

B E S Z Á M O L Ó
A M. KIR. FÖLDTANI INTÉZET
VITAÜLÉSEINEK
MUNKÁLATAIRÓL

A M. KIR. FÖLDTANI INTÉZET
1941. ÉVI JELENTÉSÉNEK FÜGGELÉKE

4. FÜZET.



B U D A P E S T, 1941.

Felelős kiadó : lőczy Lőczy Lajos dr.

Mátravölgyi-nyomda Budapest, V., Vécsey-utca 3.

BESZÁMOLÓ A M. KIR. FÖLDTANI INTÉZET VITAÜLÉSEINEK MUNKÁLATAIRÓL.*

4. SZAKÜLÉS

1941. április hó 29.-én d. u. 5 órakor.

T á r g y s o r o z a t :

Kerekes József dr.: Hazánk periglaciális képződményei. (Karszt- és jégkorkutató-előadás sorozat 2. előadása).

Wein György dr.: Polena és Szolyva környékének gyógyvizei és azok keletkezése.

Megjelentek: Balogh Kálmán, Bányai János, Bem Boleszláv, Bulla Béla, Endrédy Endre, Földvári Aladár, Gaál István, Gedeon Tihamér, Hampel Ferenc, Hegedüs Gyula, Horusitzky Ferenc, Jugovics Lajos, Kerekes József, Körössy László, Kretzói Miklós, Kreybig Lajos, Kulhay Gyula, Láng Sándor, Lineberger Márta, Lóczy Lajos, Majer István, Majzon László, Méhes Kálmán, Mottl Mária, Nagy Emőke, id. Noszky Jenő, ifj. Noszky Jenő, Pantó Gábor, Pinkert Zsigmond, Reich Lajos, Scherf Emil, Schréter Zoltán, Strausz László, Sümeghy József, Szebényi Lajos, Szentes Ferenc, Tasnádi-Kubacska András, Vajk Raul, Vigh Gyula, Vogl Mária, Wein György, Zsivny Viktor.

Lóczy Lajos dr. egyetemi ny. r. tanár, igazgató, az ülést megnyitja, üdvözlí a megjelenteket és felkéri Kerekes József dr.-t előadásának megtartására.

* A m. kir. Földtani Intézet 1941. évi jelentésének Függeléke.

KERÉKES JÓZSEF DR.
HAZÁNK PERIGLACIÁLIS KÉPZŐDMÉNYEI.

BEVEZETÉS.

Hazánk hegységeit és alföldjeit járva, mindúntalanúl olyan jelenségekbe ütközünk, amelyeknek a léte nincsen összhangban a vidék mai éghajlati viszonyaival. Ezek közé sorolandók legelőször is magashegységeink gleccservájtja, ma erdős teknővölgyei. Erdőtakaró fedi be a tengerszemeket elrekesztő morénasáncokat is. De középhegységeinkben, sőt, medencéink síkságain is szerte a táj mai képtől elütő, egyöntetűségét zavaró képződményeket látunk. Dús erdőségben gyakorta bukkanunk csupaszfoltokra, ahol a mázsányi kőtömbök ezreinek zúrjavara kirívó ellentétben áll közvetlen környezetük zárt növénytakarójával. De maga a Hazánk területének 40%-át borító, Tokaj borát és Bácska búzáját érlelő lősz is a mai táj dízharmónikus eleme, hiszen leülepedésekor a hidegövi mammut és rénszarvas csontjait zárta magába. Mindezeket messze felülmúlják idegen voltukkal a középhegységi és alföldperemi tundrajelenségek.

Ennek a sokrétű, az egész Magyar medencére kiterjedő geográfiai diszszonanciának (Passarge, 1912, p. 118.) tájidegen alkotói mind egy a jelenkort megelőző időszaknak, a jégkornak fosztilis képződményei. Hazánk egész felszínét uraló jellegük révén valóban érdemesek, gazdagon változatos megjelenésük miatt pedig alkalmasak is arra, hogy összefoglaló vizsgálatukkal bevilágítsunk a magyarországi jégkori viszonyokba.

A JÉGKÖRNYÉKI (PERIGLACIÁLIS) ÉGHAJLAT JELLEGE,
MÁLLÁSI TENYEZŐI ÉS SZÁLLÍTÓFOLYAMATAI.

A földpálya elemeinek és az ekliptika síkjának szekuláris ingadozásai Földünk éghajlatára is kihatottak. Milankovics csillagá-

szati számításokkal 650.000 évre visszamenően az egész dilúvium tartamára megbízhatóan megállapította ezeket az ingadozásokat. Az irodalomra rendkívül termékeny hatású »*eljegesedésgörbé*«-jét Bacsák (1940) tökéletesítette. Ő »*grafikus kalendáriumá*«-ban jégkori éghajlatgörbéjét négyféle klímakilengés összetevőiből építi fel: a »*glaciális*« (átlagos tél — hűvös nyár), az »*antiglaciális*« (átlagos tél — meleg nyár), »*szubtrópusi*« (átlagos nyár — enyhe tél) és végül a »*szubarktikus*« (átlagos nyár — hideg tél) kilengésekből. Közülük — másodlagos hatásai miatt — a glaciális kilengéseket tartja az eljegesedések előidézőinek. Ezekben a normális lefolyású telekkel szemben a nyári félév hűvösebbé vált, a csapadék mennyisége azonban nagyjából változatlan maradt. A nyári hőmérsékletcsökkenés megrövidítette a hegységek hótakarójának olvadásidejét. Ez a hóhatár alászállására és a hótartalékok felhalmozódására vezetett. A szaporodó firntömegeknek környezetükre gyakorolt erős lehűtőhatása azután annyira fölfokozza a folyamatot, hogy hatalmas, több kilométer vastagságú jégtakarók keletkeznek. Egy-egy hűvös nyarú időszakban végeredményben tehát egy-egy eljegesedés alakul ki.

Európában az eljegesedések idejében kéthelyütt fejlődik ki jégtakaró: tetemes jégsapka borítja az Alpok hegytömegét, ennél azonban tízszer nagyobb — az utolsó, würmkori eljegesedések idejében pl. 3.5 millió km² kiterjedésű — volt az északeurópai jégtakaró.

A hatalmas jégtömegek másodlagos hőmérsékleti hatása következtében jelentősen alászáll az átlagos évi középhőmérséklet. Quiring, Penck, Kessler (1925) és Kéz (1938) 7—9 C°-ban állapítják meg a hőmérsékletcsökkenés mértékét. A jégborította területek éghajlata hideg, csekély ingadozású volt, a jégtakaró fölötti magas légnyomás miatt állandó fönjjellegű, a jégfelszín erős hőkisugárzása következtében azonban mégis hideg, centrifugális irányú szelekkel, amelyekkel szemben a nyugatias szelek csak nyáron jutnak uralomra.

A jégfennsíktól távolabb eső területek évente rendszeresen megismétlődő éghajlati görbével jellemezhető, jégkorszak előtti állapotukhoz képest hűvös, mérsékelt éghajlatúak, az illető vidék földrajzi helyzetéhez igazodó mennyiségű és eloszlású, nyugatias szelek által szállított csapadékkal.

A két éghajlat-területet széles átmeneti övezet köti össze. Ennek is meglenne még az éghajlati görbéje, ennek a rendszeres lefutását azonban teljesen megzavarják a jégtakarók éghajlati kisugárzásai. Neve is épp ezért jégkörnyéki vagy periglaciális övezet.

A jégkori éghajlattal foglalkozó kutatók Penck, Köppen,

Kessler (1925), Woldstedt (1929), Milankovics (1930), Kéz (1938), Bacsák (1940), stb. egybehangzó eredményei alapján a periglaciális vidékek éghajlatát meglehetősen biztonságosan a következőkben vázolhatjuk:

A jégkörnyéki övezetek legfőbb éghajlati jellemzője a szélsőségeség. A közeli magas jégfennsíkról minduntalan le-lezúduló nehéz, hideg és száraz szelek az egész év hőmérsékletjárását szeszélyesen szabálytalanná teszik. Az európai többezer méter magas jég fölötti magaslégnyomású levegőközpont emellett meggátolja a csapadékszállító nyugati szeleknek Középeurópába jutását és kitéríti őket a Földközi-tenger vidékére. A jégtakaró, közvetlen *hűtőhatása mellett*, így közvetve *szárazzá* tette a periglaciális Középeurópát. Meggyőzően bizonyítja ezeknek a következtetéseknek helytálló voltát az, hogy a jégkori hóhatár vonala kelet felé állandóan emelkedik. Nyugatról kelet felé tehát a csapadékmennyiség csökkent. Télen még tovább fokozták ezeket a hatásokat az ázsiai monszónbetörések hideg, száraz, keleties szelei. Az általában hűvös nyári félévben erős *napi hőmérsékletingadozásokkal* kell számolnunk, még pedig a jégtakarótól távolabb fokozottabb mértékben, mint a közelében. A jégperem mentén ugyanis a párásabb, ködös levegő a be- és kisugárzást egyaránt csökkenti. De a legszabálytalanabban szélsőségesen ingadozik a hőmérséklet jégtávolban! Itt a száraz, tiszta levegőn át gyorsan és erősen felmelegszik a felszín, felhősödéskor, vagy az éjjeli hőkisugárzás idején azonban ugyanilyen hamar ki is hűl. A nappali gyors ingadozások hirtelen lezúduló záporokat váltanak ki. A periglaciális övezet csapadékának nagyrésze zivatar-jellegű.

Hazánk egész területében ebbe a periglaciális övezetbe tartozik. Az északeurópai jégtakaró a legnagyobb eljegesedés idejében is csak a Kárpátok északi lábáig hatol előre, a Kárpátok keretén belül már csak a magashegységeknek (Magas-Tátra, Alacsony-Tátra, Máramarosi-havasok, Radnai-havasok, Kelemen-havasok, Bihar, Déli-Kárpátok) 1500—1800 m fölötti részein alakultak ki kisebb jégsapkák, szerény méretű és számú gleccserekkel. A hazai jégfödte területek kiterjedése távolról sem elegendő ahhoz, hogy a Magyar-medence eljegesedéskori periglaciális jellegét az ő éghajlati hatásuknak tulajdoníthatnók. Bizonyossággal állíthatjuk, hogy teljes egészében a hatalmas északeurópai jégtakaró befolyásolta. Összes eddigi negyedkori földtani és morfológiai adataink arra mutatnak, hogy hazánknak különösen északi 200—300 km szélességű része volt igazán jellegzetesen periglaciális vidék, míg dél felé az éghajlati szélsőségeknek

bizonyos mérséklődése érzik. Ezért látja Bulla (legutóbb 1939-ben) megokoltnak az övezet déli, a déleurópai mérsékelt területekre átvezető részének »*pszeudoperiglaciális*« néven való megkülönböztetését.

* *
*

A Föld felszíne a belső és külső erők szakadatlan küzdelmének a színtere. Az endogén erők hegységeket, kiemelkedéseket teremtenek. Az általuk létrehozott térszíni egyenetlenségeket megszületésük pillanatában megtámadják a pusztító, letaroló külső erők (víz, jég, szél, hőmérséklet, élővilág, nehézségi erő, stb.). Az exogén erők a kiemelkedések eltüntetése, az egyenetlenségek kisímitása irányában hatnak a hegyek lehordása és a medencék feltöltése által. Tömegszállító és tömeglerakó tevékenységüket azonban mindig megelőzi egy ezekkel legalább is egyenrangú jelentőségű folyamat: a kőzeteket az elszállításra előkészítő *mállás*.

Valamely terület kőzeteinek mállását munkáló erők éghajlattól függő tényezők: egymáshoz viszonyított és abszolútus hatóerejük a különböző éghajlatú vidékeken lényegesen eltérő. Minden éghajlat-területen másik viszi közülük a vezető-szerepet, eszerint más és más a mállás jellege is. Minden éghajlat-területnek megvannak ezért a maga jellemző mállási képződményei és térszíni formakincse.

* *
*

A Magyar-medence eljegesedéskori mállásfolyamatait periglaciális éghajlata határozta meg. A zord hideggel, száraz levegővel párosuló szélsőséges hőmérsékletjárás a magasabbrendű növényzet tenyésztére kedvezőtlenül hatott. Még a hegyvidékeken sem találunk épp ezért zárt erdőtakarót, hanem csak laza, túlevelű parkerdőt, az alacsonyabb dombságokat és alföldeket meg füves puszta borítja. Zárt erdőségek és vastag talajtakaró hijján húmuszanyagok sem állottak olyan mennyiségben rendelkezésre, hogy a kémiai mállást jelentékeny szerephez segíthették volna. A növény- és talajtakaróval kellőképpen nem védelmesített felszínen ezzel szemben annál könnyebben érvényesülhetett a *mechanikai mállás*.

A fizikai mállás a jégkörnyéki területek szeszélyes, hirtelen hőmérséklet ingadozásainak és a fagypont körüli sűrű váltakozásának a felszíni kőzetekre gyakorolt hatásán alapszik.

A hirtelen hőmérsékletváltozások az olyan kőzeteket támadják a leghevesebben, amelyek heterogén összetételűek, egy alapanyagba ágyazott különböző ásványszemcsék halmazából valók. Az eltérő összetételű és színű ásványszemcsék fajhője sem egyforma, következésképp a kőzetek felszínének felmelegedésekor s még inkább lehűlésekor a szomszédos szemcsék térfogatváltozásának a mértéke is különböző, a kőzetrészekék között tehát jelentős feszültségek várnak kirobbanásra. Ezeknek a hőmérsékleti hatásoknak sokszoros változása végül meglazítja lassanként a szemcsék összetartását. A kőzetaprózódásnak ez a neme — az inszolációs mállás — csakis gyér növényzetű területeken hat, elsősorban sivatagokon és a periglaciális hideg puszták vidékén. Az aprózódás mértékének a hőmérsékletváltozások gyorsasága, az ingadozások amplitudója és végül gyakorisága az elsőrendű függvényei (Supan 1930, p. 140.). Gondoljuk meg, hogy a jégkörnyéki területeket — legalább is foltokban — fagyott talaj fődte. Ha összevetjük ezt Kraus-nak (1940, p. 652.) azzal az adatával, hogy magashegységek napsugárzás hatásának kitett kőzetfelszínén a napi hőingadozás $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot is elérhet, fogalmat alkothunk magunknak a jégkori inszolációs mállás kőzetaprózó hatásáról. Az áthevült kőzetet felhőátvonulás, vagy hirtelen zivatarok párologtatásának hőelvonása számtalanszor erősen lehűtheti. Mindezek a kőzetek felszíni részeinek — a sivatagokéhoz hasonlóan — leveles, kerges, héjszerű leválását, lepattogzását és a kristályos kőzetek aprózódását váltják ki.

Ezzel a csak közvetlenül a felszínre szorító kőzetpusztítással karöltve működik a mechanikai mállásnak egy másik, vele egyrangú, de mélyebben is ható folyamata, amellyel sivatagokon már nem igen találkozunk: a fagyrepedés. Eszköze a megfagyó pórus- és repedéskitöltő víz feszítő-ereje. Hatásfokának függvényei a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ körüli hőmérsékletingadozás gyakorisága mellett a kőzet porózitása és repedezettségének mértéke. A tavaszeleji és őszeleji hómentes időkben a leghatásosabb, a mai szubpoláris területek időjárási adatai, valamint Baesó és Zólyomi (1934) bükki mikroklimatológiai vizsgálataiból következtetve azonban az eljegesedéskori nyári félév majd minden napján feltételezhetjük éjszakai fagy beálltát.

* *
*

A fizikai mállásnak a fentiekben vázolt mindkét módja a felszínen, kis mélységig hat. Ha a felaprózódással keletkezett kőzettör-

melék in situ halmozódik föl, hamarosan védőtakaró módjára fedibe a sziklafelszín és megóvjá a további pusztulástól. Ilyen helyeken a térszín »elfulladás« a helybenmaradt törmelékben, s mindössze párméteres málladékréteg keletkezésével le is zárul egy eljegesedés tartamára a terület pusztulása. Abban az esetben azonban, ha a törmelékanyagot valami szállítóerő eltávolítja, továbbfolyik a pusztulás és a jelenkori mértéket összehasonlíthatatlanul felülmúló törmelék-mennyiség termelését eredményezi.

A jégkörnyéki területek szállító folyamatainak a természetét szintén az éghajlat szabja meg. A gyér vegetáció tökéletlen védőhatása és a fagyponthoz körül gyakran ingadozó talajközeli hőmérséklet következtében a *felületi* lehordás erőinek a szerepe sokkal jelentékenyebb a ma uralkodó *vonalas* irányúval szemben. A löszfeltárások sok réteges, durvaanyagú, lencsés közbetelepülése nagyrészt a lerohanó záporvizek erős *felületi leöblítő* — a jelenkori művelt területek »talajerózió«-jának részben megfelelő — munkájának az emléke. De nemcsak a folyóvíz végez a térszín egészét érintő letakarítást. A laza növénytakaró és a száraz éghajlat kedvező körülményeket teremtenek a *szélműködés* számára is. Az előbbiekkal egyenrangú felületi denudáló tényező végezetül a törmeléknek az olvadásfagyás gyakori váltakozása általi lassú, hernyószerű lefelé mászása, a *talajfolyás* is.

Periglaciális képződményeink változatos sorának az ismertetését legkívánatosabb lenne az őket lerakó szállítóerők alapján felállított genetikus sorban megajánlunk. Ezt az osztályozást megnehezíti azonban az, hogy legtöbbjüket nem egy, hanem több erő telepítette mai helyére. Helyesebbnek látszik ezért, ha kényelmetlen rendszerbe kényszerítésük helyett — egyelőre — gyakorlatilag célszerűbb sorrendben bocsájtjuk tárgyalásukba.

PERIGLACIÁLIS KÉPZŐDMÉNYEINK.

1. A kőtengerek.

Az erdőfedte középhegységekben sokhelyütt megjelenő »*kőtenger*«-ek keletkezésmódja és -ideje tekintetében sokáig meglehetősen szétágaztak a vélemények. Csak Lozinski-nak (1910) a lengyelországi és a kárpáti kőtengereken végzett úttörő tanulmányai tisztázták megnyugtató módon ezeket a jelenségeket. Ő Drygalski és Nordenskjöld grönlandi vizsgálataira támaszkodva kimondja, hogy a középeurópai középhegységi kőtengerek disszonáns elemei

a tájnak és nem a jelenkorban keletkeztek, hanem fosszilis képződmények, az északeurópai dilúviális jégtakaró peremének a közelében a »mechanikai mállás periglaciális fáciese«-ként alakultak ki. A kutatók legtöbbszörrel együtt a jelenséget monográfikusan tárgyaló Büdel (1937) vizsgálatai is teljes összhangban állanak megállapításaival.

Hazánkban szintén többhelyütt megtaláljuk a kőtengereket, habár az irodalom keveset említ meg közülük. A legjellegzetesebbek egyike az ajnácskői Pogányváron van, a nógrád-gömöri bazaltvidéken. Az 500 m körüli tszf. magasságú Levantei bazaltfennsík meredek sziklafalánál hatalmas, gyakran többmázsányi nagyságot is elérő bazalttömbök járhatatlan, kopár »tenger«-e szakítja meg az erdő zöldjét. (1. ábra.). A tömbök egytől-egyig éles szélűek, gyakran domború, vagy kagylósan homorú oldalúak. Az össze-vissza kőhalmozat kopár, csak májmohok lepik el a felszínét. Mindössze széleire telepettek rá az erdő cserjéi, fái.



1. ábra.

Az ajnácskői Pogányvár bazaltkőtengere. (Kerekes felv.)

Több kilométer hosszú, jórészt benőtt kőtenger kíséri a ragyolc-bénai Kisbénai-hegy keskeny, slírre boruló bazaltgerincét is. De hazánkban jóformán minden hegységében megvannak a kőtengerek. Hozzájuk kell sorolnunk — hogy csak néhányat említsünk meg — a Bükk-hegység ókori agyagpalái közé ékelődő kvarcittelérek helyenkint

— például az egri Várhegytől ÉK felé, a Tárkányi-orom gerincközeli részein (500 m) — szétrombolt törmelékterlaszait; a bereg megyei Borló—Gyil-hegység vetődések mentén kvarcitosodott andezitjében (pl. a Jávor-hegyen 700 m magasságban) ugyancsak a köbméteres tömbök százait árnyékolja be a бүккерdő. De kőtenger borítja a mecseki Jakabhegy északi lejtőségének permi vörös homokkőből épült hátát is, sőt a buda-pilisi hegyvidéken is megtaláljuk: Csobánkától Ny-ra, a Nagy Ziribár oldalán sűrű erdő közé rejtőzik egy nagyszerűen kifejlődött, hárshegyi homokkőből való kőtenger. Említsük meg végül a Balatonfelvidékről a híres kővágóórsi kőtengert is: a 160—170 m absz. szinten elterülő kemény, tömött pannóniai-pontusi pados kvarchomokkőből álló fosszilis túrzás kőzetét egymásra merőleges, egyenesvonalú repedések nagy tömbökre különítik. (2. ábra.).



2. ábra.

A kővágóórsi kőtenger. Jégkori fagyrepszéssel összetördelt pontusi-pannóniai homokkő, jelenkori — tál- és csészealakú — mállásformákkal. (Kerekes felv.)

A főlisortól leőhelyeken kívül Bulla (1939, p. 278.) a Kis-Kárpátokból (nyilván gránitban), a Velencei-hegységből (gránit), a Börzsönyből (andezitek), végül Kárpátaljáról* (kárpáti homokkőből) említi kőtengerek megjelenését.

* Utóbbi szóbeli közlés.

A kőtengerek törmeléke mindig élesszélű és többnyire üde kőzetű. Épp ezért tartja magát oly makacsul az a felfogás, hogy récens képződmények. Alátámasztani látszik ezt a nézetet az is, hogy egészen a felületen vannak. Hazai előfordulásaink azonban — a pogányvári és a kővágóórsi kivételével — többé-kevésbé zárt erdővel borítottak, a talajképződés mindinkább eltemeti őket. Nyilvánvaló, hogy a mai éghajlaton inkább pusztuló, mint fejlődő formákkal állunk szemben. A pogányvári kőtenger szélein most folyik a növényzet küzdelmes térhódítása: nyári napsütéskor izzóra fölhevül a kő-sivatag és a pár méterrel beljebb merészkedett cserjék lombját könnyörtelenül leégeti, törzsüket elszárítja. Lassan-lassan, talán évezredek alatt mégis az erdő diadalmaskodik s húmusztakarója megkezdzi a törmelék kémiai elmállasztását. A kődarabok üde volta és éles szélei arról tanuskodnak, hogy nem a mai, hanem egy uralkodólag mechanikai mállást kiváltó éghajlat hatására képződtek. Megerősítenek ebbeli fölfogásunkban a kővágóórsi homokkötuskók felületébe süllyedő tál- és csészealakú mélyedések. Ezeket a jelenkori csapadékosabb éghajlat fizikai, kémiai és biológiai kőzetpusztító tényezői szülték. Az, hogy a tömböket felszabdáló repedések nem metszik ezeket az üregeket, a repedéseknek a jelenkorinál idősebb voltát tanúsítja; keletkezésük alsó, lehető korhatárát pedig a kővágóórsi turzás-homokkőnek a takaró pannóniai homokok alóli kipreparálását elvégző deflációs időszakban kell keresnünk. Függetlenül mármost attól, hogy ez a defláció a levantei időkben zajlott-e le (Cholnoky), vagy pedig jégkori (Scherf, Bulla, valamint szerző), egy bizonyos: a kővágóórsi kőtengert fizikai mállással jellemzett éghajlatú időszak teremtette, mégpedig fagyrepeztéssel. Ilyen föltételeknek megfelelő idő pedig nálunk — a levantikum óta — csakis a pleisztocén kor periglaciális klímájú eljegesedési szakaszaiban uralkodott!

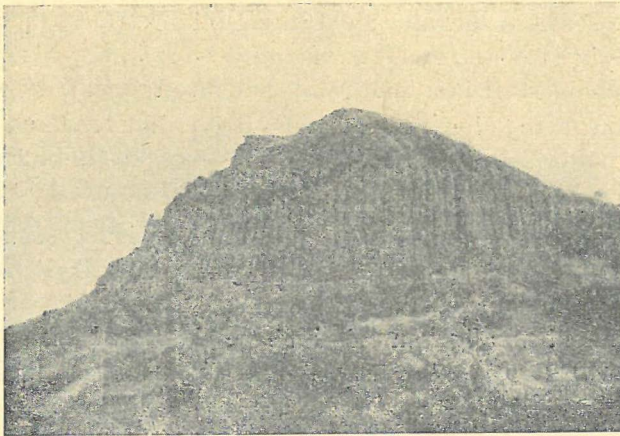
A kőtengerek jégkori képződését az Óriáshegységben végzett megfigyelések is alátámasztják: a hegység fennsíkját kifagyástermelte törmeléktakaró borítja, ugyanakkor a fennsík peremén sorakozó kárfülkékben alig van némi törmelék. Lozinski (1910) szerint a törmeléktakarónak akkor kellett képződnie, amikor a kárfülkéket firn töltötte ki, tehát az eljegesedések idejében.

Kőtengereink kőzetei — gránit, andezitek, bazalt, kvarcit, hárshegyi kvarchomokkő, kárpáti homokkő, pannóniai-pontusi kvarchomokkő — inhomogének: mind szemcsés, kötőanyaggal ragasztott alkatú, a fizikai fölaprózásra ezért a legalkalmasabbak. S együtlenül ellenálló kőzetűek. Tévedés volna azt gondolnunk, hogy csak

a legkeményebb kőzeteken alakultak ki periglaciális hammadák. Egész bizonyosan állíthatjuk, hogy más kőzetek is hasonló módon reagáltak a jégkori éghajlati hatásokra, a kémiai mállással szemben kevésbé ellenállóak azonban elpusztultak már.

2. Törmeléklejtők.

A kőtengerek és más, hasonló felhalmozódásformák közötti alapvető különbséget Lozinski abban látja, hogy a kőtengerek lényeges szállítást nem szenvedett, »in situ« képződött törmeléktömegek. A törmelék fölaprózódási körülményei tekintetében teljesen azonosak velük a törmeléklejtők, ezeknek a megjelenésformáit azonban az a lényeges eltérés módosítja, hogy a törmeléklejtők egy sziklafal, vagy szirt lábánál a sziklafal, ill. szirt mechanikai mállásakor felhalmozódott omladéktömegek. Alakra olyan törmelékgyarmadák tehát alapjában, amelyeknek a csúcspontjai a pusztuló sziklafalat kísérő, vagy szirtet övező vonallá nyúltak ki. A kőtörmelék meredek egyeneslejtővel támaszkodik sziklafalához. A törmeléket alágördülések során szem nagyság szerint osztályozza a tehetetlenségi erő: a lejtő csúcsvonalában a legapróbb kavicsok, alul a legdurvább tömbök helyezkednek el.

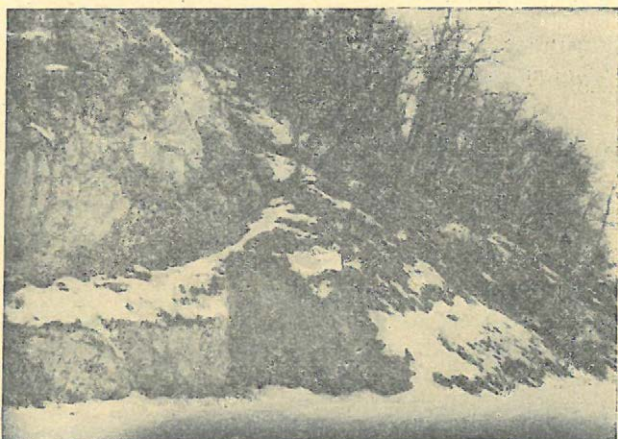


3. ábra.

A Szentgyörgy-hegy periglaciális mállással kipreparált bazaltsákjai, benőtt törmeléklejtővel. (Kerekes felv.)

A törmeléklejtők igen gyakoriak hegységeinkben. A beregi Borlő-Gyil-hegység hiperszténandezit-dejkjeit gyakran kísérik kopár, csak részben erdős foltjaik. Ide kell sorolnunk a mecseki Jakab-hegy permii vörös homokkővében kialakult nagyszerű »Zsongorkövek« alatti, ugyancsak erdőtakarta, sőt a balatonfelvidéki bazaltkúpok sziklaalakulatai, pl. a Badacsony és a Szentgyörgyhegy »bazaltzsák«-jai (3. ábra) alatti, benőtt törmeléklejtőket is.

Érdekes jelenség, hogy mészkövön ritkábban találunk kőtengert. Valószínűleg a mészkő és dolomit repedezett és rideg, hőmérsékleti hatásokra könnyen aprózódó voltaival magyarázható ez. Alátámasztja állításunkat az a tény, hogy a jégkori mechanikai mállásnak jóformán minden kisebb szemmagyságú törmeléből fölépült formája, gyakoriságra és a kavics mennyiségére nézve egyaránt, épp a mészkő- és



4. ábra.

A csanyiktoroki (lillafüredi Szinvavölgy) mészkőrög törmeléklejtőjének feltárása. (Kerekes felv.)

dolomitterületeken fejlődött ki leginkább. Hogy a törmeléklejtők közül csak néhányat említsünk, hatalmas kifejlődésben végigkísérik a gömörmegyei pelsőci és szilicei mészkőplaninák lejtőit, a budai hegységi Nagy-Kevély mészkővonulatának a vörösvári árokra tekintő, vagy a csanyiktoroki mészkőrögnek (4. ábra) a lillafüredi, Szinva-patak völgyére leereszkedő lejtőségét. De a mészkőhegységek

szurdokvölgyeiben is elterjedtek, pl. a Szilicei planina keleti részét metsző Szádelői- (5. ábra) és Áji-völgyben, vagy a bükki Mészvölgyi-szurdokban.

A felsorolt törmelékletők szembetűnő módon mind délies irányba tekintenek. Magától értetődő is ez, hiszen az inszolációs mállás fokozottabban érvényesül a déli oldalon. A törmelékkeletkezés jégkori voltát bizonyító adatul szolgálhat az, hogy a mészvölgyi — 31 barlangot (!) feltáró — sziklaszorosnak csak az elején és végében találunk a városi terraszc szintjére nyíló barlangokat, ahol a szoros falai lealacsonyodnak s nincs magas törmelékletőjük. A törmelékletőket sárgára színező löszeredetű agyag meg kétségtelen bizonyossága a szóbanforgó lejtőformák glaciális korának. A törmelékletők kopár foltjai és könnyen megingó egyensúlyi állapota arra a föltevésre csábíthatnának, hogy jelenkori képződményeknek tekintsük őket. Azonban egy pillantás a feltárások vékony hümuszos jelenkori törmelékének és a százsorta több sárga, löszös kavicsnak mennyiségi arányára (5. ábra) meggyőz bennünket arról, hogy a jelenkori kőzetaprózódás mértéke eltörpül a jégkori mögött.

3. A lejtőségek tundrajelenségei.

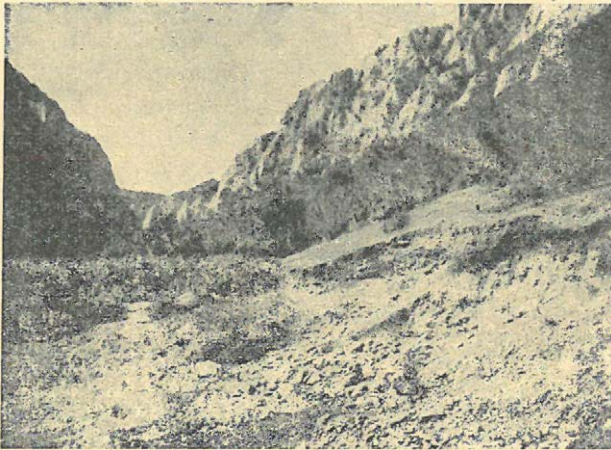
(Törmelékta karók, álmorénák, törmelékfolyamok.)

Periglaciális éghajlatunk szárazmállása nemcsak a sziklatetőkön és falakon érvényesült, hanem minden csupaszc, takaratlan felszínrészletet is meglámadott. Legalábbis erre mutatnak a középhegységi lejtőkön minduntalan jelenlévő törmelékta karók. Vastagságuk erősen ingadozó, általában egy méter körüli, a lejtők lábánál azonban ennek rendszerint többszöröse. Jóformán az összes törmelékcsznyegek kőzetmálladékkal, sárga, barna, vagy vörös agyaggal, ill. löszös agyaggal keverték.

A kémiai mállás a talajvíz szintjéig elváltoztatja a kőzeteket. A fizikai mállás tényezői ezzel szemben mind a felületen támadó hatások, amelyek csak csekély mélységig képesek kőzetaprózásra. Abban az esetben tehát, ha a lejtőtörmelék egy-két méteres vastagságot elért, meggátolja az alapkőzet további pusztulását és védőtakaró szerepét tölti be mindaddig, amíg a jégkörnyéki tömegvándorlást irányító erők el nem hordják a helyéről. Ezek között az összegyülemlő záporvizek lineáris irányú törmelékcszállítása fontos volt. Tanúságai ennek a mellékvölgyek betorkolásainál a völgyek ujpleisztocénkori talpszintjére települő lankásabb-meredekebb lejtésű kavics-törmelék-

kúpok. Aránytalanul nagyobb mennyiséget szállítottak le a völgyekbe a felületi lehordó-tényezők. Ezek közül az esővíz leöblítése és a szél kifúvása a közettörmelékeknek elsősorban az aprószemű részét takarította el igen nagy tömegben.

A törmeléktakaró vastagsága lefelé, egész a lejtő lábáig, állandóan fokozódik. Főjellemvonása ennek a málladéktömegnek, hogy semmiféle szerkezetet nem észlelünk a vízmosások és útbevágások nyújtotta feltárásokban: az élesszélű, koptatatlan kavicsnak és agyagnak a keveréke rétegmenten. A palás, vékonyréteges kőzetek lapos lemezdarabjai gyakran százával élükön állanak a törmelék agyagos kötőanyagában. Ezeket a legelterjedtebb törmeléktömegeket a periglaciális lejtők legfontosabb anyagszállító tényezője, az Anders-



5. ábra.

Feltárt törmelékletjtő a Szádelői-völgy nyílásában. (Kerekes felv.)

son (1906) által »szoliflukció«-nak, *talajfolyás*nak elnevezett jelenség juttatta alá mai helyükre.

A talajfolyást a fagyváltakozás váltja ki. Fagyáskor a talajrészecskék a lejtőre merőleges irányban kiterjednek, főlekedéskor pedig a nehézségerő hatására lejtés irányában húzódnak össze. A folyamat sokszoros ismétlődésével a szemecskék legjobban a hernyó araszolásával összehasonlítható mozgást végeznek. A jégkori szoliflukció főleg abban különbözik a jelenkori tömegvándorlásoktól, hogy minden egyes talajrészecske külön-külön mozog. A mozgás sebessége tapasztalatilag alig észlelhető, a kutatók legtöbbje

(Cholnoky (1911), Högbom (1914), Dege (1941), stb.) szerint az évi néhány tizedmillimétertől egy-két deciméter, kivételesen kedvező esetekben egy, sőt több méter között ingadozik. Igen lassú tömegmozgás ez, eredményében mégis a legnagyobb jelentőségű, mert az egész törmeléktakaró egyszerre végzi, méghozzá csaknem sík, alig egy-két fokos lejtőkön is. A Középnémet-hegyvidék kötengereinek hatalmas, fél méter átmérőt is elérő tömbjein származáshelyüktől több kilométerre való elvándorlást is megfigyeltek már. Ilyen ál morénák hazai előfordulására csak a legújabb időben terelődött a figyelem.

A talajfolyással lassan lefelé csúszó kőtuskókat a nehézségi erő természetesen a legnagyobb lejtés irányába téríti. Így fokozatosan a legtöbbjük a völgykezdemények és kezdődő bevágódások vápáiban gyűlik össze. Ezekben állandó vízfolyás ma sem lévén, a jelenkori erózió nem takarította el őket, csak a tömbök közötti agyagos részt öblítette ki. Ezáltal megjelenésre teljesen a kötengerekre emlékeztető, de a völgyelés fenekén kígyószerűen, hosszan elnyúlt felhalmozódásformák keletkeztek: a törmelékfolyamok, vagy -árak.

A talajfolyás törmelék szállító szerepének bizonyítékait csak a legutóbbi években ismertük föl, de morfológusaink gyors egymásutánban hazánk legkülönbözőbb vidékein jutottak egyértelmű eredményekhez. A talajfolyás hatásával indokolja Bulla (1938, 1939) középhegységi (Keszthelyi-hegység, Budai-hegység) agyag- és márgalejtőink lösztelenségét. Láng (1940) a Rozsnyói-medencéből ír le talajfolyást.

Jelen dolgozat szerzőjének szintén sikerült hazánk több pontján különböző kifejlődésben megtalálnia ezeket a jelenségeket. A bükk-hegységi mészkőlejtők törmelék- (1938/b.), valamint a bükkalji dombvidék nyiroktakarójának tanulmányozásakor (1938/a) kitűnt ezeknek periglaciális jellege, bebizonyosodott ezenkívül, hogy szállításukat szoliflukció végezte. A Budai-hegységben az ál morénákban (1939/a), Pestszentlőrincen pedig a síktundrákkal (1939/b.) kapcsolatban nyert megbízható adatokat a talajfolyás tünetnyének a jelenlétére és általánosan elterjedt voltára. De egyes (például a pelsőci és a szilicei karsztplaninák déli lábához támaszkodó sárga, löszszerű agyaggal kevert) törmelék lejtőknek enyhébb lejtőszöge is azt jelentheti talán, hogy a törmelék letelepítésében a talajfolyás itt is közreműködött. Meg kell említenünk végezetül a Borló-Gyil-hegységben (a Bereg- és Jávor-hegyek déli, Ilonca község határában) lévő, ande-

zittömbökből álló pompás törmelékfolyamokat is, amelyek harmónikusan illeszkednek az egész vidéken általános, szögletes andezitkavics és nyirok keverékéből álló törmeléktakarók jégkörnyéki jellegű fosszilis tájelemei mellé.

Ami pedig a szóbanforgó lejtőképződmények eljegesedéskori keletkezését illeti, erre vonatkozólag legyen elég elősorolnunk a Baradla jösvafői bejáratához épített műút vörösgyagos-mészkőkavics lejtőtörmelékéből kikerült mammutcsontot,* valamint azt a morfológiai adatot, hogy ezek a törmeléktakarók többhelyütt a városi terraszszintre szolgálnak alá.

A felületi lehordásfolyamatok mechanizmusának természetéből adódik, hogy a lejtőségek lehúzódo törmelékanyagai betömik, kitöltik a térszín kisebb egyenetlenségeit és elfödik a periglaciális éghajlat beköszöntése előtti eróziós felszínt is. A törmeléktakaróval fedett lejtőségeket megóvják a további pusztulástól; ezzel szemben annál hatékonyabban támadják a takaratlan sziklafelszíneket. Nyilvánvaló mindezekből a jégkörnyéki denudációs folyamatoknak a térszín kiegyenlítésére való törekvése.

Götzinger korábbi megfigyelései alapján W. Penck és követői a középeurópai mérsékelt éghajlat erdőfedte lejtőségein a törmeléktakaró nagyfokú *jelenkori* általános lehúzódozásának (Gekriech) a hívői. Ezzel szemben előbb ismételt felsorolt érveink alapján a kutatóknak ahhoz a táborához kell csatlakoznunk, akik, élükön Passarge, P. Kessler, Salomon és Büdel-lel, egy csaknem általános jelenkori mozgásszünetet tételeznek fel és az eljegesedéskori talajfolyásnak a térszínkiegyenlítésben és a tömegszállításban a jelenkori törmeléklehúzódozás mértékét sokszorosán felülmúló jelentőséget tulajdonítanak.

4. Folyóvizi felkavicsolódás.

(Terraszok, törmelékkúpok.)

A hegyvidéki lejtőségek fizikai mállással keletkezett periglaciális törmeléktoemegei a folyóvölgyekbe kerülnek és olyan nagy mértékben fölkavicsolják a folyók ágyát, hogy a pre- és posztglaciális völgyfeneknek üledékeitől a jégkori feltöltések már a kavicsanyag mennyisége alapján is élesen elkülönülnek. A völgyek jégkori fel-

* Kessler Hubert szóbeli közlése.

töltődése általánosan elfogadott jelenség lévén, elsőrendű fontosságú a felkavicsolódás okának a megállapítása.

Különösen W. Soergel (1921) vizsgálta behatóan a kérdést, s meggyőző okfejtéssel arra következtetett, hogy a jégkori fölkavicsolódás éghajlati eredetű, sem a csapadékmennyiség megnövekedésével, sem pedig tektonikus hatásokkal nem magyarázható jelenség. A vízgyűjtőterületek lejtőségeiről mérhetetlen mennyiségben alázönlő törmelék gyér vegetációjú, tehát száraz éghajlat alatt, mechanikai mállással keletkezett. A völgyekbe való anyagleszállítást túlnyomórészt a talajfolyás végezte és a folyók ágyát túlterhelte. Jégkori folyóink szélsőséges évszakos vízjárás-ingadozása annyira felfokozta a folyamatot, hogy eljegesedéskori folyóink elvadult, szétágazó medrei egy-egy, a völgy egész hosszában elnyúló völgyi törmelékűpon folyva, állandóan változtatták medrüket és így a széles völgytalpon egyenletesen elteregték a vízgyűjtőjükről leözönlő kavicsmennyiséget. Soergel, Högbom és P. Kessler egyértelmű eredményei szerint tehát a jégkori (pontosabban: eljegesedéskori) regionális jellegű fölkavicsolódás oka tisztán éghajlati. Eszerint egy eljegesedés-időszak csúcspontjának a beálltával a völgy felkavicsolódásának, ill. a folyó oldalozó eróziójának is túl kell haladnia a tetőzöpontját (Soergel, 1921, p. 51.); egy melegebb nyarú, csapadékosabb éghajlatú időszakban viszont a völgyfeltöltést a folyó bevágódásának kell követnie. Eszerint minden eljegesedésnek egy-egy klimatikus kavics-terrasz felel meg és megfordítva: minden jégkori kavics-terrasz egy-egy eljegesedésnek a bizonyossága.

A fenti megfontolások az eddig lefolytatott hazai vizsgálatok tükrében szintén helytállónak bizonyultak. Bulla, Cholnoky, Kerekes, Kéz, Láng, Pávai-Vajna, Schréter és Szádeczky-Kardoss terraszmorfológiai tanulmányai két, ill. három jégkori terraszt jelenlétét állapítják meg folyóvölgyeinkben. Kéz a Duna három dilúviális terraszt klimatikus eredetűnek véve, jelenlétükben hazai pleisztocénünknek az északeurópaival megegyező, hármas tagozódásának a bizonyosságát látja. A három terraszt fölkavicsolódása egy-egy eljegesedés-időszakban, bevágódásuk, vagyis terraszalakulásuk pedig a közbeeső két jégközötti szakaszban, ill. a jelenkor beköszöntésekor történt. Felfogásával ellentétben Cholnoky és Szádeczky-Kardoss szerint jégkori terraszaink inkább tektonikus eredetűek. Eddigi terraszvizsgálataink egyelőre nem elegendők még a kérdés végleges eldöntéséhez. Annyit azonban már most is teljes bizonyossággal megállapíthatunk, hogy a legfiatalabb pleisztocén

feltöltésű, óholocénben bevágódott városi terraszunk klimatikus eredetű, sőt, Scherf az utolsó (würm) eljegesedés Bacsák (1940/b. p. 41.) szerinti két periglaciális éghajlatú stadiális periódusának megfelelően a pesti síkság dunaszakaszán két felkavicsolódás-szintjét is megkülönbözteti. Morfológiai kutatómunkánk legelsőrendű feladata a hazai idősebb jégkori terraszok keletkezési körülményeinek minden bizonytalanságot megnyugtató módon eloszlato megállapítása.

* *
* *

Folyóvölgyeink alföldi kapui előtt és nagy reliefenergiájú vízgyűjtőterülettel rendelkező mellékvizeknek fővölgyükbe torkollásánál egy-egy igen enyhe lejtésű, legyezőszerűen szélesen elterülő, nagy kavics-törmelék-kúp helyezkedik el. Szakirodalmunkban sok adatot találunk ezeknek a korára és kavicsanyagára vonatkozóan, a periglaciális éghajlattal való legszorosabb kapcsolatukat azonban mindezideig nem méltattuk kellő figyelemre, annak ellenére sem, hogy több ezer km²-nyi területet foglalnak el az Alföld szélein.

Folyóink alföldperemei törmelék-kúpjainak a zöme az ujpleisztocén időben, a városi terraszok felkavicsolódásakor halmozódott föl, eredetük tekintetében tehát teljesen megegyeznek velük. Futólag soroljuk föl a Tiszának és a kárpátalji folyóknak alföldszéli törmelék-kúpjait a közibük rekesztett pleisztocénvégi (tőzeg-) mocsarakkal, továbbá a Szamos, a Körösök és a Maros törmelék-kúpjait, vagy a deliblái, pleisztocén kavicsos törzsű, a szárnyain homokos törmelék-legyezőt. Az észak felől érkező folyók ugyancsak egy-egy ujpleisztocénkori törmelék-kúp lejtőjén ereszkednek alá az Alföld szintjére. Csak a Sajó—Hernád »rejtett« törmelék-kúpját és az Eger-patak hatalmas, szabályos legyezőalakú lejtős felhalmozódástérszínét említjük meg; a kettőt a Bükk déli patakjainak összeforrott törmelék-kúp-lánca egészen egybekapcsolja. A Dunántúlon és a Kisalföldön ugyancsak mindenütt kifejlődtek ezek a nagyszabású kavics-termelésről tanuskodó legyezők; a legnagyobb a Duna csallóközi megemelt törmelék-kúpja, az elrekesztett pleisztocén mocsarak újabb sorával.

A törmelék-lejtőkkel kapcsolatban alkalmunk nyílt már megismerni a mészkőnek és a dolomitnak azt a tulajdonságát, hogy a mechanikai mállás tényezőivel szemben csekély ellenállást tanúsítanak. A mészkő- és dolomitterületek felfokozott mértékű periglaciális törmelék-képződésének megfelelően az újpleisztocénkori törmelék-kúpok is rendkívüli méretűek. Említsük meg a Vértes aljában, Csák-

vár és Csákberény között kilépő törmelékkúpokat (Taeger, 1909. p. 115;), vagy az i. d. Lóczy (1913, p. 429—458.) leírta fejérmegyei (sárréti és székesfehérvár—iszkaszentgyörgyi) és bakonyszéli (csóri, várpalotai, keszthelyi és gyenesdiási) mészkő- és dolomit-törmelék-térszíneket. Ugyanilyen törmelékpalástot minden mészkővidék völgynyílásaiban találhatunk (pl. a Szádelői-és Aji-sziklaszorosok bejáratai előtt), sőt, nem egyszer annyi is elegendő létrejöttükhöz, hogy a mészkőlejtőség enyhe völgyelése a lehúzódnó törmeléket egy irányba tereli. Így keletkezett a tornagörgő-méhési lapos törmelékkúp (6. ábra), ez egészen eltorlaszolja a szádmási öblözet (Abauj Torna vm.) medencefenekét.

* *
*

A megelőző fejezetekben jégkörnyéki formakincsünknek olyan elemeivel találkoztunk, amelyeknek a fő tömegmozgató-tényezője a talajfolyás volt. A jégkori felkavicsolt folyóvölgyek fosszilis maradványai, a kavicsterrasszok, úgyszintén a törmelékkúpok is ugyanennek a periglaciális éghajlatnak a kőzetaprózódásából halmazódtak föl, szállításukat azonban már túlnyomórészt lineáris szállítóerő, folyóvíz végezte. Erre mutat a kavicsanyag koptatottsága is. Az egyes kavicszemek rétegenkénti szeszélyesen változó szemnagyságából pedig a jégkori folyók vízmennyiségének nagyfokú ingadozását (a hótakaró gyors olvadása, hirtelen heves záporok lerohanó víztömege) olvassuk ki. A Magyar-medence jégkori felkavicsolódásának körülményeiből élénk rajzolódó éghajlati adatok tehát örvendetesen illeszkednek bele a lejtőségek vizsgálata nyomán eddig kibontakozott periglaciális táj ősföldrajzi képébe.

5. A periglaciális defláció tüneteinek.

(Lősz; futóhomok, löszagyag [nyirok].)

Legjellegzetesebb és legelterjedtebb periglaciális képződményünk a lősz. Az eredete, diagenézise, nemkülönbön kronológiája tekintetében ellentmondó nézetek okozta bizonytalanságot épp a legutolsó évtizedben oszlatták el Bulla (1933, 1934, 1936, 1938, 1939), Vendl, Takáts és Földvári (1934, 1935, 1936) és Scherf (1938) tanulmányai. Bulla a löszkérdés kiterjedt nemzetközi irodalmának eredményeire támaszkodva a hazai löszkutatások adatai alapján egységes nézőpontból vizsgálja összes löszproblémáinkat, s szintézisében helytállóan vázolja a periglaciális Kárpátmedence ős-

földrajzi képét. Vendl és munkatársai laboratóriumi vizsgálataikkal a hazai löszök eredetére nyújtanak exakt támaszpontokat. Scherf és Bulla végül löszeink finomabb rétegtani taglalását ejti meg.

Richthofen, Obruchev, Münichsdorfer, Ganssen, Keilhack, Soergel, P. Kessler, Witschell, Grahmann, stb. vizsgálatai alapján a Föld felszínének több millió km²-ét elfoglaló, világszerte csodálatosan megegyező vegyi és ásványos összetételű löszlepel mibenlétének kérdései nagyobbrészt tisztázódtak. A lösz alapanyaga eszerint száraz éghajlatú, gyér növényzetű hideg puszták és sivatagok (Witschell, 1928) területén mechanikai aprózódással termelt, kifújt por, amelyet a szél távoli vidékekre elszállított; ennek a legfinomabb kőzetlisztnak a hideg-száraz fűves pusztákra leüleptített része az éghajlat és a fűnövényzet hatására sárga, jellegzetesen csöves szerkezetű, meszes kőzetté alakul. Belső-Ázsiában 3000 m tszf. magasságig felhatol, Középeurópában azonban 300—400 méternél általában nem hág magasabbra. Kontinensünkön az északeurópai jég-takaró kiterjeszkedése idejében kifejlődött periglaciális éghajlat felelt meg a lösz keletkezés-föltételeinek. az európai típusos löszöknek ebből következőleg a diluviális jégkorszak eljegesedési időszakai-ban kellett képződniök. Teljes mértékben megerősítik ezt a löszök települési viszonyai, flóra-, faunamaradványai és ősrégészeti leletei.

Az Alföldön és peremvidékein mintegy 150.000 km²-t (Bulla) borít lösz. Mivel a löszök ásványos összetételében világszerte alig van valamelyes eltérés, a löszök anyagának származáshelye kérdésében folytatott vita hosszú ideig nem jutott nyugvópontra. Vendl, Takáts és Földvári-nak sikerült végre a különböző előfordulások löszei jellegzetes ásványainak mikroszkópos vizsgálatával megállapítaniuk, hogy a budapestkörnyéki és a börsönyi löszök poranyagát a Duna pleisztocénkori homokjából fújta ki a szél. Magától értetődően következik ebből, hogy minden jégkori, szélsőséges vízjárású folyónknak évről-évre friss hordalékkal elöntött ártere állandóan regenerálódó deflációs terület volt. Kétségtelen azonban, hogy löszeink alkotásához a periglaciális éghajlatú Magyar-medence egész felületéről tovaszállított por is lényegesen hozzájárult. Valószínű, hogy ezenkívül távoli, belsőázsiai, sőt afrikai deflációs területek pora (Schafarzik, 1901. és Witschell) is gyarapítja őket.

Annak ellenére, hogy löszeink anyaguk tekintetében csaknem

egészen egyformák, a különböző szerkezetű löszöknek több fajtáját különbözteti meg irodalmunk. Az egyes típusok közötti eltéréseket leülepedési helyük lokális körülményei idézik elő, a löszfélések tehát fáciesváltozatok. Lejtős térszínen a »típusos lösz«-t a jégkori záporvizek felszíni lemosása révén aprókavicsos csíkok, kiemelődő lencsék álrétegekké, »nem típusos lösz«-szé teszik; ide sorolhatjuk talán id. Lóczy »völgyi lösz«-ének (1913, p. 501—502.) a zömét is; az alföldi füves puszták időnkint vízborította részein réteges löszfélések: az »infúziós« (Horusitzky F.), vagy »lócsa-lösz« (Horusitzky H. »mocsárlösz«-e) rakódik le.

Különböző szerzők gyakran emlékeznek meg »homokos lösz«-ről, sőt löszkötegek közé települő futóhomok-rétegről is több helyütt olvashatunk. Így már Taeger (1909, p. 116.) megemlíti, hogy a vértesi futóhomok »keletkezése már a quarterben kezdődött« és képződése »a lösszel szoros összefüggésben áll«. Id. Lóczy (1913) ugyancsak megállapítja a dunántúli lösz és futóhomok egyidejű lerakódását. De az irodalom legújabb termései sem szűkölködnek figyelemreméltó adatokban. Vendl (1934, p. 754.) vizsgálatai szerint »a dorogi lösz átmenet a futóhomokhoz.« Peja (1938) a középső Ipolyvölgyből értesít pleisztocénkori, löszhöz kapcsolt helyzetű futóhomokról. Babarczy (1941, p. 59.) az Alföldről említ dilúviális homokdűnéket. »Lösz alatti« és »lösz feletti« — pleisztocénkori — futóhomokokat állapít meg Faragó (1938) Nagykőrös környékén és Scherf (lásd Jaeger 1939, 16 tábla) a Duna-Tisza közén; Sümeghy (1937) pedig nagykovácsi síkvidéki geológiai felvételei során megállapítja, hogy a dűnék magja a felső pleisztocén kék homok s a dűnék homokanyaga — kétségkívül még a jégkorban — »abból rostálódik ki«. A rakamazi tiszaparton mélyített kutatófúrások is löszöket elválasztó (löszös) futóhomokot tártak föl.* Pleisztocénkori homokfúvás bizonyítéka végül a pest-szentlőrinci síktundra fagyrepedéseinek futóhomok-kitöltése (Kerekes, 1939/b.) is.

Íme, a megbízható adatok egész sora támasztja alá futóhomokjaink zömének jégkori, a löszökkel egyidejű kifúvását. Egészen természetes is ez, hiszen aligha tételezhetjük föl, hogy az a szélhatás, amelyik hazánk alacsonyabb területeit hatalmas kiterjedésű löszlepellettel borí-

* Utóbbi az 1938. évi Sümeghy József főgeológus vezette öntözési földtani kutatómunkálatok keretében volt alkalmam megfigyelni.

lotta be és pusztán poranyagban a legóvatosabban számítva is több-száz köbkilométernyi közettörmelékkel szilált ki és üleptett le, a medencéink felszínén nagy tömegben előforduló és a széles jégkori folyóárterekre évente kitergetett homokot nem mozgatta volna meg.

A szélsodorta homokszemek az útjukba eső sziklarészecskéket fényesre koptatják, a kifúvástérület maradéktakarója kavicsainak a felületére pedig sajátságos, éles élben metsződő lapokat csiszolnak («sarkos, v. éles kavicsok», »Dreikanterek«). »Sivatagi fénymáz«-as kőzetdarabokat ír le Cholnoky (1918, 1926, 1932) a Balatonfelvidékről, a szél tájformáló működésének világhírű példáival kapcsolatban. A tihanyi szőlőfűvás a Pét, Öskű, Kádárta és Hajmáskér közötti dolomitfennsíknak egyedül deflációval magyarázható nyugtalan felszíne, a somogy-zalai deflációs völgyek, de méginkább a másfél-száz méter vastagságot meghaladó hatalmas pannóniai ho-



6. ábra.

A tornagörgő-méhéshi újpleisztocénkori lapos törmelékkúp feltárt kavicsa.
(Kerekes felv.)

mokos üledéknek a Kállai-medence és a Tapolcai öböl vidékéről való kitakarítása, a kisalföldi bazalt-mezák, a pannonhalmi járdangok, végül a pilisvörösvári árok dolomitjának szélmarta sziklái.*

* Itt meg kell jegyezni, hogy a jegenyevölgyi »széllépcsők« (1939/a) keletkezésének általam megkísérelt, azonban valószínűleg téves, magyarázata helyett ezeknek inkább zoogén eredetét kell föltételeznünk.

mind egy valóban nagyszabású szélműködés beszédes bizonyosságai.

Különösen dunatiszaközi ÉÉNy—DDK irányban, szél mentében megnyúlt futóhomokbuckáink feltárásaiban elég gyakran találunk két szürkésárga homokrétet elválasztó, diszkordáns településű, szürkésbarna, vagy vörösbarna színű *humuszos sávot* (Güll 1907, p. 188., Kádár 1935, p. 14.). Genetikailag nyilvánvalóan a löszök közé ékelődő vályogszalagokkal azonosíthatók ezek!

Csiszolt sarkos kavicsokat is a fenti adatokkal érzékeltetett szélműködés arányaihoz méltó mennyiségben találunk: Papp K. (1899), Horusitzky H. (1907), Pávai-Vajna F. (1909), Taeger (1909), id. Lóczy (1913), Cholnoky (1918), Schafarzik és Vendl (1929), Jaskó (1937), Mauritz (1939) és Häusler (1939) adatai alapján a Kisalföldről, a Fertővidékről, a Bakony-, Vértes-, a Budai- és Börzsöny-hegységből, de legnagyobb számban a Balatonfelvidék számos pontjáról ismerjük előfordulásukat, sőt, több kutatónak sikerült pleisztocén korukat is kétségtelen bizonyossággal megállapítani. A löszöknek a jégkori szélszállította üledékek felhalmozódásterületein a futóhomokokkal való benső kapcsolata, azonkívül a kifúvásterületek meghatározható korú éles kavicsainak dilúviális kora, Scherf (1938) álláspontját igazolva, az *egész nagyszerű deflációs tünemény periglaciális voltát tanúsítja* tehát. A kövágóorsi kőtengerről megállapítottak ezáltal újabb alá-támasztást nyernek.

A szélműködés hatásával kapcsolatos jelenségek vizsgálata során tehát hazánk változatos periglaciális képsorozata két igen érdekes tájtypussal gazdagszik: főleg dunántúli, dolomitból épült középhegységreszeink *szikla- és kavicssivatagával*, s ugyanakkor az Alföld löszhullásos, füves pusztaságainak egyhangúságát meg-megszakító fél-sivatagos, növényzet nélküli *futóhomokbuckás* tájjal!

* * *

A lösznek magyarországi elterjedését jelző térképek (Horusitzky H. 1898; Bulla 1938.) tanulmányozásakor feltűnik, hogy a löszterületek a Magyar-medence mély helyzetű síkságain és peremi dombvidékein helyezkednek el, s legfeljebb 400 m t. sz. f. magasságig húzódnak föl. A fentebb felsorakoztatott adatok alapján löszünk kőzetanyaga a haza eljegesedéskori kifúvásterületekről porviharok által elszállított, leüleptett legfinomabb kőzetliszt. Nagyobb t. sz. feletti magasságon ritkán találunk löszöket. Indokolatlan volna

föltennünk, hogy az akadályt nem ismerő szelek kizárólag a mély, fekvésű medencereszéken teregették szét szállított portömegeiket és a középhegységek magasabb részeire nem juttattak belőle! De hol vannak ezek a szélhordta üledékek?

A kérdést vizsgálva, önkéntelenül szemünkbe ötlik egy kőzet-, ill. fosszilis talajfajta, amelyik épp magasabb domb- és hegyvidékeinknek a lösztakarta részletei *fölött* ugyancsak általánosan elterjedt. Ez a kőzet a »nyirok«. Első vizsgálója, Szabó J. (1866) s őt követőleg Ballenegger (1917), az elemzett minták kőzetének fekjében talált eruptívus tufák mállásából meleg, nedves éghajlat alatt képződött harmadkori reliktum-talajt lát benne. Megállapításaikat talajtani kézikönyveink (Sigmund 1934) is átveszik. Ha azonban morfológiai nézőpontból vizsgáljuk a nyirokkérdést, észleleteink nem támasztják alá ezt a felfogást.



7. ábra

Rogyás a bükkhegységi örvényközi karsztfennsíkot takaró sárga agyagban (nyirokban). (Kerekes felv.)

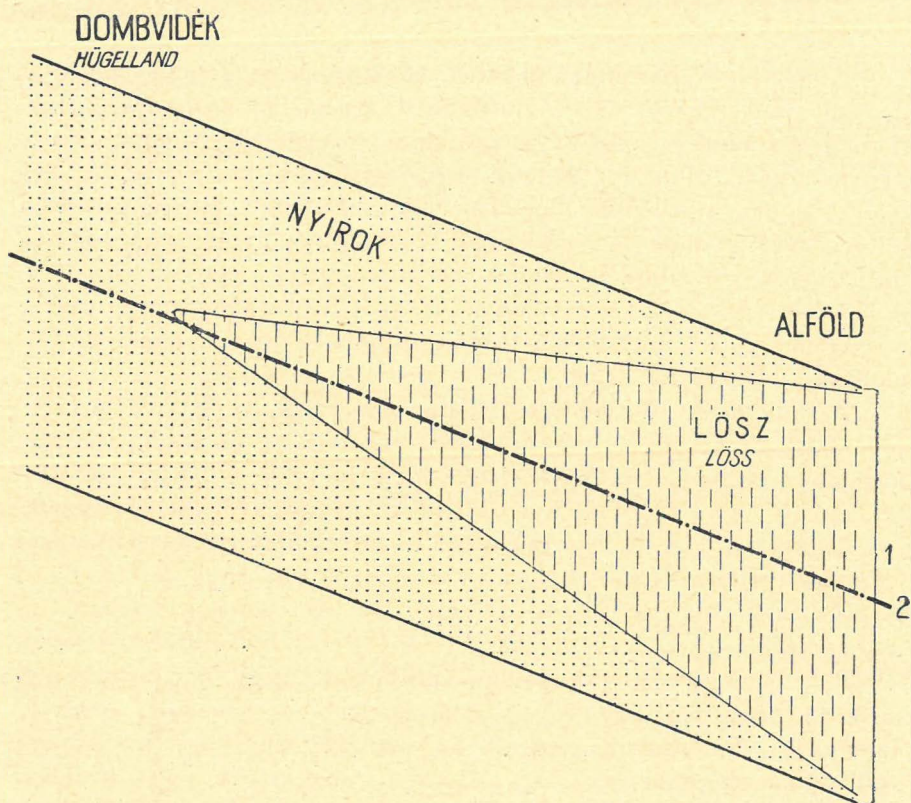
A bükkalji dombvidék sárga, barna és vörösbarna agyagtakarója egyformán befödi a Bükk déli dombságának összes harmadkori — vulkánikus és *üledékes* — kőzeteit (Kerekes 1936), sőt, felhúzódik, löbbszáz méterrel az eruptívus tufák fölé (!), a hegység 700—900 m magas karsztos mészkőfennsíkjának a töbreibe (lásd

7. ábra) is! Emellett a miskolci Szinva-, (Papp K. 1907), a Hejő-, Eger- és a Tárkány-patakok városi terraszaira is leereszkedik, sőt Endrédy (1934, p. 131—2.) a borsodi nyílt ártéren két löszréteg között észlelte. Általános térszíni elhelyezkedése tehát első kutatóinak felfogása szerinti eredetének, rétegtani helyzete pedig kelétkelési idejének ellentmond. A lösznek és a nyiroknak többhelyütt észlelt váltakozó települése *egykorú* voltukat, hasonló színük, közel megegyező szemnagyságuk, s nem utolsó sorban összetételük (v. ö.: Ballenegger [1921, p. 125.], Endrédy [1934, p. 136.], valamint Vendl, Takáts és Földvári [1935, p. 775.] elemzési adatait!) pedig nagy valószínűséggel anyaguknak *közös eredetét* bizonyítja!

A lösz leülepedett poranyaga lösszé, azaz mésztartalmú, sajátosságosan csöves alakú kőzetté csak szigorúan meghatározott éghajlatú és növényzetű területen: száraz, füves pusztán alakulhat (Bulla 1935). A nyirokra vonatkozó ismereteinkből, valamint abból, hogy a lösz bizonyos tengerszint feletti magasság fölött általában eltűnik s helyette a minden tekintetben hasonló, pusztán mésztartalma és a csöves szerkezet hiánya tekintetében eltérő nyirok veszi át a takaró szerepét, kényszerítő módon kínálkozik a föltevés, hogy a nyiroknak és a lösznek az anyagát egyformán a jégkori porhullás szolgáltatta, a nyirok azonban nem ment át ugyanazon a diagenetikus folyamaton, mint a lösz! Klimatikus képződményekről lévén szó, eltérő diagenézisüket csakis képződési idejüknek eltérő éghajlata okozhatta. Hajósy (1935) megfigyeléseire támaszkodva, föltételezhetjük, hogy a dombvidékeink felső löszhatára fölötti övezetben a csapadék mennyisége nagyobb volt a sztyeppvegetáció által megkívántnál, úgyhogy itt magasabbrendű — parkerdős — növényzet fejlődött ki és a lehullott poranyag *erdei talajjává* lett! A legteljesebb összhangban áll ez az elképzelés a Mottl (1938) őslénytani kutatásai és a Hollendorner és Sárkány (1938) faszénvizsgálatai alapján vázolt jégkori ősföldrajzi képpel; szerencsés módon illeszkednek ezekhez a megegyező adatokhoz azok, amelyek a nyirok-talajokon (Kerekes 1938/a), illetve az utólag elmésztelenedett vályogokon (Bulla 1938) kimutatott jégkori talajfolyást bizonyítják.

Összefoglalva az eredményeket: a jégkori periglaciális — főleg a nyári évszakban ható — porhullás a jégkori sztyepphatár fölötti területekre is hatalmas portömegeket szállított, e területek nedvesebb helyi éghajlatának megfelelő növényzet hatására azonban a lehullott poranyag mésztelen, agyagos erdei talajjává alakult.

A periglaciális éghajlatú eljegesedési időszakokat elválasztó csapadékosabb periódusokban — az interstadiális, ill. interglaciális időkben — az egész Magyar-medencét meg-meghódítja a parkerdő növényzettipusa s alföldi folyóink mentén kialakulnak a klasszikus löszszelvényeink taglalását (Bulla [1934, 1936, 1937—38] és Scherf [1938]) megkönnyítő *vályogszalagok*. Ezek megközelítőleg azonos körülmények között keletkeztek, mint a tulajdonképpeni nyiroktalajok,



8. ábra.

A lösz- és nyirokképződés idő- és térbeli összefüggésének vázlata.

1. a porhullás tartama; 2. az eljegesedés csúcspontja.

csak képződésük *ideje* tekintetében mutatkozik a 8. ábra szkémáján érzékeltetett eltérés: az alföldi száraz, jégkori síkságokon a füves püszttát csak aránylag rövid időre váltja föl a vályogszintet kialakító erdős növényzet, itt tehát legfeljebb a legegységesebb időben vályogosodik el a löszterszin vékony felületi része, ezzel szemben

a nedvesebb hegyvidéken leülepedett portömeg legfeljebb csak az eljegesedések csúcspontjain, rövid időn át, a'akul lösszé. A két határterület közötti fokozatos átmenet tanulmányozására kiválóan alkalmasak pl. a Sajó—Bódva terraszainak kevert lösz-nyirokszelvényei.

A nyirok keletkezésére vonatkozó eddigi ismereteinket a legmeggyőzőbben egészítik ki *barlangi üledékeink* morfológiai adatai!

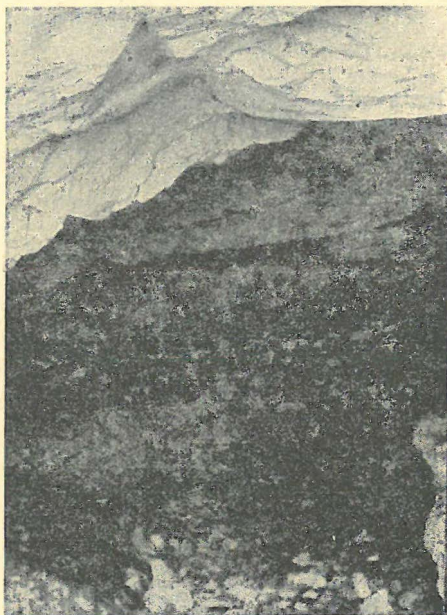
6. Barlangi üledékek.

Tudományos barlangkutatásunk nemrégiben ünnepelte megindulásának harmincesztendő évfordulóját. A három évtizedes bűvőmunka beszámolója az elért ősembertani, ősrégészeti, őslénytani, fitopaleontológiai, állattani, élettani eredményeknek büszke seregszemléje. Valóban csodálatos, hogy az ásatások során minden esetben feltárt barlangkitöltéseket a felsorolt rokontudományokhoz viszonyítva mily kevésbé méltattuk figyelemre, annak ellenére, hogy Ch o l n o k y-nak sok tekintetben a külföldön is úttörő barlangtanulmányai (1917) e tudományszak kutatástörténetének mindjárt első harmadában rávilágítottak a követendő útra!

Barlangjaink túlnyomórészükben idős, régi karsztvízhálózatoknak hosszabb-rövidebb maradványai. Gyakoriság és mennyiség tekintetében egyaránt egészen elenyészőek bennük a barlangok üregét egykor kivájt patak hordalékának a maradványai. Az ásatások leginkább különféle színárnyalatú *mész-kőtörmelékes*, ritkábban törmelék nélküli *barlangi agyagokat* tárnak föl. Ezek a rétegek a bennük talált sok ősrégészeti és őslénytani lelet tanúsága szerint túlnyomórészben jégkori eredetűek, s csak legfelső, csekély részük keletkezett a jelenkorban. Nyugodtan állíthatjuk, hogy összes barlangi üledékeinknek legalább 90%-a pleisztocén- és jelenkori eredetű! Jellemző tulajdonságuk ezeknek az üledékeknek, hogy anyagukon szállításnak, koptatásnak, vagy folyóvízi rétegezésnek leggyakrabban nyomát sem leljük. A kőzettörmelék durvaszemű, élesszélű és a bezáró barlangi agyaggal is többnyire osztályozás, rétegzés nélkül keveredik össze. A barlangban egymáratelepülő, különböző színű mész-kőtörmelékes üledékek egy-egy tagjának a megjelenési alakját vizsgálva, azt tapasztaljuk, hogy ezek többnyire egy törmelékgyarmadát építenek föl, mégpedig vagy a barlang bejáratában, vagy a felszínre felnyúló kürtő alatt (l. 9. ábra). Nyilvánvaló tehát, hogy ezek a törmelékgyarmatok a barlang pusztulási folyamata közben képződnek. Ch o l n o k y fentebb említett munkája szerint a barlangjáratok fa-

lait és mennyezetét az üregpusztítást munkáló erők — egyrészt az atmoszferiliák, másrészt pedig a boltozati feszültségek dinamikai hatásai — mindaddig támadják, omlasztják, amíg létre nem hozzák a barlang egyensúlyi keresztmetszetét. Ennek a folyamatnak a terméke a mészkőtörmelék, agyagos kötőanyaga pedig a mészkőnek a szivárgó vizek által összemossott oldási maradéka.

Az ásatások teljes mértékben igazolták ennek a munkaelméletnek a helytálló voltát a törmelékanyag eredetét illetően. A feltárt barlangok számának növekedésével párvonalasan gyarapodott a mész-



9. ábra.

A Forrásvölgyi-barlang (Bükkhegység) kulisszás mennyezete és kitöltése.

(Kerekes felv.)

törmelékes kitöltésre vonatkozó adatok tömege is. Ezeket összegezve, azt a feltűnő eredményt kapjuk, hogy a legkülönbözőbb korú — jórészt igen régi, még a harmadkorban kialakult üregű — barlangjaink mészkőtörmelékes kitöltő rétegeiből következetesen csakis *jégkori*, mégpedig a jégkorszak legfiatalabb szakaszából származó korhatározó emberi, állati és növényi maradványok kerültek elő! (Erre

vonatközzel lásd Gaál, Hillebrand, Hollendorner és Sárkány, Kadie, Kormos, Mottl, stb. idézett munkáit.) Feltűnő a mészkőtörmeléknek meglehetősen egyenletes szemnagysága is. Nyilvánvaló ezekből, hogy bár barlangjaink üregpusztulásának a folyamata a Cholnoky körvonalazta irányban halad, a vele kapcsolatos nagymértékű törmelékképződés időbelileg határozottan egy szinthez kötött! A mészkőtörmelék képződése, felhalmozódása legnagyobb mértékű a barlangoknak a bejáratok, nyílások közelébe eső részeken, tehát ott, ahol a külszín felől támadó hőmérsékleti hatások a legerősebbek. Kétségtelenül klimatikus képződeményről lévén szó, lehetetlen észre nem vennünk a barlangok eme jégkori törmelékképződésének és az eljegesedések idejében hazánk egész felszínét pusztító, folyóvölgyeinket mértéktelenül felkavicsoló törmeléktermelés folyamatának az azonos voltát!

A mészkőtörmelékkel keveredő, zömében sárga, sárgásbarna színű agyag oldási reziduum voltát cáfolni látszik a már említett szerkezet nélküli, folyóvízi ülepités nyomát nélkülöző megjelenése, valamint az a tény is, hogy a legfiatalabb jégkori kitöltő rétegekben egészen löszszerű, annyira, hogy több kutatónk »barlangi lösz«-nek is nevezi (Gaál 1935, 1936, 1939). Ezek a rétegek a bejárat közelében erősen megvastagszanak. Valószínűleg a jégkori porhullások idejében a barlangok párás levegője szűrte ki az üregekbe behatoló száraz légáramlások poranyagát. A mélyebb, a bejáratoktól távolabb eső barlangrészekbe a szivárgó víz is beiszapolhatta. Meggyőző példát nyújtanak erre az egerkörnyéki barlangok (Kerekes 1938/b); itt főleg azokban az üregekben találunk nagyobb tömegű agyagos üledéket, amelyek fölött csupasz a mészkőfelszín, a lösz átszüremkezését nem gátolja meg a mészkövet betakaró abrázios üledék. Soergel (1921) szerint a lösznek és a vele rokon képződeményeknek a sárga színe a jégkori hideg-száraz éghajlat bélyege. *Barlangjaink mészkőtörmelékes sárga agyagos üledékei* mindezekből következőleg *szintén periglaciális képződemények!* (Lásd Kerekes 1938/b, 1940 és Lais 1941.)

A barlangokat a kürtöikön, nyílásaikon át behúzódnó törmelék gyakran egészen eltorlaszolja (lök völgyi Vaskapu-barlang). Kétségkívül a Subalyuk üregét kitöltő törmelék-tömeg túlnyomó része is a kürtön át hullott be a barlang üregébe.

Ha elfogadjuk — már pedig el kell fogadnunk — a barlangi mésztörmelékes agyagok klimatikus voltát, feltétlenül figyelmet kell

szentelnünk az egyes mészkőtörmelékes rétegek agyagos kötőanyaga *színárnyalatainak* is. Föl kell tennünk, hogy a különböző időszakokban a barlangok levegőjébe bejutott és leülepedett poranyag különböző hűmlesztartalma, illetőleg a mésztörmelékes barlangi agyagoknak ennek következtében előállott szineződése éppúgy regisztrálja az éghajlati ingadozásokat, mint futóhomok-, lősz-, vagy nyirok-szelvényeink hűmlesztos-, ill. vályogszalagjai! (Hillebrand 1935, p. 39., Kerekes 1940.)

A barlangok üledékeinek a tanulmányozása, látjuk, gyér előfordulásukat és viszonylag csekély mennyiségüket messze túlszárnyaló jelentőségű. A hegylejtőkön jóformán nyom nélkül lehúzódik a rajtuk képződött törmelék, a leülepedett löszanyaggal együtt; a barlangokban ezzel szemben tökéletesen megmaradnak az egymásra telepedett rétegek, s szelvényeik fokozott értékű támaszpontjai a kortörténeti kutatásnak. A barlangi üledékek hivatottak középhegységi pleisztocénünk tisztázatlan ősföldrajzi kérdéseinek megoldására, mert az alkalmazkodásra többé-kevésbé képes állattársaságokkal és a csak szórványosan előforduló faszénmaradványokkal szemben — **kellő** tanulmányozás után — a legexaktabb adatokat joggal remélhetjük ezektől a minden barlangban meglévő lerakódásoktól.

* * *

A barlangi mészkőtörmeléknek és a lejtőtörmeléktokegeknek kifagyás általi termelésével szépen összhangban áll a barlangok bejárati részeiben minduntalanul előforduló jelenség: a *barlangmennyezet beszakadása*. A barlangok bejárati törmelékgarmadájának magvában csaknem minden ásatás szelvényén (Szeleta-, Kecse-, Forrásvölgyi-, stb. barlangok) nagy sziklatömböket látunk. Így van ez a Lök völgyi-barlangnál is. Ennek a barlangnak a kitöltése azonban egyéb körülmények miatt is rászolgál különös érdeklődésünkre.

A Lök völgyi-barlang a hasonló nevű patak levantei kori sziklaterrasza alatt, 37 m-rel szinten oldódott ki. Mennyezetének, oldalfalainak egész felülete öblösen-csipkésen korrodált, a barlangjaink legtöbbszörének falain látható kifagyás pusztításainak minden nyoma hiányzik rajta; azzal magyarázható ez, hogy eredetileg külszíni nyílás nélküli, ú. n. vakbarlang volt. Valószínűleg a (würm) eljegesedéskori fagyrepszítés hatására omlott be a mennyezete, mintegy 8 m szélességben (fényképét lásd Kerekes 1938/b, p. 117). A feltárt nyílás előtt a mennyezet leomlott sziklatömbjeire ráhalmozó-

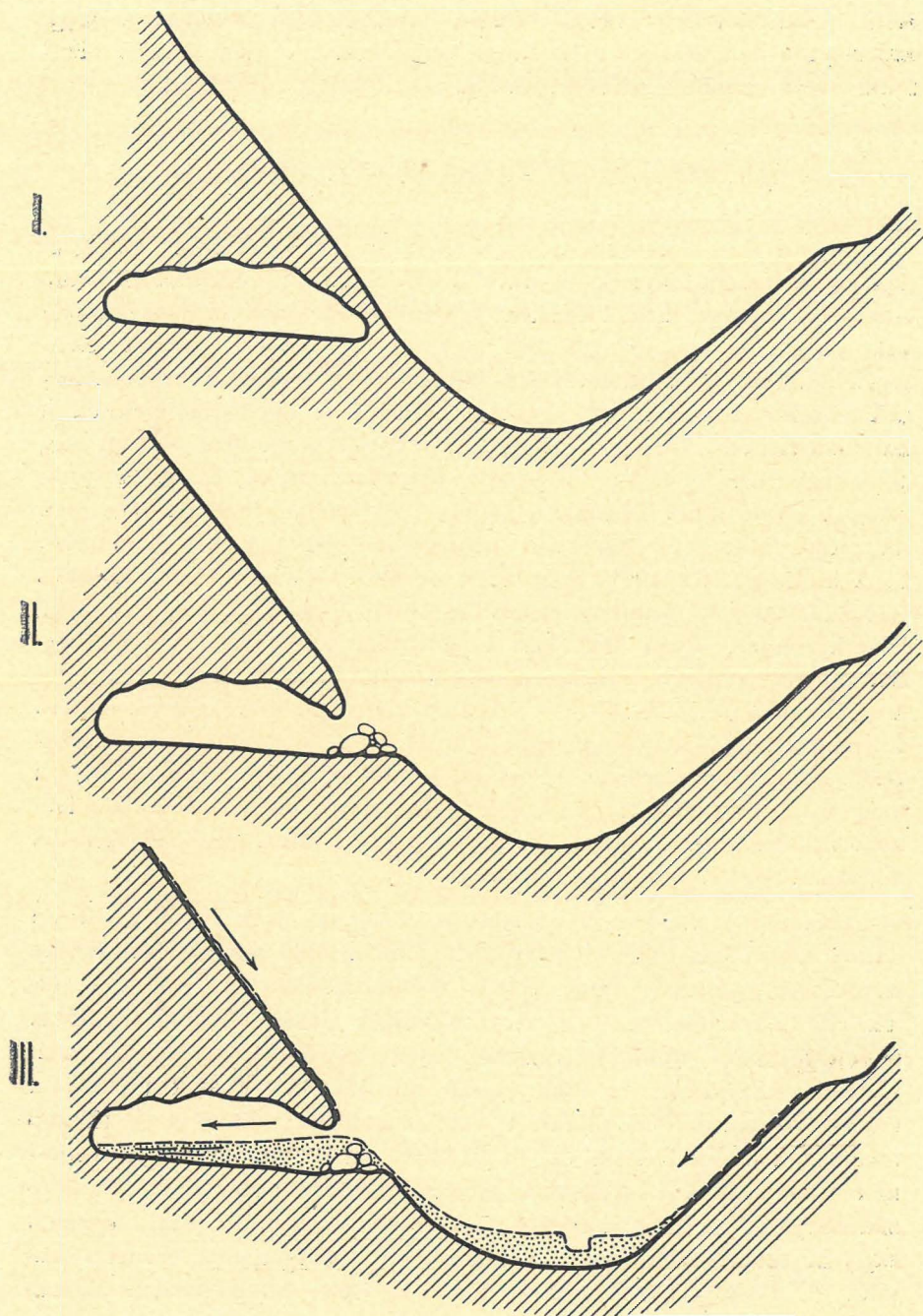
dott a lejtő lehúzódo jégkori agyagos törmeléke és innen javarészában továbbcsúszott a lejtőn, a völgytalp felé, — a völgyfenéken folyó patak ma is sárga mészkőtörmelékes agyagba mélyül —, részben pedig, pontosan a nyílás mennyezetének a szintjében, behúzódo a barlangba. A lapos, igen gyenge lejtésű, sárga-agyagos mészkőtörmelék-garmada végig *befelé* ereszkedve, az egész barlangtalpat elborítja. A barlangmennyezet régi, de teljesen ép korróziós felszíne alatt elhelyezkedő, »majdnem vízszintes« (Kadic) *befelé* lejtő felszínű barlangkitöltés kétségkívül egyedül kívülről kerülhetett be a barlangba. Az alig észlelhetően lankás lejtővel való behúzódoását pedig egyetlenegy törmelékiszállító folyamattal magyarázhatjuk csak meg s ez: a *talajfolyás!*

A felsoroltakon kívül állításunkat alátámasztják a barlangkitöltés kavicsa között talált agyagpaladarabok is; a barlangot bezáró mészkörög fölötti lejtőrészletet felépítő agyagpala-terület lehúzódo lejtőtörmelékeként kerültek ezek ide. Az üledék exogén eredetét tanúsítják a kitöltés agyagjában talált —erdőtalajra utaló — vasborsók is!

A széles nyílású, de rövid barlangbejárat fenekét teljesen elborította a talajfolyással behúzódo lejtőtörmelék. A fölengedő nyári hónapokban az egész agyagos kavics tömeg szivacs módjára vízzel teltett, s a barlangkitöltés talpán a sárfolyás nyelve alján előszivárgó víz az eljegesedéskori üledékeinkben szokatlan — mindössze néhány cm vastagságú — mésztufarétegeket rak le. (A barlang kitöltésének a skémáját lásd a 10. ábrán, a barlang részletesebb leírását pedig a fent idézett munka 117—221. oldalain.)

Ujabb bizonyítékát találjuk ezáltal nemcsak a periglaciális talajfolyásnak, hanem a barlangi agyag löszeredetű, szubaerikus voltának, úgyszintén annak is, hogy nyiroktalajaink már a jégkorban is agyagos, erdőtalajok voltak, s nem utólagos elvályogosodás eredményei.

A talajfolyásnak barlangban való észlelése meglehetősen váratlan s fokozott mértékben szokatlan tényként hat. Ha azonban összevetjük Schädler (1931.) adatával, aki a totengebirgei Eislueg-barlangnak (1450 m magasságban, fagypontkörűli ingadozásnak kitett) agyagos-kavicsos kitöltésű fenekén jelenkori szerkezeti talajokat — tehát jelenleg is képződőben lévő barlangi síktundrát — talált, 30—50 cm átmérőjű poligóniumokkal, akkor a Lök völgyi-barlang 367 m t. sz. f. magasságát, valamint a hazánk területén feltételezett 7—9 C° jégkori évi középhőmérsékletsüllyedést alapul véve, körül-



10. ábra.

A Lök völgyi-barlang (Bükkhegység) valószínű kitöltődése.
I. Preglaciális állapot; II—III. Glaciális állapot.

belül ugyancsak $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ körüli értéket kapunk! Meggyőződésem, hogy ismereteink bővülésével a barlangi talajfolyásnak még számos bizonyító erejű példáját sorolhatjuk föl.

7. A síkföldi tundraképződmények.

Az európai eljegesedett területeket övező periglaciális vidékeknek egyik hosszú évtizedekig sikertelenül ostromolt morfológiai problémája a jégkori laza üledékek felszíni részletének számos helyen való erősen zavart, gyűrődéshez hasonló megjelenése volt. A jelenségek okainak a megismerésére törekvő emberi elme erőfeszítésének igazán szép, jellemző példája ezeknek a képződményeknek a kutatástörténete! Teljesen megmagyarázhatatlannak tűnt föl ugyanis, hogy egy sík területen, nyugodt, zavartalan fekvű fölött települő réteg hogyan lehet kuszáltan gyűrt, vagy pedig, hogy a fedőréteg mi okból bocsájt zsákszerűen bemélyedő nyúlványokat fekvőjébe? Csak amikor észrevették, hogy ezek a színeződésektől kísért, különös rétegzavarodások csaknem kizárólag jégkori üledékekben, mégpedig következetesen olyan helyeken észlelhetők, amelyek az eljegesedések idején — illetve Északnyugateurópában a belföldi jégtakaró fokozatos visszahúzódásakor — felszínrészletek voltak, kezdtek sejteni a tüneménynek a jégkor éghajlatával való legszorosabb összefüggését. Döntő fordulatot és a legfőbb kérdések gyors tisztázását hozza meg a mai szubpoláris területek kutatásának megindulása. Bebizonyosodik azoknak az igaza, akik egy jégkori tundra-időszak fosszilis talajának vélték ezeket a jelenségeket.

Hazánkban a Duna pestszentlőrinci ópleisztocén törmelékkúpját feltáró kavicsfejtésekben ismertünk régóta hasonló jelenségeket. Szinte természetes azonban, hogy helyes értelmezésükre nem nálunk jöttek rá, hiszen eleinte még az északnémet síkság egykori hatalmas jégtakarójának számtalan emlékét viselő morénavidék jégkori periglaciális éghajlatára is több bűvár túlzottan merésznek tartotta a mai, zord sarkkörüli tájakhoz való hasonlítást. Mennyivel inkább merésznek hatott volna ez hazánkban, ahol kiterjedt eljegesedésnek nyoma sincs. Legrégebben ismert, legelterjedtebben jégkori képződményünk, a lösz, határozottan száraz éghajlatra utal; érthető, hogy a szentlőrinci kavics szerkezetének periglaciális eredetét kutatói — Inkey, Halaváts, Lörenthey, Cholnoky, Scharfzik, Vendl A., stb. — föl sem tételezték, hiszen akkortájt a

tundra fogalmát szükségszerűen nedves éghajlat képzetével kapcsolják egybe. Csak a legutóbbi években, amikor már Európa sok pontjáról egymásután kerültek elő a zsákos kavicsok előfordulására vonatkozó újabb és újabb adatok, terelődött újra rájuk a figyelem nálunk is.

Elsőnek Szádeczky-Kardoss (1936) a kisalföldi folyók levantei-ópleisztocénkori kavicsaiból írja le a tundraszerkezet jelenlétét, kifejezve sejtését, hogy a pestszentlőrinci »zsákos« kavicsok hasonló természetűek. Utána magamnak az Eger-patak nyirokfedte levantei terrasz-kavicsában sikerült megtalálnom, azonkívül Szádeczky sejtését igazolva, a pestszentlőrinci ópleisztocén kavicsokban, sőt, pannóniai agyagon is (Kerekes 1938/a, 1939/b).



11. ábra.

A Duna ópleisztocénkori törmelék-kúpjának kavicsfeltárása Pestszentlőrincen,
»zsákos« tundraszerkezettel. (Kerekes felv.)

Ezek a szerkezeti talajok a »zsákos« álgűrődéses alakcsoport-hoz tartozók (lásd 11. ábra). Megnyugtató biztonsággal máig sem értelmezhetők, annyi azonban bizonyos, hogy *fagyott talajnak* időnkint felolvadó, felszíni részén keletkeznek s kialakulásukban döntő szerep jut a vízzel átitatott laza üledék fagyása által kiváltott térfogatnövekedés oldalnyomásának, azonkívül a víznek olvadáskörüli hőmérsékletnél sajátságosan változó sűrűségkülönbsége következtében beálló, igen lassú konvekciós áramlásoknak (Cholnoky

1911). A tünemény létrejöttében lényeges az olvadás-újrafagyás folyamatának minél gyakoribb megismétlődése. Eredménye a felszínen fölengedett, »vízben úszó« laza kőzetnek méhsejtszerű hálózattá préselődése, mégpedig olyanformán, hogy az egyes sejtek poligóniumait az üledék durvaszemű elegyrészei sáncszerűen övezik, a középen pedig rendszerint a finomszemcséjű anyagrészek halmozódnak fel. A fosszilis tundraszerkezet mélysége a felolvadó réteg vastagságát mutatja meg. Pestszentlőrincen, ópleisztocén kavicsban, két időszak tundraja látszik: az idősebb mintegy 1.5 m, a fiatalabb, frissebb pedig



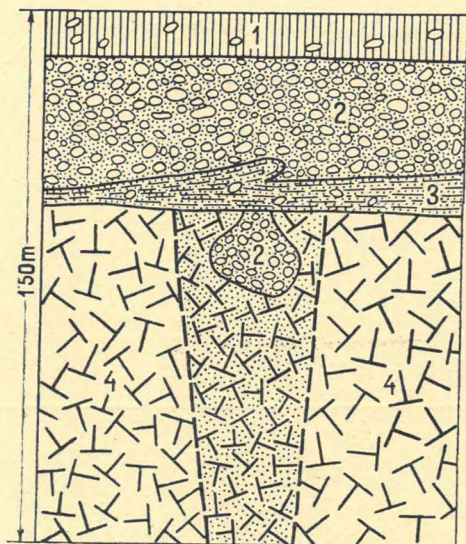
12. ábra.

Kvarckavicsal kitöltött, 2.5 m mély »fagyhasadék« a veszprémi dolomit-murva-fejtőben. (Kerekes felv.)

mintegy 1 m mélységig hatol le; két glaciális éghajlati periódust bizonyítanak tehát!

A zsákos tundraszerkezet mellett egy hazánkban új típus is megjelenik Pestszentlőrincen, szoros kapcsolatban az előbbiekkal: ékszerűen lefelé elszűkülő, összefutó, futóhomokkal kitöltött hasadékok nyulakszanak alá, egymástól szabályos távolságra, a kavicsba! Ugyancsak tundraéghajlat szülöttei ezek, de nem az enyhébb év-

szakokban keletkeztek, hanem a jégkori kemény fagyok kontrakciós repedései. Ezek szintén sokszögekre szabdalják a talajt. Kitöltődésüket, Tollner-nek és Leffingwell-nek Jan Mayen, illetőleg Alaska tundráin végzett megfigyelései, valamint főleg Soergel-nek (1936) fosszilis, kitöltött hasadékokon lefolytatott tanulmányai alapján ismerjük. A vastag hótakaró nélküli, védtelen felszínen kifagyás hatására keletkezett hasadékokba az őszei és téli szelek homokot

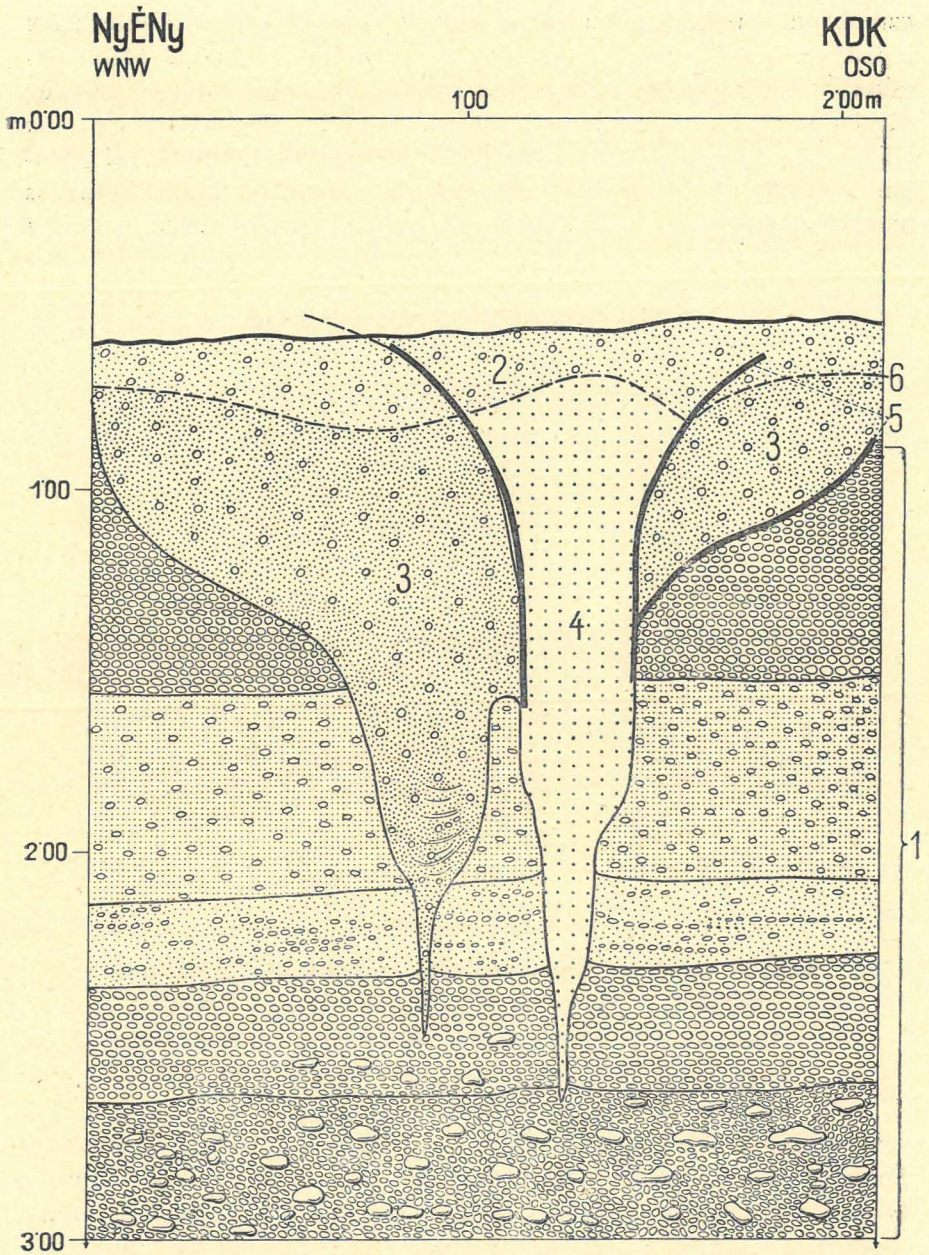


13. ábra.

Fosszilis tundraszerkezet feltárása a jutasi murvagödörben.

1. humusz; 2. meszes, durva kvarckavics; 3. átmosott, kevert, sárgás lösz; 4. töredezett dolomit, belesüllyedő kavicszsákkal; a dolomit a kavicszsák alatt lisztesen porlik.

— Jan Mayen szigetén lávahamut — és havat hordanak. Az enyhébb évszak beköszöntésekor olvadékvíz tölti ki a hasadékokat, a tavaszi és őszi évszakban azonban ez újra és újra megfagy benne. Ilyenkor ékszerű a fagyrepedések jégkitöltése, innen származik »jégé«-elnevezésük is. Az ismételten jéggé fagyott víz oldalirányban bővíti, tágítja a hasadékot, a belefújt és az olvadékvizek által belemosott üledékkel pedig lassan-lassan ki is tölti.



14. ábra.

Egymást keresztező, futóhomokkal kitöltött, jégkori kifagyási repedések
(»jégék«-ek) metszete a pestszentlőrinci városi kavicsbányában.

1. ópleisztocén rozsdássárga folyami kavics; 2. az óholocénben áttelepített jégkori futóhomok (felső részét lefejtették);
3. idősebb, halványvöröses színárnyalatú, kavicsos, homokos, alul finoman rétegzett, kehelyidomú hasadékkitöltés;
4. fiatalabb keresztező szürke homokos hasadékkitöltés;
5. meszes kéregzés; 6. a humuszosodás alsó határa.

A jégékek keletkezésének és kitöltődésének elengedhetetlen előfeltétele a fagyott altalajnak jelenléte. Ujabb kétségtelen bizonyítékát nyerjük tehát ezzel annak, amit már a középhegységeink lejtőin talált talajfolyásból is következtethettünk, hogy nálunk is kifejlődött a *tartósan fagyott talaj!* A síktundra létrejöttéhez vízzel túltelített (Sørensen) terület kívánatos. A zsákos kavicsoknak és a jégékeknek a jelenléte a periglaciális magyar Alföld futóhomokbuckás, porviharos száraz medencéjében mégis csak látszólag ellentmondó, hiszen a folyóink mentét kísérő terraszok kavicsában és a medenceperemi nagy törmelékkepülegyezőkön magasan álló talajvíz nyilván elegendő volt a tundrajelenség életrehívásához. A tartósan fagyott talaj ezért bizonyára csak *foltokban, sávokban jelentkezhett.* A jégékeknek futóhomok-kitöltése a homokfúvás deflációjának periglaciális voltát is igazolja.

Pestszentlőrincen a zsákos tundra kettőzött kifejlődéséhez hasonlóan a fagyhasadékoknak is két, egymást keresztező generációját találjuk (lásd a 14. ábrán), kétségkívül Bacsák (1940) két würmkori periglaciális időszakának megfelelőleg, ismételten bebizonyítva, hogy a lösz-, nyirok-, homok-rétegek, valamint a barlangkitöltések szelvényei mellett a szerkezeti talajok ugyancsak megbízható eszközei pleisztocénkronológiai kutatásoknak! Örvedetes, hogy ez a kortaglálás és a gerincesfaunák által nyújtott jégkori időrend megegyezők!

A fosszilis tundratalajok hazai kutatásának egészen a kezdeténél tartunk még. Magam tanulmányaim közben többhelyütt is találkoztam velük. Zsákos kavicsot a hegyeshalom—brucki vasút vonal bevágásában, a német határon túl, futólag, vonatból láttam. Mintegy 1 m mélységű jégékek találhatók a herendi mediterránkori kavicsokban. A kitöltött fagyhasadékoknak és a különböző tundratalajoknak érdekes, gazdag lelőhelye végül Veszprém és Jutas deflációs dolomitterületének és a Séd alluviumának az érintkezővonalára is! (Lásd 12. és 13. ábra.) Erős a sejtésem, hogy a dolomit murvásodásá-

nak és porlódásának kiváltásában is elsőrendű szerepe volt itt a jégkori kifagyásnak.

* *
*

Végére értünk a periglaciális képződmények változatos, színes sorának. A jelenkori csapadékosabb idő beköszöntésekor megszűnik a fizikai mállás túlsúlya és a dús növényzet térfoglalásával megkezdődik a kémiai mállás. A kevésbé ellenálló kőzetű kőtengereket és törmelékfelhalmozódásokat talán elpusztította és benőtte az erdő, a lösztérzinek felszínét elvályogósította a dúsabb csapadék. Ezeknek a hatásoknak az eredményei azonban napjainkig jóformán ahhoz sem elegendő erők, hogy a periglaciális képződményeknek a Magyar-medence minden pontján szemünkbe ötlő, tájalkító „jellegét” elfátyolozzák. Annyira uralkodó még ez a »*geográfiai disszonancia*«, hogy az egész hazánk felszínét elborító, pusztai szélből leülepedett lösz- és nyirokterületek, a futóhomoktömegek, a folyóvölgyeinket mindenütt szélesen kísérő vastag kavicsfeltöltés, a kiterjedt kavics-törmelék-kúpok, a lejtőket fedő törmelék-takaró, a barlangjainkat kitöltő törmelék: mind, mind meghatározólag nyomják rá a periglaciális idők bélyegét a Magyar-medence arculatára s mellettük a jelenkori éghajlat morfológiai kisugárzásai még sokáig háttérben maradnak!

FELHASZNÁLT IRODALOM:

- Andersson, J. G.:** Solifluction, a component of subaerial denudation. (Journal of Geology, 1906.)
- Babarczy József:** A dinamikus talajrendszer talajtípusai és a mezőgazdasági gyakorlat. (Beszámoló a Földt. Int. vitáuléseinek munkálatairól. A Földt. Int. 1939. évi jelentésének függeléke. p. 43—78. 1941.)
- Bacsó N. és Zólyomi B.:** Mikroklíma és növényzet a Bükkfennsíkon. (Az időjárás. 38., p. 177—193, 1934.)
- Bacsák György:** Az interglaciális korszakok értelmezése. (Az időjárás. 44., p. 8—16, 62—69, 105—108., 1940/a.)
- Bacsák György:** A diluvium utolsó szakaszának kronológiája. (Barlangvilág, 10., p. 31—43, 1940/b.)
- Ballenegger Róbert:** A tokajhegyaljai nyirok talajról. (Földtani Közöny, 47., p. 20—24, 1917.)

- Ballenegger Róbert:** A termőföld. (Ethika könyvtár. Budapest, 1921.)
- Ballenegger Róbert:** A termőföld. (In: A természet világa, 3. köt.: A Föld és a tenger. Budapest, p. 179—221, 1939.)
- Barner, Wilhelm, Alfred:** Altpaläolithische Funde aus dem südlichen Hannover. (Quartär, 3., p. 44—55, Prag, 1941.)
- Bayer, Josef:** Der Mensch im Eiszeitalter. (Leipzig u. Wien, pp. 452, 1927.)
- Brand Erich:** Diluviale Eiskeile bei Aschaffenberg. (Senckenbergiana, 20., p. 412—416, Frankfurt a. M. 1938.)
- Bulla Béla:** Morfológiai megfigyelések magyarországi löszös területeken. (Földrajzi Közlemények, 61., p. 268—279, 1933.)
- Bulla Béla:** A magyarországi löszök és folyótérszokok problémái. (Földrajzi Közlemények, 62., p. 136—149, 1934.)
- Bulla Béla:** Bemerkungen zum Problem des ungarländischen Lösses. (Zeitschrift f. Geomorphologie, 9., p. 324—334, Berlin, 1935.)
- Bulla Béla:** Térszokok és szintek a Duna jobbpartján Dunaadony és Mohács között. (Matematikai és Termud. Értesítő, 55., p. 193—222, 1936.)
- Bulla Béla:** Der pleistozäne Löss im Karpathenbecken. (Földtani Közlöny, 67., p. 196—215, 289—309, és 68., p. 33—58, 1937—1938.)
- Bulla Béla:** Die periglazialen Bildungen und Oberflächengestaltungen des Ungarischen Beckens. (Földrajzi Közlem. 67., p. 268—279, 1939.)
- Bulla Béla:** A Nagyg, a Talabor és a Tisza térszokai. (Földrajzi Közlem., 68., p. 270—300, 1940.)
- Büdel, Julius:** Eiszeitliche und rezente Verwitterung und Abtragung in ehemals nicht vereisten Teil Mitteleuropas. (Petermanns Mitteilungen Ergänzungsheft Nr. 229., pp. 71, Götha, 1937.)
- Büdel, Julius:** Die quantitative Bedeutung der periglazialen Verwitterung, Abtragung u. Talbildung in Mitteleuropa. (Verhandlungen der III. Internat. Quartär-Konferenz. Wien, September 1936., p. 169—172, Wien, 1938.)
- Cholnoky Jenő:** A futóhomok mozgásának törvényei. (Földtani Közl., 32., p. 6—38, 106—142, 1902.)
- Cholnoky Jenő:** Az Alföld felszíne. (Földrajzi Közlem., 38., p. 413—436, 1910/a.)
- Cholnoky Jenő:** A postglaciális klimaváltozásokról Magyarországon. (In: Magyarország negyedkori klimaváltozásairól. Földt. Int. népszerű kiadv. 2., 3. füz., p. 53—56, 1910/b.)
- Cholnoky Jenő:** A Spitzbergák. (Földrajzi Közlem., 39., p. 301—345, 1911.)
- Cholnoky Jenő:** Barlangtanulmányok. (Barlangkutatás, 5., p. 137—174, 195—210, 1917.)

- Cholnoky Jenő:** A Balaton hidrográfiája. (A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei. 1., 2. rész. pp. 310. Budapest, 1918.)
- Cholnoky Jenő:** A földfelszín formáinak ismerete. (Morfológia.) (Budapest, 1926.)
- Cholnoky Jenő:** Tihany. Morfológiai megfigyelések. (Matematikai és Termud. Értesítő. 48., p. 214—235, 1932.)
- Dege, W.:** Landformende Vorgänge im eisnahen Gebiet Spitzbergens. (Petermanns Geogr. Mitt., 87., p. 81—97, 1941.)
- Dücker, A.:** Über Strukturböden im Riesenbirge. Ein Beitrag zum Bodenrost- und Lössproblem. (Zeitschrift d. deutsch. geol. Ges., 89., p. 113—129, Berlin, 1937.)
- Endrédi Endre:** A borsodi nyíltártér talajainak vizsgálata. (In: A magyar szikések. M. K. Földmiv. Min. kiadv., Budapest, p. 127—144, 1934.)
- Faragó Mára:** Nagyköros környékének felszíni képződményei. (Földtani Közl., 68., p. 144—167, 1938.)
- Ferenczi István:** Geomorfológiai tanulmányok a Kismagyaralföld D-i öblében. (Földtani Közl., 54., p. 17—38, 1925.)
- Gaál István:** A bánhidai Szelim-barlang ásatása. (Termud. Közl. Pótfüzetei. 67., p. 49—63, 1935.)
- Gaál István:** A Szelim-barlang ásatásának újabb eredményei. (Termud. Közl. Pótfüzetei. 68., p. 42—43, 1936.)
- Gaál István:** A Föld és az élet története. (In: A természet világa, 4 köt. Budapest, pp. 392, 1939.)
- Gallwitz, H.:** Fliesserde und Frostspalten als Zeitmarken im Löss bei Dresden. (Geol. Rundschau, 28., p. 612—623, 1937.)
- Gelleri, Jeh. és Schüller, Arno:** Eiszeitböden im Riesengebirge. (Zeitschrift d. deutsch. Geol. Ges., Berlin, 81., p. 444—449, 1929.)
- Grahmann, R.:** Der Löss in Europa. (Mitt. d. Ges. f. Erdkunde, zu Leipzig, 51., p. 5—24, 1930—31, 1932.)
- Güll Vilmos:** Agrogeológiai jegyzetek a Nagyköros, Lajosmizse és Tatárszentgyörgy közötti területről. (Földt. Int. Jelentése, p. 185—191, 1907.)
- Hajósy Ferenc:** Csapadékmenyiség és tengerszint feletti magasság. (Az időjárás, 39., p. 126—134, 1935.)
- Häusler, Heinrich:** Über das Vorkommen von Windkantern am Westrande des Neusiedler Sees. (Verhandlungen der Zweigstelle der Reichsstelle für Bodenforschung, Wien, 1939.)
- Hillebrand Jenő:** Die ältere Steinzeit Ungarns. (Archaeologia Hungarica, 17., pp. 40, Budapest, 1935.)
- Hollendorner F. & Sárkány S.:** A (subalyuki) fosszilis faszenek vizsgálata. (In: A cserépfalui Mussolini-barlang [Subalyuk]. Geologica Hungarica., Ser. Palaeont., Budapest, 14., p. 309—315, 1938.)

- Horusitzky Ferenc:** A »mocsárlösz« terminológiájáról. (Földtani Közl., 62., p. 213—220, 1933.)
- Horusitzky Henrik:** Löszterületek Magyarországon. (Földtani Közl., 28., p. 29—36, 1898.)
- Horusitzky Henrik:** Adatok a vörös agyag kérdéséhez. (Földt. Közl., 31., p. 35—37, 1901.)
- Horusitzky Henrik:** A Kis-Kárpátok déli részének agrogeológiai viszonyai. (Földtani Int. évi Jelentése. p. 123—147, 1907.)
- Horusitzky Henrik:** Kísérlet a pleisztocén korszak felosztására. (In: Magyarország negyedkori klimaváltozásairól. Földt. Int. népsz. kiadv., 2., 3. füz., p. 77—79, 1910.)
- Högbom, Bertil:** Über die geologische Bedeutung des Frostes. (Bull. Geol. Inst. of Upsala., 12., p. 257—390, 1914.)
- Högbom, Bertil:** Beobachtungen aus Nordschweden über den Frost als geologischer Faktor. (Bull. Geol. Inst. of Upsala., 20., p. 243—280, 1927.)
- Jaskó Sándor:** Pleisztocén éles kavicsok a déli Bakonyból. (Földtani Közl., 67., p. 330—333, 1937.)
- Jaeger Fritz:** Die Trockenseen der Erde. (Peterm. Geogr. Mitt. Erg. Heft Nr. 236., pp. 159, Gotha, 1939.)
- Jugovics Lajos:** Az Alpok keleti végződése alján és a Kis Magyar Alföldön felbukkanó bazaltok és bazalttufák, I—II. (Földt. Int. évi Jelentése 1915-ről, p. 49—73, 1916. és 1916-ről, p. 63—76, 1917.)
- Kadic Ottokár:** A magyar barlangkutatás ősrégészeti eredményei. (Szent István Akad. mennyiségt.-termtud. oszt. felolvasásai., 2., 8. szám, klny., pp. 12, 1930.)
- Kadic Ottokár:** A jégkor embere Magyarországon. (Földt. Int. Évkönyve, 30., 1934.)
- Kadic Ottokár:** A harmincéves magyar barlangkutatás tudományos eredményei. (Barlangvilág, 6., p. 58—66, 1936, 1937.)
- Kadic Ottokár és Mottl Mária:** Felsőtárkány vidékének barlangjai. (Barlangkutatás, 16., p. 8—88, 1938.)
- Kadic Ottokár:** A (Subalyuk) barlang helyrajzi, morfológiai és réftegtaní viszonyai. (In: A cserépfalui Mussolini-barlang [Subalyuk]. Geol. Hungarica, Ser. Palaeont., 14., p. 27—45, Budapest, 1938.)
- Kádár László:** Futóhomok tanulmányok a Duna—Tisza-közén. (Földrajzi Közlem., 63., p. 4—15, 1935.)
- Kádár László:** Die periglazialen Binnendünen des norddeutschen und polnischen Flachlandes. (Congrès Int. de Géogr., 1., p. 167—183, Amsterdam, 1938.)

- Kerekes József:** A Tárkányi öböl morfológiája. (Földrajzi Közlem., 64., p. 80—97, 1936.)
- Kerekes József:** Fosszilis tundratalaj a Bükkben. (Földrajzi Közlem., 66., p. 112—116, 1938/a.)
- Kerekes József:** Az egerkörnyéki barlangvidék kialakulása. (Barlangkutatás, 16., p. 90—130, Budapest, 1938/b.)
- Kerekes József:** Fizikai földrajzi megfigyelések a solymári Jegenyepatak völgyében. (Földrajzi Közlem., 67., p. 118—123, 1939/a.)
- Kerekes József:** A pestszentlőrinci fosszilis tundraképződmények. (Földtani Közl., 69., p. 131—139, 1939/b.)
- Kerekes József:** A lillafüredi és a forrásvölgyi barlangok üledékképződéséről. (Barlangvilág, 10., p. 50, 1940.) (Előadás kivonata.)
- Kessler Paul:** Das eiszeitliche Klima und seine geologischen Wirkungen im nicht vereisten Gebiet. (Stuttgart, 1925.)
- Kéz Andor:** A Duna győr—budapesti szakaszának kialakulásáról. (Földrajzi Közlem., 62., p. 175—193, 1934.)
- Kéz Andor:** Flussterrassen im Ungarischen Becken. (Peterm. Geogr. Mitt., p. 253—256, 1937.)
- Kéz Andor:** A jégkor éghajlata. (Termtud. Közl. Pótfüzetei, 70., p. 97—115, 1938.)
- Kéz Andor:** A Felső Tisza és a Tarac terraszai. (Földrajzi Közlem., 68., p. 158—186, 1940.)
- Kinzi Hans:** Beobachtungen über Strukturböden in den Ostalpen. (Peterm. Geogr. Mitt., 74., p. 261—265, 1928.)
- Kormos Tivadar:** A pleisztocén és posztpleisztocén klimaváltozások bizonyítékai Magyarországon. (In: Magyarország negyedkori klimaváltozásairól. Földt. Int. népsz. kiadv., 2., 3. füz., p. 61—68, 1910.)
- Kormos Tivadar:** Új adatok a balatonmelléki alsó-pleisztocén rétegek geológiájához és faunájához. (A Balaton tudom. tanulm. eredményei, Első kötet, I. rész, Függetl.: 4. kötet, 6. füz., pp. 50, Budapest, 1911.)
- Kraus E.:** Mechanische Wirkungen von Wasser und Wind auf die Erdkruste. (In: Handbuch der Geophysik, Lief. 2. (III), Berlin, 1940.)
- Krekeler F.:** Fossile Strukturböden aus der Umgebung von Giessen und Wiesbaden. (Zeitschrift d. deutsch. Geol. Ges., Berlin, 81., p. 458—470, 1929.)
- Lais Robert:** Über Höhlensedimente. (Quartär, 3., p. 56—108, Prag, 1941.)
- Láng Sándor:** Folyótérasztanulmányok. (Földt. Közl., 68., p. 110—130, 1938.)
- Láng Sándor:** Morfológiai megfigyelések a rozsnyói medencében. (Földrajzi Közlem., 68., p. 38—44, 1940.)

- Leffingwell K.:** Ground-ice wedges the dominant Form of Ground-ice on the North Coast of Alaska. (*Journal of Geol.*, 23., 1915.)
- Louis Herbert:** Das Piringebirge in Mazedonien. (*Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde*, 1928.)
- Lozinski W. von:** Die periglaziale Fazies der mechanischen Verwitterung. (Extrait du *Compte Rendu du XI:e Congres Géologique International*. p. 1039—1053, 1910.)
- Lóczy Lajos, sen.:** Magyarország felsőpleisztocén és holocén korszakának klimájáról. (In: Magyarország negyedkori klímaváltozásairól., *Földt. Int. népsz. kiadv.*, 2., 3. füz., p. 69—76, 1910.)
- Lóczy Lajos, sen.:** A Balaton környékének geológiai képződményei és ezeknek vidékek szerinti telepedése. (A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei. 1 köt., 1 rész., 1 szakasz, p. 423—506, Budapest, 1913.) XI. Posztpontusi és pleisztocénkorú képződmények.
- Mauritz Béla:** A földkérget átalakító erők és azok tevékenységének eredményei. (In: A természet világa. 3 köt.: A Föld és a tenger Budapest, p. 125—179, 1939.)
- Milankovics M.:** Mathematische Klimalehre und Astronomische Theorie der Klimaschwankungen. (In: *Handbuch der Klimatologie*. Berlin, Bd. 1., Teil A., pp. 176, 1930.)
- Mottl Mária:** A bükki mousterien európai vonatkozásban. (In: A cserépfalui Mussolini-barlang [Subalyuk]. *Geologica Hungarica*, Ser. Palaeontologica, Budapest, Fasc. 14., p. 181—203, 1938.)
- Mottl Mária:** Volt-e aurignacien interstadiális hazánkban? (*Földtani Közl.*, 69., p. 269—278, 1939.)
- Mottl Mária:** Az interglaciálisok és interstadiálisok a magyarországi emlősfauna tükrében. (Beszámoló a M. Kir. *Földt. Int. vitaüléseinek munkálatairól*. pp. 42, 1941.)
- Papp Károly:** Éles kavicsok (Dreikanterek) Magyarország hajdani pusztáin (steppén). (*Földtani Közl.*, 29., p. 135—147, 1899.)
- Papp Károly:** Miskolc környékének geológiai viszonyai. (*Földt. Int. Évkönyve*, 16., p. 91—134, 1907.)
- Passarge S.:** Physiologische Morphologie. (*Mitt. d. Geogr. Ges. in Hamburg*, 26., p. 133—337, 1912.)
- Pávai-Vajna Ferenc:** Az erdélyrészi medence löszfoltjairól. (*Földtani Int. évi Jelentése*. p. 200—221, 1909.)
- Pávai-Vajna Ferenc:** A fényes kavicsokról. (*Termtud. Közl.*, 558 füz., 1912.)
- Peja Győző:** Negyedkori deflációs jelenségek a középső Ipoly völgyben. (*Földtani Közl.*, 68., p. 169—179, 1938.)

- Richter Max:** Diluviale Gehängeschutt südlich von Bonn. (Decheniana, 96., p. 283—287, Bonn, 1937.)
- Rotarides Mihály:** A lösz csigafaunája, összevetve a mai faunával, különös tekintettel a szeged-vidéki löszökre. (Szegedi Alföldkutató Bizottság Könyvtára, 1931.)
- Salomon W.:** Die Bedeutung der Solifluktion für die Erklärung deutscher Landschafts- und Bodenformen. (Geol. Rundschau, 7., p. 30—41, 1917.)
- Samuelsson, Carl:** Studien über die Wirkungen des Windes in den kalten und gemäßigten Erdteilen. (Bull. Geol. Int. of Upsala, 20., p. 57—230, 1927.)
- Schadler Josef:** Strukturboden (Steinnetze) in den Eislug, Stodertal, Oberösterreich. (Verhandl. d. Geol. Bundesanstalt, Wien. p. 205—206, 1931.)
- Schafarzik Ferenc:** A szapárfalvi diluviáliskorú babércecs agyagról. (Földt. Közl., 31., p. 28—34, 1901/a.)
- Schafarzik Ferenc:** Az 1901. március 11-i porhullásról. (Földtani Közl., 31., p. 147—149, 1901/b.)
- Schafarzik és Vendl:** Geológiai kirándulások Budapest környékén. Budapest, 1929.)
- Scherf Emil:** Alföldünk pleisztocén és holocén rétegeinek geológiai és morfológiai viszonyai és ezeknek összefüggése a talajalakulással, különösen a sziktalajképződéssel. (Földtani Int. évi Jelentése az 1925—28. évekről. p. 265—301, 1935.)
- Scherf Emil:** Versuch einer Einteilung des ungarischen Pleistozäns auf moderner polyglazialistischer Grundlage. (Verhandl. der III. Internat. Quartär-Konferenz, Wien. September 1936. p. 237—247, 1938.)
- Schott C.:** Blockmeere in den deutschen Mittelgebirgen. (Fsch. z. Deutsch. Landes- u. Volkskunde, Stuttgart. 29., pp. 77, 1931.)
- Schréter Zoltán:** Eger környékének földtani viszonyai. (Földtani Int. évi Jelentése. p. 130—146, 1912.)
- Sigmond E.:** Általános talajtan. (Budapest, 1934.)
- Soergel W.:** Die Ursachen der diluvialen Aufschotterung und Erosion. (Borntreger, Berlin, pp. 74, 1921.)
- Soergel W.:** Die Gliederung und absolute Zeitrechnung des Eiszeitalters. (Fortschritte d. Geol. u. Palaeont., 13., p. 125—251, 1925.)
- Soergel W.:** Diluviale Eiskeile. (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 88., p. 223—247, Berlin, 1936.)
- Sörensen, Thorwald:** Bodenformen und Pflanzendecke im Nordostgrönland. (Beiträge zur Theorie der polaren Bodenverletzungen auf Grund von Beobachtungen über deren Einfluss auf die Vegetation in Nordostgrönland.) (Medd. om Grönland, 93., pp. 69, Kopenhagen, 1935.)

- Spreitzer, Hans:** Die Eiszeitforschung in der Sowjetunion. (Quartär, 3., p. 1—43, Berlin, 1941.)
- Supan & Obst:** Grundzüge der physischen Erdkunde., Bd. II. Erster Teil. (Berlin u. Leipzig, 1930.)
- Sümeghy József:** Földtani megfigyelések a Zala—Rába közé eső területről. (Földtani Közl., 53., p. 18—28, 1924.)
- Sümeghy József:** Csanád- és Csongrád-vármegyék földtani viszonyai. (Földtani Int. évi Jelentése 1925—28-ról. p. 165—170, 1935.)
- Sümeghy József:** A Nagykúnság felszíni képződményei. (Földt. Int. évi Jelentése az 1929—32. évekről, p. 409—441, 1937.)
- Szabó József:** Tokaj-Hegyalja talajának leírása és osztályozása. (Mathem. és Termtud. Közl., 4., p. 366—372, 1866.)
- Szádeczky-Kardoss Elemér:** Pleistozäne Strukturbodenbildung in den ungarischen Tiefebene und im Wiener Becken. (Földtani Közl., 66., pp. 444, Sopron 1938.)
- Szádeczky-Kardoss Elemér:** Geologie der rumpfungarländischen Kleinen Tiefebene. (A bányá- és kohómérnöki osztály közleményei, 10., 2. rész, pp. 444, Sopron, 1938.)
- Székány Béla:** A jégkorszak. (A jégkorszakról általában, különös tekintettel Magyarország területén kimutatott jégkorszaki jelenségekre.) (Budapest, pp. 32, 1908.)
- Taeger Henrik:** A Vérteshegység földtani viszonyai. (Földtani Int. Évkönyve, 17., pp. 256, 1909.)
- Tollner H.:** Eine merkwürdige Form des Strukturbodens auf Jan Mayen. (Mitteil. d. Geogr. Ges. in Wien. 80., p. 169—173, 1937.)
- Treitz Péter:** A negyedkori klimaváltozások agrogeológiai bizonyítékai. (In: Magyarország negyedkori klimaváltozásairól, Földt. Int. népsz. kiadv., 2., 3. füz., p. 57—60, 1910.)
- Vendl A., Takáts Tibor és Földvári Aladár:** A budapestkörnyéki löszről. (Matematikai és Termtud. Értesítő. 52., p. 713—787, 1934.)
- Vendl Aladár:** A Börzsönyi-hegység néhány löszéről. (Matematikai és Termtud. Értesítő. 53., p. 181—202, 1935.)
- Vendl A., Takáts T. és Földvári A.:** Ujabb adatok a Börzsönyi-hegység löszének ismeretéhez. (Matematikai és Termtud. Értesítő. 54., p. 177—206, 1936.)
- Witschell Leo:** Die Bedeutung äolischer Böden in Nordafrika, nebst einigen Bemerkungen zum Lössproblem. (Peterm. Geogr. Mitt., 74., p. 344—347, 1928.)
- Wittmann, Otto:** Diluvialprofile mit periglazialen Erscheinungen aus der nächsten Umgebung von Dillingen an der Donau. (Jahresber. u. Mitt. d. Oberrhein. Geol. V., 29, p. 56—78, 1940.)

Woldstedt Paul: Das Eiszeitalter. (Stuttgart, 1929.)

Zeuner F. E.: Diluviale Frostspalten in Schlesien. (Jahresberichte d. Geol. Ver. f. Oberschlesien, p. 97—105, 1935.)

Zeuner F. E.: Schwankungen der Sonnenstrahlung und des Klimas im Mittelmeergebiet während des Quartärs. (Geologische Rundschau, 30., p. 650—658, 1939.)

Zólyomi Bálint: Tízezer év története virágporaszemekben. (Termtud. Közöny, 68., 504—516, 1936.)

HOZZÁSZÓLÁSOK:

Elnöklő **Lóczy Lajos** igazgató kéri a jelenlevőket, hogy **Kerekes József** előadásához szóljanak hozzá. Mivel a tárgykör igen sokoldalú, külön-külön foglalkozunk a törmelékeletkezés és felkavicsolódás kérdésével, a lösz eredetével, a lösz és nyirok viszonyával, talajfolyásokkal és a futóhomok kérdésével.

Mottl Mária: 1. Felhívja a figyelmet néhány nagyon szép lejtőtörmelék, előfordulásra a Bükkben, Répáshuta és Ómassa vidékén.

2. A terraszokra vonatkozóan megjegyzi, hogy tavaly nyáron a Nagymaros környéki ujpleisztocén terraszokat és a rájuk települő löszöket vizsgálta paleomammalógiai szempontból. A löszök túlnyomóan magdaleniai (Würm III.) löszöknek bizonyultak, míg az újpleisztocén terrasz kavics-homok eddigi leletei között nagyon érdekes, hogy arktikus fajok nincsenek. Így a terrasz lerakódás eddigi faunája a rája települő löszök arktikus faunájához képest nem vall feltétlenül hideg, hanem elsősorban hűvös-kontinentális klímára.

3. Nagyon érdekesnek találja, hogy előadó a Lök völgyi-barlangban szoliflukciós jelenségeket mutatott ki. A barlang pleisztocén agyaga ugyanis a benne talált fauna és ősrégészeti leletek alapján határozottan a protosolutréenben rakódott le. A hazai javaaurignacien és protosolutréen-fauna és flóra az eddigi leletek alapján viszont olyan összetételű, hogy viszonylagosan enyhébb éghajlatú oszcillációs időszakokba (interstadiálisokba) helyezhetők. Ha pedig szoliflukciós jelenségek ezekben az időszakokban is voltak, úgy érdekes volna tudni, hogy ezek a jelenségek pl. a magdalenikumban mennyire hatványozódtak, amikor is a rénszarvas és a lemmingek igen nagy egyénszám-ban terjedtek el hazánkban. Reméli, hogy előadónak mielőbb alkalma nyílik arra, hogy elgondolásait minél szélesebb körben folytathassa.

Bulla Béla: Kifejti, hogy 1. a Dunántúlon a port szállító keleties szelek

uralmát a jégkorban időnkint az alpi jégtakaróról a Magyar medence felé fújó jeges főhnök zavarták és a löszanyagot áttelepítették a Dunántúl délkeleti felére. Eppen ezeknek a jeges főhnöknek a jelenléte miatt kell a dunántúli, nagyarányú deflációt is a pleisztocén jégkorszak idejére helyezni.

2. A magyarországi löszben kevés a belsőázsiai eredetű anyag, az elsősorban helyi, tehát periglaciális képződményekből, folyami elaprózódásból és a medencét kitöltő rétegekből származik.

3. A jégkori periglaciális vidékeket jellemző szoliflukció megfelel a jelenkor normális lepusztulási területein a húzódó törmelék mozgásának. Egyébként pedig felszólaló hangsúlyozza, hogy a periglaciális vidékek szoliflukciójától a normális lepusztulási vidékeken a húzódó törmelék mozgásáig a lejtőtörmelékek transzportálásának minden fajta átmeneti típusa megtalálható. A fontos csak az, hogy a periglaciális szoliflukció mechanizmusában a főszerepet a fagy játssza és éppen ezen az alapon lehet jól elkülöníteni a Magyar medencében az agyagfelszíneken ma is megtalálható sárfolyásokat.

4. A nyirok és lösz viszonyát az előadó igen helyesen jellemezte.

Jugovics Lajos: A bazaltomlások, kőtengerek kérdéséhez szólva kijelenti, hogy a nógrád—gömörmezei bazalthegek oldalain és aljában felhalmozódott omlásokról, suvadásokról nehéz megállapítani azok korát. Megfigyelései szerint csak kevés lehet azok között glaciális eredetű, a legtöbbje fiatalabb, sőt a jelenben állandóan keletkeznek. A bazaltsuvadások és omlások keletkezése ugyanis úgy ezen a bazaltterületen, mint a Dunántúl különálló bazalthegein is hasonló okokra vezethetők vissza.

Ismeretes, hogy az északmagyarországi bazaltok alatt a széntartó miocén, illetve oligocén laza, többnyire homokos képződményei települnek, melyeket a szél és víz könnyen kifúj, elhord. Az így alapzat nélkül maradt bazalt és bazalttufatömegek, súlyuknál fogva leszakadoznak, letöredeznek és darabjaik nagy területen, néha sűrűn borítják a meredek lejtőket.

Az előadó által említett Pogányvár déli oldalának kőtengerei fiatalkorúak, jelenleg is képződnek. Ellenben a Medves-bazalttakaró északi lejtőin, több km távolságban felhalmozódott omlások, óriási darabokból halmozódtak össze, azokat már sűrű erdő borítja, ezek lehetnek glaciális eredetűek.

A dunántúli bazaltok alatt fiatal pontusi homok települ, melyet a szél könnyen kifúj és tovaszállít. A széliránynak megfelelően a Sághegy, Somló, Badacsony, Szt. György és a többi bazalthegek északi és északnyugati oldalain találjuk meg ezeket a bazaltomlásokat és suvadásokat. A szél munkájának hatását ezen omlások előidézésében, legjobban a Tátika-csoport »Kovácsi-hegyén« figyelhetjük meg. Az állandó északi szél kifújja a homokot a bazaltpadok alól, melyek alapzat nélkül maradvá letöredeznek és a lejtőkön messze lecsúsznak.

A nyirok kérdéséhez szólva megemlíti, hogy a Tokaj-Hegyalján nemcsak sárgás és vöröses, hanem szürke színű nyirok is található. Megfigyelései szerint a nyirok és lösz kialakulása között magasságbeli elkülönítést végezni nem lehet. A nyirok ezeknek a vulkáni hegyeknek lankás, gyakran konkáv oldalain, lapos tetőin minden magasságban megtalálható. Az előadó mészhegyeken kialakult nyirokról is beszélt, pedig Szabó József meghatározása szerint, aki ezt a nevet a szakirodalomba bevezette, a nyirok fiatal vulkáni kőzetek mállási terméke. Ezt a nyiroktípust később Ballenegger is megvizsgálta és abban a riolit ásványos maradványain kívül agyagos mállási terméket figyelt meg, mely szerint az üvegalapanyag mállásából keletkezett. Ballenegger szerint a nyirok kialakulása a harmadkor végéig tartott és csak ezután, a dilúviumban rakódott le a lösz. Az előadó nézete tehát mindkét kutató megállapításával ellenkezik.

Schréter Zoltán: Felteszi a kérdést előadónak, vajjon a Bükk-hegységben az Örvénykő triász mészkövén nyirokkal, avagy igazi terra-rossa-val van dolgunk? Hova helyezi előadó a délmagyarországi babérces agyagokat, talán a nyirok megfelelői ezek?

Endrédy Endre: A nyirok-kérdés véleményem szerint csak talajtani megfontolások alapján oldható meg. Jugovics hozzászólásában reámutatott arra, hogy az andezit- és riolituffák mállásakor szürke agyagok keletkeznek. Ezt a Tokaj-Hegyalján magam is tapasztaltam. Hozzátehetem azonban még azt, hogy a szürke agyagok akkor keletkeznek, ha a mállás a növénytakaró közreműködése nélkül megy végbe. A növénytakaró közbejöttével végbemenő mállás ugyanis igen különbözhet a tisztán az atmoszferi líák hatására történő mállástól.

Az is nyilvánvaló, hogy a hullópor sorsa egészen más, ha száraz steppére vagy pedig nedves erdőségre hullik. A steppére jutó por kémiaileg mérsékeltén mállik s belőle csak a kalcium, magnézium, kálium és nátrium lúgzódik ki részben, az ásványi anyag zöme azonban, bár alakul, de helybenmarad, addig a nedvesklímájú erdőségre hulló por igen erélyes bontófolyamatok hatása alá kerül és teljesen elbomlik, bomlástermékei pedig nagyrészt eltávoznak, csak az oldhatatlan kvarc és néhány, jelentősebb szerepet nem játszó, állandóbb ásvány marad változatlanul.

Igy tehát előadónak az a megállapítása, hogy a Mezőségre hulló por lösszé, az erdős övire jutó pedig nyirokká alakul, feltétlenül helyes. Egyre azonban ügyelnünk kell: a lösz a szó tágabb értelmében teljesen autochton, míg a nyirok nem is a felszínen, hanem a mélyebb rétegekben allochton módon, a felső rétegekből kilúgzott anyagok felhalmozódása révén képződik.

Azt is fölösleges magyarázni, hogy a nyirok úgy kerül a felszínre, hogy

az erózió a felső kilúgzott réteget éppen csekély ellenállása miatt gyorsan eltávolítja.

Hogy a löszben található »vörös csíkok« a hegyvidék felé haladva szélesednek és egybefolynak és a vörös vályog és lösz aránya előbbi javára tolódik el, az mindenkinek, aki a klimamegoszlásról kissé tájékozott, szintén egészen természetes. Bármilyen száraz vagy nedves az éghajlat, a mélyebb, síkföldi és a magasabb részek között különbség van, melynek mértéke magától értetődően változó, általában száraz éghajlatnál viszonylag nagyobb, nedves éghajlatnál kisebb. Így azután, ha magának az egész komplexumnak vastagságát nem is mérlegeljük, a magasabb hegység felé haladva, a vörös csíkok vastagodni, a köztük lévő löszrétegek pedig vékonyodni fognak. Bizonyos geográfiai és topográfiai helyzettől feljebb pedig már nem is találhatunk löszet, hanem csak nyirkot.

Ilyen nézőpontból igen érdekes az Eperjes—Tokaji hegység, amelynek déli részén a Tokaji hegyen a lösz 400 m. A. f. magasságig felhatol, míg északibb nedves részében csaknem teljesen hiányzik, helyette nyirok van, amelyen azonban helyenként, ha közelebről vizsgáljuk, bizonyos, ritmusosan ismétlődő különbségeket találunk, melyek véleményem szerint az éghajlat ingadozásainak felelnek meg.

Nézetem szerint tehát a nyiroknak nevezett vörös agyagok nem egyebek, mint az erdőtalajok u. n. B-szintjei. Ezek a B-szintek áteresztőbb anyagközetten tekintélyes vastagságot érhetnek el. Igaz ugyan, hogy olyan méreteket ez a felhalmozódási szint sohasem érhet el, mint azt némely nyirokszelvényen tapasztaljuk. Figyelembe kell azonban vennünk, hogy a hullópor felülről, allochton módon gyarapítja a talajt s ezáltal a B-szint felfelé állandóan vastagodik. A glaciálisokban történt intenzív porhullást figyelembevéve, semmi lehetetlen nincs abban, hogy ílymódon több méter vastag vörös agyagrétegek keletkezhesenek.

Ami a babércecs agyag kérdését illeti, úgy ez szintén ide tartozik. Az erdőtalaj képződésénél, melyet a talajtanban általában podzolosodásnak szoktunk nevezni, a vas és alumínium hidroxidjai a talajszelvényben lefelé vándorolnak. Ha a kilúgzás lefelé nem gátolt, úgy a kilúgzott hidroxidok aránylag vastag rétegben oszlanak meg. Ha azonban a kilúgzás, különösen az esetleg magas talajvízszint miatt gátolt, u. n. gleypodzolok keletkezhetnek és viszonylag vékony rétegben nagymennyiségű vas- és alumíniumhidroxid halmozódhat fel. Extrém esetben ilyenkor gypvasércek is keletkezhetnek, részemről a Schmidt által vizsgált bagaméri gypvasérceket is ilyen eredetűeknek tartom.

Természetesen az anyagközet, amelyre a por hullik, szintén nem kerülheti ki a nedves klíma + erdő hatását és intenzíven mállik. A hullópor

és az alapkőzet mállási termékei összekeverednek, azt a látszatot keltve, hogy utóbbi terra-rossa-szerűen mállott el. Ez vezethette félre Szabó Józsefet is.

Ami Schréter-, Jugovics- és Gedeonnak a nyiroktól független terra-rossára vonatkozó megjegyzéseit illeti, a következőket kell megemlítenem: Természetszerűleg mészkövön is kialakulhat erdő és arra is jut hullópor. Mivel azonban a mészkő oldási maradéka általában elég csekély és finomszemű, a mészkövön kialakult erdőtalaj B-szintje, a nyirok, ebben az esetben szintén finomszemű lesz. Igen szép példáit láttam ilyen mészkövön képződött nyiroknak Galgaguta, Vanyarc és Szirák környékén szarmatakorai és lajtamészköveken. Ahol azonban az erózió a vörös szintet is lepusztította, ott ma már a változott viszonyoknak megfelelően típusos, fekete rendzina-talaj képződik. Nézetem szerint tehát ezeknek a vörös agyagoknak (Nagykovács stb.) semmi közük a terra-rossákhoz, semmiesetre sem mediterrán korúak, hanem jóval fiatalabb talajmaradványok.

Eppen ilyen óvatosan kell kezelnünk az átmosott nyirok kérdését is. Kétségtelen, hogy átmosott nyirok van, de legtöbbször az egykori erdő B-szintjét nézik annak, különösen, ha az erózió által a hegységből leszállított több méteres alluvium fedi ezt. Nagyon kicsi a valószínűsége annak, hogy valamilyen, az erózió által szállított üledék az eredetihez felismerhetően hasonlítható alakban ülepedjék le.

Kulhay Gyula: Kárpátalján ma is láthatók szoliflukciós talajok. A flis márgák fölött, meredek lejtőkön 1—1.5 m vastagságban mozog a feltalaj, ha víz éri. A nyirok kérdést igen fontosnak tartja, mert az északkeleti részen a lösz nyirok helyettesíti és a felvevő geológus a terület háromnegyed részében a nyirkot térképezi.

A nyirok problémát két okra vezethetjük vissza: az egyik az a tény, hogy ma nyiroknak mondanak minden sárgás-sárgásbarna színű kötött feltalajt, tekintet nélkül annak kémiai viselkedésére és geológiai korára, a másik a nyirok eredeti meghatározásának kétértelműsége. Szabó József írja le először Mád környékéről az ott nyiroknak nevezett kőzetet és tévesen eruptívus málladéknak tartja az alsó szintben lévő riolit kavicsok miatt. Utána minden eruptívus málladékot nyiroknak tekintettek a szerzők, holott az eredetileg leírt kőzet sem volt eruptívus málladék, hanem a löszhöz hasonlóan önálló szediment kőzet.

Meg kell tehát szűkítenünk a nyirok fogalmát. Nyiroknak csak a pleisztocén korú, eredeti települési helyén lévő (az átmosott kőzet nem nyirok), mészmentes, (vagy nagyon mészszegény), erősen kötött, parkettasárga, vagy sárgásbarna színű kőzetet tekintjük, amelyre igen jellemző az egy, vagy két limonitos, babércecs szint. Ez a nyirok a lösszel teljesen azonos módon

keletkezett, csak más diagenézisen ment át. A nyirok is aeolikus képződmény, ugyanazok a tényezők hozták létre, mint a lösz, de míg a löszön füves vegetáció uralkodott, amit a sok csigamaradvány is bizonyít, addig a nyirkot hatalmas erdőségek (valószínűleg uralkodóan fenyők) borították. Az erdővel való tartós fedettség következménye az lett, hogy a húmuszsavak degradáltak az eredeti lösz. A mészsók és vas nagyrésze levándorolt és a talajvíz határán csapódott ki újra. Ennek eredménye egyrészt a felső zóna mészsó szegénysége és a babérces szint (erdőtalan B. horizontja), másrészt azokon a helyeken, ahol a nyirok jó vízzáró kőzetekkel érintkezik mészkő konkréciók jelenléte. Ez utóbbit a Kárpátalján számos helyen tapasztaltam. Igen jelentős Endrédy E. dr.-nak az a megállapítása, hogy a nyirokban jelenleg található kevés mészsó csak kívülről burkolja az ásványszemeket és sósavval teljesen leoldható. Ez bizonyítja, hogy a mészsók csak utólag, az erdővegetáció lepusztulása után kerültek a nyirokba, amikor megszűnt a húmuszsavak degradáló hatása.

Pinkert Zsigmond: Humíd klíma mellett, erdőtalajon a lösz kilúgzódik és nyirok, podzolos lösz lesz. A mész és vas lefelé haladva a babérces szintet hozza létre. Ez az erdei talajok B horizontja. Löszön a C horizont mint meszes kőliszt jelentkezik. Eszerint az A szint húmosos, a B szint nyirok, a C szint lösznek felel meg. Alföldünk peremén a füves steppe és az erdő jelleg is megvan s ezért a nyiroknak és lösznek sok változata fordul elő. A kilúgzás nemcsak fentről lefelé, hanem a hegyről a völgy felé is történik.

Gedeon Tihamér: Az előadó úr nyirok megjelölés alatt nagyon sok képződményt összefoglalt. Az eddigi hozzászólásokban ugyancsak azt láttuk, hogy a nyirok megjelölést többféle fogalomra is fölhasználják. A Földtani Intézetnek kellene célul kitűzni, hogy az egyes kőzetképződmények pontos körülírását azok előfordulása, genezise, kora, alapján pontosan jellemezze és hogy az egyes képződményekre mindig a Földtani Intézet által elismert és meghatározott megjelölést használják. Ekkor nem fordulhatna elő, hogy triász mészkövön és dolomiton található vörös agyagokat a nyirokkal hozzák összefüggésbe. A nyirokban mindig megtalálható az alapkőzet törmeléke, amelyből a nyirok képződött. Az anyag leiszapolásakor igen nagy mennyiségű durva kőzettörmelék marad vissza. Vörös agyag iszapolásakor alig kapunk valami durva maradékot. A képződés kora is fontos szerepet tölthet be a meghatározásnál. A triász képződményeken található vörös agyagok eocén, oligocén korúak lehetnek, míg a nyirok megjelöléssel általában sokkal fiatalabb képződményeket, főleg jégkorszak előtti és jégkorszak közbeni vöröses, agyagos üledékeket illetünk. Az erdőtalajok »B« színtje nem nyirok, hanem csak nyirkos talaj. A

Mátra hegység andezit tömegén az autó út bevágásaiban a típusos nyirokot mindenütt megtalálni. A Mátra hegység erdős talaján »B« szintet megkülönböztetni nem lehet, mert a legfelső húmoszos réteg után az alapkőzetig végig vörös nyirok fekszik. Fölemlítem még a vörös homokköveket. Ezekben is kimutatható bizonyos agyagos elegyrész és ma már senkinek sem jutna eszébe ezeket a nyirok fogalma alá vonni. Pedig nem lehetetlen, hogy képződésük korában ezek is nyirokszerű képződmények voltak.

A nyirok fogalma ma még annyira bizonytalan, hogy annak lerögzítésére geológusoknak, talajvegyészeknek és fizikusoknak együttesen kellene a témát áttanulmányozni.

Bányai János: Felhívja a figyelmet, hogy a Hargitában a nyirok megjelenése a morfológiától is függ, ahol laposabb a térszín, ott több a nyirok, meredek lejtőn nyirokképződés nincs.

Földvári Aladár: Megjegyzi, hogy már Szabó József is kétféle értelemben használta a nyirok kifejezést, a Tokaj hegységben mint eruptív málladékot, a budai hegyekben ellenben a mésztartalom nélküli löszet nevezte nyiroknak. (Lösslehm.)

Horusitzky Ferenc: A pleisztocén problémák és azok megoldásához vezető vizsgálati módszerek megvitatására külön ankét összehívását javasolja, tekintettel a mélyfúrási anyag vizsgálatára ez alkalommal a pleisztocén-kutatás és az Alföldkutatás közös kérdései és szempontjai részleteiben megvitatathatók lennének.

Kerekes József: Az előadó őszinte örömét fejezi ki afölött, hogy a hozzászólások számából ítélve, az előadásban érintett kérdések élénken foglalkoztatják geológusainkat. A nyirokkérdést illető felszólalásokra Bulla, Endrédy és Kulhay urak jórészt válaszoltak is már. Az örvénykői triász mészkövet takaró sárga agyag szerinte jellegzetes szél-ülepítette anyagú nyirok. E szűkreszabott előadás keretébe nem volt beilleszthető a problémák jórészének behatóbb megvilágítása. A nyugat-, délmagyarországi és a bihari vasborsós agyagok, a leírások (Sümeghy, id. Lóczy, Schafarzik, Horusitzky H.) alapján részben közép-hegységi nyiroktalajainkkal, főrészükből pedig löszeink vályogszalagjaival állíthatók párhuzamba. (A vasborsós szint helyenkint már a jelenkori csapadékos erdőklíma alatt képződött!) A nyirok fogalmkörébe előadó nem óhajtja belevonni mészkővidékeink jellegzetes, harmadkori terra rossáit, de valószínűnek véli, hogy a hazai és iztriai, horvátországi karsztok vörösföldjeinek jelentős része ugyancsak löszeredetű, jégkori, fosszilis erdőtalaj. Ennek a kérdésnek a tisztázását elő fogják segíteni a hazai karsztkutatások is.

Azt, hogy a durva kőtörmelék képződése a jelenkorban egészen szünetel, nem állítja, azt azonban, hogy a jégkori törmelékképződés intenzitás-

ban sokszorososan felülmúlta a jelenkorit, a kötengerek, törmeléklejtőségek és a barlangi üledékek feltárt szelvényei meggyőzően mutatják.

A jégkori talajfolyás mechanizmusa főképpen abban különbözik az inkább jelenkori suvadásoktól és omlásoktól, hogy a talajfolyás esetében a tömegmozgás összehasonlíthatatlanul lassabban történik és főleg, hogy a fagyás-olvadás sokszoros váltakozásakor az egyes talajrészecskék külön-külön mozognak.

Lóczy Lajos: Hangsúlyozza, hogy nyirok elnevezés alatt igen különböző képződményeket foglalnak össze és mivel a diagnózis még nem tisztázott, korai lenne még azt kizárólag diagenézis útján a löszből levezetni. Pl. az Alföldön is beszélnek löszről, holott a lösz mint jellegzetesen pleisztocén képződményt definiáljuk. A talajgeológus és hegyvidéki geológus lösze között különbség van. Ugyanígy vagyunk a sárga és vörös agyagokkal, melyek a löszöket elválasztják. Először a diagnózist kell tisztázni és azután külön a sztratigráfiai és a petrográfiai kérdést megoldani.*

* A sztratigráfiai szintmeghatározás tekintetében legelőrehaladottabb a barlangi üledékek korbeosztása. Palaeomammalogusaink meghatározásaikkal már pontos rétegtani táblázatokat nyújtanak. A jövő kutatás fokozása, hogy barlangi lerakódások, a lösz, nyirok, futóhomok és terrasz-kavics lerakódások szintézését összhangba hozza.

WEIN GYÖRGY DR.
POLENA ÉS SZOLYVA KÖRNYÉKÉNEK GYÓGYVIZEI
ÉS AZOK KELETKEZÉSE.

1777-ben Crantz (17) összefoglaló munkájában már felsorolja a Polena-Szolyva környéki ásványvizek legnagyobb részét. Az alkalikus savanyúvizek gyógy és élvezeti célokra való felhasználása, akárcsak az erdélyi borvizeké valószínűleg visszanyúlik az ősember világába (18). Crantz-nak az »Osztrák-Magyar Monarchia gyógyvizei«-nek összefoglaló munkájáig, hasonló mű nem jelent meg. Azóta számos munka ismerteti Magyarország gyógyhelyeit és gyógyvizeit, melyekben a Polena környéki alkalikus savanyúvizeket (égyényes savanyúvizek) mindenütt megemlítik (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 22, 37) és azok kiváló gyógyhatását balneológiai szempontokból tárgyalják.

Ilosvay L. (20), Toborffy B. (21), Posewitz T. (15) és Papp F. (39) foglalkoznak részletesebben a savanyúvizek kémiai és genetikai problémáival. Ilosvay L. az oldott anyagok időszakos változására mutat rá. Posewitz T. már észreveszi, hogy a »vasas savanyúvizek« a feketepalák csapásával párhuzamosan ÉNY—DK-i irányban helyezkednek el. Keletkezésükkel tudtommal egyedül Schafarzik F. foglalkozott részletesen, nyomtatásban meg nem jelent szakvéleményében, melyhez nem tudtam hozzájutni. Papp F. (39) posztvulkáni eredetűnek veszi a Szolyva—Polena környéki savanyúvizek CO_2 tartalmát. Kampe R. említi (14, 184 o.), hogy a morvaországi és a flis Kárpátok savanyúvizei (Luhařschovic, Krynica stb.) az andezit erupciók törésvonalát követik és posztvulkáni eredetűek. Ezt a téves felfogást Papierkowski J. (13) megcáfolja, amennyiben a lengyel, flis Kárpátok szénsavas és kénes vizeit mind organikus eredetűnek minősíti. Valószínűleg Kampe fenti megállapításának és a német hidrológusok hasonló felfogásának tulajdonítható, hogy a magyarországi szénsavas vizek

keletkezését eddig majdnem kizárólag utóvulkáni működés hatásának tulajdonították. Az erdélyi borvizek keletkezését ill. Bányai J. is hasonló véleményen van, habár ő már hajlandó a flis területén felszínre törő savanyúvizek CO_2 tartalmát és a kénes vizek H_2S tartalmát bitumenes, feketepalákból is származtatni (23, 24, 25.).

A szénsav eredetét illetőleg lényegileg két vélemény uralkodik. Keilhack K. (27, 33), Kampe R. (14) a savanyúvizek és szénsavkiáramlások (mofetta) CO_2 tartalmát posztvulkáni eredetűnek tartják, tehát Suess értelmezése szerint juvenilisnek. Lepsius R. (31) vulkáni hatás vagy tektonikai okok következtében létrejött süllyedés okozta hőnek mészkőre gyakorolt hatásával magyarázza a CO_2 keletkezését. Sok helyen ezzel az elmélettel tudjuk legjobban megmagyarázni a nagymennyiségű CO_2 keletkezését. Kulhay Gy. (26) is így magyarázza a kovásznai pokolsár szénsavkiáramlásainak keletkezését. Másrészről számos elmélet van, melynek a szénsav keletkezését a kihűlő magmától független kémiai folyamatokkal magyarázzák.

Delkeskamp R. (29) a pirit bomlásánál keletkező kénsav mészkőre kifejtett hatásával magyarázza a CO_2 keletkezését ($\text{Ca CO}_3 + \text{H}_2 \text{SO}_4 = \text{CO}_2 + \text{Ca SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$). Blumer E. (30), habár elfogadja, hogy a CO_2 tartalmú vizek többsége juvenilis eredetű, de azok keletkezését olyan helyeken, ahol azok organikus eredete kézenfekvő (olajvidékek, stb.) és ahol sokszor, mint az olaj kísérelője jelennek meg, a szénhidrogének szulfátokra gyakorolt redukáló hatásával magyarázza ($\text{RSO}_4 + \text{CH}_4 = \text{RS} + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$). Szulfátok oldatba kerülhetnek sótelepekkel kapcsolatos gipsz rétegekből, ahogy a német sóvidéken látjuk (11), vagy a pirit, markazit bomlása alkalmával keletkezett kénsav mészre kifejtett hatása következtében. Vernadsky W. J. (38) is organikus eredetűnek tartja az olajelőfordulásokkal kapcsolatos ásványvizek CO_2 tartalmát.

Még egy sereg elmélet igyekszik megmagyarázni az ásványvizek leggyakoribb és legfontosabb gázának a CO_2 -nak keletkezését. Miután a legfontosabbakat ismertettem Kampe R. (14) és Keilhack K. (33) összefoglaló munkáira utalok, ahol a részletkérdésekre felvilágosítást kaphatunk. A fent felsorolt elméletek közül valószínűleg mindegyik alkalmazható a megfelelő helyen. A Vezuv szén-savgázai nem keletkezettek bitumenes palákból, viszont a lengyel Kárpátok és a kárpátaljai flis savanyúvizeinek gazdag CO_2 tartalmát

sem kell posztvulkáni működésnek tulajdonítani, mikor sokkal kézenfekvőbb és számos bizonyítékokkal alátámasztható azoknak organikus eredete.

A kénesvizek szénoxisulfid illetőleg kénhidrogén tartalma is lehet juvenilis vagy organikus. Olajvidékeken még szembetűnőbb az olajelőfordulásokhoz való kapcsolódásuk. Blumer E. (30), Böckh H. (32), ifj. Lóczy L. fontos olajindikációknak veszik a bűdös, kénhidrogénes forrásokat. Mestwerdt A. (11) a liász, pirités-bitumenes, posidoniás palákból származtatja a württembergi kénes vizeket. A pirit kénsavvá bomlik és a jelenlévő mésszel gipsszé alakul. Ebből a szénhidrogének redukáló hatására H_2S keletkezik. A szénsav és kénhidrogén képződés sokszor együtt jár. Az eredeti szénoxisulfid a forrásgázban csak a levegőre jutva alakul át kénhidrogénné. Keletkezési körülményeik hasonlósága következtében gyakran együtt jelennek meg a savanyú és kénes vizek, melyek tulajdonképpen egy helyről kapják gáztartalmukat.

Vizsgáljuk meg a Polena környéki alkalikus savanyúvizek összetételét. Vajjon a szénsavon és kénhidrogéneken kívül tartalmaznak-e olyan anyagokat, melyek juvenilis eredetre vallanának? Illetőleg honnan származtathatjuk az egyes alkotórészeket?

A Cseh Állami Geológiai Intézet kémiai laboratóriumában Dr. Vesely V. tanácsos által 1937-ben a szolyvai »Margit« forrás vizéből készült analízist veszem alapul. (22) Az analízist Mermelstein a szolyvai-luhi és polenai források bérlője volt olyan kedves rendelkezésemre bocsájtani. Ugy hiszem ezt az értékes adatot indokolt ismertetnem, habár erre vonatkozólag a szerző engedélyét nem tudtam megszerezni, mivel a zavaros politikai helyzet, lehetetlenné tette azt, hogy vele érintkezésbe léphessek.

A szolyvai »Margit forrás« kémiai vizsgálata.*

A forrásból frissen vett víz teljesen tiszta; üvegben, való rázásnál pezseg és szénsav válik szabaddá. A víz reakciója alkalikus, $PH=7,2$.

* A cseh eredetiből magyarra fordított szöveg. A vegyelemzés készült: a Csehszlovák Állami Geológiai Intézet Kémiai Laboratóriumában, Prága, 1937. VII. 9. (Ikt. sz. 1122—131/37.)

A víz hőmérséklete: 7.9° C.

A víz fajsúlya: 4° C hőmérsékletű vízre vonatkoztatva, 1.00265-nek találtatott 15° C hőmérsékletnél.

A kémiai vegyelemzés eredménye a következő Ion-táblázatban és só-táblázatban van összeállítva.

a) Ionokra kiszámítva:

1 kg ásványvízben van:

K a t i o n o k :	Gramm
Kalium-ion K'	0.04033
Natrium-ion Na'	1.124
Lithium-ion Li'	0.000909
Ammonium-ion NH ₄ '	0.002669
Kalcium-ion Ca'	0.1273
Strontium-ion Sr''	0.000799
Magnesium-ion Mg''	0.01364
Ferro-ion Fe''	0.007811
Mangano-ion Mn''	0.000514

A n i o n o k :	
Nitrat-ion NO ₃ '	0.00168
Chlor-ion Cl'	0.06719
Brom-ion Br'	0.000092
Jod-ion I'	0.000085
Sulfat-ion SO ₄ ''	0.00101
Hydrophosphat-ion HPO ₄ ''	0.000041
Hydrokarbonat-ion HCO ₃ ''	3.4190
	<hr style="width: 100px; margin-left: auto; margin-right: 0;"/>
	4.807
Bórsav (meta) HBO ₂	0.04024
Kovasav (meta) H ₂ SiO ₃	0.03447
	<hr style="width: 100px; margin-left: auto; margin-right: 0;"/>
	4.882
Szabad szénsav CO ₂	2.275
	<hr style="width: 100px; margin-left: auto; margin-right: 0;"/>
	7.157

Azonkívül Barium-ion és Aluminium-ion nyomok. Nitrit-iont nem tartalmaz.

b) Sókra kiszámítva:

A szolyvai Margit forrás ásványvize összetételében kb. egy oldatnak felel meg, amely 1 kg-ban tartalmaz:

	Gramm
Kaliumnitrát KNO_3	0.002741
Kaliumchlorid KCl	0.07489
Natriumchlorid NaCl	0.04341
Natriumbromid NaBr	0.000118
Natriumjodid NaI	0.00010
Natriumsulfat Na_2SO_4	0.00149
Natriumhydrokarbonat NaHCO_3	4.042
Lithiumhydrokarbonat LiHCO_3	0.008901
Ammoniumchlorid NH_4Cl	0.007917
Kalciumhydrophosphat CaHPO_4	0.000057
Kalciumhydrokarbonat $\text{Ca/HCO}_3/2$	0.5148
Strontiumhydrokarbonat $\text{Sr/HCO}_3/2$	0.001912
Magnesiumhydrokarbonat $\text{Mg/HCO}_3/2$	0.08210
Ferrohydrokarbonat $\text{Fe/HCO}_3/2$	0.02489
Manganohydrokarbonat $\text{Mn/HCO}_3/2$	0.001654
Bórsav (meta) HBO_2	0.04024
Kovasav (meta) H_2SiO_3	0.03447
	<hr/>
	4.882
Szabad szénsav CO_2	2.275
	<hr/>
	7.157

c) A Margit forrás jellege.

A lefolytatott kémiai vegyelemzés szerint a szolyvai Margit forrásnál az oldott szilárd alkotórészek összege 4,88 g 1 kilogrammban. Ezen alkotórészek közül Natrium- és Hydrokarbonat-ionok erősen kitűnnek. A sószámítás Natriumhydrokarbonátot eredményez mint fő alkotórészt. Szabad szénsav tartalma 2,275 g 1 kilogrammban.

Ezek szerint a szolyvai Margit forrás alkalikus savanyúvíznek tekintendő.

Ennek következtében alulírott a Margit forrás ásványvizét különböző ivókúráknál a balneológiában mint nagyon jó vizet ajánlja.

P. H.

DR. VESELY VÁCLAV

A Prágai Állami Geológiai Intézet
tanácsosa.

Az alkatrészek közül a CO_2 -on kívül a Li, a nagymennyiségű NaHCO_3 és a metabórsav (HBO_2) lehetnek juvenilis eredetűek is, ill. olyan kőzetekből származtathatók, melyek a flisben nincsenek meg.

A Li tekintve, hogy úgy ebben, mint a többi forrás vizében kis mennyiségben fordul elő, származtatható az üledékes kőzetekből. Li tartalmú szerveszetek éltek a tengerekben és Li tartalmú szilikátokból is kioldhatta azt az agresszív szénsavas víz. A magas nátriumhidrokarbonát tartalmat nem szükséges az andezitek plagioklászából származtatni. Számos vékonyecsiszolatból, melyeket Földvári A. volt olyan kedves megvizsgálni, kitűnt, hogy a homokkövek, melyekből a szénsavas vizek alkatrészeit kioldják, tartalmaznak kisebb-nagyobb mennyiségű káli és nátronföldpátot. Már a cseh irodalom is megemlíti Szolyva környékéről flis arkózás homokköveket (16). A bórsav tartalmát, melyről Ilósvay L. (20) írja, hogy éppen a »Margit« forrás bórsav tartalma időnkint 0-ra csökken, szintén nehéz juvenilis eredetűnek venni. Ezt a jelenséget avval magyarázza, hogy a kőzeteken áthaladó víz kioldotta az útjába kerülő bórsav tartalmú ásványokat és csak, miután újból ilyenekre akadt, tartalmaz oldatában bórsavat. Ha juvenilis lenne a bórsav, úgy annak állandó értékűnek kellene lenni. Végül a nagy mennyiségű szénsav tartalmát a bitumenes-pirités felsőkréta feketepalákból származtathatjuk Blumer redukciós magyarázatával. A NaCl, Br, J tartalom organikus, ill. a nyersolajat kísérő sósvizekkel azonos, genezisre utal. Ezeket az anyagokat a szénsavas víz a bitumenes feketepala anyakőzetből oldhatta ki.

Polena és Szolyva környékét a következő képződmények építik fel. Az utóbbi területet Szalai T. (34) térképezte és rendelkezésemre bocsájtotta a dolgozatom tárgyát érintő adatokat. A Szinyák-hegység ÉK-i lejtőjén a Vk. Pinye-patak iránya tükrözi vissza a terület hegyszerkezeti irányát ÉNy—DK-i, majd Polenától K-re, D-re hajló, Szolyvánál újból az eredeti csapásban húzódnak az egymással párhuzamos flis redők, melyek tengelyében bukkanak felszínre a legidősebb képződmények. A Polena környéki flis a Magura-csoport fiatal andezit hegységgel érintkező D-i legbelső zónájába esik. A legidősebb rétegeket Szolyvától K-re Szalai T. által ismertett jura szirtrek alkotják. (34). A flisben, helyenkint pedig az andezitben jelennek meg a gyökérszirtrek, melyeknek helyzete még ma sincsen tisztázva. Kis foltban megtalálhatók a szenón korú puchowi márgák, melyek a szirtburkot alkotják. Az összefüggő rétegsor legmélyebb tagja a tarka agyag-hieroglifás homokkő csoport. Jelenlegi ismereteink alapján (mikrofauna, analógiák) felső kréta korúnak vehető. Erre települnek konkordánsan az ugyancsak felső krétának vehető fekete palák. A CO₂ és H₂S tartalmú vizek genezisé szempontjából ezeknek bitumen, pirit tartalma igen fontos. Az eocén

és eselleg még az oligocén kort képviselnék a váltakozó márga-homokkő csoport, valamint a legfelső homokkő (magura homokkő) csoport, mely rétegek ugyancsak konkordánsan települnek a feké sötét palákra. D-en a Szinyák és Borló—Gyl hegység felső szarmataposztszarmata korú andezittakarója diszkordánsan fedí az erősen gyúrt flist.

A CO_2 és H_2S keletkezése szempontjából a fekete pala csoport fontos. Ebben és a felette települő márgákban és arkózás homokkövekben jelen vannak mindazon anyagok, melyek a CO_2 és H_2S keletkezéséhez, valamint az oldott sók származtatásához szükségesek. A fekete pala pirit és bitumen tartalma a szénsav és kénhidrogén keletkezéséhez szükséges anyagokat szolgáltatják. A homokkövekben található nátronföldpát pedig a nagymennyiségű nátriumhidrokarbonát keletkezését magyarázza meg. A fekete palákban keletkező CO_2 tartalmú vizek, repedések mentén (diaklázis rendszerek, melyeket én is észleltem, felfelé haladva kioldják az útjukba eső ásványok sóit oly mértékben, ahogy azoknak oldhatósága és mennyisége megengedi.

A források elhelyezkedése feltűnően hozzáidomul a vidék tektonikai szerkezetéhez. Erre különben már Posewitz T. is reámutatott (15). Az ÉK-re átbuktatott egymással párhuzamos antiklinálisok tarka anyag és fekete pala magjait a magasabb márgás-homokkőves és homokkő csoport tagjai borítják. A CO_2 és H_2S tartalmú vizek mindenütt az antiklinálisok száraiban vagy azoknak tetején, mégpedig a felső homokkőcsoport és márga határáról vagy a homokkőből törnek a felszínre. Sehohsem észleltem, hogy áttolódási vonal vagy törésvonal mentén helyezkedtek volna el a szénsavas források. Az utóvulkáni működéssel kapcsolatos mélyből feltörő juvenilis vizek vagy a mélyben hőhatásra keletkezett CO_2 mind mélyre lenyúló törésvonalak mentén jutnak a felszínre és amennyiben nem keverednek túl nagy mértékben a hideg talaj és rétegvizekkel, többé-kevésbé melegék is. Természetesen »mofetták« esetében és az ilyen eredetű szénsavval telített vizek talajhőmérsékletűek lesznek.

Megjelenési formájukat ill. tulajdonképen rétegvorrásokkal van dolgunk, melyek vizét a felszabaduló nagymennyiségű szénsav felhajtja. A mélyebb, agyagosabb szintekben, valamint a fekete palacsoport feké rétegeiben nem törnek fel CO_2 tartalmú források. A H_2S tartalmúakra ez a megállapítás nem vonatkozik. Ez a jelenség egyrészt avval magyarázható, hogy a fekete palák alatt nem képződik CO_2 , másrészt avval, hogy itt porózus rétegek alárendelt mennyi-

ségben szerepelnek és ezért bennük kevés talajvíz mozog, amit a CO_2 tellíthetne. A felső homokkő csoport durva és porózus homokkővei igen alkalmas vízgyűjtő rétegek, melyeket lefelé agyagos márgás víz-záró rétegek rekesztenek el. A savanyúvizek zöme ezen a határon tör fel. Helyenkint, ugyancsak a homokkő csoportban az antiklinálisok tengelye körül bukkannak felszínre. Az előzőekhez tartoznak leghíresebb és gázban-vízben leggazdagabb források (szolyvai három forrás a tűzérési laktanya alatt, a »Luhi Margit víz« forrásai, a három polenai forrás, két ploszkói és végül az olenyovai is). Antiklinálisokon törnek fel a szolocsinai vizek és a Medvedca alatt folyó patak két gyenge forrása.

Az uzsoki vasas savanyúvizek, (7, 8, 36), melyeket Horwitzky F.-el tanulmányoztam 1939-ben folytatott földtani felvételeink alkalmából, hasonló körülmények között keletkeztek és jelennek meg. Az ÉK-nek gyengén átbuktatott redő tetején az alsó krosznói (k. oligocén korú) tömeges homokkővekben helyezkednek el az ugyancsak értékes és régebben jól ismert gyógyfürdő vizét szolgáltató források. Itt 40 km távolságban az alföldperemi vulkánikus hegységtől nagyon erőltetett lenne posztvulkáni működésnek tulajdonítani a savanyúvizek CO_2 tartalmát. Viszont a feké rétegekben itt is megtaláljuk a bitumenes eocén tarka anyagokat és az alsó oligocén menilit palákat, melyek pirit és szénhidrogén tartalma megmagyarázza a CO_2 keletkezését. Hasonló összetételű alkalikus savanyúvizek seregét ismerteti Papierkowky J. (13) Lengyelország flis területeiről. Ő is organikus eredetűnek veszi úgy a savanyú, mint a kénes vizeket.

Kivéve a szinyáki (Kékesfüred) jelenleg is üzemben lévő fürdőt, a Polena környéki kénes vizek igen kis vízhozamúak. Az Ukljina patakban és a Medvedca patakban a fekete pala repedéseiből szivárog ki a bűdös kénhidrogén szagú víz. A Tesanik patak felső folyásánál és Paszikánál az andezit és flis határán fakad fel. Szinyáknál pedig már mélyen bent az andezittakaróban fakadnak fel a kénes vizek. A kénes vizeket nemcsak szaguk és ízük, hanem a bennük található fehér szakálás megjelenésű kénbaktérium tenyészet is jellemzi. Keletkezésüket a fekete pala piritjének bomlásából és a szénhidrogének redukáló hatásával magyarázhatjuk.

A szinyáki kénesvíz jelenlétéből arra következtethetünk, hogy itt az andezittakaró alatt megemelt helyzetben jelen van a fekete pala. Ugyancsak erre utalnak a Tesanik pataki és paszikai kénes vizek. Ezek a következtetések, ha figyelembe vesszük a források megjelenési helye és a hegyszerkezet közt fennálló összefüggést, nem is olyan

merészek. Böckh H. az egyes brahiantiklinálisok nyomozásánál igen fontos szerepet szánt a kénes vizek jelenlétének.

Úgy tudományos, mint gyakorlati szempontból igen fontos helyesen értelmeznünk az ásványvizek keletkezési körülményeit. Nem szabad minden területen ugyanazzal a teóriával magyaráznunk az ásványvizek keletkezését. Szem előtt kell tartani a vizek kémiai és fizikai tulajdonságain kívül a rétegtani és hegyszerkezeti viszonyokat is, mely adatok együttes értékelése adja meg a helyes választ. A gyógyvizek kutatásánál és feltárásánál is fontos tudnunk a keletkezési körülményeket. Jelen esetben a további kutatások menete sok tekintetben attól függ, hogy organikus eredetű rétegvizeknek vagy posztvulkáni működéssel kapcsolatos törésrendszerrel összefüggő juvenilis vizeknek minősítjük azokat.

A terület hidrológiai vonatkozású hegyszerkezeti tépképei és szelvényei a m. kir. Földtani Intézet 1939. és 1940. évi jelentéseiben jelennek meg (36, 34, 35).

FELHASZNÁLT IRODALOM:

1. Boleman I.: Magyarországi ásványvizek és fürdők együttes kiállítására.
2. Chyzer K.: Magyarország gyógyvizeiről, azok értékéről s értékesítéséről. Sátoralja-Ujhely. 1882.
3. Bernáth J.: A magyarországi ásványvizek lellhelyei. Math. és Term. tud. Közlemények. XV. k. 1877/78. Budapest.
4. Chyzer K.: Magyarország gyógyhelyei és ásványvizei. S.-Á.-Ujhely. 1885.
5. Boleman I.: Magyar gyógyfürdők és ásványvizek. Budapest. 1892.
6. Boleman I.: Fürdőtan. Budapest. 1887. (Térképpel).
7. Boleman I.: Magyar fürdők és ásványos vizek. Budapest. 1896.
8. Papp S. és Hankó V.: A Magyar Birodalom ásványvizei és fürdőhelyei. Budapest. 1907. (Térképpel).
9. Kunszt J.: A mai Magyarország ásványvizei, fürdői és üdülötelepei. Budapest. 1928. (Térképpel).
10. Wiesner F.: Vodstvo a mineralni prameny zeme Podkarpatoruske. V Uzhorode (Ungvár). 1935. (Térképpel).
11. Mestwerdt A.: Zur Geologie der Kochsalz-, Bitter- und Schwefelquellen. Der Balneologie. 3. Bd. 6. H. 279. s. Berlin. 1936.

12. **Mestwerdt A.:** Zur Geologie der Heilquellen. Der Balneologe. 3. Bd. 1. H. 1. s. Berlin. 1936.
13. **Papierkowski J.:** Mineralquellen in Polen. Der Balneologe. 5. Bd. 217. s. Berlin. 1938.
14. **Prinz E.—Kampe R.:** Handbuch der Hidrologie. zweiter Band: Quellen. Berlin. 1934.
15. **Posewitz T.:** Polena környéke Bereg megyében. Jelentés az 1904. évi részletes geológiai felvételről. A m. kir. Földtani Intézet Évi Jelentése 1904-ről. Budapest, 1905.
16. **Matejka A.:** et **Andrusov D.:** Contribution à la connaissance de la géologie de flysch des bassins de la Latorica et de la Vica etc. Vestnik Statniho Geol. Ustava Ceskoslovenske Rep. VII. Bd. Praha. 1931.
17. **Crantz H. J. N.:** Gesundbrunnen der Österreichischen Monarchie. 1777.
18. **Bányai J.:** A székelyföldi fürdőélet hajdan és most. Múzeumi füzetek. Kolozsvár. 1937.
19. **Lehoczky T.:** Bereg megye monográfiája. Munkács. 1883.
20. **Ilosvay L.:** A »Margit« alkalifém-hydrocarbonatos víz újabb chemiai elemzése és képződésének körülményei. Földt. Közl. XXVIII. K. 1898.
21. **Toborffy B.:** A ploszkói Rudolf-forrás elemzése. Földt. Közl. XIII. 1883.
22. **Vesely V.:** A szolyvai »Margit forrás« kémiai vizsgálata. A cseh áll. Földtani Intézetben készült szakvélemény. Prága. 1937. VII. 9.
23. **Bányai J.:** A székelyföldi ásványvizek. Erdélyi Múzeum. XXXIX. évf. 7—12. sz. 1934.
24. **Bányai J.:** A székelyföldi ásványvizek eredete és forrásfoglalásai. Erdélyi Múzeum. 1934.
25. **Bányai J.:** Természetes gázforrások. Erdélyi Múzeum. 1936.
26. **Kulhay Gy.:** Az 1940. évi november 10-i erdélyi földrengés földtani tanulságai. Földt. Közl. 71. K. 1. f. 1941.
27. Deutsches Bäderbuch. Leipzig. 1907.
28. Österreichisches Bäderbuch. Wien. 1928.
29. **Delkeskamp R.:** Die Genesis der Kohlensäure der Mineralquellen und Thermen. Internat. Mineralqu-Ztg. 1904.
30. **Blumer E.:** Die Erdöllagerstätten. Stuttgart. 1922.
31. **Lepsius R.:** Notizblatt des Vereins für Erdkunde. Darmstadt. 1908.
32. **Böckh H.:** Jelentés az Erdélyi Medence földgázélfordulásai körül eddig végzett kutató munkálatok eredményeiről. Eudapest, 1913.
33. **Keilhack K.:** Grundwasser und Quellenkunde. Berlin. 1935.
34. **Szalai T.:** Szolyva környékének földtani viszonyai. M. kir. F. I. Évi Jelentése. 1940. évről. (Még nem jelent meg.)

35. **Wein Gy.:** Polena környékének földtani viszonyai. M. kir. F. I. Évi Jelentése. 1940. évről. (Még nem jelent meg.)
36. **Horusitzky F. és Wein Gy.:** Uzsok és Luh környékének földtani viszonyai. M. kir. F. I. Évi Jelentése. 1939. évről. (Még nem jelent meg.)
37. **Nuszer L.:** Rövid ismertetése a solyvai és polenai gyógyvizeknek. **Munkács.** 1893.
38. **Vernadsky W. J.:** Geochemie. Leipzig. 1930.
39. **Papp F.:** A hazatért Felvidék és Kárpátalja gyógyforrásai és gyógyfürdői. Földtani Értesítő. IV. évf. 3. f. 1939.

HOZZÁSZÓLÁSOK:

Kulhay Gyula: Nem tudja elképzelni, hogy a solyvai, luhi és általában a flisből feltörő CO_2 a fekete palákból származék. Tulajdonképen csak egy alkatrész származását kell eldöntenünk, hogy a savanyú vizek kérdése megoldáshoz jusson. Ez az alkatrész a széndioxid. Ha a széndioxid eredete ismeretes, akkor a többi alkatrész kérdése igen egyszerűvé válik. Ez a CO_2 nem származhat a magmából, mert 1. elképzelhetetlen, hogy az andezitvulkánosság utóhatásai még ma is olyan intenzívek lehessenek, hogy fly nagy tömegű CO_2 -t szolgáltatassanak; fly esetben más utóvulkáni hatásoknak is kísérniök kellene a szénsav exhalációkat, 2. beleértve Erdélyt is csak azokon a helyeken ismerünk szénsavas forrásokat, illetve CO_2 ömléseket, ahol flis van, még bent a vulkánikus kőzetek belterületén is előjön a flis egy-egy kis foltja a CO_2 -os források mellett. (Lásd: Tusnád). 3. Legfontosabb bizonyítéknak tartom azonban azt, hogy az üde állapotban lévő, magmatikus eredetű kőzetek (legyen az eruptívus, vagy intruzívus) semmi CO_2 -t nem tartalmaznak, pedig abban az esetben, ha a kihülő magma, vagy láva CO_2 -ot adna le, ismernünk kellene olyan üde kőzet is, amelyben még van primer CO_2 ; ellenkezőleg azt tapasztaljuk, hogy a magmatikus eredetű kőzetek sem abszorbeált CO_2 -ot nem tartalmaznak, sem kémiailag kötött CO_2 nincs az ásványos alkatrészekben. Ha a magmatikus kőzet CO_2 -t tartalmaz, akkor már többé-kevésbé mállott darabbal van dolgunk aszerint, hogy mennyi a CO_2 tartalom.

Nem származhat a CO_2 fekete palákból sem. A fekete palák, legyenek azok barrém- vagy oligocén-körűak, szerves eredetű anyaggal vannak telítve, lapjaikon növényi rostok ismerhetők fel, anyaguk pedig bitumennel van átítva. A szerves maradványoknak elszenesedése kimondottan redukációs folya-

mat: a petróleum, a földgáz hidrogenizált termékek, tehát redukciós úton jöttek létre. (Gondoljunk a mesterséges benzinre, amely barnaszemeknek nagy nyomáson történő hidrogénezése útján történik megfelelő katalizátorok segítségével.) Nem tudom elképzelni, hogy ugyanakkor, amidőn az organikus maradványok redukciós termékeké alakulnak át, jelen lehessen oxidációs folyamat is, amelynek terméke a CO_2 lenne. Még szokatlanabb elképzelés a fekete palában jelenlévő pirit oxidációja útján keletkezett kénsavra vezetni vissza a CO_2 képződést. A kénsav ugyan elbontja a karbonátokat, de csak ott, ahol jelen van. A fekete palákban éppen pirit képződik a jelenlévő vasból és organikus eredetű kénből. Ez is redukciós folyamat, ami szintén kizárja az ugyanakkor jelenlévő oxidációt. Hátra volna, hogy a talajvízzel jut be oxigén a fekete palákba. Ez kizártnak tartható, mert bár az esővízzel kerül be oxigén a feltalajba, ezt azonban részben a növényzet használja fel, részben pedig a korhasztó, bomlasztó baktériumok fogyasztják el igen gyorsan, ezért már a talaj mélyebb szintjeiben is oxigén hiány van.

Ilyen nagy tömegű CO_2 csak is azzal magyarázható, hogy a karbonátos flis kőzetek az intenzív gyűrődés következtében a mélységbe préselődnek és egyrészt a surlódás által kiváltott hőhatásra, másrészt a föld természetes melegének a hatására elvesztik CO_2 -jukat. Ebben már szerepe van az eruptívus kőzeteknek is, mert az eruptívus zónák alatt mindig közel van a perifériális magmatúzhely és így a geotermikus gradiens rendesen nagyon alacsony. Több kölcsönhatás segíti itt egymást. Az eruptiók kapcsolatban állanak a kéregmozgásokkal, viszont a kéregmozgások friss, még nem metamorfizált karbonátokat juttatnak a mezozónába, ahol CO_2 -jukat fokozatosan leadják. (Ki kell emelnem azt, hogy a tiszta CaCO_3 ilyenkor csupán átkristályosodik és márvánnyá változik.)

A feltörő szénsav azután megtámadja a fedő kőzeteket, jelen esetben földpátos (arkózás), karbonátos kőzeteket és részben a földpátokból oldja ki az alkáliákat, részben magát a kalciumkarbonátot alakítja át kalciumhidrokarbonáttá. Így jönnek létre ezek az alkálikus-földfemes-vasas savanyúvizek. A lithium és bór egyáltalán nem bizonyítják a vulkánikus eredetet. A lithium átfutó elem. Ez azt jelenti, hogy mindenütt megtaláljuk. Gondoljunk csak arra, hogy a feltörő szénsav érint olyan kőzetet, amely lithiumcsillámot tartalmaz. Hasonló a bór jelenléte is. A világ bórtermelésének csaknem teljes egésze a nátriumtetrabóraxos bórtavakból kerül ki, már pedig ezek igazán nem vulkánikus eredetűek és ahogy a jelenben bór tartalmú a tenger vize és vannak besűrűsödő bórtavak, éppen úgy a múltban is voltak.

Miért van az mégis, hogy a szénsavas források a fekete palák csapását követik. Ennek egyszerű a magyarázata. A fekete palák organikus anyaguktól eltekintve igen finomszemű agyag-palák és így elsőrendű zárórétegek. A fel-

szabaduló CO_2 csak ott tud a felszínre jönni, ahol a fekete palák a felszínre metszik és az alattuk felgyülemelő CO_2 kiszabadulhat. Ennek eklatáns példáját Nagyborosnyón láttam, ahol az 1940. nov. 10-i földrengéskor támadt hasadékokon exploziószerűen tört elő a CO_2 .

Szerény véleményem szerint ez a legegyszerűbb magyarázata szénsavas forrásaink eredetének és biztos vagyok benne, hogy ez nemcsak a flisrégiókra érvényes, hanem a belső öv forrásaira is.

Bányai János (Székelyudvarhely.): Az ásványvizek eredetére vonatkozóan azt a kérdést intézi előadóhoz, hogy a bitumenes palákban felfakadó kénesvíz milyen természetű, mivel a Hargita környékén többféle típus található, amely mind másféle eredetű.

Wein Gy.: szerint a kénesvíz fekete palában, míg a CO_2 tartalmú vizek magasabb szintekben jelennek meg. Együtt nem észlelte a két típust.

Bányai J.: erre megjegyzi, hogy szerinte a Hargitában már jól tanulmányozott analógia szerint, nincs semmi okunk arra, hogy úgy a tisztán szénsavas, valamint a szénsavas és kénes forrást ne posztvulkáni hatások eredményének tartsuk. A közeli andezit erupció amúgy is elég támaszpont erre vonatkozóan. A Hargita környéki kénes források eseteit említi meg a felszólaló, amelyek szinte iskolapéldái az ásványvizek többféle eredetének.

A Wein dr. által említett szénsavas-kénes vizek jellemzik a Hargita főerupciós vonulatát, ahol a kétféle gáz együttesen szárazon is ömlik a felszínre.

Egy másik típust a Kárpáti homokkő és a kristályos pala zónájában találunk, ahol az elemzési adatok szerint a víz oldott ásványanyag tartalma még az 1 g-ot sem éri el s egyedüli jellegzetessége a záptojás szaga, mely kénhidrogéntől származik. A megfigyelések szerint a kénhidrogén nem posztvulkáni hatásra képződött, hanem a pirites bomlások eredménye.

Szerves eredetű kénhidrogén kiömlések vannak az Erdélyi medence sósózájában, ahol sok záptojás szagú sóforrás található.

Az Erdélyi medence peremén, keleten, közvetlenül a Hargita erupciós zónájához csatlakozóan a korond-székelyudvarhelyi vonalon metánnal kevert szénoxiszulfid gázömlések vannak, amelyekből a felszínen az oxidációs bomlással széndioxid és a záptojás szagú kénhidrogén keletkezik. Így tehát székelyföldi megfigyeléseink szerint a kénhidrogén négyféle eredetű is lehet.

Horusitzky Ferenc: Felhívja a figyelmet a mátrai csevicékre, ahol a kénhidrogén, szénsav és a bitumenes kőzet is megvan. A csevicék mindig az oligocénből fakadnak, de sohasem az andezitekből, mintha azokhoz semmi közük nem lenne. Recskről az irodalom termésként is ismer.

Lóczy Lajos: Kifejti, hogy amíg régebben a bükkzséki csevicéket a bituminák indikációjának tekintette, most inkább hajlandó azokat a miklósvölgyi

és darnói törések mélyreható sebhelyeivel kapcsolatba hozni, melynek mentén a metán, olaj és a szénsav is felmigrál. Az amerikai példák is azt mutatják, hogy a szénsav és hélium előfordulások kivétel nélkül a flistípusú paleozoikumhoz kötöttek, ugyanúgy, mint nálunk Balatonkenesén, Balatonföldváron, Székesfehérváron vagy Mihályinál. Itt anorganikus eredetű gázokról van szó. A kénhidrogén gázok igen különböző eredetűek lehetnek: posztvulkánikusak, organikus eredetűek vagy pirit bomlásából is származhatnak. Az erdélyi borvizek tanulmányozása sok fényt fog majd vetni erre a kérdésre.

Gedeon Tihámér: Az előadó úr a szénsavas ásványvíz képződését a felső kréta bitumenes palákban található pirit oxidációjával hozta kapcsolatba. A mélyebb rétegekben nincs meg a lehetősége annak, hogy a pirit szabadon oxidálódhasson és hogy a piritből képződött kénsav a mészkő réteget elbontassa és abból széndioxidot fejleszthessen. Oxigén a rétegekbe csak a csapadék vízzel kerülhet. Ez pedig olyan kevés, hogy olyan nagy mennyiségű szénsav, mint amennyi ezen ásványvízben van, aligha képződhetett a fenti módon. Tekintve azt, hogy a forrás közelében andezit kitörések voltak, kézenfekvő a szénsavat posztvulkáni működéssel kapcsolatba hozni. Ajánlom az előadó úrnak, hogy végezzen számításokat térképezett területen arra vonatkozólag, hogy a fekete palák leerodálódott felszíne milyen kiterjedésű és ezen felszínre 700—800 mm évi csapadékot feltételezve, melynek egyharmada a rétegekbe beszivároghat, továbbá a csapadékvíznek oxigéntartalma 10 C°-on 0,054 gr literenként, valamint a forrás vízgyűjtő területének nagysága, a forrás vízhozama és a forrással évente felszínre kerülő szénsav mennyisége milyen arányban állanak. Amennyiben kiadódna, hogy a csapadékvízzel a talajba bemosott oxigén egyenértékű a forrásvízzel felszínre kerülő szénsav mennyiségével, akkor elmélete helyes. Ha a számításból az adódna ki, hogy a felszínre kerülő szénsav mennyisége magasan fölülmulja az oxigénnel egyenértékű szénsav mennyiségét, akkor a szénsav feltétlenül más módon kellett, hogy keletkezzen, mint ahogy azt az előadó úr feltételezi.

Jugovics Lajos: Wein dr. a Polena-vidéki szénsavas források posztvulkáni keletkezésének lehetőségét határozottan tagadja, dacára annak, hogy a területhez kb. 5—10 km-re a szarmata korban kitört hatalmas andezittömegek települnek. Előadó az ásványvizek CO₂ tartalmának keletkezését a bitumenes fekete palák pirit-tartalmával, illetve azok mállásával hozza összefüggésbe. A hozzászóló szerint a keletkezés kérdését itt óvatosan kell vizsgálni, mert az ásványvíz kémiai elemzése tekintélyes bórsavat mutat ki. Ha a CO₂ keletkezését a homokkő piritjének mállásával meg is magyarázhatjuk, de a víz magas bórsav tartalmát nem lehet. Bórtartalmú ásvány általában kevés van és azok is eruptív kőzetekhez kötődnek, azonkívül nem könnyen málló ásványok. Bórsav tehát ezen az úton nem keletkezhett. Ellenben ismeretes, hogy a

vulkáni gőzök és gázok között a bórgőzök is szerepelnek. Hozzászóló az ásványvíz bórsav tartalmát a közelben települt hatalmas szarmata-kori andezitkitörésekkel hozza összefüggésbe, hiszen a bórgőzök juvenilis magmatikus gőzök. Ebben az esetben azonban a CO_2 keletkezésének kérdését sem lehet a posztvulkáni hatásoktól elválasztani és a homokkő pirittartalmának mállásával összefüggésbe hozni. A juvenilis magmatikus gázok között a CO_2 -nek is jelentékeny szerepe van.

Wein György: A zárósó jogán kifejti, hogy a szénsavat azért származtatja a fekete palából, mert az ismertett területen semmi olyan törésvonal, mélyreható út nincs, melyből a gázokat a mélységből származtatni lehetne. Gedeon Tihamértól ajánlott számítások nem végezhetők el, mivel megfelelő számú megbízható adat nem gyűjthető be. Flisterületen általában különösen, ha azok az eruptív kőzetektől távol esnek, kézfelfű, hogy magukból a képződményekből vezessük le a gázokat. Külföldi kutatókra utal, akik sok esetben indokolatlannak, sőt elképzelhetetlennek tartják a szénsav keletkezésének utóvulkáni működéssel való magyarázatát. Ideje lenne, hogy mi is új utakat próbáljunk ki és a régi kényelmes, de sok esetben tarthatatlan elméleteket jobbakkal pótoljuk.