – 1969)	9
IN MEMORY OF PROF. DR. ERNŐ BALOGH (1882 – 1969)	13

D. JÁNOSSY, L. KORDOS, E. KROLOPP, GY. TOPÁL

THE PORLYUK-CAVE OF JÓSVAFŐ	15
A JÓSVAFŐI PORLYUK-BARLANG	50
DIE PORLYUK-HÖHLE VON JÓSVAFŐ	53
ПЭЩЕРА ПОРЮК У СЕЛА ЁШВАФЁ	55
LA GROTO POR-LYUK ĆE JÓSVAFŐ	57

LÁNG S.

KARSZTVÍZFORGALOM A DUNÁNTÚLI-KÖZÉPHEGYSÉGBEN	61
LA CIRCULATION DES EAUX KARSTIQUES DANS LA MONTAGNE	89
CENTRALE DE TRANSDANUBIE	89
ДВИЖЕНИЕ КАРСТОВЫХ ВОД В СРЕДНЕВЕНГЕРСКИХ ГОДРАХ	89
CIRKULADO DE LA KARSTAKVO EN LA TRANSDANUBA	90
MEZMONTARO	90

T. BÖCKER

THEORETICAL MODEL FOR KARSTIC ROCKS.	93
A KARSZTOS KÖZETEK ELMÉLETI MODELLJE	100
THEORETISCHES MODELL FÜR VERKARSTUNGFÄHIGE GESTEINE	103
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КАРСТОВЫХ ПОРОД	103
TEORIA MODELO DE LA KARSTA ŠTONAJO	104

I. BARANYI – L. RÓNAKI

MISE EN ÉVIDENCE DES GROTTES DE LA MONTAGNE MECSEK	105
PAR DES MÉTHODES GÉOPHYSIQUES ET HYDROGÉOLOGIQUES	105
A MECSEK HEGYSÉG BARLANGJAINAK KIMUTATÁSA GEOFIZIKAI	123
ÉS HIDROLÓGIAI MÓDSZEREKKEL	123
NACHWEISUNG DER HÖHLEN DES MECSEKGEBIRGES MIT GEO-	124
PHYSIKALISCHEN UND HYDROLOGEOGISCHEM METHODEN	124
ОБНАРУЖЕНИЕ ПЕЩЕР ГОРЫ МЕЧЕК ГЕОФИЗИЧЕСКИМИ И	125
ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ	125
DEMONSTRO DE LA GROTOJ EN LA MONTARO MECSEK PAR	125
GEOFIZIKAJ KAJ HIDROGEOLOGIAJ METODOJ	125

L. RÓNAKI	
RADIOLOGICAL MEASUREMENTS IN THE CAVES OF MECSEK REGION	127
A MECSEKI BARLANGOKBAN VÉGZETT RADIOLÓGIAI MÉRÉSEK . . .	134
RADIOLOGISCHE MESSUNGEN IN HÖHLEN DES MECSEK GEBIETES	134
РАДИОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ В ПЕЩЕРАХ ГОР МЕЧЕК.	135
RADIOLOGIAJ MEZUROJ EN LA GROTOJ DE LA MONTARO MECSEK	135
I. FODOR	
CAVE - CLIMATIC INVESTIGATION OF KARSTIC REGIONS OF AGGTELEK AND THE MECSEK	137
BARLANGKLIMA VIZSGÁLATOK AZ AGGTELEKI- ÉS MECSEKI KARSZTON	145
HÖHLENKLIMATISCHE UNTERSUCHUNGEN IN DEN AGGTELEKER UND MECSEKER KARSTGEBIETEN	146
ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕЩЕРНОГО КЛИМАТА НА КАРСТЕ ГОР АГГТЕЛЕК И МЕЧЕК	147
OBSERVOJ PRI GROTA KLIMATO EN LA KARSTREGIONOJ AGGTELEK KAJ MECSEK	148
II. KESSLER - J. MÓRIK - Z. MORLIN - T. VÁRKONYI	
LUFTHYGIENISCHE UNTERSUCHUNGEN IN DER TAVASBARLANG VON TAPOLCA	151
LEVEGŐHIGIÉNÉS VIZSGÁLATOK A TAPOLCAI TAVASBARLANGBAN	163
AIR-HYGIENIC INVESTIGATIONS IN THE TAVASBARLANG OF TAPOLCA	164
ИССЛЕДОВАНИЕ ГИГИЕНИИ ВОЗДУХА ОЗЕРНОЙ ПЕЩЕРЫ Г. ТАПОЛЦА	165
AERONIGIENAJ ESPLOROJ EN LA TAVAS-BARLANG EN TAPOLCA	165
K. BERTALAN – L. SCHÖNVISZKY	
BIBLIOGRAPHIA SPELAEOLOGICA HUNGARICA	
ADDENDA ET CORRIGENDA	167

MUNKATÁRSAINKHOZ

Évkönyvünk 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 szerkesztőséggel, megállapodva a terjedelemben is. A kidolgozásnál a fogalmazás világos, tömör és magyaros legyen. Mellőzzük a szükségtelen leíró részeket és az ismétléseket. Kerüljük a közbevett mondatokat, amelyek a szöveget nehézkessé tennék. Az elkészített dolgozatot tartalmilag és stílusban is csiszoljuk többszöri átolvasással.

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 4 cm 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 írógépen nem szereplő ékezeteket (í, ú, ű stb.) és az idegen ékezeteket pontosan és minden esetben jelöljük.

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

Illusztrációs anyagot is mellékelünk 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 készítsünk fényes, fehér papíron 9 × 12 cm-es, vagy ennél nagyobb méretben. Nyomdai sokszorosításra csak kontrasztos képek alkalmasak. Az ábrákat folytatólagosan sorszámozzuk (függetlenül attól, hogy rajzok-e, vagy fényképek) és az ábra szövegeket magyarul és egy idegen nyelven külön lapra gépeljük. Elhelyezésüket a kéziratban is jelöljük meg a margón.

Idegen nyelvű kivonatot is mellékelünk a dolgozathoz (oroszl, 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. Idegennyelvű cikkekhez ezenkívül egy bővebb magyar nyelvű kivonat is kell.

Nem megfelelő módon elkészített 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 kéziratától eltérő javításokat pirossal kell jelölni, de lehetőleg kerüljük, mert ezek tetemes költséget, munkatöbbletet és idővesztéséget okoznak.

S z e r k e s z t ő s é g

