GEONÓMIA és BÁNYÁSZAT

A Magyar
Tudományos Akadémia
X. Föld– és Bányászati
Tudományok Osztályának
Közleményei

5. kötet 1–2. szám
1972

AKADÉMIAI KIADÓ · BUDAPEST ·

GEONÓMIA és BÁNYÁSZAT

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA

FÖLD- ÉS BÁNYÁSZATI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK

KÖZLEMÉNYEI

SZERKESZTI

SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR

SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

BARTA GYÖRGY, BÉLL BÉLA, FÜLÖP JÓZSEF, PANTÓ GÁBOR,
PÉCSI MÁRTON, TÁRCZY-HORNOCH ANTAL, ZAMBÓ JÁNOS

A Magyar Tudományos Akadémia Föld- és Bányászati Tudományok Osztályának Közleményei változó terjedelmű füzetekben jelennek meg. Négy füzet alkot egy kötetet. Évenként általában egy kötet jelenik meg.

A kéziratok a következő címre küldendők:

Magyar Tudományos Akadémia
Föld- és Bányászati Tudományok Osztályának Közleményei
Budapest V., Münnich Ferenc utca 7.

Ugyanerre a címre küldendő minden szerkesztőségi levelezés.

A közlésre el nem fogadott kéziratokat a szerkesztőség lehetőleg visszajuttatja a szerzőhöz, de felelősséget a beküldött kéziratok megőrzéséért vagy továbbításáért nem vállal.

A Közlemények előfizetési ára kötetenként 60 forint. Belföldi megrendelések az Akadémiai Kiadó (Budapest V., Alkotmány utca 21. Pénzforgalmi jelzőszámunk: 215—11488), külföldi megrendelések a „Kultúra" Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, Budapest I., Fő utca 32., Pénzforgalmi jelzőszám: 218—10990 útján eszközölhetők.

A Magyar Tudományos Akadémia Föld- és Bányászati Tudományok Osztályának idegen nyelvű kiadványai az *Acta Geologica* és az újonnan megindult *Acta Geodaetica, Geophysica et Montanistica* c. folyóiratok. E lapok hivatottak a magyar föld- és bányászati tudományok eredményeinek legjavát, egyes kiváló külföldi tanulmányokkal együtt, a külföldnek tolmácsolni. A cikkek angol, német, francia vagy orosz nyelven jelennek meg (lehetőleg a szerző kívánsága szerint), a cikk nyelvétől eltérő nyelvű összefoglalóval. A cikkeket magyar vagy a szerző választotta idegen nyelven (és magyar nyelven) kell a szerkesztőségek címére (Budapest V., Münnich Ferenc u. 7.) beküldeni.

ÉRTEKEZÉSEK, HELYZETKÉPEK, ÖSSZEFOGLALÓ ISMERTETÉSEK

AZ OROGENEZIS KÜLÖNBÖZŐ TÍPUSAIRÓL

BALLA ZOLTÁN

A modern geotermika egyik legvitatottabb kérdése az orogenezis problémája. Már maga a szakkifejezés értelme is éles viták tárgya, világos és egyértelmű etimológiai tartalma ellenére.

HALL J. [5] zseniális felismerése — hogy a hegyláncok korábbi nagy mélységű üledékgyűjtőkből keletkeznek — DANA J. D. [4] és HAUG E. [6] munkái nyomán általánosan elfogadottá vált századunk elején, s ma a geológusok jelentős részének felfogásában (különösen Európában) a hegységképződés szoros kapcsolatban van az azt közvetlenül megelőző geoszinklinális fejlődéssel, és teljes egészében annak következménye. A mai hegységek nem kis részének (pl. az egész Tien-Sán—Bajkáli övezet, Kelet-Afrika stb.) földtani felépítése azonban arról tanúskodik, hogy a hegységképződést nem geoszinklinális, hanem ún. kratogén fejlődés előzte meg, amelynek hossza a legkülönbözőbb, akár 1 milliárd évet is megközelítő lehet. E hegységek morfológiai jellegzetességei nem különböznek pl. az Alpokéitól, vagyis keletkezésükre az „orogenezis" (hegységképződés) kifejezés teljes mértékben ráillik.

E tapasztalati tényt a geotektonikai hipotézisek hosszú időn át elkerülték, vagy csak futólag, mint kivételt említették. Az általános felfogásokat nem is befolyásolta, mert a tektonikusok egy része (STILLE H. [8], MURÁTOV M. V. [46] stb.) ezt is a geoszinklinális fejlődéssel kapcsolja össze.

A jelenlegi kontinenseken a hegyvidékek alapterülete többszöröse az alpi és pacifikus kainozóos gyűrt területekének. Ez arra mutat, hogy a hegységképződés távolról sem állítható mindig olyan szoros genetikai kapcsolatba a geoszinklinális fejlődéssel, mint azt a klasszikus koncepció feltételezi (ti. hogy a hegyláncok az *üledékgyűjtők helyén* jönnek létre gyűrődéssel). Ennek alapján egyes kutatók szerint a hegységképződés teljesen független a geoszinklinális fejlődéstől, amelyet időben ugyan felválthat, ám ez nem törvényszerű [81]. E szélsőséges felfogástól eltekintve a geológusok többsége jelenleg ilyen vagy olyan formában az orogenezis két alapvető formáját különíti el, amelyet különbözőképpen neveznek, pl. STILLE H. [8] alpinotip és germanotip tektonikának, HERÁSZKOV N. P. [75] epigeoszinklinális és metaplatform fejlődés-

nek, HAIN V. JE. [71] epigeoszinklinális és epiplatform orogenezisnek, BOGOLEPOV K. V. [18] pedig petro- és deuteroorogenezisnek.

1. Az epigeoszinklinális vagy protoorogenezis

Egy-két bizonytalanul megállapított és már csak ezért is vitatható kivételtől eltekintve a geoszinklinális fejlődése mindig orogenezissel fejeződik be, úgyhogy ezt törvényszerűnek tekinthetjük. Geoszinklinálison kezdettől fogva nem egyszerű mély üledékgyűjtőt értettek, hanem olyat, amely gyűrt hegységgé alakul át.

Az epigeoszinklinális orogenezissel kapcsolatos két alapvető problémakör: a hegységképződés lefolyása és a magmatizmus kapcsolata a tektonikával.

1.1. *Inverzió és öröklődés*

A geoszinklinális fejlődést felváltó hegységképződés lefolyásával kapcsolatban a szovjet irodalomban két alapvető felfogás alakult ki. Az egyik szerint, amely BELOUSZOV, V. V. nevéhez fűződik és ARGAND, E., STAUB, R. és mások klasszikus vizsgálatainak továbbfejlesztésén alapul, a korai szakaszban egységes geoszinklinális süllyedék középső, legnagyobb vastagságokkal jelzett öve a későbbi szakaszok folyamán geoantiklinálisként emelkedik ki, amely oldalirányban nőve fokozatosan elfoglalja az eredeti üledékgyűjtő egész területét: ez az inverzió. A SÁTSZKIJ, N. Sz. nevéhez kapcsolódó másik felfogás szerint a geoszinklinális rendszer kezdettől fogva egyedi geoantiklinálisokból és geoszinklinálisokból áll, amelyek relatív mozgásiránya hosszú időn át öröklődik; a süllyedékeken belül a geoszinklinális fejlődés elhalása a szegélyeken kezdődik, s a középtájon fejeződik be.

A szovjet irodalomban folytatott vita során tisztázódott [72], hogy mindkét fejlődési típus előfordul. Elsőre példa a Krím és a Kaukázus, a másodikra az Ural és Kazahsztán, sőt gyakran időben és térben e kettő kombinálódik egymással, pl. az Altáj-Szajáni hegyrendszerben.

A geoszinklinális fejlődés során tehát a függőleges irányú mozgások játszanak vezető szerepet: mivel az övek konfigurációja inverzió esetén sem változik, világos, hogy az egész folyamatsor semmiféle vízszintes irányú mozgásból nem vezethető le.

Azok a tektonikai hipotézisek, amelyek a geoszinklinális fejlődést vízszintes feszültségekre és elmozdulásokra igyekeznek visszavezetni, lényegileg nem a geoszinklinálisok felépítésének és fejlődésmenetének törvényszerűségeiből indulnak ki, hanem abból a „globális" megfontolásból, hogy a földkéreg egyes részeinek süllyedése magyarázható jelentős területek tágulásával, a

kiemelkedés pedig kompresszióval. E gondolatmenet logikai végeredménye STILLE H. koncepciója az egész földfelszínt átfogó dilatációs és kompressziós fázisok váltakozásáról.

Az öröklött és inverziós fejlődésmenet azonban kétségessé teszi ezt a felfogást. Az a szovjet kutatók által megállapított tény pedig, hogy a gyűrődés és orogenezis időpontja gyakran egy és ugyanazon geoszinklinális rendszer csapása mentén fokozatosan változik [63, 82], védhetetlenné teszi ezt az álláspontot. Ellene szól az eugeoszinklinális és az orogén fejlődés időbeli egybeesése egy és ugyanazon geoszinklinális terület részeit képező szomszédos és egymással párhuzamos geoszinklinális rendszerekben [24, 25, 47, 82].

Ebből kiindulva a geoszinklinális és orogén fejlődést helyi mélységi okok következményének tekintjük.

1.2. *Magmatizmus és tektonika*

A tulajdonképpeni geoszinklinális fejlődést felváltó orogenezis nemcsak a tektonikai mozgások jellegének, hanem a magmatitok összetételének megváltozásában is jelentkezik, amint azt STILLE H. [9] pontosan megfogalmazta: a süllyedést kísérő bázisos vulkanizmust a hegységképződéssel szinorogén, majd szubszekvens, elsősorban savanyú magmatizmus váltja fel.

Ennek alapján sok kutató a bázisos vulkanitokat ma is tágulás, a savanyú magmatitokat pedig kompresszió tanúinak tekinti. Előbb rámutattunk arra, hogy a felfogás szerkezeti-fejlődéstörténeti megalapozottsága erősen vitatható. A magmák keletkezési helyéről és körülményeiről kialakulóban levő, alább tárgyalandó felfogással ugyancsak gyökeres ellentétben van, ezért a továbbiakban figyelmen kívül hagyjuk.

Az utóbbi két évtizedben folytatott kutatások nyomán világossá vált, hogy a bázisos és intermedier magmák a geoszinklinálisok alatt legalább 150—200 km mélységből emelkednek fel, s hogy ezen övek aktivitása szeizmológiai adatok tanúsága szerint 700 km mélységig biztosan lenyúlik [78]. Feltételezik azonban, hogy mind a szeizmikus aktivitás, mind a magmaképződés mélysége a hegységképződési szakaszba való átlépéssel lecsökken, s már jórészt csak a kéregre szorítkozik.

Feltételezhető, hogy a geoszinklinális folyamat legalább 1000 km nagyságrendű mélységekből indul el. Az iniciális magmatizmussal együtt hatalmas hőáram is jelentkezik, s az egyes övek lesüllyedése és kiemelkedése élesen antiizosztatikus, vagyis nagy energiaigényű [78]. Így a geoszinklinális fejlődést lényegileg a köpeny jelentős mélységeiből a felszín felé tartó energiahullám hozhatja létre. E hullám mélységi kiváltó oka hamarosan megszűnik, s így a felszín felé irányuló mozgások során egyre kisebb mélységekben jelentkezik. A kérget elérve, a savanyú magmatizmussal és hegységképződéssel a

hullám elapad, s a folyamat abbamarad. Természetesen több ilyen hullám is követheti egymást, ez esetben az egész többször megismétlődhet.

A szeizmikus aktivitás az egész Földön a geoszinklinális övekben figyelhető meg a legnagyobb mélységekben. Ebből az következik, hogy a geoszinklinális folyamat a leggrandiózusabb az összes tektonikai jelenség közül, vagyis nem tekinthető egyéb, sokkal kisebb mélységi energiájú folyamatok (pl. óceánközépi lánchegységek képződése vagy a feltételezett kontinensvándorlás) következményének.

Az epigeoszinklinális orogenezis egyik legjellemzőbb megnyilvánulása a savanyú magmatizmus. A századunk első évtizedeiben kialakult felfogás a plutoni és vulkáni működés teljes különállóságáról és függetlenségéről [7] ma már túlhaladottnak tekinthető. A Szovjetunió keleti vidékein nagy számban található különböző korú vulkáni-plutoni övekben a rendkívül intenzív szárazulati vulkáni (főleg andezit-dácit-riolit) tevékenységet gránit-granodiorit-intruziók kísérik, amelyek kora, összetétele, mennyisége és szerkezeti helyzete azonos a vulkanitokéval [64]. E megfigyelések nyomán az a felfogás vált uralkodóvá, hogy az intruzív és effuzív magmatizmus azonos eredetű [37].

Eszerint a riolit-vulkánosság és a különböző mélységű gránit-intruziók, egészen a leghatalmasabb batolit-típusú testekig lényegileg azonos folyamat termékei, s a gránitmagma mindig a földkéreg anyagának olvadása során keletkezik viszonylag kis mélységekben [36, 37]. Mivel az idős pajzsokon folyamatos sorban figyelhetők meg a regionális metamorfózis erősödésével képződő kőzetek egészen a granulit-fácieshez tartozókig, világos, hogy a hőmérséklet és nyomás növekedése önmagában véve még nem vezet gránitképződéshez.

Több helyen észlelték a granulit-fácies már a metamorfózissal vízmentessé vált kőzeteinek utólagos gránitosodását az amfibolit-fáciesnek megfelelő (tehát retrográd metamorfózissal kialakult) viszonyok között. Ezt mindig az ásványok egy részének hidratálódása és alkáli-metaszomatozisa kísérte, vagyis a gránitképződés alkáliák és víz infiltrálódásával jár. Utóbbiak csak a mélység felől jöhetnek, mivel a gránitosodást előkészítő regionális metamorfózis során a kőzetek elvesztik víztartalmukat (amely nyilvánvalóan felfelé távozik) még a megolvadás előtt [38, 39].

A magmatitosodás feltehetően nem vezet batolitképződésre, mivel lényege az anyag részleges, szelektív megolvadása csak kis távolságokra migráló leukokrát, eutektikus összetételű gránitolvadékok keletkezésével [37, 62]. Ezzel ellentétben a batolit-képződés során bizonyos kéregrészek általános és teljes megolvadása megy végbe, amit többek között az autochton batolitok anyagának a mellékkőzet minőségétől való függése és az eutektikánál általában jóval bázisosabb (leginkább granodioritos) összetétele bizonyít [36, 37].

A savanyú kőzetek képződése csak ritkán hozható közvetlen kapcsolatba bázisos magmák egyszerű differenciációjával. Még az olyan asszociációkban is,

mint pl. a gabbró-plagiogránitos, részletes vizsgálatokkal kimutatták, hogy a savanyú komponensek kéreganyag beolvadásával keletkeztek [36, 56]. Ugyanerre az eredményre jutottak a bazalt-riolitos [29, 32, 54, 79], sőt a spilit-keratofiros [41, 70] formációk összetételének, felépítésének és szerkezetének elemzésekor.

Így a bázisos és savanyú magmatitok közé eső kőzetek jelenléte önmagában véve még nem bizonyíték egységes differenciációs sor mellett. Ez lehet pl. magmakeveredés vagy asszimiláció következménye is. A Szovjetunió vulkáni és plutoni komplexumaira vonatkozó gazdag elemzési anyag statisztikai kiértékelése [12] igazolja DALY, R. A. [3] és más petrológusok jóval kisebb anyagon már évtizedekkel előbb kialakult felfogását, hogy valamennyi konkrét komplexumban külön-külön és együttvéve is az intermedier kőzetek sokkal ritkábbak a bázisos és savanyú összetételűeknél. A vegyes összetételű magmás komplexumok tehát két különálló magma termékeiből jönnek létre.

Mindennek alapján a savanyú magmatitok a vegyes összetételű kőzetsorokban is önálló, kéregeredetűnek tekintendők, szemben a köpenyből származó bázisos és részben intermedier magmák termékeivel, s képződésük mindig a köpenyből felfelé irányuló energiahullám már előzőleg kialakult szial-rétegre gyakorolt hatásával kapcsolatos [78].

Ezen energiahullám mibenléte még távolról sem világos. Részben lehet egyszerűen a bázisos magmák felemelkedését kísérő magas hőáram is, azonban könnyen illókkal jár együtt, amint arra KORZSINSZKIJ, D. Sz. is rámutatott [34]. A részletek tisztázatlansága mit sem változtat azon, hogy a gránitképződést mélységi (köpenybeli) eredetű, felfelé haladó energiahullám váltja ki, tehát nem tekinthető a kéreg vízszintes irányú kompressziójának hatására bekövetkezett kivastagodása eredményének, amint azt többen feltételezték.

A savanyú magmatizmus főleg kiemelkedő szerkezeti-formációs övekben jelentkezik. A „szubszekvens" vulkáni-plutoni övekben gyakran figyelhető meg, hogy a gyorsabban emelkedő részeken képződő magmatitok összetétele savanyúbb, mint a kiemelkedésben elmaradó vagy éppen süllyedő területrészeken azonos időben keletkező kőzeteké [23, 32, 44, 45, 54, 59, 79], akárcsak a geoszinklinális rendszereken belül [37, 47, 80].

A szerkezeti mozgások öröklődése következtében ez gyakran arra vezet, hogy az epigeoszinklinális orogén és szubszekvens savanyú magmatizmus legintenzívebben a korábbi geoantiklinális övekben jelentkezik.

A kiemelkedés és a savanyú magmatizmus kapcsolatának értelmezésében a kutatók között jelentős véleménykülönbségek vannak. Ma már világos, hogy a kiemelkedés nem tekinthető egyszerűen a gránitképződéssel járó izosztatikus folyamatnak, amint azt pl. BELOUSZOV V. V. [13] vagy R. W. VAN BEMMELEN [1] vélte [78]. Az izosztatikus anomáliák részletes elemzésekor kiderült, hogy a jelenlegi tektonikai mozgások — igen kevés kivétellel — antiizosztatikusak [10], s ez gyökerében támadja meg az ún. asztenolit-hipotézist.

A gránitosodást végső fokon kiváltó energiahullám mélységi eredetével összhangban valószínűnek tűnik, hogy a kiemelkedés ugyanezen folyamattal áll kapcsolatban, s csak ezen keresztül — a gránitintruziókkal, vagyis kapcsolatuk paragenetikai jellegű. Ez jobban megfelel annak is, hogy a gránitképződés éppen olyan hosszan tartó és szakaszos folyamat, mint az üledékfelhalmozódás vagy a vulkáni tevékenység [38, 80], s nem „pillanatnyi" gyűrődési szakaszokhoz kötődő jelenség.

A mélytörések tanának megjelenése (1945, l. az [53]-ban) óta különböző földtani felépítésű területek szerkezeti elemzése során gyakran észlelték a magmás jelenségek kapcsolatát mélytörésekkel. A közvetlen magmavezető csatornák kimutatásához azonban általában meglehetősen részletes és alapos vizsgálat szükséges.

A legutóbbi évek során valószínűsíthetővé vált azonban, hogy konkrétan a mélytörések mentén legfeljebb a nagy mélységből származó bázisos és ultrabázisos magmák emelkednek felfelé a geoszinklinális fejlődés kezdeti szakaszán („iniciális magmatizmus"). Már az ezekkel szoros kapcsolatban álló savanyú magmatitok (keratofir, plagiogránit stb.) sem ezekhez a szegélytörésekhez, hanem a süllyedékek központi részeihez kötődnek [41, 56, 70]. Az összes egyéb vulkáni és plutoni jelenség a szerkezeti-formációs övek határát képező mélytörésekkel, sőt, a kisebb tektonikai egységeket elválasztó vetőkkel, sem áll ilyen típusú kapcsolatban, s azok legfeljebb a magmatizmus térbeli jelentkezését határolják le, de nem képeznek magmavezető csatornákat. A különböző magmák felemelkedése nyitott, pontosabban megnyíló törések övében megy végbe, ezek azonban nem szolgálnak szerkezeti egységek határául [41, 68, 69, 70].

A magmás jelenségek és a tektonika között tehát paragenetikai kapcsolat van: mindkettő nagy mélységben (a köpenyben) lejátszódó folyamatokat tükröz. A bázisos és savanyú magmák képződése nagy vonalakban ellentétes irányú tektonikai mozgásokkal jár együtt; közös jelentkezésük esetén is különböző konkrét szerkezetek szolgálnak magmavezető csatornákul, s ezek legtöbbször nem esnek egybe a szerkezeti egységek határaival. A bázisos magmák köpenybeli képződése ma már nem vitatható; a savanyú magmák a kéreganyag megolvadásával keletkeznek, minden bizonnyal ugyancsak a köpenyből származó energiahullám hatására.

2. A deuteroorogenezis vagy tektonikai aktivizáció

Az orogenezis másik típusának megjelölésére különféle terminusokat használnak (l. a 1—2. oldalt), amelyek általában különböző felfogásokat is takarnak. Valamennyi közül a Bogolepov K. V. [18] által javasolt „deuteroorogenezis" látszik a legmegfelelőbbnek, mivel legjobban ez fejezi ki a lénye-

get: ismételt orogenezisről van szó, amely nem tekinthető a geoszinklinális fejlődést természetszerűleg lezáró folyamatnak, de ugyanakkor nemcsak táblákon jelentkezik (amint az a HERASZKOV N. P. vagy a HAIN V. JE. által javasolt szakkifejezések etimológiai tartalmából következik), hanem bármilyen területen, ahol az epigeoszinklinális (proto-) orogenezis már lejátszódott. Használatával elkerülhető a fiatal táblák kijelölésének problematikája.

A geoszinklinálisokon kívüli orogenezist sokan egyszerűen tektonikai aktivizációval [11, 14, 29, 42, 58, 59, 73, 74) magyarázzák, amelynek egyik legjellegzetesebb megjelenési formája az általában felboltozódással [33] kapcsolatos riftképződés [16, 20, 40, 66]. Az aktivizáció és a felboltozódás-riftképződés problémaköre rendkívül nagy és sokrétű, ezért csak néhány aspektusáról szólunk.

1. A kainozóos riftövezetekre és a tektonikai aktivizációra többen [14, 33, 65] jellemzőnek tartják a bázisos magmatizmust. E kettő kapcsolata elsősorban egyidejűségükben nyilvánul meg, mivel mind az egyes riftövezeteken belül [40, 66, 67], mind kontinentális méretekben [15, 55], a bazaltlávák kiömlése térben nem esik egybe a legintenzívebb tektonikai mozgások megjelenési helyével. Ezért a tektonikai aktivizáció (vagy felboltozódás) és a bázisos magmatizmus kapcsolata távolról sem látszik szorosnak, ha egyáltalában törvényszerűnek mondható: egyidejűleg igen intenzív bazalt-vulkanizmus jelentkezik a riftövezetektől több ezer km-re eső vidékeken is.

2. A felboltozódásos tektonikai aktivizációt egyesek [14, 50] a kainozoikumra tartják jellemzőnek. Ezzel szemben egyre több kutató mutat rá arra, hogy, legalábbis a felső proterozoikumtól kezdve, jelei számos területen kimutathatók [11, 16, 17, 21, 33, 52, 71, 81]. Leggrandiózusabbak e folyamatok az ázsiai kontinens területén a mezozoikum és kainozoikum folyamán [35].

3. Ázsia mezozóos kontinensének területén a geoszinklinális fejlődést lezáró gyűrődés utáni tektonikai aktivizáció gyakorlatilag minden szerkezeti egységet érintett: az ősi archái pajzsoktól kezdve a proterozóos, bajkáli, kaledóni gyűrt területeken keresztül egészen a hercinidákig. Ez a mezozóos aktivizáció méreteiben és jellegében annyira szembetűnő jelenség, hogy számos kutató különleges folyamatnak tekinti és külön szakkifejezéssel illeti. Így pl. CHEN KUO-DA [2], majd MASZAJTISZ V. P. és SZTARICKIJ JU. P. [42] „diwa-", KOMAROV JU. V. és HRENOV P. M. [31] „epigonális" fejlődésnek, NAGIBINA M. SZ. [48] pedig „reviváció"-nak nevezi; utóbbi kutató azt is hangsúlyozta, hogy ez a „reviváció" elsősorban abban különbözik az aktivizáció egyéb megjelenési formáitól, hogy savanyú magmatizmus kíséri.

4. A geoszinklinális fejlődésnek és az aktivizációs folyamatoknak genetikai összefüggéseivel kapcsolatban elmondhatjuk, hogy ahány kutató, szinte annyi felfogás létezik, mégpedig egészen szélsőséges ellentmondásokkal. Például míg KORESKOV I. V. [33] úgy véli, hogy a felboltozódást törvényszerűen eugeoszinklinális fejlődés követi, BELOUSZOV V. V. [14] szerint az aktivizáció

a geoszinklinális — gyűrt terület — tábla átalakulási sortól teljesen független, de egészében véve későbbi folyamat, amely csak a mezozoikum közepétől-végétől kezdődik.

Mindez elsősorban a bazalt-magmatizmussal valamilyen kapcsolatba hozott aktivizációra vonatkozik. Érdekesebbnek tűnnek azonban az ázsiai mezozóos „revivációs", „epigonális" vagy „diwa-"fejlődésről kialakult felfogások.

A mezozoikum folyamán Ázsia hatalmas területein uralkodtak kontinentális viszonyok. E szárazulat Ny-i és É-i határán tábla jellegű fejlődés ment végbe (Turáni- és Nyugat-Szibériai-síkság, Tajmir), K-en és D-en pedig geoszinklinálisok voltak (Verhojánság-Csukotka, Szihote-Aliny, Kuen-Lun, Himalája stb.). Magán a mezozóos kontinensen olyan viszonyok uralkodtak, amelyek sem az egyik, sem a másik geotektonikai alaptípusnak nem feleltek meg, s lényegileg orogenezisnek tekinthetők [17, 35].

A mezozóos kontinens határai időben ingadoztak, de nagy vonalakban kb. állandóak maradtak, a legkülönbözőbb tektonikai egységeket foglalva magukban (archái pajzsok, bajkáli, kaledóni, hercini és proterozóos gyűrt területek), vagyis e kontinens szerkezetét tekintve igen heterogén volt, akárcsak a jelenlegiek. Területének jelentős részén tisztán szárazulati üledékképződés folyt, s csak a szegélyek egyes medencéi kerültek időnként rövidebb-hosszabb időre kapcsolatba a tengerrel.

A szárazulati üledékek egymástól elszigetelt kisebb-nagyobb lineáris árkokban vagy izometrikus süllyedékekben halmozódtak fel, s litológiailag három alapvető típushoz tartoznak, amelyeket durva törmelékes molasz, vörös-tarka molasszoid és széntelepes terrigén összletek képviselnek 10 km-t is elérő vastagságban. Szerkezetük viszonylag egyszerű redőkkel és nagyszámú töréssel tagolt. A törések között normális vetők és fiatalabb rátolódások különböztethetők meg.

Az üledékeken kívül gyakoriak a vulkanitok is, amelyek térben általában többé-kevésbé elkülönülnek, akárcsak az epigeoszinklinális orogén övekben [75]. A vulkanitok elterjedési foltjainak körvonalai sokkal bonyolultabbak és kevésbé élesek az üledékekénél, s jóval ritkábban települnek lineáris árkokban. Összetételük változatos, bazalttól riolitig terjedő, gyakran szubalkáli elhajlással. A különböző vulkanitok kitörési sorrendje is meglehetősen kevéssé állandó, bár gyakoribbnak tűnik az ún. „normális sorrend" (bazalt → riolit). A kutatók egy része szerint az általános sorrend hiánya szubjektív okok következménye, s jórészt a rétegsorok korrelációjának pontatlanságából fakad. A vulkanitok összetétele a szelvényben felfelé nagy vonalakban egyre inkább alkálivá válik, azonban e szabály alól sok a kivétel. Az intruziók területileg kb. ugyanott jelentkeznek, ahol a vulkanitok, de összetételük egészében véve savanyúbb, ami az epigeoszinklinális orogén magmatitokra is jellemző.

Az üledékes és magmás folyamatok elterjedését vizsgálva megállapítható, hogy az előbbiek a kontinens egész területén kb. azonos mennyiségben, fáciesben és szerkezettel jelentkeznek, ami a felszíni tektonikai mozgások kb. azonos megnyilvánulására mutat. Mivel ez a típus törvényszerűen csak szárazulatra jellemző (a mezozoikumon kívüli időszakokban is), KOSZIGIN JU. A. [35], majd BOGOLEPOV K. V. [16, 17] kontinentális szerkezeti sorként különíti el őket, ellentétben a táblák és geoszinklinálisok selfsorának szerkezeteivel, s fejlődésmenetüket ugyanolyan törvényszerűnek tekinti, mint a geoszinklinálisokét és táblákét, teljesen függetlenítve attól.

A magmatizmus térbeli jelentkezésében az ázsiai mezozóos kontinensen határozott törvényszerűségek mutathatók ki. K-ről Ny felé, vagyis a geoszinklinális övezettől a táblák irányában haladva a magmatizmus intenzitása egészében véve csökken; elsősorban a savanyú kőzetek szerepe válik jelentéktelenné már az Altáj és Szaján vidékén is. Kazahsztánban és Közép-Ázsiában pedig szinte teljesen hiányoznak. Ugyanezen irányban nő a kőzetek átlagos alkalinitása is. Mindhárom változás összhangban van a mobilis és konszolidált területek magmatizmusában mutatkozó közismert különbségekkel, azonban rendkívül érdekes, hogy magán a mezozóos kontinensen nem nagyon észlelhető a tektonikai mozgékonyság jelentős csökkenése ebben az irányban. Ez mindenesetre a magmatizmus és a tektonika bizonyos fokú önállóságára mutat, s feltehetően az előbbi nagyobb mélységű eredetére, a felszíni szerkezetalakulást kiváltó okokhoz viszonyítva.

A savanyú és bázisos magmák külön eredetét az utóbbi időben egyre több kutató ismeri el vegyes kőzetsorok esetére is (l. feljebb), genetikai viszonyaikkal kapcsolatban azonban csak a geoszinklinális → orogén fejlődésre vonatkozó elképzelések vannak [37, 78]. A geoszinklinálisokon kívüli savanyú magmatizmus ma már realitásnak tekinthető [39], s ennek az egész Földön a legszembeötlőbb megjelenése éppen az ázsiai mezozóos kontinens területére esik. Itt a mezozoikumban gránit-intruziók keletkeztek a geoszinklinális övezettől 1.000—1.200 km távolságig, s egyes fokozott mozgékonyságú és harántirányú hercini gyűrt területek mentén (amilyen pl. a Mongol-Ochotszki) 2.000—2.500 km-ig is eljutottak. Egészében véve azonban a bázisos magmatizmus területe jóval nagyobb a savanyú magmákénál, amelyek térben a mezozóos kontinens geoszinklinálisokhoz közelebb eső részén jelentkeztek.

A mezozóos kontinens tektonikai fejlődését nem lehet kivételnek tekinteni már csak a jelentős méretek és időtartam miatt sem, bár a klasszikus geotektonikai koncepciók kereteibe valóban nem illeszthető bele. Ez a körülmény azonban csak e koncepciók módosításának szükségességére mutat, de nem vezethet e jelenség tagadására. Természetesen célszerű új szakkifejezést találni megjelölésére, azonban ez nem lehet fő cél. Éppen ezért eltekintünk a különböző eddig javasolt terminusok elemzésétől, annál is inkább, mivel ez megtalálható egy sor tanulmányban [18, 31, 45].

A mezozóos deuteroorogenezis és a geoszinklinális fejlődése között térbeli kapcsolat nyilvánvaló: a savanyú magmatitok elterjedése a geoszinklinális övezettől távolodva csökken, majd elhal, s a bázisos vulkanitok is ugyanebben az irányban ritkulnak. A magmatizmus legintenzívebben a mezozóos geoszinklinális övezetre merőleges irányú, ún. Mongol-Ochotszki-mélytöréses öv mentén jelentkezik, annyira, hogy azt egyes kutatók [52, 57 stb.] mezozóos geoszinklinálisnak tekintik. Ehhez külön alapot szolgáltatott a felső triász-alsó jura korú gyűrt, átalakult és intruziókkal áttört flisoid-terrigén homokkő-palaösszlet jelenléte a Kelet-Bajkálon túli területen.

Az ázsiai mezozóos fejlődésmenetben regionális diszkordanciákkal elválasztott négy szakasz jelölhető ki: középső karbon-alsó perm, felső perm—középső triász, felső triász—középső júra és felső júra—alsó kréta. A mezozóos geoszinklinális területek biztos diagnosztikai kritériuma középső karbon—alsó perm korú eugeoszinklinális és felső kréta orogén formációk jelenléte legalább egyes öveikben. Közismert, hogy a hercini geoszinklinálisok orogén szakasza a középső karbon-alsó perm intervallumra esik. Ebből következik, hogy a hercini és mezozóos geoszinklinálisok legfőbb megkülönböztetője középső karbon-alsó perm formációs jellege, továbbá, hogy mezozóos geoszinklinálisok nem keletkezhetnek olyan területen, ahol a hercini geotektonikai ciklus normálisan befejeződött [22, 59, 60, 61, 77].

Ezen az alapon a Mongol-Ochotszki-mélytörésrendszer szerkezetei egyértelműen hercini geoszinklinális terület részeit képezik [47]. A felső triász-alsó jura tengeri üledékgyűjtő — rövid élettartama (kb. 40 millió év) és kis szélessége (maximum 50—70 km) miatt — geoszinklinálisnak nem tekinthető, különösen, ha figyelembe vesszük, hogy a felső paleozoikumban és mezozoikumban eugeoszinklinális magmatizmus legközelebb az Amur alsó folyásának vidékén jelentkezik.

A Mongol-Ochotszki-mélytörésrendszer mezozóos deuteroorogenezisben játszott szerepét abban látjuk, hogy ez a mezozóos geoszinklinálisok mélységi energiájának egy részét — harántirányú lévén — Ny felé elvezette, fokozott mozgékonyságúvá téve a környező vidékeket is. E folyamat mechanizmusát mai tudásunkkal csak találgathatjuk. Tény azonban, hogy e mélytörésrendszer középső és Ny-i részén a mezozóos magmatizmus két ún. vulkáni-plutóni övben jelentkezett a legintenzívebben: a tőle ÉNy-ra eső Nyugat-Bajkálon túli vagy Szelenga-Vityimi [29, 30] és a tőle DK-re levő Argunyi — Kelet-Mongol-övben [11, 25, 26, 27, 49, 52, 57, 60, 73, 79]. Mindkettőre jellemző a Mongol-Ochotszki-mélytörésrendszer szegélyén való elhelyezkedés bajkáli-kaledóni gyűrt aljzatú szerkezeti-formációs övekben, amelyeket a Hangáj-Henteji hercini geoszinklinális süllyedék választ el egymástól.

Összefoglalás

Az orogenezisnek két alapvető típusa különíthető el. Az epigeoszinklinális vagy protoorogenezis inverzió útján vagy öröklött módon megy végbe, s mindkét esetben helyi mélységi okok következményének tekinthető. A geoszinklinális — orogén fejlődés során a bázisos és savanyú magmák képződése a köpenyben lejátszódó folyamatokkal áll kapcsolatban, s felszíni megjelenésüket vegyes kőzetsorok esetében is különböző szerkezetek kontrollálják. E folyamatok egy kb. 1000 km mélységből származó energiahullám felfelé haladásának következményeként foghatók fel; ez a leggrandiózusabb tektonikai jelenség.

A deuteroorogenezis olyan területeken mutatkozik, ahol a gyűrődés már korábban befejeződött. Méreteit és időtartamát tekintve legjelentősebb példája az ázsiai mezozóos kontinens fejlődése. E kontinens archái pajzsokat, proterozóos, bajkáli, kaledóni és hercini gyűrt területeket foglalt magában; valamennyit érintette a mezozóos orogenezis. Ennek felszíni megjelenését három folyamat jelzi: orogén üledékek képződése, továbbá bázisos és savanyú magmatizmus. Az orogén üledékek az egész kontinensen elterjedtek; a bázisos vulkanitok kelet felé egyre gyakoribbak, végül a savanyú magmatitok csak keleten fordulnak elő, általában 1000—1200 km távolságig a mezozóos geoszinklinálisoktól. Az utóbbiakra harántirányú Mongol-Ochotszki-mozgékony öv mentén a savanyú magmatitok 2000—2500 km távolságig eljutnak. A deuteroorogenezis azzal lehet kapcsolatos, hogy a geoszinklinálisok mélységi energiájának egy részét ilyen harántövek elvezették, fokozott mozgékonyságúvá téve a környező vidékeket.

IRODALOM

1. VAN BEMMELEN, R. W.: New views on East-Alpine orogenesis. Congr. Géol. Intern., Compt. Rend., **21**, Kopenhagen, 1960.
2. CHEN, KUO-DA: Characteristics and nature of the Diwa-region compared with so-called „para-platform". Acta Geol. Sinica, **40**, 2, 1960.
3. DALY, R. A.: Igneous rocks and the dephts of the Earth. New York, 1933.
4. DANA, J. D.: On some results of the Earth's contraction from cooling, including a discussion of the origin of mountains and the nature of the Earth's interior. Amer. Journ. Sci., **5—6**, 1873.
5. HALL, J.: Description and figures of the organic remains of the lower Helderberg Group and the Oriskany sandstone. Natural History of New-York, Palaeontology, Geol. Surv., Albany, **3**, 1859.
6. HAUG, E.: Les geosinclynaux et les aires continentales. Bull. Soc. Géol. France, **28**, 1900.
7. KENNEDY, W. Q.—ANDERSON, E. M.: Crustal layers and the origin of magmas. Bull. Volcanol. Naples, ser. 2, **3**, 1938.
8. STILLE, H.: Grundfragen der vergleichenden Tektonik. Berlin, 1924.
9. STILLE, H.: Einführung in den Bau Amerikas. Berlin, 1940.
10. Артемьев, М. Е.: Изостатические аномалии силы тяжести и некоторые вопросы и геологического истолкования. Наука, 1966.
11. Базаров, Д. В. — Булгатов, А. Н. — Нацаг-Юм, Л. — Очиров, Ц. О. — Цырендоржинев, Ц. Ц.: О тектоническом развитии Забайкалья

и Северо-Восточной Монголии. В кн. «Тектоника Советского Дальнего Востока и прилегающих акваторий», Наука, 1968.
12. Белоусов, А. Ф.: Неоднородность распределения составов в ассоциациях изверженных пород и представление о породных группах. Геология и геофизика, **5,** 1967.
13. Белоусов, В. В.: Основные вопросы геотектоники. Госгеолтехиздат, 1962.
14. Белоусов, В. В.: Явление тектонической активизации в развитии земной коры. В кн. «Активизированные зоны земной коры, новейшие тектонические движения и сейсмичность», Наука, 1964.
15. Беляевский, Н. А. — Петрушевский, В. А.: Основные проблмеы геологии зоны сочленения Азиатского материка и Тихого океана. В кн. «Тектоника Советского Дальнейшего Востока и прилегающих акваторий», Наука, 1968.
16. Боголепов, К. В.: О структуре мезозойского центрально-Азиатского континента. Доклады АН СССР, **174,** 1, 1967.
17. Боголепов, К. В.: Основные черты мезозойской тектоники внегеосинклинальных областей Сибири. В кн. «Тектоника Советского Дальнего Востока и прилегающих акваторий», Наука, 1968.
18. Боголепов, К. В.: О дву типах орогенеза. Геология и геофизика, **8,** 1968.
19. Боголепов, К. В.: Области повторного горообразования (дейтероорогенеза) и принципы их тектонического и металлогенического районирования. Геология и геофизика, **12,** 1969.
20. Боголепов, К. В. — Соловьев, В. А. — Башарина, Н. П. — Ермиков, В. Д.: Тектоника и вулканизм мезозойских рифтовых структур областей свободовых поднятий Центральной Азии. В кн. «Вулканизм и тектогенез», Наука, 1968.
21. Булгатов, А. Н. — Красильников, Б. Н.: Орогенные системы юга Сибири. Геология и геофизика, **8,** 1968.
22. Еловских, В. В.: Закономерный характер связей тектонических и магматических процессов в истории развития земной коры Сибирской платформы и Верхояно-Колымской складчатой области. В кн. «Вулканизм и кетогенез», Наука, 1968.
23. Золотов, М. Г.: Особенности мезозойских и кайнозойских материковых вулканических зон Хабаровского края и Амурской области. В кн. «Вулканические и вулкано-плутонические формации», Наука, 1966.
24. Зоненшайн, Л. П.: Тектоника складчатых областей Центральной Азии (к закономерностям строения геосинклинальных областей). Геотектоника, **6,** 1967.
25. Зонейшайн, Л. П.: Тектоническая история Центрально-Азиатского складчатого пояса. Автореферат докторской диссертации, Изд. МГУ, 1970.
26. Иванов, А. Х.: Стратиграфия и вулканизм крайнего северо-востока Монголии. Советская геология, **4,** 1959.
27. Иванов, А.: Тектоника и основный черты геологического развития северо-востока Монголии. Советская геология, **5,** 1961.
28. Каленов, А. Д.: Мезозойские интрузии Восточной Монголии. Геология и разведка, **2,** 1961.
29. Киселев, А. И. — Салтыковский, А. Я.: Схема мезозойского вулканизма Западно-Забайкальского вулканического пояса. Бюлл. МОИП, отд. геол., **6,** 1967.
30. Комаров, Ю. В.: Схема нижнемезозойского магматизма Западно-Забайкальской подвижной зоны. Геология и геофизика, **11,** 1960.
31. Комаров, Ю. В. — Одинцов, М. М. — Хренов, П. М.: Особенности континентальных структур и вулканизма мезозоя внутренних районов Азии. В кн. «Деформация пород и тектоника», Наука, 1964.
32. Коптев-Дворников, В. С. — Емельяненко, В. Ф. — Петрова, М. А.: Эффузивные и интрузивные комплексы западной части Сарысу—Тенизского водораздела. Советская геология, **7,** 1963.
33. Корешков, И. В.: Области сводового поднятия и особенности их развития. Госгеолттехиздат, 1960.
34. Коржинский, Д. С.: Гранитизация как магматическое замещение. Известия АН СССР, сер. геол., **2,** 1952.
35. Косыгин, Ю. А.: Мезозойские и кайнозойские впадины Азии и пути их изучения. Геология и геофизика, **4,** 1960.
36. Кузнецов, Ю. А.: О тыпах ассоциаций магматических пород с участием гранитов и проблема происхождения гранитных магм. В кн. «Проблемы магмы и генезиса изверженных горных пород», изд. АН СССР, 1963.
37. Кузнецов, Ю. А.: Главные типы магматических формаций. Недра, 1964.

38. Кузнецов, Ю. А.: О главных формах гранитоидного магматизма и механизме образования гранитоидных тел. Геология и геофизика, **6,** 1966.
39. Кузнецов, Ю. А. — Яншин, А. Л.: Гранитоидный магматизм и тектоника. Геология и геофизика, **11,** 1967.
40. Логачев, Н. А.: Осадочные и вулканогенные формации Байкальской рифтовой зоны. В кн. «Байкальский рифт», Наука, 1968.
41. Ломизе, М. Г.: Дифференциация расплава или разные магматические очаги? Советская геология, **3,** 1967.
42. Маркова, Н. Г.: Тектоническая природа и тип вулканических поясов (на примере Центрального Казахстана и Востока СССР). В кн. «Вулканизм и тектогенез», Наука, 1968.
43. Масайтис, В. П. — Старицкий, Ю. Г.: Структуры «дива» Восточной Азии. В кн. «Строение и развитие земной коры», Наука, 1964.
44. Моссаковский, А. А.: Сравнительная тектоника, формационные ряды и магматизм структур орогенного этапа развития палеозойских складчатых зон Южной Сибири и Северной Европы. В кн. «Тектоника, магматизм и закономерности размещения рудных месторождений», Наука, 1964.
45. Моссаковский, А. А.: Тектоника и вулканизм орогенного этапа развития геосинклинальных областей. В кн. «Вулканизм и тектогенез», Наука, 1968.
46. Муратов, М. В.: Геосинклинальные складчатые пояса и системы. Их этапы развития и магматизм. Известия АН СССР, сер. геол., **10,** 1967.
47. Нагибина, М. С.: История развития структур Монголо—Охотского пояса. В кн. «Структура земной коры и деформации горных пород», Изд. АН СССР, 1960.
48. Нагибина, М. С.: О тектонических структурах, связанных с активизацией и ревивацией. Геотектоника, **4,** 1967.
49. Нагибина, М. С.: Стратиграфия и формации Монголо—Охотского пояса. ВИНИТИ, 1969.
50. Николаев, Н. Й.: Развитие структуры земной корм и ее рельефа по данным неотектоники. Советская геология, **48,** 1955.
51. Одинцов, М. М.: Раннемезозойский тектоно-магматический цикл на Восточно-Азиатской платформе. Геология и геофизика, **1,** 1961.
52. Паладка, Г. Л.: Об общем направленном геологическом развитии Забайкалья в связи с его металлогенией. Известия АН СССР, сер. геол., **12,** 1969.
53. Пейве, А. В.: Глубинные разломы в геосинклинальных областях. Известия АН СССР, сер. геол., **5,** 1945.
54. Петрова, М. А.: Пространственные и возрастные взаимоотношения кислых и основных лав девона в Центральном Казахстане. Советская геология, **10,** 1964.
55. Петрушевский, Б. А.: К проблеме. Тихоокеанского подвижного пояса. Советская геология, **3,** 1964.
56. Пинус, Г. В.: К вопросу о генезисе магмы, формирующей породы габбро-плагиогранитной магматической формации (на примере Тувы). В кн. «Проблемы магмы и генезиса изверженных горных пород», Изд. АН СССР, 1963.
57. Плотников, И. А. — Усенко, С. Ф.: Магматизм в истории развития складчатых систем Приамурья. Геология и геофизика, **12,** 1969.
58. Салтыковский, А. Я.: Некоторые черты континентального вулканизма на примере Юго-Западного Забайкалья. Наука, 1967.
59. Садун, С. А.: О развитии тектонических структур и вулканизма мезозойских складчатых систем Восточной Азии (на примере Сихотэ—Алиня). В кн. «Вулканизм и тектогенез», Наука, 1968.
60. Смирнов, А. М.: Активизация зоны сочленения Сибирской и Китайской платформ и некоторые закономерности процесса активизации. В кн. «Активизированные зоны земной коры, новейшие тектонические движения и сейсмичность», Наука, 1964.
61. Спрингис, К. Я.: Эффузивный магматизм и тектоника мезозойской складчатой области Северо-Востока СССР. В кн. «Вопросы вулканизма», Изд. АН СССР, 1962.
62. Судовиков, Н. Г.: Региональный метаморфизм и некоторые проблемы петрологии. Изд. МГУ, 1964.
63. Тектоника Евразии. Объяснительная записка к тектонической карте Евразии, масштаб 1 : 5.000.000. Наука, 1966.
64. Устиев, Е. К.: Охотский структурный пояс и проблемы вулкано-плутонический формаций. В кн. «Проблемы магмы и генезиса изверженных горных пород», Изд. АН СССР, 1963.

65. Фаворская, М. А.: О некоторых особенностях тектонической активизации в пределах северо-западной части Тихоокеанского подвижного пояса. В кн. «Вулканические и вулкано-плутонические формации», Наука, 1966.
66. Флоренсов, Н. А.: Байкальская рифтовая зона и некоторые задачи ее изучения. В кн. «Байкальский рифт», Наука, 1968.
67. Флоренсов, Н. А. — Солоненко, В. П. — Логачев, Н. А.: Кайнозойский вулканизм рифтовых зон. В кн. «Вулканизм и тектогенез», Наука, 1968.
68. Фрих-Хар, Д. И.: Некоторые вопросы, связанные с изучением кайнозойских вулканогенных толщ Центральной и Юго-Востойчной Камчатки. Известия АН СССР, сер. геол., **2,** 1969.
69. Фрих-Хар, Д. И. — Волчанская, И. К.: Магматизм и блоковая тектоника на примере Приморья и Камчатки. Известия АН СССР, сер. геол., **6,** 1970.
70. Фролова, Т. И.: Родоначальные магмы вулканогенных формаций восточного склона южного Урала, роль дифференциации ассимиляции в их формировании. Советская геология, **11,** 1968.
71. Хаин, В. Е.: Возрожденные (эпиплатформенные) орогенические пояса и их тектоническая природа. Советская геология, **7,** 1965.
72. Хаин, В. Е. — Шейнманн, Ю. М.: Сто лет учения о геосинклиналях. Советская геология, **11,** 1960.
73. Хасин, Р. А. — Борзаковский, Ю. А.: Структурные и металлогенические особенности Центральной и Восточной Монголии. Советская геология, **12,** 1966.
74. Хасин, Р. А. — Борзаковский, Ю. А. — Лувсанданзан, ББ Б. — Михайлов, Э. В.: Интрузивные магматизм Монголии (тезисы доклада). В кн. «Вулканизм и тектогенез», Наука, 1968.
75. Херасков, Н. П.: Геологические формации (опыт определения). *Б*юлл. МОИП, отд. геол., **5,** 1952.
76. Худолей, К. М. — Сей, И. И. — Сибирякова Л. И.: Основные черты стратиграфии юрской системы дальнейго Востока СССР. Геология и геофизика, **6,** 1961.
77. Шейнманн, Ю. М.: Некоторые черты геосинклинальных (складчатых) поясов. В кн. «Проблемы тектоники», Госгеолтехиздат, 1961.
78. Шейнманн, Ю. М.: Очерки глубинной геологии (о связи тектоники с возникновением магм). Недра, 1968.
79. Шталь, Н. Б.: Вулканические формации Забайкалья. В кн. «Вулканические и вулкано-плутонические формации», Наука, 1966.
80. Штрейс, Н. А.: Проблема связи магматизма со структурами геосинклинальных систем. В кн. «Вулканизм и тектогенез», Наука, 1968.
81. Шульц, С. С.: Геоструктурные области и положение в структуре Земли областей горообразования по данным новейшей тектоники СССР. В кн. «Аикти изированны зоны земной коры, новейшие тектонические движения и сейсм чнвесть», Наука 1964.
82. Яншин, А. Л.: Тектоническое строение Евразии. Гестектоника, **5,** 1965.

О РАЗНЫХ ТИПАХ ОРОГЕНЕЗА

ЗОЛТАН БАЛЛА

Резюме

Можно различать два основных типа орогенеза. Эпигеосинклинальный или протоорогенез развивается путем инверсии или унаследованно и в обоих случаях может рассматриваться в качестве результата местных глубинных процессов. В ходе развития геосинклиналь — ороген возникновение основных и кислых магм связано с процессами в мантии, причем их проявление на поверхности контролируется разными структурами и в случае ассоциаций пород смешанного состава. Эти процессы могут считаться результатом движения вверх волны энергии с глубин порядка 1 000 км; это есть наиболее грандиозное из всех тектонических явлений.

Дейтероорогенез имеет место в областях завершенной складчатости и на платформах. В отношении его масштабов и продолжительности наиболее ярким примером явля-

ется развитие мезозойского континента Азии. В его состав входили архейские щиты, протерозойские, байкальские, каледонские и герцинские складчатые области; мезозойский орогенез коснулся структур всех численных типов. Его проявление на поверхности отмечается тремя процессами: накоплением отложений орогенного типа, а также основным и кислым магматизмом. Орогенные отложения распространены практически п всеместно; основные вулканиты при движении на восток встречаются все чаще, кислые же магматины известны только на востоке, до расстояний в 1 000—4 000 км от мезозойских геосинклиналей. Вдоль перпендикулярного к последним Монголо—Охотского пояса они удаляются до 2 000—2 500 км. Дейтероорогенез, вероятно, связан с тем, что глубинная энергия геосинклиналей была отведена такими поперечными поясами в сторону, чем и обусловлена повышенная подвижность прилегающих районов.

HOZZÁSZÓLÁS „A FÖLDTUDOMÁNYOK HELYE A MA ÉS A HOLNAP MŰVELTSÉGÉBEN" C. VITÁHOZ

BARTA GYÖRGY

AKAD. LEV. TAG

A földtudományok a többi természettudománytól a kutatás tárgyának nagy idő-, tér- és anyagdimenzióiban különböznek. Az utóbbi másfél-két évtizedben világossá vált, hogy a fizika, kémia és biológia laboratóriumi körülmények között tett megállapításait nem alkalmazhatjuk közvetlenül a földtudományokban — éppen a vizsgált anyag mennyisége és a vizsgálat során alkalmazott tér- és időléptékek sok nagyságrendi különbözősége miatt. Ezért a földtudományi folyamatokat csak ezeknek a sajátos dimenzióknak a hangsúlyozásával és állandó figyelemmel kísérésével szabad vizsgálni.

A földtudományok sajátos szemléletmódjukkal mindig élénk hatással voltak a többi természettudomány fejlődésére; elég talán utalni a nagy francia fokmérésre és a Föld alakjával kapcsolatos viták hatására más tudományágakra, valamint a földrajz, földtan és újabban a geofizika hatalmas hatására az emberiség szemléletének átalakításában.

A vizsgált objektumok méretei alapján bizonyos mértékig a földtudományokkal rokon szemléletű tudomány a csillagászat is. A rokonságot az is hangsúlyozza, hogy olyan földtudományi szempontból döntően fontos kérdésekkel is foglalkozik, mint a Föld és a Naprendszer helye az Univerzumban, a Nap—Föld fizikai kölcsönhatásának módozatai, a Föld körüli térség fizikai sajátságai stb.

Közhelynek számít, hogy a tudománytörténet folyamán a csillagászat elsőrendű világnézetfejlesztő és a tudományok fejlődésére alapvetően kiható tudomány volt. Gondoljunk KEPLER és NEWTON munkásságára. A csillagászatnak ez a fontos szerepe az utolsó évtizedekben és években sem halványult el, sőt fokozódott. Ugyanez mondható el a földtudományokról is, amelyek az utolsó évszázadban vagy inkább az utolsó évtizedekben kiléptek első leíró formájukból, és mai mérő és kísérletező alakjukban — a laboratóriumokban kísérletező tudományok módszereitől lényegesen eltérő utakon — új és mélyrehatóan megismerések tömegét érték el.

A következőkben vázolunk néhány alapvető különbséget a földtudományok és más természettudományok között. Az egyik leglényegesebb különbség az, hogy a matematika alkalmazása a földtudományokban más, mint a

többi természettudományban. Ez a megállapítás önmagában nem túlságosan meglepő, hiszen a matematika különböző mértékben és jelleggel jelentkezik a természettudományok, pl. a fizika, kémia, biológia területén. A különbség azonban mélyebbre ható. A matematikai szempontból olyan fontos fogalmak, mint a *szimmetria*, *homogeneitás*, *állandóság*, más érvényességi határokkal rendelkeznek a földtudományokban, mint más természettudományokban. Laboratóriumi, de gyakran csillagászati vizsgálatokban is olykor fetisizáljuk ezeket a fogalmakat. Ez természetes gondolkodási folyamat, mert megszoktuk tiszta jelentkezési formájukat. A csillagász a nagy térdimenziók miatt joggal alkalmazhatja a tiszta mechanika szabályait pontszerű testekre; a kémikus homogén, vegyileg tiszta anyagokkal igyekszik dolgozni; a fizikus kísérleteiben és méréseiben megismételhetőségre és szimmetriára törekszik. A kísérletek megismételhetősége a stabilitás, az állandóság, túlzott hangsúlyozásához vezethet. Ennek a felfogásnak a korlátai a HEISENBERG-féle határozatlanságban és a valószínűségi törvényekben nyilvánulnak meg, de ezek a korlátok inkább a makro- és mikrovilág kapcsolatát képviselik, és nem jelentik egy valódi időbeli változásfolyamat felismerését. Ilyen valódi változásfolyamat lenne a gravitációs állandó DIRAC által feltételezett időbeli csökkenése. (Ezt a kérdést a földtudományok a fizikával karöltve esetleg egy emberöltő alatt már eldönthetik.) A földtudományok lépten-nyomon találkoznak mérhető változásfolyamatokkal, és ugyanakkor foglalkoznak a földtest felszíni — de mélyben is nyomon követhető — anyagi és energetikus inhomogeneitásával és aszimmetriájával. Ezek a különbségek vezetnek a matematika alkalmazásainak különbözőségeire.

Az említett tudományok gondolatkörében azonban nemcsak ez a különbség. Az állat- és növényvilág, de az egész emberiség életkeretét is megszabja Földünk gravitációs tere. A térhez kapcsoljuk mindennapi szemléletünk legfőbb koordinátairányát. A térnek ilyen egyoldalú, antropomorfizáló szemlélete azonban nem alkalmas a földtest egységes vizsgálatára. Csillagászati ismeretek alapján évszázadok óta hozzászoktunk ugyan a Föld gömbi felfogásához, de a rutinszerű munkában erről gyakran megfeledkezünk, és a Föld nagy folyamatait és jelenségeit hajlandók vagyunk síkban, térképszerűen — anyagi és energetikus háttér nélkül — szemlélni és értelmezni. Jó példa erre a mágneses tér évszázados változását ábrázoló izopor térképek alkalmazása.

A mesterséges holdak kutatásra való felhasználása már áttöri ezt a szemléletet, de a földtudományok oktatása során tudatosan is fel kell hívni a figyelmet a kutatásra kiválasztott koordinátarendszer fontosságára. A fizikában a relativitás elmélete hangsúlyozza ezt a fény és a téridő kontinuum vonatkozásában, áttörve így egy szemléleti korlátot.

A földtudományok területén — sokkal kevésbé elvontan — gyakran találkozunk (a minden mindig változik elv miatt) a koordinátarendszerek fel-

oldódásával és magasabb szinten való újjáalakulásával, és a logikus alkalmazhatóság és az eredményesség a döntő kritériuma az alkalmazott koordinátarendszer helyességének.

A földtudományoknak más tudományoktól különböző szemlélete és módszerei szükségessé teszik, hogy felső szintű oktatásunkban ezeket a sajátságokat felhasználjuk jövő, magas képzettségű értelmiségünk képességeinek fejlesztésére, szemléletének, világképének megalapozására.

Magyarországon az utolsó évtizedekben megdőlt néhány földtudományi dogma, és ennek nyomán új szemlélet alakult ki a földtudományok jelentős területein. Kívánatos, hogy ez a tudományos helyzet és rang a jövőben is megmaradjon. Ezt oktatásunk lényeges reformján keresztül tudjuk csak biztosítani.

MAGYARORSZÁGI GRANITOID KŐZETEK GENETIKAI ÉS TEKTONIKAI CSOPORTOSÍTÁSA, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A FÖLDPÁTOK VIZSGÁLATÁRA

BUDA GYÖRGY

A mélyfúrások egyre növekvő száma lehetővé teszi a magyarországi granitoidok szélesebb körű vizsgálatát és genetikai csoportosítását. Eszerint két fő csoport különíthető el:

I. Szinorogén, anatexites és késő-orogén K-metaszomatikus granitoidok a déli Mecsekben, a Duna-Tisza közében és a Békési medencealjzatban.

II. Posztorogén, magmás, diszkordáns batolit-típusú gránitok-kvarcdioritok a Velencei-hegységben, Ságvár, Balatonfenyves és Buzsák környékén.

I. *Szinorogén anatexites és késő-orogén K-metaszomatikus granitoidok*

A baranyai Fazekasboda-Mórágy területén vannak a felszínen, míg mélyfúrásban a Mecsek előterében a felszíni előfordulástól Ny-ra, ÉNy-ra, a Duna—Tisza közében (Miske, Soltvadkert, Kecskemét, Nagykőrös) és a Békési medencealjzatban a mai napig is feltárnak a felszínen ismertekhez hasonló típusú kőzeteket, melyek magukon viselik az egyező genetika jellegzetes bélyegeit. Több helyen a nagyobb egységen belüli lokális körülmények okozta eltérések nehezítik a felismerést. A kőzetek granodioritos, gránitos kémiai és ásványtani összetételűek. A Mecsek környékén granodiorit, a Duna—Tisza közében és a Békési medencében a gránit az uralkodó (I. táblázat).

I. táblázat

Kőzetterület	K_2O/Na_2O	K_2O/CaO	Kőzet megnevezés
Mecseki felszíni granodiorit	1,29	0,97	granodiorit
Mecseki mélyfúrások granitoid kőzetei	1,21	1,79	granodiorit
Duna—Tisza köze granitoid kőzetei	1,80	9,74	gránit
Mezőhegyes-Battonya granitoid kőzetei	1,72	3,64	gránit
Átlag	1,51	4,04	

A plagioklász és a K-földpát a fő kőzetelegyrész. A plagioklászok főleg oligoklász összetételűek, az egyszerű ikrek a gyakoribbak. Általában rendezett szerkezetűek, az epidot-amfibolit, amfibolit-fáciesnek megfelelő kristályosodási hőmérsékletűek. Legtöbbször szericitesek, relikt jellegűek, mirmekitesek, néha mikroklinesedettek.

A helyi jellegű eltérések legfontosabbjai a következők.

A mórágyi granodiorit plagioklásza bázisosabb, a komplex iker az uralkodó, a szerkezet rendezetlenebb és magasabb a kristályosodási hőmérsékletük (amfibolit-fácies) (II. táblázat).

II. táblázat

Kőzetterület	An%	Ikrek %-os megoszlása		Rend. fok%	Keletk. hőm. °C
		egyszerű	komplex		
Mecseki felszíni granodiorit	29	45,56	54,44	58	516
Mecseki mélyfúrások granitoid kőzetei	26	51,13	48,87	91	450
Duna—Tisza köze granitoid kőzetei	26	63,70	36,30	73	510
Mezőhegyes-Battonya granitoid kőzetei	24	73,40	26,60	79	480
Átlag	26	58,44	41,56	75	490

Innen a Duna—Tisza köze felé haladva csökken az An-tartalom, miként a Mecsek környékén is, és fokozódik a szerkezeti rendezettség, az egyszerű ikrek dominálnak, a Duna—Tisza közén pedig már másodlagos albitosabb (An_5) generáció is megjelenik. A Békési medencealjzatban az An% alapján három zóna különíthető el: An_{16}, An_{25}, An_{27} (értelmezéséhez további vizsgálatok szükségesek).

A K-földpát ugyancsak gyakori elegyrész, szerkezetét max. vagy közel max. triklinitás jellemzi. Gyakran porfiroblasztos megjelenésű, gazdagon zárványos (pl. biotit, plagioklász reliktum), jellemző a keresztrácsozású ikresedés. A BARTH-féle hányadosból számított keletkezési hőmérséklet 500—550 °C (amfibolit-fácies). A mórágyi felszíni feltárás K-földpátja majdnem minden esetben kettős triklinitású ($\Delta_1 = 0{,}51$; $\Delta_2 = 0{,}90$). A Duna—Tisza közében a két triklinitás közötti különbség kisebb ($\Delta_1 = 0{,}67$; $\Delta_2 = 0{,}89$) a Mecsek közelebbi környékén a kettős triklinitás ritka vagy teljesen hiányzik és a számszerű értéke a legkisebb ($\Delta = 0{,}65$). A mórágyi K-földpátok többnyire durva-, a Mecsek környékén és a Duna—Tisza közén közép vagy durvapertitesek (III. táblázat).

III. táblázat

Kőzetterület	001 ^ α	001 ^ β	001 ^ γ	2Vα	Δ
Mecseki felszíni granodiorit	81,3°	13,7°	80°	78,5°	0,78
Mecseki mélyfúrások granitoid kőzetei	84,5°	11,5°	82°	77,5°	0,65
Duna—Tisza köze granitoid kőzetei	83°	11°	81,5°	78°	0,75
Mezőhegyes-Battonya granitoid kőzetei	84°	11°	80,5°	80°	0,74
Átlag	83,2°	11,8°	81°	78,5°	0,74

A Sr—Rb módszerrel KOVÁCH Á. két biztos és egy bizonytalan ásványképződési szakaszt mutatott ki:

a) 1100—1200 millió év prekambriumi V_2-ciklus (bizonytalan) üledékképződés,

b) 450 millió év kaledóni hegységképződés. Szinorogén anatexis,

c) 300 millió év variszkuszi hegységképződés. K-metaszomatózis.

Az Sr^{87}/Sr^{86} iniciális izotóp-arány átlaga KOVÁCH Á. adataiból számítva 0,723.

Mindegyik előfordulásban feltételezhető bázisosabb magmás benyomulás, azonban a késő-orogén gránit-aplit, finomszerű gránit és pegmatit képződmények jelenlétét egyértelműen csak a mórágyi dombvidéken és a Duna—Tisza közén lehetett kimutatni.

A Mecsek hegység és a Duna—Tisza köze irányában húzódó üledékgyűjtő feltehetően eugeoszinklinális jellegű agyagot, grauwackét, bázisosabb magmás testeket (Szalatnak, Miske) tartalmazott. Ezen kőzetek anatexites gránitosodás hatásának voltak kitéve. Az anatexis legnagyobb intenzitású a geoszinklinális tengelyében volt (Mórágy—Bátaszék—Miske—Soltvadkert—Kecskemét). A földpátok tanúsága szerint az újraolvadás az epidot-amfibolit, ill. amfibolit fáciesnek megfelelő hőmérsékleten játszódott le, feltehetően jelentős mennyiségű könnyen illó jelenlétében. A tengelytől Ny-ra, ill. ÉNy-ra az anatexis hatása csökken, itt az epidot-amfibol-fácies képződési hőmérsékletével számolhatunk (450 °C). A szinorogén anatexis jelentősebb anyaghozzájárulás nélküli hő- és nyomásnövekedés eredménye, amit a Sr^{87}/Sr^{86} kezdeti izotóparánya (0,723) is bizonyít, jó egyezéssel a prekambriumi kristályos SiAl kéreg átlagos arányértékeivel: 0,71—0,73 (HURLEY P. M. 1962). A késő-orogén szakaszban újabb süllyedés és ezzel járó hőmérsékletnövekedés nyomán az alapanyag K-földpátjainak részleges mobilizációja és migrációja ment végbe. A hatás a geoszinklinális legmélyebb részén erőteljesebb volt és ez alakította granodiorittá a Mecsek hegységi kőzeteket, míg a Duna—Tisza

közén a folyamat kisebb intenzitásából eredően megmaradt a gránitos összetétel. A felszabaduló K, Si, Al stb. létrehozta a késő-orogén K-metaszomatikus gránitokat, gránitaplitokat. A folyamatok időbeli szétválasztása alig lehetséges, de feltehető a prekambrium-kori üledékképződés a kaledóniai szinorogén anatexis és a variszkuszi hegységképződés idején lejátszódó késő-orogén K-metaszomatózis.

II. *Posztorogén, magmás, diszkordáns batolit-típusú gránitok, kvarcdioritok*

Két kőzetcsoport ismerhető fel. A különbségek térbeli elhelyezkedésben, kőzetkémiai jellegekben, szöveti sajátságokban, ásványtársulásban és korértékekben mutatkoznak.

A. *Gránit-granodiorit* (Velencei hg., Ságvár, Buzsák)

Több, feltehetően egymástól különálló, de genetikailag és keletkezési kor tekintetében egyidőben benyomult gránit-granodiorit batolit. A kőzetek plagioklász elegyrészeinek összetétele igen közel áll egymáshoz; a komplex ikrek uralkodnak. Rendezettségi fok közepes, keletkezési hőmérséklet szintén hasonló (IV. táblázat).

IV. táblázat

Lelőhely	An%	Ikrek %-os megoszlása		Rend. fok%	Keletk. hőm. °C
		egyszerű	komplex		
Velencei hg.	30	41,56	58,44	57	520
Buzsák	34	33,33	66,67	65	kevés adat

A K-földpátok szerkezeti állapota azonos (V. táblázat). A BARTH-szerint számított keletkezési hőmérséklet 600—650 °C.

V. táblázat

Lelőhely	001 ^ α	001 ^ β	001 ^ γ	2Vα	Δ
Velencei hg.	84°	7°	87°	65°	0,00
Buzsák	84°	7°	86°	60°	0,00

Az Sr/Rb izotóp koruk KOVÁCH Á. szerint közel egyező (Velencei-hg. 320—340; Buzsák 300—340 millió év). A buzsáki granodiorit bázisosabb,

szemcsemérete finomabb, K-földpátjai enyhén pertitesek, vagy pertitmentesek, ami feltehetően a batolit méretéből, megmerevedési mélységéből ered (VI. táblázat).

VI. táblázat

Lelőhely	K_2O/Na_2O	K_2O/CaO	Kőzetmegnevezés
Velencei hg.	1,60	5,51	gránit
Buzsák	1,38	1,42	granodiorit

B. *Kvarcdiorit* (tonalit) (Dinnyés—Balatonfenyves—Gelse)

Makroszkópos megjelenésben a fúrásmagok kőzete különböző, több ásvány-kőzettani vonásuk azonban közös. Az uralkodó elegyrész a plagioklász, amely An-ban gazdag, zónás felépítésű, idiomorf vagy hipidiomorf (VII. táblázat)

VII. táblázat

Lelőhely	An%	Ikrek %-os megoszlása		Rend. fok%
		egyszerű	komplex	
Dinnyés-3	50	100	0,00	100
Balatonfenyves-1	55	84,62	15,38	100
Gelse-1	38	66,66	33,34	100

Az ortoklász alárendelt szerepű, rendezetlen szerkezetű (VIII. táblázat), pertitmentes vagy kissé pertites, a kvarc kevés és xenomorf, néha kioltása hullámos, a biotit javarészt kloritosodott és elég gyakori a zöld-amfibol is. Járulékos elegyrész apatit, cirkon, titanit, rutil.

VIII. táblázat

Lelőhely	001 ^ α	001 ^ β	001 ^ γ	2Vα	Δ
Dinnyés-3	89,5°	7,5°	84,5°	44°	0,00
Balatonfenyves-1	83°	7,5°	87°	55°	0,00
Gelse-1	88°	4°	85°	37°	0,00

A Gelse-1 sz. fúrás kvarcdioritja durvább szemcsézettségű. A plagioklászok albitban gazdagabbak, a K_2O/CaO arány alapján közel áll a granodiorithoz (IX. táblázat).

IX. táblázat

Lelőhely	K_2O/Na_2O	K_2O/CaO	Kőzetmegnevezés
Dinnyés-3	0,89	0,42	kvarcdiorit
Balatonfenyves-1	0,83	0,40	kvarcdiorit
Gelse-1	1,03	0,52	kvarcdiorit

A Balaton—Velence hegységi törésvonal mentén tehát több diszkordáns, batolitos megjelenésű posztorogén magmás ortoklász gránit és kvarcdiorit-benyomulás észlelhető a jelenlegi mélyfúrási adatok alapján. Kovách Á. izotóp kormeghatározási vizsgálatai szerint a benyomulás időben is elkülöníthető, először egy savanyú gránitos intrúzió (310—340 millió év), majd ezt követően valószínűleg a mélytörés közvetlen vonalában kvarcdioritos, kisebb méretű hipabisszikus szinten megmerevedő bázisosabb magmás felnyomulás történt.

Mindkét típus az iniciális Sr^{87}/Sr^{86} arány alapján (0,705—0,710) tisztán magmás (beolvasztás nélküli) intruzió terméke. Az említett arányok a bazaltos kőzetek savanyú derivátumának izotóparány értékeihez igen közel állnak 0,703—0,705 (Faure G., Hurley P. M. 1963).

IRODALOM

1. Buda, Gy.: Genesis of the granitoid rocks of the Mecsek and Velence mountains on the basis of the investigation of the feldspars. Acta Geol., **13,** 131—155, 1969.
2. Buda Gy.: Vizsgálati jelentés a Duna—Tisza közi, békési és algyői medencealjzat granitoid és metamorf kőzetek földpátelegyrészének optikai és röntgenvizsgálatairól. (Kézirat), 1970.
3. Buda Gy.: Vizsgálati jelentés a Dunántúl területén mélyfúrásokkal feltárt granitoid kőzetek ásvány-kőzettani vizsgálatáról. (Kézirat), 1971.
4. Dank V.—Bodzai J.: A magyarországi potenciális szénhidrogén készletek földfejlődéstörténeti háttere. (Kézirat), 1970.
5. Faure, G.—Hurley, P. M.: The isotopic composition of strontium in oceanic and continental basalts: application to the origin of igneous rocks: Jour. Petrology, **4,** 31—50, 1963.
6. Hurley, P. M.—Hughes, H.—Faure, G.—Fairbairn, H. W. and Pinson, W. H.: Radiogenic strontium 87 model of continent formation: Jour. Geophys. Research, **67,** 5314—5334, 1962.
7. Kovách A.—Balogh K.—Sámsoni Z.: Rubidium-stroncium adatok a Mecsek hegység gránitjai korának kérdéséhez. Földtani Közlöny, **XCVIII,** 205—212, 1968.
8. Kovách Á.: Jelentés „A paleozoikum átfogó földtani vizsgálata" c. téma keretében a MFI és MTA Atommagkutató Intézete között kötött szerződés alapján. (Kézirat), 1971.
9. Marmo, V.: On granites a revised study. Bull. de la Comission Geol. de Finlande Otan **83,** 1967.
10. Mehnert, K. R.: Migmatites and the origin of granitic rocks. Elsevier, 1968.

HASZNOSÍTHATÓ ÁSVÁNYTELEPEKRE ÉS FELDOLGOZÁSUKRA VONATKOZÓ VIZSGÁLATOK AUSZTRÁLIÁBAN

HESP VILMOS

A C.S.I.R.O. FŐMUNKATÁRSA

A KÉMIAI TUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA

Ausztráliában az ipari eljárásokkal kapcsolatos tudományos kutatás jelentős részét állami szervezet, a C.S.I.R.O.* végzi. Ennek az ásványkémiai részlegében folyó kutatásokról adunk ismertetést. E részleg mintegy 280 kutatóval — akik közül 117 egyetemi végzettségű, a többi pedig tudományos segédmunkatárs, adminisztratív- és műhelyszemélyzet — az egyik legnagyobb egysége a szervezetnek. A részleg évi költségvetése kb. 2 millió dollár, amiből 100.000 dollár kerül beruházásra. A részlegnek két nagy laboratóriuma van: egy Melbourne-ben (Victoria Állam), egy pedig Sydney-ben (New South Wales Állam). A részleg három fő kutatási feladata:

1. ásványkutatás,
2. ásványfeldolgozás,
3. ásványi nyersanyagokra vonatkozó alapkutatás.

Az ásványkutatásra vonatkozó témák a részleg költségvetésének és a rendelkezésre álló munkaerőnek mintegy negyedrészét veszik igénybe. Három fő kutatási terület tartozik ide:

a) ércképződés—kőzetképződés,

b) széntartalmú üledékes kőzetek,

c) kőzetek helyszíni vizsgálata.

Ércgenetikai vizsgálataink jelenleg főleg a gránitokkal kapcsolatos Sn, W, Mo (New South Wales-i) ércesedésre vonatkoznak.

A gránitképződés problémájával kapcsolatban a földpátok keletkezését vizsgáljuk üledékes eredetű ásványokból (pl. kaolinitből). Aránylag alacsony hőmérsékleten (400—500 C°) és kis nyomáson (kb. 1 kbar) különböző sóoldatok hatására plagioklászok képződését figyeltük meg.

Ultrabázitos kőzeteken a Ni-előfordulásokkal kapcsolatos ásványok (pl. olivin) stabilitási tartományát vizsgáljuk.

Ausztráliában több szulfidérc-előfordulás — pl. réz-ólom- és cinkércesedés Mount Isa-nál (Queensland Állam) és a McArthur folyónál (Észak Ausztrália) — karbonátos kőzetekkel (kalcit, aragonit, dolomit, magnezit

* C.S.I.R.O. = Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization

stb.) kapcsolatos. Dolomit jelenleg is képződik Dél-Ausztráliában. A karbonátos kőzetek keletkezési körülményeinek vizsgálata során a huntit [$CaMg_3(CO_3)_4$] termodinamikai tulajdonságait is meghatároztuk.

Vizsgáljuk bizonyos fémvegyületek extrakcióját a természetben előforduló sóoldatok ($CaCl_2$, NaCl) hatására üledékes kőzetekből. 60 °C hőmérsékleten $CaCl_2$ jelenlétében a palából sokkal több Cu, Zn és Pb oldódik ki, mint NaCl jelenlétében. Ezek a kísérletek a Vörös-tengerben jelenleg is folyamatban levő ércképződéssel kapcsolatosak, ahol az iszap nagy koncentrációban fémszulfidokat tartalmaz. Különböző fémek (Cu, Zn, Ni) agyagásványokon történő adszorpcióját és deszorpcióját is tanulmányozzuk.

E vizsgálatokban nagy segítséget nyújt a nemrégen beszerzett Cambridge Mocroscan V Electron Micro-Probe. Egyéb korszerű módszereket is használunk a kőzetek és ásványok összetételének meghatározására, pl. atom-abszorpciós-, röntgen fluoreszcenciás- és lézer emissziós spektrofotométert [1] ill. spektrográfot.

A szervesanyag-tartalmú üledékes kőzetekre vonatkozó munka fő célja a szén-, kőolaj- és földgáz keletkezésével kapcsolatos ismeretek bővítése és az eredmények alapján a kutatási módszerek javítása.

Az ország különböző részeiből származó szénminták tulajdonságai kerülnek meghatározásra, a szénhamuk ásványos alkatrészeinek meghatározására az infravörös színképelemzési módszert fejlesztettük ki [4].

Egyes New South Wales-ben előforduló perm-korú széntelepek korrelációja [5], a szénpetrográfiai komponensek meghatározása vékony csiszolatok színezésével [6] és egyes ásványok elkülönítése a szenekből [7] további kutatási feladataink.

Szervesanyag-tartalmú kőzetek metamorfózisa során magas hőmérsékleten rendszerint grafit a végtermék. Minthogy a természetben sok esetben található grafit, amely feltehetően alacsony hőmérsékleten keletkezett, laboratóriumi kísérleteket folytattunk a grafitképződéssel kapcsolatban. Egyes karbidok (pl. Mg_2C_3) disszociációjából aránylag nem magas hőmérsékleten (kb. 1000 °C-on) grafit egy-kristályokat kaptunk.

Az elmúlt évtizedben jelentős új ásványolaj- és földgáz-lelőhelyeket tártak fel Ausztráliában. A részlegben folyó kutatómunka eredményei azt mutatják, hogy a Gippslandban (Victoria Állam) és Moonie-nál (Queensland Állam) talált ásványolajok és a Gidgealpánál feltörő földgáz (Dél-Ausztrália) nem tengeri élőlényekből, hanem szárazföldi növények maradványaiból (amilyenek szenekben is előfordulnak) származnak. A Victoriai-tengerpart mentén sekély vizekből gyűjtött üledékes kőzetminták vizsgálata azt mutatta, hogy a kőszenekben levő szénhidrogénekből olaj keletkezhet, ha a telep megfelelő mélységben van eltemetve és diagenezise megfelelő fokot ért el (szubbitumenes vagy nagy illó tartalmú bitumenes szénállapot). Ahol a kőszén-összetétel kokszolódó szeneknek felel meg (azaz a diagenezis magasabb

fokú) ásványolaj nem található a közelben, viszont földgáz valószínű (az olaj bizonyára krakkolódott) [10, 11], (1. ábra). Ezeket a megfigyeléseket megerősítették a viaszos pollent valamint levélkutikulákat tartalmazó pollen szénnel folytatott kísérletek. Amikor gippslandi szenet vízzel 300 °C-ra melegítettük, a folyadéktermék olyan szénhidrogéneket tartalmazott, amilyeneket a közeli kőolajban is kimutattunk.



1. ábra

A kutatófúrások költségét jelentősen csökkentették a helyszínen végezhető neutron-aktivációs módszer használatával. A laboratóriumi módszer helyszíni alkalmazásának kísérletei folyamatban vannak [12].

E módszerrel H, C, O, Al, Cl, Cu, Fe, Cu, Ni, Si és S kimutatása lehetséges 0,5% koncentrációig.

Az ásványfeldolgozásra vonatkozó kutatás célja az ásványok feldolgozás szempontjából fontos tulajdonságainak meghatározása, továbbá új eljárások kidolgozása ipari nyersanyagok előállítására. A témákra a költségvetés kb. 40%-át használjuk fel.

Folyamatban van a pyrrhotin ($Fe_{1-x}S$) szerkezetének és oxidációs viselkedésének meghatározása MÖSSBAUER-spektrométerrel.

Vizsgáljuk szenek öngyulladásával kapcsolatban a pirit és pirrhotin alacsony hőmérsékletű oxidációját. A levegő nedvességének fontos szerepe van ebben a folyamatban.

A robbantásokhoz használatos ammónium-nitrát fűtőolaj keverékek és az ólom-cink valamint rézércek közötti reakciók gyakran idéztek elő magas hőmérsékletet és idő előtti robbanásokat a bányákban. Termoanalízis kísérletek azt mutatták, hogy ezeket a reakciókat kémiai úton, adalékanyagokkal csökkenteni lehet [13], és így a bányák biztonsága javítható.

Tanulmányozzuk a réz oldódását mesterségesen előállított kalkocit (Cu_2S) elektródból. Más szulfidporokból készült préselt anódokat is használunk. Ólomszulfid anódból közel 100%-os hatásfokkal választottunk le ólmot.

Ólom- és cinkszulfid ércek híg kénsavas extrahálása nyomás alatt jó hatásfokkal cinkszulfát oldatot eredményezett. Kísérleti üzem épült az eljárás gazdaságosságának és a beruházási költségeknek tanulmányozására [14].

Folyamatban van az ausztráliai tengeri homokok vizsgálata. Az infravörös spektroszkópia alkalmazásának lehetőségét vizsgáljuk egyes ásványok (pl. rutil, ilmenit, cirkon) fél-kvantitatív meghatározására.

Eljárást fejlesztettünk ki rutil ilmenitből való előállítására, ez szabadalmaztatásra is került. Előzetes redukció és oxidáció után a vasoxid sósavas extrahálással távolítható el. Ezzel a témával kapcsolatban különleges analitikai eljárás kidolgozása vált szükségessé 0,1—1,0% V_2O_5 és 0,2—2,0% SiO_2 meghatározására titánoxidban gazdag ($> 95\%$ TiO_2) ásványi koncentrátumokban.

Egyes cirkonium vegyületek termodinamikai és szerkezeti tulajdonságait is meghatároztuk [15, 16]. Szilárd fázisban lejátszódó reakciókkal új típusú titanátokat állítottunk elő [17].

A granulált vasércek redukálására használt eljárás gazdaságosságának megjavítására hő- és anyagátviteli folyamatokat, valamint a redukció mechanizmusát és kinetikáját tanulmányoztuk. A redukálást hidrogén- és szénmonoxid-atmoszférában hajtjuk végre. Vizsgáltuk a foszfor eltávolításának termodinamikáját és kinetikáját is.

A szénfeldolgozó üzemek szempontjából fontosak a kőszenek és az azokban előforduló ásványok őrlési tulajdonságai. A szabványos HARDGROVE-készüléket, amelyet szenek őrlési tulajdonságainak meghatározására használnak, módosítottuk, és azt jelenleg palákra és ásványokra is használjuk.

Szilárd és gázhalmazállapotú fűtőanyagok tüzelésének mechanizmusát és kinetikáját tanulmányozzuk. A tüzelés sebességét (égési reakciók sebességét) meghatároztuk porszén-tüzelés esetében lamináris áramlási reaktorban, ismert áramlási sebességű nitrogén-oxigén közegekben. Azt találtuk, hogy az égési sebesség elsősorban a szén reaktivitásától és pórusszerkezetétől függ [18, 19].

Nagy sebességű cinkfotográfiát (mozgófénykép) használtunk egyes szénrészecskék égésének megfigyelésére [20].

Folyékony és gázhalmazállapotú fűtőanyagok égési kinetikáját, különösen a szabad gyökök képződését és rekombinációját is tanulmányozzuk.

A szenek ásványianyag-tartalma lerakódásokat okoz a tüzeléshez használt kazánokban és szálló hamut is eredményez, amely nagymértékben hozzájárul a levegőszennyezéshez. Elektrosztatikus leválasztással a szálló hamut hatásosan el lehet távolítani a füstgázokból. Kísérleti üzemi vizsgálatokat folytatunk 75 kg/óra kapacitású porszén tüzelésű kemencével, amelyhez hat elektrosztatikus leválasztó csatlakozik. A kísérletekben számos tényező (széntulajdonságok, égési körülmények, gázsebesség, hőmérséklet, hamumennyiség, elektromos tényezők és elektród-konstrukció) hatását vizsgáljuk [22]. A kazán falán lerakódó bevonat összetételét is meghatároztuk [23].

Különböző szenekből származó szállóhamu mikroszkópos vizsgálata azt mutatta, hogy a nagyobb, megolvadt, gömb alakú részecskék jó hatásfokkal eltávolíthatók a füstgázból, míg a kisebb (< 5 mikron) részecskéket nehéz eltávolítani, tehát a szemcserészek csökkenésével a leválasztás hatásfoka csökken [24].

Laboratóriumi méretű kísérleteket folytatunk a szálló hamu fizikai tulajdonságainak, pl. elektromos vezetőképesség, adhézió és kohézió megállapítására is.

Az ipari elektródok gyártásában használt, kristályos, pirolitikus szénelektródokat jelenleg importáljuk. Tekintettel arra, hogy az elkövetkező években az alumíniumipar erőteljes fejlődése várható, laboratóriumi kísérleteket folytattunk a pirolitikus szénelektródok előállítására helyileg rendelkezésre álló nyersanyagokból: földgázból és folyékony szénhidrogénekből. Földgázból, (ill. metánból) jó kihozatallal ($> 80\%$) tömör, anizotróp pirolitikus szenet állítottunk elő 1100 °C hőmérsékleten és 1 sec reakcióidővel. Nagy molekulasúlyú folyékony szénhidrogénekből, (pl. fűtőolajból) főként finom szemcsenagyságú, izotróp szenet kaptunk, amely koromhoz hasonlított [25]. A témával kapcsolatos kísérleti üzem a mozgó-ágyas és „entrainment" elvet kombinálja.

A szén kokszolásból eredő kátrányok gazdaságos felhasználásával kapcsolatban krakkoló kísérleteket végeztünk laboratóriumi méretben. Azt találtuk, hogy a kísérleti körülményektől függően szilárd szén vagy magas fűtőértékű gáz (esetenként nagy olefin-tartalommal) állítható elő a kátrányokból [26, 27, 28, 29]. 800—900 °C hőmérsékleten és néhány másodperc reakcióidő esetében főként gázhalmazállapotú szénhidrogének keletkeztek, míg magasabb hőmérsékleten és hosszabb reakcióidőnél pirolitikus szén volt a főtermék, és a kátrány nyersanyag teljesen elbomlott.

Alacsony hőmérsékletű félkokszok (char) előállítását kísérleti üzemi méretben tanulmányoztuk 25 kg/óra kapacitású lebegtetett ágyas reaktorban.

Különböző szeneket használtunk ezekben a kísérletekben, és megállapítottuk a széntulajdonságok, valamint a reakciókörülmények hatását a termékeloszlásra és a félkoksz minőségére. A char-termékek egyes kohászati eljárásokban hasznosíthatók, és jó színtelenítő hatásuk is van, minthogy erősen adszorbeálnak. Mint szűrési segédanyagok használhatók oldószerek tisztítására és az élelmiszer-iparban (pl. cukor finomításban) [31].

Az alapkutatások a részleg költségvetésének 1/3 részét veszik igénybe. Ide tartoznak a metallurgiai reagensekre és a reakció-közegekre vonatkozó kísérletek.

Az ausztráliai bauxitok klórozása során a vastartalomnak klorid formájában történő eltávolítását folyékony alumíniumkloridból, nyomás alatti desztillációval végezzük. A klórnak a vaskloridból való visszanyerését szintén tanulmányozzuk.

Ugyancsak az alumíniumkohászattal kapcsolatban sikerült $AlCl_3-N_2$ keverékgázból az $AlCl_3$-at majdnem 100%-os hatásfokkal kondenzálni kb. 10 kg/óra teljesítménnyel.

Fémek elválasztása jodidok formájában történő szublimációval szintén folyamatban van. A kísérletekben Zn, Ni, Pb és In dúsítását vizsgáljuk.

Kísérleti üzemi méretben megvalósítottuk a fémes alumínium előállítását olvadt alumíniumklorid, KCl—NaCl közegben történő elektrolízisével 750 °C-on. További kísérletek folynak az energia-hatásfok megjavítására, amely jelenleg 80%.

A reakció, mechanizmus és kinetika keretébe tartozó kísérletek keretében spketrofotometriás és elektronspin-rezonanciás vizsgálatokat folytatunk különböző lángreakciókkal kapcsolatban. Kén- és halogénvegyületeket adagolunk propán-levegő lángba és a keletkező H,O és Na atomok, valamint OH, SO stb. gyökök profilját tanulmányozzuk. Azt találtuk, hogy az SO_2 befolyásolja a H- és O-atomok rekombinációját [33, 34]. Az SO_3 keletkezése főként attól függött, hogy a kén milyen formában került a lángba (valószínűleg SO-gyök formájában).

Vizsgáltuk a különböző típusú elektromos kisülésekben a kémiai reakciókat. A gázokat részben ionizáltuk, és a keletkező plazmában a reakciók lejátszódását aktivált elektronokkal segítettük elő. Földgázból (ill. metánból) ilyen módon acetilént állítottunk elő magas hozadékkal ($> 80\%$) normális frekvenciájú (60 Hz), alacsony nyomású (100 Hg mm) anomális izzó kisülésben, 20 literes gömb alakú üveg reaktorban. A gáz áramlási sebessége, az energiaadagolás, az elektródanyag és a reaktor-geometria hatását tanulmányoztuk. Állandó specifikus energiaadagolásnál [kWh/m^3 CH_4] az acetilén termelése [lit/óra/m^3 reaktor térfogat] arányos volt az adagolt gáztérfogattal [34, 35].

Magas frekvenciás (27 MHz) plazmákban halogén gázok disszociációját is tanulmányoztuk, és azt találtuk, hogy a keletkező atomos halogének erőteljesebben reagálnak fémekkel, mint a nem-disszociált halogén molekulák [36].

A szilárd anyagok szerkezetére és felületi fizikájára vonatkozóan nagynyomású (60 kbar-ig) kísérletek vannak folyamatban a földköpenyben előforduló ásványfázisokkal kapcsolatban, a canberrai egyetemmel együttműködve. Nyomás alatt a spinell szerkezetű hausmannit (Mn_3O_4) tömörebb kristályszerkezetet vett fel, amely a marokithoz ($CaMn_2O_4$) hasonlított, míg a $ZrSiO_4$ scheelit ($CaWO_4$)-szerkezetbe ment át. Az utóbbi ásvány valószínűleg megtalálható lesz nagy mélységű magmás kőzetekben [38].

Nátrium-volfram bronzok készültek volframoxid és nátriumvolframát olvadékok elektrolízisével. A bronzok redukciós reakciókat katalizálnak, és hatásfokuk a felületi tulajdonságoktól függ.

Metanol oxidációja platina elektród felületén azt mutatta, hogy a reakciósebesség nem függ a felület minőségétől [40].

A fuel-cellákban elektromos energiát lehet termelni kémiai reakciókkal. Nagyobb battériák különösen hasznosak olyan ausztráliai településeken, ahol elektromos energia más formában nem áll rendelkezésre.

Két típusú fuel-cellát fejlesztettünk ki, amelyekben formaldehidet oxidálunk. Az egyik 25 °C-on használható 1300 órás élettartammal, a másik különböző hőmérsékleten használható 2 és 50 °C között [41]. A vizsgálatokban különös figyelmet fordítottunk az ioncserélő membránra, amelyet a cellában használunk. Az üvegszövet alapú membrán élettartama meghosszabbítható, ha polimerizált kovasavval impregnáljuk [42].

IRODALOM

1. Swaine, D. J.: Hilger J., **11**, 69—71, 1968.
2. Bennett, A. J. R.: Fuel (London), **47**, 51—62, 1968.
3. Taylor, G. H.: CSIRO, Div. Min. Chem. Techn. Comm., No **50**, 1967.
4. Durie, R. A.—Shewchyk, Y.—Friedel, R. A.: Fuel (London), **46**, 53—58, 1967.
5. Smyth, M.: Proc. Australas. Inst. Min. Met. No **233**, 7—15, 1970.
6. Shibaoka, M.: Ibid. No **233**, 17—19, 1970.
7. Taylor, G. F.: Aust. J. Sci., **31**, 230—231, 1968.
8. Saxby, J. D.: Geochim. Cosmochim. Acta, In press.
9. Saxby, J. D.: Chem. Geology, **6**, (2), 1970.
10. Brooks, J. D.—Smith, J. W.: Geochim. Cosmochim. Acta, **31**, 2389—2397, 1967.
11. Brooks, J. D.—Smith, J. W. Ibid. **33**, 1183—1194, 1969.
12. Wylie, A. W.—Eisler, P. L.: Atomic Energy, Aust., **11**, 4, 6—12, 1968.
13. Lukaszewski, G. M.: Proc. Aust. Inst. Min. Met., No **228**, 61—70, 1968.
14. Scott, T. R.—Dyson, N. F.: Trans. Metall. Soc. A. I. M. E., **242**, 1815—1821, 1968.
15. Smith, P. W., et al.: J. Chem. Soc. A., 3013—3015, 1968.
16. Bear, I. J.—Mumme, W. G.: Chem. Comm., 609—11, 1968.
17. Reid, A. F.: J. Geophys. Res., **74**, 3238—52, 1969.
18. Ramsden, A. R.—Smith, I. W.: Fuel (London), **47**, 253—6, 1968.
19. Smith, I. W.—Watts, A.: CSIRO, Div. Min. Chem. Inv. Rep., **75**, 1968.
20. Shibaoka, M. J.: Inst. Fuel, **42**, 59—66, 1969.
21. Mulcahy, M. F. R. et al.: Aust. J. Chem., **20**, 1155—71, 1967.
22. Durie, R. A.: CSIRO Div. Min. Chem. Inv. Rep. **72**, 1968.
23. Paulson, C. A. J.: Donau-Szpindler, G., Ibid. **70**, 1968.
24. Ramsden, A. R.: Fuel (London), **48**, 121—37, 1969.
25. Brooks, J. D.—Hesp, W. R.: Rigby, D. Carbon, **7**, 261—72, 1969.
26. Hesp, W. R.—Neronowicz, R.—Waters, P. L.: CSIRO, Div. Min. Chem. Inv. Rep., **76**, 1969.

27. HESP, W. R.—HAMOR, R.—WATERS, P. L.: Ibid Inv. Rep, **77,** 1969.
28. HESP, W. R.—PHILIPP, D. H.—WATERS, P. L.: Ibid Inv. Rep., **78,** 1969.
29. HESP, W. R.—PHILIPP, D. H.—WATERS, P. L.: Ibid Inv. Rep., **79,** 1969.
30. BOWLING, KMcG.: Proc. Aust. Inst. Min. Met. **233,** 33—9, 1970.
31. BOWLING, K. McG.—WATERS, P. L.: Brit. Chem. Engng., **13,** 1127—33, 1968.
32. SWAINE, D. J.: Thermal Analysis. Academic Press New York, **2,** 1377—86, 1969.
33. MATTHEWS, C. J.: Rev. Pure Appl. Chem., **18,** 311—27, 1968.
34. SMITH, M. Y.: J. Inst. Fuel., **42,** 248—50, 1969.
35. BROOKS, J. D.—HESP, W. R.: Aust. Chem. Proc. Engng., **21,** (2), 16—20, 1968.
36. HESP, W. R.—RIGBY, D.: J. Appl. Chem. (London), **18,** 313—8, 1968.
37. MC TAGGART, K.: Adv. in Chem. Series (Am. Chem. Soc.), **80,** 176—81, 1969.
38. WADSLEY, A. D.—REID, A. F.—RINGWOOD, A. E.: Acta Crystall., **24B,** 740—2, 1968.
39. DUBICKI, L. et al.: Aust. J. Chem., **21,** 1461—72, 1968.
40. BIEGLER, T.: Aust. J. Chem., **22,** 1583—91, 1969.
41. KOCH, D. F. A.—WEEKS, A. R.: Aust. Electronics Engng., **1** (9), 16—19, 1969.
42. ARNOLD, R.: Aust. J. Chem., **21,** 521—5, 1968.

KELET-EURÓPA FÜGGŐLEGES KÉREGMOZGÁSI TÉRKÉPE

JOÓ ISTVÁN

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA

A földkéreg mozgásának vizsgálata eleinte országonként és szakterületenként (geodézia, óceanográfia, geológia-geomorfológia) elkülönülve folyt. Később e vizsgálatok kiszélesedése és elmélyítése, de mindenekelőtt a vizsgálatokat követő szakirodalmi közlések létrehozták a regionális, illetve nemzetközi együttműködés alapjait. Így került sor a Nemzetközi Geodéziai Asszociáció (IAG) keretében a Recens Kéregmozgások Bizottságának (CRCM) létrehozására és ezen belül a nyugat-európai, a kelet-európai és a finn-skandináv albizottság létrehozására [2, 9].

A Planetáris Geofizikai Kutatások Bizottsága (KAPG) a szocialista államok tudományos akadémiái sokoldalú együttműködésének keretében 1966-ban jött létre. A KAPG 3. sz. Albizottsága ugyancsak kéregmozgási vizsgálatokkal foglalkozik.

A későbbi szakaszban a vizsgálatok sajátos módon csoportosultak. A kontinenseken belüli vizsgálatok a vizsgálati módszerek szerint differenciálódtak, és keretükben intenzív vizsgálatok folytak és folynak a földkéreg függőleges irányú mozgásának megismerése végett. Ezekben a vizsgálatokban az ismételt szabatos szintezéseknek van legdöntőbb szerepük.

A vizsgálatok másik csoportja a kéregmozgás vízszintes irányú komponensének meghatározásával foglalkozik, illetőleg a komplex mozgások feltárását végzi. A lejátszódó folyamatok bonyolultsága és a rendelkezésre álló mérési, megfigyelési módszerek kisebb megbízhatósága miatt ezek a vizsgálatok napjainkra csak szerényebb eredményeket tudtak felmutatni.

A másik nagy vizsgálati csoport a kontinensek egymáshoz viszonyított mozgásával foglalkozik. Ezen a területen a geofizikusok, a geológusok-geomorfológusok tevékenységéhez nagymértékben járul hozzá a geodézia az ismételt szabatos földrajzi helymeghatározások mérési anyagával. Újabban pedig a szatellitageodézia nyújt jelentős segítséget e vizsgálatok geometriai megalapozáshoz; egyrészt a geodéziai világhálózat kialakítása [10], másrészt a több ezer kilométeres távolságok közvetlen meghatározása útján.

Az oceanográfiai megfigyeléseket a vizsgálatok harmadik csoportjába lehet sorolni. Ezen vizsgálatok közül elsősorban a tengerpartokon elhelyezett

vízszintmérők (mareográfok) érdekelnek bennünket. A vízszintmérők rendszeres megfigyelési anyaga révén, továbbá a vízszintmérőket összekötő szabatos szintezések segítségével tudjuk megállapítani azokat a kiindulási adatokat, amelyekre támaszkodva levezethetők (a kontinensen belül végzett ismételt szintezések felhasználásával) a függőleges irányú kéregmozgás sebességének abszolút értékei.

A függőleges kéregmozgások abszolút sebességének levezetésénél jelentősége van az ún. eusztatikus hatásnak is. Az eusztatikus hatás következtében keletkező középtengerszint-változásokat ugyancsak az oceanográfiai vizsgálatok biztosítják.

Európában a szocialista államok területén a kéregmozgási vizsgálatok különböző időben kezdődtek. Ezekre a vizsgálatokra jelentős hatással voltak az IAG Recens Kéregmozgási Bizottságának kéregmozgási szimpoziumai (1962, Lipcse; 1965, Aulanko; 1968, Leningrád; 1971, Moszkva) [6, 2, 9]. Az IAG Recens Kéregmozgási Bizottságának kelet-európai albizottsága által felvázolt vizsgálatokat lényegében a KAPG 3. sz. albizottsága koordinálta, illetőleg végrehajtásukhoz nagy segítséget adott. E munkálatokban a szocialista államok geodéziai és oceanográfiai szolgálatai nagy munkát végeztek.

A Kelet-Európa területére vonatkozó összefoglaló kéregmozgási térkép tervét az azóta elhúnyt MESCSERJAKOV, JU. A. szovjet professzor kezdeményezte, és már 1965-ben Aulankoban ismertette ezzel kapcsolatos elgondolásait. Ebben az időpontban a legtöbb résztvevő ország már rendelkezett bizonyos mérési anyaggal, vagy már le is vezette saját területére az előzetes kéregmozgási jellemzőket. A munkálatok 1965—66-tól kezdve intenzívebbé váltak, és a tudományos akadémiák, valamint a geodéziai szolgálatok között elmélyült együttműködésben folytak.

A résztvevő országok 1967-ben a KAPG Varsóban tartott ülése során, majd 1968-ban Leningrádban, a II. kéregmozgási szimpozium idején tartott albizottsági ülésen kölcsönösen tájékoztatták egymást az addig végzett munkálatokról, és kicserélték eredményeiket. 1969-ben Lipcsében a kelet-európai albizottság következő munkaülése megállapította, hogy a résztvevő országok területére vonatkozó vizsgálatok befejeződtek, és előírta a rendelkezésre álló anyagok együttes feldolgozását és a tengerparti vízszintmérő állomások megfigyeléseire támaszkodó előzetes sebességértékek levezetését. Ezt követően ezeket az adatokat meg kellett küldeni a tengerparttal nem rendelkező országok számára is (Csehszlovákia, Magyarország). Ez a tanácskozás foglalkozott továbbá a kéregmozgási jellemzők térképi ábrázolásának egységesítésével és ajánlotta az izovonalaknál a 2 mm/év alapszintköz, továbbá az 1 : 2 500 000 méretarány bevezetését.

1970 elején Moszkvában, a következő munkaülésen elfogadták a vizsgálati hálózat együttes kiegyenlítésének programját és módszerét, tisztázták a rendelkezésre álló geodéziai és geológiai-geomorfológiai adatok együttes fel-

használásának kérdéseit. A vizsgálati hálózat sebességértékeinek együttes kiegyenlítését a Szovjetunió geodéziai szolgálata vállalta el.

A kiegyenlítés alapján a Szovjetunió geodéziai szolgálata minden országnak megküldte a területükre vonatkozó csomópontok és határmenti csatlakozó pontok kiegyenlített sebességértékeit és a kiegyenlítés során eszközölt javításokat. Ezekre a kiegyenlített értékekre támaszkodva mindegyik ország a maga területén elvégezte a többi alappont abszolút sebességének számítását és a függőleges mozgásokat bemutató izovonalak megszerkesztését.

A bulgáriai mérési és vizsgálati anyagok nem voltak csatolhatók a többi résztvevő ország anyagaihoz, ezért különállóan kellett az adatokat kiegyenlíteni és a kéregmozgási térképet megszerkeszteni.

Az 1971 elején (ugyancsak Moszkvában) tartott munkaülésen elvégezték a résztvevő országok által szerkesztett izovonalak egyeztetését az országhatárok mentén. Itt az a vélemény alakult ki, hogy az összefoglaló kéregmozgási térképet a Szovjetunió készítse el, és a résztvevő országokkal együtt mutassa be 1971 nyarán Moszkvában az IUGG XV. közgyűlésén.

Ilyen módon készült el Kelet-Európa területére az 1 : 2 500 000 méretarányú összefoglaló recens kéregmozgási térkép. Ez év augusztusában az eredeti térképet be is mutatták, továbbá 1 : 10 000 000 méretarányú sokszorosított másolatait szétosztották a programban résztvevő országok és a tanácskozáson résztvevő delegációk között. Ennek a térképnek a kicsinyítésével és egyszerűsítésével készült az a vázlat, amit tájékoztatásul ebben a tanulmányban bemutatunk.

Az összefoglaló térkép alapját alkotó egyes nemzeti kéregmozgási térképeket az illető országokban létrehozott bizottságok szerkesztették. A magyar nemzeti kéregmozgási térképet a következő munkabizottság szerkesztette: Joó, I. (a bizottság vezetője), Csatkai, D., Füry, M., Lukács, T. és Németh, F.

A nemzeti térképekből készült összefoglaló kéregmozgási térkép szerkesztő bizottságát Boulanger, Ju. D. vezette. A szerkesztő bizottság tagjai: Deumlich, F.; Entin, I.; Hristov, Vl.; Joó, I.; Kasin, L.; Lilienberg, D.; Szetunszkaja, L.; Vyskocil, P.; Wyrzykowski, Z. és Zotin, M. voltak.

A vizsgálatok előkészítésének és az összefoglaló térkép tartalmának egyes jellemző vonatkozásait az alábbiakban ismertetjük.

1. *Oceanográfiai és geodéziai mérések*

A vizsgálatba vont területen 149 vízszintmérő állomás állt rendelkezésre. Mindegyik vízszintmérő állomásra levezették a földkéreg függőleges mozgásának abszolút sebességét. A kéregmozgási hálózat együttes kiegyenlítéséhez a fentiek közül 31 vízszintmérő állomás abszolút sebességértékeit használták fel. A kiindulási sebességértékek középhibája legfeljebb $\pm$ 0,3 mm/év volt.

A munkálatokba bekapcsolt vízszintmérő állomások viszonylag hosszú idő óta folyamatosan végzik a megfigyelést. (18 állomás legalább 60 éve, 8 legalább 40 éve és 5 állomás 25—40 éve).

A hat együttműködő országban a kiegyenlítésbe bevont vizsgálati vonalak teljes hossza 94 400 km volt.

Olyan területeken, ahol a vizsgálati vonalak túl sűrűn helyezkedtek el, egyes vonalak nem kerültek be az együttes kiegyenlítésbe.

A vizsgálati vonalak kétszeri szintezése között eltelt idő 25 év körül van Bulgáriában, Csehszlovákiában, Magyarországon, a Német Demokratikus Köztársaságban és Lengyelországban. A Szovjetunióban a közepes idő mintegy 20 esztendő (a maximális egyes vonalaknál 60—70 év, a minimális pedig 10 év). A rövidebb időközű szintezéseknél nagyon gondosan ellenőrizték, hogy a mérési eredmények kellően megbízhatók-e. Az ilyen rövidebb időközű szintezések vonalainak együttes hossza a vizsgálati vonalak teljes hosszának 1%-ánál is kisebb volt.

Egyes esetekben (főképpen az országhatárokon keresztül végzett csatlakozásoknál) a vizsgálati vonalakon kisebb szakadások jelentkeztek; vagyis nem lehetett a sebességértékeket a vonal mentén folyamatosan levezetni. Ilyenkor a szakadás két végpontjára levezetett sebességértékeket megegyezőnek fogadták el.

A mozgások sebességének előzetes számítása Csehszlovákiában, Magyarországon és a Szovjetunióban a mért magasságkülönbségek alapján történt. A Német Demokratikus Köztársaságban és Lengyelországban viszont az első szintezés kiegyenlített magasságkülönbségeit kellett összehasonlítani a második szintezés során mért magasságkülönbségekkel, mivel ezekben az országokban az első szintezés mért értékei nem álltak rendelkezésre. Bulgária esetében mindkét szintezés kiegyenlített adatait használták fel a sebességértékek levezetésére.

A levezetett sebességértékek poligon záróhibáinak maximális értékei a következők szerint alakultak: 86 poligonnál $\pm$ 3 mm/év, 9 poligonnál $\pm$ 5 mm/év, 13 poligonnál (két határ menti poligonnal együtt) $\pm$ 5 mm/év és $\pm$ 9,6 mm/év között. (A nagyobb záróhibák mindig az 1700 km-nél nagyobb kerületű poligonokban adódtak. A záróhibák átlaga mintegy $\pm$ 3,5 mm/év.)

A bolgár vizsgálati hálózatban a poligonzárások átlagértéke $\pm$ 2 mm/év, a maximális záróhiba pedig — 7 mm/év volt.

A hálózat együttes kiegyenlítése a közvetett mérések módszerével történt. A kiegyenlítéshez elektronikus számítógépet alkalmaztak. Az L km hosszú szakasz sebességértékének súlyát a

$$p = \frac{100}{(m_1^2 + m_2^2)\, L} \left(\frac{\Delta T}{20} \right)^2$$

KELET–EURÓPA
JELENKORI FÜGGŐLEGES FÖLDKÉREGMOZGÁSÁNAK VÁZLATA
FÖLDKÉREGMOZGÁS SEBESSÉGÉRTÉKEI mm/év EGYSÉGBEN

Az eredeti térkép a Nemzetközi Geodéziai és Geofizikai Unió (IUGG) Nemzetközi Geodéziai Asszociációja (IAG) Recens Földkéregmozgási Bizottsága (CRCM) Kelet-európai Albizottsága keretében készült

FŐSZERKESZTŐ:

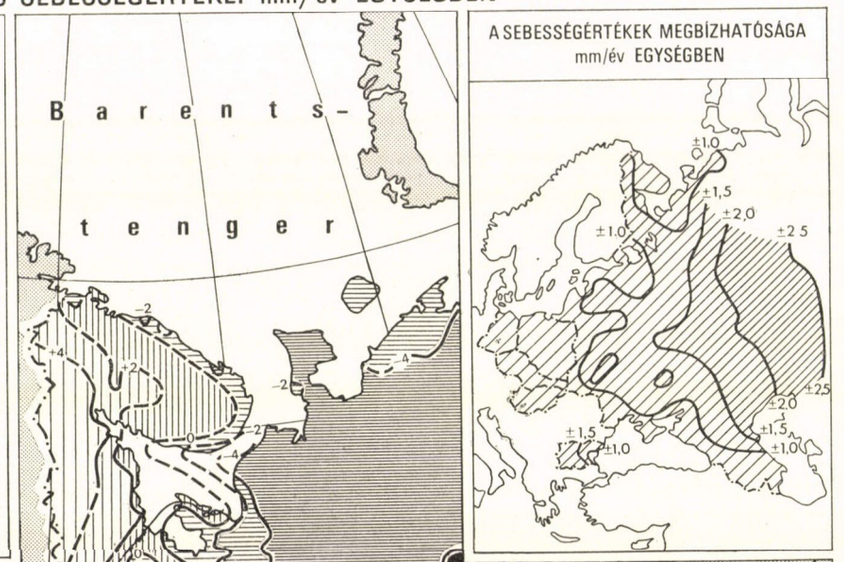
Mescserjakov J. A.

SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG:

Boulanger J. (SZU), Wyrzykowski T. (LNK), Vyskochil P. (CsSzSzK), Deumlich F. (NDK), Zotin M. (SzU) Joó I. (MNK), Kasin L. (SzU), Lilienberg D. (SzU), Szetunszkaja L. (SzU) Hrisztov V. (BNK), Entin I (SzU).

A NEMZETI FÖLDKÉREGMOZGÁSI TÉRKÉPEK SZERKESZTŐI:

BNK: Vrübljanszki B., Totomanov I.; MNK: Joó I., Lukács T., Németh F., Füry M., Csatkai D.; NDK: Bankwitz P., Lang A., Montag H., Thurm H.; LNK: Wyrzykowski T., Dziadziuszko L., Kowalski W., Liszkowski E.; SzU: Blagovolin N., Bülinszkaja L., Gorelov Sz., Karamüseva T., Korokina T., Lilienberg D., Matckova V., Mescserszkij I., Nikonov A., Pobedonoszcev Sz., Rozanov L., Szerebrjannüj L., Szetunszkaja L., Filkin V., Sabanova A., Entin I.; CsSzSzK: Vyskochil P.



MEGJEGYZÉS: A VÁZLAT A SZOVJETUNIÓ GEODÉZIAI SZOLGÁLATA (GUGK) ÁLTAL 1971–BEN MOSZKVÁBAN KIADOTT 1:10000000 MÉRETARÁNYÚ KELET–EURÓPAI JELENKORI FÜGGŐLEGES FÖLDKÉREGMOZGÁSI TÉRKÉP FELHASZNÁLÁSÁVAL KÉSZÜLT

1. ábra

képlettel számították. A képletben m_1 és m_2 az első és a második szintezés véletlen hibája (az oda- és visszamérések magasságkülönbségeinek eltérései alapján, LALLEMAND ismert képletével számítva), ΔT pedig a két szintezés között eltelt idő.

Az összefüggésből megállapítható, hogy egységsúlyként egy 100 km hosszú szakaszra levezetett sebességértékhez tartozó véletlen hibát fogadtak el, ha a két szintezés között 20 év telt el. A vizsgálati hálózatban a LALLEMAND-féle képlettel számított véletlen hibák $\pm$ 0,3 mm/km és $\pm$ 1,3 mm/km között voltak. Csupán a Szovjetunió területén adódtak olyan — még 1912 előtt mért — vonalak, amelyeken ez a hiba $\pm$2,0 mm/km volt.

A vízszintmérő állomásokra levezetett abszolút sebességértékeket hibátlanoknak tekintették. A tengerszint eusztatikus változása miatti javítást pedig nem alkalmazták.

Az együtes kiegyenlítés 226 pont abszolút mozgásának legvalószínűbb sebességértékét szolgáltatta. De kiszámították a 226 pont levezetett sebességértékének középhibáját is. A kiegyenlítés során a súlyegységre $\pm$ 0,92 mm/év középhiba adódott, maguk a középhibák pedig $\pm$0,2 mm/év és $\pm$2,6 mm/év közé estek. A négyzetes középhiba-értékek alapján meg lehetett szerkeszteni a vizsgált területre a kéregmozgási sebességértékek megbízhatóságát bemutató izovonalakat is. Ez a vázlat a térképen is fel van tüntetve. (Ugyanez látható a mellékelt vázlat jobb felső sarkában is.)

A kiegyenlítés során a sebességértékekhez számított megbízhatósági mérőszámok grafikus ábrázolása azt mutatja, hogy a középhibák a kiindulási pontoktól (a vízszintmérő állomásoktól) távolodva növekszenek. A középhibák Magyarország, Csehszlovákia, Német Demokratikus Köztársaság és Lengyelország területén, valamint a Szovjetunió nyugati, északnyugati és délnyugati területein általában nem nagyobbak, mint $\pm$ 1 mm/év. Ezektől kelet felé (illetve a kontinens belseje felé) haladva a középhibák egészen a már említett $\pm$ 2,6 mm/év-ig növekszenek.

2. *Az összefoglaló térkép megszerkesztése, a sebességértékek rövid jellemzése*

A legtöbb országban megvizsgálták a magassági alappontok állandósításának módját, a jel állapotát, a környező talaj mérnökgeológiai jellemzőit, továbbá a pont helyzetét, a tektonikai szerkezetet, a jelenkori domborzatformáló folyamatok irányát, sőt az egyes specifikus regionális tényezők hatását is. (Például az építkezések okozta terhelés, a közlekedés, a víztárolók, a bányaművelés, a víznyerés és egyéb hatások.)

A vizsgálatok eredményeképpen kizárták a további feldolgozásból azokat a magassági alappontokat, amelyek állandósítása nem felelt meg a követelményeknek és azokat a pontokat is, amelyek valamilyen különleges környezeti hatás alatt állanak.

Egyes körzetekben (Német Demokratikus Köztársaság, Csehszlovákia, Szovjetunió) különleges geomorfológiai vizsgálatokat végeztek. Elvégezték a tektonikus szerkezetek, továbbá a jelenkori, negyedkori és holocén mozgások vizsgálatát, a recens tektonikus mozgások és exogén folyamatok vizsgálatát.

Az egyes országok tehát különböző mértékben használták fel a geológiai-geomorfológiai adatokat.

Az eddig leírt vizsgálatok eredményeire támaszkodva, a kiegyenlített sebességértékek alapján állították össze az összefoglaló recens kéregmozgási térképet.

A térkép elkészítése során először a vizsgálati vonalakon szerkesztették meg az izovonalak helyét, majd a poligonok által határolt terület geológiai-geomorfológiai jellemzői alapján vezették az izovonalakat.

Az izovonalakon kívül a térképen feltüntették a még felhasznált szintezési vonalakat, a kiegyenlítésbe bevont magassági alappontokat és az ezekre a magassági alappontokra levezetett kiegyenlített sebességértékeket. Megtalálhatók még a térképen a vízszintmérő állomások és az ezekre levezetett abszolút sebességértékek.

Az elkészített térkép bemutatja a recens függőleges mozgások irányát és sebességét. A mozgások sebességének ábrázolására alkalmazott izovonalak általában 2 mm/év alapértékközűek. Egyes esetekben azonban a pontok sűrűségétől és a sebességértékek megbízhatóságától függően 1 mm/év értékű kiegészítő izovonalakat is használtak.

A mozgások irányának bemutatására a színfokozatos ábrázolást alkalmazták. Az emelkedéseket a sárgásbarna, a süllyedéseket pedig a zöld szín fokozatai mutatják. A nagyobb sebességeket mindkét esetben sötétebb színárnyalatokkal fejezték ki. Az egyes színfokozatok határoló vonalai mindig a megfelelő izovonalak. (A mellékelt vázlaton a színfokozatos eljárás helyett a különböző irányú és sűrűségű vonalkázás fejezi ki a kéregmozgás irányát és mértékét.)

A megszerkesztett kéregmozgási térkép jelentős a Föld kérgének vizsgálata szempontjából, hiszen a térkép mintegy 6 500 000 km^2 terület függőleges recens mozgását mutatja be. Ezen a területen a vizsgálatok szerint a maximális süllyedések az északkeleti orosz síkságon (Pecsora-síkságon) (—11,8 mm/év) és a Fekete-tenger keleti partján (—6,5 mm/év) mutatkoztak.

A legnagyobb emelkedő zónák a Kaukázus hegyrendszerében (+13,5 mm/év) és a Dnyeper melletti hátságon (+9 mm/év) adódtak.

A terület nyugati részén (Német Demokratikus Köztársaság, Lengyelország, Magyarország, Csehszlovákia) általában enyhébb süllyedések mutathatók ki, amelyeket helyenként kisebb vagy nagyobb kiterjedésű emelkedési zónák tarkítanak.

A Szovjetunió európai részének déli és nyugati területein általában emelkedési jelleg mutatható ki, kivéve a Fekete-tenger északnyugati partját, és az

Azovi-tenger partvidékét, továbbá a Kiev-környéki körzeteket és még néhány egyéb területet.

A Szovjetuniónak Leningrádtól északra fekvő nyugati határvidékén ugyancsak emelkedési tendenciák jelentkeztek, amelyek nyugat felé egyre jelentősebbek. E területen a mozgások előjele és nagysága is megegyezik a finn—skandináv területen már kimutatott határozott emelkedéssel. Így majd nehézség nélkül lehet összekapcsolni a most megszerkesztett térképet a Skandináv-félsziget és Finnország területére már megszerkesztett térképpel.

A Kárpát-medence vizsgált területein csak süllyedések voltak kimutathatók; méghozzá a Kárpátok körzetében minimális, a medencében pedig valamivel nagyobb mértékben.

3. *A térkép megbízhatósága, további feladatok*

A levezetett sebességértékek megbízhatósága $\pm 0{,}2$ mm/év-től egészen $\pm 2{,}6$ mm/év-ig terjed. Azokban a körzetekben tehát, ahol csak csekély értékű mozgások adódtak, ezek a mozgások csak akkor használhatók fel egyértelműen, ha e körzetre érvényes középhibák igen csekélyek. Más oldalról közelítve meg a kérdést; olyan körzetekben, ahol nagyok a középhibák (± 2 mm/év, vagy nagyobb), csak az igen jelentős mozgásokat lehet valósaknak tekinteni.

A levezetett sebességértékek és a kéregmozgási térkép kétségtelenül nagy tudományos jelentősége mellett rá kell mutatni néhány olyan sajátosságra is, amelyek közrejátszottak a kedvezőtlenebb középhibák megjelenésében, illetőleg amelyek befolyásolják a levezetett jellemzők használhatóságát. Ezek a következők:

a) Egyes körzetekben igen régi és emiatt kevésbé megbízható szintezési adatokat kellett felhasználni a vizsgálathoz. Emiatt ezeken a helyeken egyrészt kisebb megbízhatóságúak a sebességértékek, másrészt az együttes kiegyenlítés keretében ezek hatással voltak a csatlakozó területek anyagára is.

b) A vizsgált területen a szintezési vonalak sűrűsége (a poligonok kerülete) jelentősen különböző. (A poligonok kerülete 300 km-től 3700 km-ig terjed.) Ennek az volt a következménye, hogy az izovonalak megrajzolása során a több ezer kilométeres poligonokon belül igen nagy területeken kellett feltételezésekkel élni. De ilyen esetben a vizsgálati poligon pontjaira levezetett sebességértékek megbízhatósága is csökken.

c) Nem volt teljesen egységes a sebességértékek levezetésének módja. (Egyes országokban a mért magasságkülönbségek helyett a kiegyenlített értékekkel dolgoztak, vagy pedig az első szintezés kiegyenlített értékeit a második szintezés mért értékével vetették össze.)

d) Kelet-Európa délnyugati körzetében a levezetett sebességértékek megbízhatóságát korlátozta az a körülmény, hogy Románia nem vett részt a programban. Emiatt egyrészt a bolgár vizsgálati adatokat nem lehetett a

többi ország adataihoz csatlakoztatni, másrészt Románia területére sem állnak rendelkezésre a kéregmozgási adatok.

e) Jugoszlávia csak később kapcsolódott be ezekbe a munkálatokba. Emiatt a jugoszláv adatokat már nem lehetett bevonni az együttes kiegyenlítésbe.

f) A kiegyenlítésből hazánk területére levezetett abszolút sebességértékek nélkülözik az Adriai-tenger partján elhelyezett vízszintmérő állomások újabb adatait. A hazánk területére levezetett sebességértékeket túlságosan távoli és a tulajdonképpeni magassági rendszerünkkel kapcsolatban nem levő vízszintmérőkhöz kapcsolták (a Balti-tenger és a Fekete-tenger partján elhelyezett szovjet mareográfok).

g) A geológiai-geomorfológiai vizsgálatok elvégzése és ezeknek a munkálatokban való felhasználása országonként különböző volt.

A fentiekre tekintettel tovább kell folytatni a függőleges kéregmozgások vizsgálatát, törekedni kell az egyes országban végzett vizsgálatok még nagyobb mértékű egységesítésére, összehangolására, annak érdekében, hogy a kiindulási és magassági adatok megbízhatóságát növelhessük, és a valóságos folyamatokat még jobban megközelítő kéregmozgási térképeket tudjunk szerkeszteni.

A program keretében mielőbb el kell végezni azokat a kiegészítő, finomító munkákat, amelyekre a nemzetközi csatlakozás és az együttes kiegyenlítés felhívta a figyelmet.

A kéregmozgási vizsgálatok még jobb geodéziai megalapozását szolgálják azok a munkálatok, amelyeknek keretében az európai szocialista államok kiépítik az új vizsgálati vonalakat. Ezek mérésére 1973—1976-ban kerül sor. Az újabb szintezések alapján egyrészt megbízhatóbb értékekhez jutunk, másrészt növekszik az első és a legújabb szintezés közötti időköz.

Megkezdődtek az előkészületek a Jugoszlávia területén végzett vizsgálatok és a többi szocialista állam vizsgálatainak összekapcsolására. Ilyen módon nemcsak a vizsgált terület növekszik, hanem mód nyílik az Adriai-tenger partján elhelyezett vízszintmérő állomások adatainak felhasználására is. Másrészt Jugoszlávián keresztül a bulgáriai adatokat is csatlakoztatni lehet a többi országéhoz.

Mivel a finn-skandináv körzetben már levezették a függőleges kéregmozgás jellemzőit, a következő időszakban elvégezhető lesz a kelet-európai és a finn-skandináv vizsgálatok összekapcsolása. Ilyen módon — a nyugat-európai országok által végzett mérések és vizsgálatok mielőbbi kiteljesedésének reményében — mód nyílhat az egész Európa területére kiterjedő egyeztetett kéregmozgási jellemzők meghatározására és Európa kéregmozgási térképének megszerkesztésére.

Összefoglalva: a kelet-európai országok által végzett vizsgálatok jelentős állomáshoz érkeztek az új, összefoglaló kéregmozgási térképpel. A térképen

rögzített információk számos tudomány és szakterület részére nyújtanak lényeges segítséget.

A függőleges kéregmozgások vizsgálatának területi kiterjesztésével, a vizsgálatok alapját alkotó geodéziai mérések megbízhatóságának további növelésével, valamint a vizsgálatokkal érintett tudományterületek még hatékonyabb együttműködése révén reális lehetőség van a mozgásjellemzők még megbízhatóbb és részletesebb megszerkesztésére, és ennek segítségével a Föld kérgében és a mélyebb rétegekben végbemenő folyamatok megbízhatóbb feltárására.

IRODALOM

1. Boulanger, Ju. D.—Deumlich, F.—Entin, J.—Joó, I.—Kasin, L.—Hristov, Vl.—Lilienberg, D.—Szetunszkaja, L.—Vyskocil, P.—Wyrzykowski, Z.—Zotin, M.: Summary map of the recent vertical crustal movements for Eastern Europe. XV. Gen. Assembly of the IUGG Moscow, 1971.
2. Bendefy L.: Az IUGG—IAC—CRCM II. nemzetközi szimpoziuma. Geod. és Kart., 1965.
3. Dambara, T.: Synthetic vertical movement in Japan during the recent 70 years. XV. Gen. Assembly of IUGG Moscow, 1971.
4. Egyed L.: A kéregmozgások okai és magyarországi kéregmozgások. Geofizikai Közl., 1957.
5. Hazay I.: A vertikális kéregmozgási hálózatok kiegyenlítése. Geod. és Kart., 1967.
6. Homoródi L.: A földkéreg mozgásainak vizsgálata. Geod. és Kart., 1962.
7. Joó I.—Lukács T.—Németh F.: A függőleges földkéregmozgás vizsgálatának nemzetközi és hazai vonatkozásai. Geod. és Kart., **6**, 1968.
8. Joó I.—Lukács T.—Németh F.: A magyarországi szintezési hálózatok és a függőleges földkéregmozgás vizsgálata. Geod. és Kart., 2, 1969.
9. Joó I.: Nemzetközi kéregmozgási szimpozium. Geod. és Kart., 1968.
10. Joó I.: A mesterséges holdak a gyakorlati geodéziában. Geod. és Kart. **5**, 1971.
11. Jovanović, P.: Iszledovanyie szovremennüh vertikalnüh dvizsenyij zemnoj korü Jugoszlavii. XV. Generalnaja Asszambleja MGGSz, Moszkva, 1971.
12. Kukkamäki, T. J.: Fennoscandian Sub-Comission. XV. Gen. Assembly of IUGG Moscow, 1971.
13. Lilienberg—Szetunszkaja—Blagovoline—Bülinszkaja—Gorelov—Nikonov—Rozanov—Szerebrjannü—Filkine: L'analyse morphostructurale des mouvements verticaux actuels de la partie Européenne de l'URSS. XV. Assemblée Générale de l'UGGI Moscou, 1971.
14. Meade, B. K.: Report of the Sub-Commission on recent crustal movements in North America. XV. Gen. Assembly of IUGG, Moscow, 1971.
15. Mescserjakow, Ju. A.: The map of recent crustal movements of Eastern Europe. Third Symposium, Leningrad, 1968.
16. Regőczi E.: Magyarország régi elsőrendű szintezési hálózata. Az Állami Földmérés Közleményei, 1949.

AZ APOLLÓ 12 HOLDEXPEDÍCIÓ BEGYŰJTÖTT KŐZETEINEK ELŐZETES VIZSGÁLATA

A holdkőzettani laboratórium jelentése és egyéb források alapján összeállította

KISVARSÁNYI GÉZA
UNIVERSITY OF MISSOURI
ROLLA, USA

Az Intrepid nevű űrhajó a „Surveyor-kráter" pereméhez közel ért Holdat. E pont közelében szállt le előzőleg (1967. ápr. 20-án) a Surveyor III. ember nélküli űrhajó, a Hold 23,34° Ny-i és 2,45° D-i pontján, 120 km távolságra DK-felé a nagyobb LANSBERG-krátertől.

Habár ez a leszállás is a Hold „tengeri" síkján történt, meglehetősen sok kisebb-nagyobb kráter volt az űrhajó közelében 50—400 méteres átmérővel. Az űrhajósok már merészebben mozogtak az űrhajó körül, és több kisebb „geológiai kirándulást" tettek. Megállapították, hogy a Surveyor-körzetben a Hold felszíne, két és fél éves felvételek alapján, semmit sem változott. A Surveyor által kiásott kis árok is „érintetlen" volt.

A Hold regolit (talaj) szemcseösszetétele megint igen változónak mutatkozott. A szemcsenagyság a tizedmillimétertől a hatalmas, több méter átmérőjű szikladarabokig változik. A finom porszerű talaj átlagvastagsága azonban kisebb, mint az Apollo 11 területén. A felszín alatt a Hold sötétebb kőzetporától elütő, világos színű, nagy albedójú, finom szemű kőzetanyagra bukkantak. Feltételezik, hogy ez anyag a Copernicus sugaras rendszeréhez tartozik. Az űrhajósok a Földön levő tapasztalt geológusok segítségével leírták és osztályozták a krátereket, és amennyire abszorbeáló arcvédőjük és a napsugarak erős reflexiója engedte, leírták a kőzetek megjelenését. Megfigyelték, hogy a kráterek nagy része a Hold laza talaja alatt fekvő szilárd kőzetanyagból kidobott kőzet és nagyobb szikladarabok. A kidobott anyag éles, szögletes mivolta arra utalhat, hogy aránylag fiatal kráterek is lehetnek a környéken.

A begyűjtött kőzetek nagy része teljesen kristályos anyag, és főleg a kráterek peremeiről származik. Ellentétben az Apollo 11 kőzeteivel, a begyűjtött anyagban alig volt breccsa. A kőzetformáló kristályok nagysága 0,05—35 mm között váltakozik. Az ásványtani összetétel hasonlít ugyan az Apollo 11 kőzeteiéhez, de arányai meglehetősen különböznek. A kőzetek nagy része a földi plutoni, és vulkáni kőzetek szövetéhez hasonló, jó része üreges. Az üregekben az alapanyag fő ásványai: plagioklász, piroxén, olivin, ilmenit és spinell.

Egyes kőzetek ásványtani összetétele hasonlít a földi gabbrók összetételéhez, egyenletes szemnagyságú gabbroidális szövettel. Más kőzetek diabáz-

hoz hasonlóan ofitos vagy bazalthoz hasonlóan variolitos szövetűek. Az ilmenit és következésképp a Ti mennyisége ezekben a kőzetekben általában kisebbnek mutatkozott. Viszont egyéb vastartalmú ásványok, szilikátok mennyisége nagyobb. A kőzetek ásványi összetétele erősen variálódik, ami kristályosodási és gravitációs differenciálódással magyarázható.

Az ásvány-kőzettani vizsgálatok alapján (modus) a következő kőzetfajták voltak megkülönböztethetők:

peridotit:		piroxén	50%
		olivin	40%
		plagioklász	10%
olivingabbro:		piroxén	25%
		olivin	40%
		plagioklász	25%
		ilmenit	10%
gabbro és troktolit:		piroxén	15%
		olivin	40%
		plagioklász	45%
anortozit:	plagioklász		
névtelen:	szanidin	} valószínű késői differenciációs	
	plagioklász	} termék	
Ti és Fe érc:	ilmenit	93%	

Ezeken az ásványokon kívül β krisztobalit, szanidin, troilit és termésvas gyakori. A Holdat befedő finom szemű poranyag 20%-a üvegnek bizonyult e mintavételi területen. Ásványok törése, zúzódása, ikresedése, üvegesedése, rekrisztallizációja és egyéb elváltozásai meteorbecsapódások hatására utalnak.

A legfontosabb kőzetalkotó elemek nagyságrendje a következő: O, Si, Fe, Mg, Ca, Al, Ti, kisebb mennyiségben, de jelen vannak a Cr, Na, Mn, K (lásd kémiai elemzési táblázatot). Érdekes kémiai differenciálódást mutat a diagram a Mg-tartalom függvényében.

Kőzettani érdekességként újra említeni kell a 12013-as számú kőzetet. E minta SiO_2-tartalma 61%, és a K, Rb, Ba, Zr, Y, Yb és Li elemek 10—50-szeres mennyiségben szerepelnek kémiai összetételében a többi kőzet átlagértékeihez képest.

Összefoglalásul a következő megállapításokat lehet tenni az Apollo 11 és 12 kőzeteiről.

1. Apollo 12 kőzeteinek Ti-tartalma: TiO_2 1,2—5,1%
   Apolló 11 kőzeteinek Ti-tartalma: TiO_2 7—12%
2. Egy Apollo 12 minta azonban tulajdonképpen titániumvasérc, 93% ilmenit tartalommal.
3. Az Apollo 12 mintáiban alacsonyabb az átlagos K, Rb, Zr, Y, Li és Ba-tartalom, de magasabb az átlagos Fe, Mg, Ni, Co, V, Sc-tartalom.

1. táblázat

Hold-minták gammasugár elemzése

Minta	Súly (g)	K (súly %)	Th (ppm)	U (ppm)	^{26}Al (dpm/kg)	^{22}Na (dpm/kg)	Egyéb elem izotópok	Megjegyzések
12002	1530	0,044 ± 0,004	0,96 ± 0,1	0,24 ± 0,033	72 ± 14	53 ± 10	^{54}Mn, ^{52}Mn, ^{56}Co, ^{46}Sc, ^{48}V	Kristályos kőzet
12004	502	0,048 ± 0,004	0,88 ± 0,09	0,25 ± 0,033	112 ± 22	65 ± 13	^{54}Mn, ^{56}Co, ^{45}Sc, ^{48}V	
12039	255	0,060 ± 0,005	1,20 ± 0,12	0,31 ± 0,040	80 ± 16	45 ± 9	^{56}Co, ^{54}Mn	
12053	879	0,051 ± 0,004	0,89 ± 0,09	0,25 ± 0,033	85 ± 17	42 ± 9	^{35}Co, ^{48}V, ^{46}Sc, ^{54}Mn	
12054	687	0,052 ± 0,004	0,77 ± 0,08	0,21 ± 0,030	50 ± 11	42 ± 9	^{48}V, ^{56}Co, ^{54}Mn, ^{46}Sc	
12062	730	0,052 ± 0,004	0,81 ± 0,08	0,21 ± 0,030	65 ± 13	34 ± 7	^{48}V, ^{56}Co, ^{54}Mn, ^{46}Sc	
12064	1205	0,053 ± 0,004	0,88 ± 0,09	0,24 ± 0,035	58 ± 12	44 ± 9	^{56}Co, ^{46}Sc, ^{48}V, ^{54}Mn	
				Egyéb minták				
12034	154	0,44 ± 0,035	13,2 ± 1,3	3,4 ± 0,4	58 ± 12	27 ± 6	^{54}Mn	Breccsa
12073	405	0,278 ± 0,022	8,2 ± 0,8	2,0 ± 0,3	125 ± 25	60 ± 12	^{56}Co, ^{54}Mn, ^{46}Sc	Breccsa
12070	354	0,206 ± 0,016	6,0 ± 0,6	1,5 ± 0,2	140 ± 25	65 ± 13	^{56}Co, ^{46}Sc, ^{48}V, ^{54}Mn	Finomszemű földpátos differenciátum
12013	80	2,02 ± 0,016	34,3 ± 3,4	10,7 ± 1,6				

2. táblázat

Nemesgázok gyakorisága az Apolló 12 mintáiban (10^{-8} ccSTP/g)

Minta	^{4}He	4/3	^{20}Ne	20/22	22/21	^{40}Ar	40/36	36/38	^{84}Kr	^{132}Xe
					Finomszemű anyag					
12070	6 700 000	2 300	120 000	13,3	28	12 000	0,60	5,1	13	2,6
12060	4 000 000	2 100	73 000	13 2	26	9 800	0,80	5,2	4	1,1
					Breccsa					
12034	130 000	940	8 700	12,0	13	3 500	2,1	4,8	0,95	1,1
12071	1 700 000	2 100	33 000	12,3	21	5 300	0,90	5,1	4,8	1,2
					Tipikus kristályos kőzetek					
12062	9 000	59	63	2,4	1,3	1 400	57	0,98	0,07	0,021
12064	13 000	64	60	1,6	1,2	1 300	50	0,83	0,033	0,012
12004	15 000	200	46	3,6	1,4	900	97	1,9	0,02	0,014
					Speciális kőzetek					
12013	360 000	10 000	100	7,8	2,5	820 000	51 000	2,5	0,21	0,15
12010 (világos)	24 000	270	20	5,2	1,8	1 400	72	1,6	0,015	0,017
12010 (sötét)	2 700 000	2 800	88 000	11,9	27	42 000	3,5	5,2	2,9	1,2

3. táblázat

	Kristályos kőzetek						
	12012	12004	12015	12022	12009	12065	12052
Rb	,64	,47	1,0	,17	,57	,72	,80
Ba	38	60	44	38	65	70	50
K	460	480	510	560	520	600	570
Sr	110	145	115	160	110	135	135
Ca (%)	6,6	7,1	7,0	7,9	7,1	9,0	7,9
Na (%)	,39	,36	,27	,27	,38	,29	,33
Y	40	52	46	62	48	48	42
Zr	120	170	160	160	150	180	170
Cr	3 900	5 800	3 900	2 650	5 200	3 500	3 700
V	65	85	95	65	77	135	105
Sc	38	45	44	52	42	60	52
Ti (%)	1,9	2,0	1,9	3,4	2,0	2,3	2,2
Ni	135	90	70	40	67	25	32
Co	48	50	47	36	46	34	42
Fe (%)	17,9	17,9	17,1	17,1	15,5	17,1	16,3
Mn	1 300	1 750	2 550	1 350	1 450	3 200	2 400
Mg	10,6	9,0	8,4	7,8	7,5	6,6	6,0
Li	3,9	4,2	10	3,1	5,5	6,0	4,5
Al (%)	5,7	5,6	5,8	5,8	5,7	6,4	5,8
Si (%)	16,4	17,3	17,8	16,8	19,2	18,2	19,6
SiO_2	35	37	38	36	41	39	42
TiO_2	3,1	3,4	3,2	5,1	3,3	3,8	3,6
Al_2O_3	11	10,5	11	11	11	12	11
FeO	23	23	22	22	20	22	21
MgO	17,5	15	14	13	12,5	9	10
CaO	9,3	10	9,8	11	10	12,6	11
Na_2O	,53	,48	,37	,36	,51	,39	,45
K_2O	,055	,058	,062	,068	,063	,072	,069
MnO	,17	,23	,33	,17	,19	,41	,31
Cr_2O_3	,57	,85	,57	,39	,76	,51	,54
ZrO_2	,016	,023	,022	,022	,020	,024	,023
NiO	,017	,011					
Összesen	100,2	101,1	99,4	99,6	99,1	99,8	100,0

Elemi összetétel (ppm-ben, ahol % nincs jelölve) és %-os oxidos összetétel. A 12013. minta

4. Élő anyag nyoma vagy maradványa itt sincs a kőzetekben.
5. A kőzetek nagy része beleillik egy bazaltos magma differenciálódási sorozatába.
6. A kőzetek összetétele általában nem hasonlít a meteoritokéhoz. A Ni-tartalom nagyon kevés. Feltételezhető, hogy eukritos meteoritokhoz hasonló kőzetek vannak a Holdon.
7. A kőzetek SiO_2-tartalma 47—62% között mozog, erősebben változik, mint a (hasonló) SiO_2-tartalom a Hawai-szigeti kőzetekben.
8. Úgy látszik, hogy a Hold sem a Földdel, sem a meteoritokkal nem volt genetikai kapcsolatban legalább 4500—4600 millió év óta. A Pb-izotóp

A BÁNYAÜZEM ALAPVETŐ PARAMÉTEREI ÉS A VÍZBETÖRÉSEK KÖZÖTTI KAPCSOLATRÓL

KOVÁCS FERENC

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA

Az ásványi nyersanyagok termelésének állandóan növekvő mennyisége, a kedvező adottságú előfordulások számának folyamatos csökkenése arra kényszeríti a bányászatot, hogy egyre kedvezőtlenebb körülmények között dolgozzon. A korábban megkutatott, hagyományos területeken a műveletek a mélység felé tolódnak el, illetőleg a kedvezőtlenebb adottságú előfordulásokat is művelni kényszerülünk. A művelési mélység növekedésével, nehezebb geológiai adottságok között a mélyműveléses bányászatot fenyegető természeti csapások száma jelentősen emelkedik. A veszélyek sorában, a terület adottságaitól függően, elsősorban a vízveszélyt és gázveszélyt kell említeni. A váratlanul jelentkező, nagy víz-, illetőleg gáztömeget a bányatérségekbe juttató események katasztrófákat okoznak, nagyon nagy anyagi kárt és személyi sérüléseket eredményeznek. A folyamatosan fakadó vizek emelése, az állandóan jelentkező gáz eltávolítása az üzemi költségeket növeli.

A következőkben azt vizsgáljuk, hogy a természeti csapások várható bekövetkezése milyen hatással van a bányaüzem főparamétereinek megválasztására, például az üzem termelési kapacitására és a bányamező méreteire.

Jelen tanulmányban a természeti csapások közül a vízbetörések vizsgálatával foglalkozunk, a dorogi és tatabányai szénmedence összegyűjtött adatai alapján.

1. *A vízveszélyt befolyásoló geológiai tényezők*

Irodalmi adatok [1, 2, 3] alapján a vízbetörések számát és vízhozamát elsődlegesen, alapvetően az alábbi három tényező határozza meg: 1. a hegységszerkezet, 2. a védőréteg-viszonyok, 3. a hidrosztatikai nyomás, valamint a karsztosodás mértéke.

A karsztvíz majdnem minden esetben a töréses elmozdulási síkok (vetők) mentén tört be a bányába. A dorogi medencében a vízbetörések 96%-a, a tatabányai medencében pedig 91%-a közvetlenül vetőkhöz vagy azok töredezett zónájához kötött.

Az alaphegységben található nagynyomású víz a törések mentén általában akkor veszélyezteti a bányászatot, ha a művelt telep és a víztároló között

nincs elegendő védőréteg-vastagság. A vízbetörések genetikájában a fajlagos védőrétegnek szintén elsőrendű szerepe van. A vízbetörések száma a fajlagos védőréteg csökkenésével erősen emelkedik. Dorogon a vízbetörések 74%-a, Tatabányán pedig 83%-a az 1 m/atm-nál kisebb fajlagos védőrétegű területekre esik. Az ilyen védettségű mezőket erősen vízveszélyesnek kell minősíteni.

A terület szabdaltsága és a védőréteg hiánya önmagában még együttesen sem eredményez vízveszélyt, csak a karsztosodott üregekben tárolt nagynyomású víz jelenlétével együtt. A már hosszabb idő óta művelt, említett medencékben és a jelenleg kutatás alatt levő területeken is a három tényező együtt található és állandó vízbetörésveszélyt jelent.

Az említett három tényezőt dimenzió nélküli összevonható mérőszámokkal jellemezték [4]. A vízbetörésveszély számszerű kifejezése azonban erősen bizonytalan. A három említett alapvető tényezőn kívül a veszélyt más körülmények is befolyásolják, a hatótényezők (a vető helye, a karsztosodás mértéke stb.) előre általában ismeretlenek. A vízbetörések adatainak elemzése alapján levont következtetések megbízhatóságát több körülmény lerontja. Nem ismeretes pl. a karsztosodás mértékének változása horizontális és vertikális értelemben, nem minden vető vízveszélyes, a nagy, közepes és kis vízhozamú mezők váltakoznak, a nagyhozamú betörések mennyiségének mérése nem megnyugtató stb.

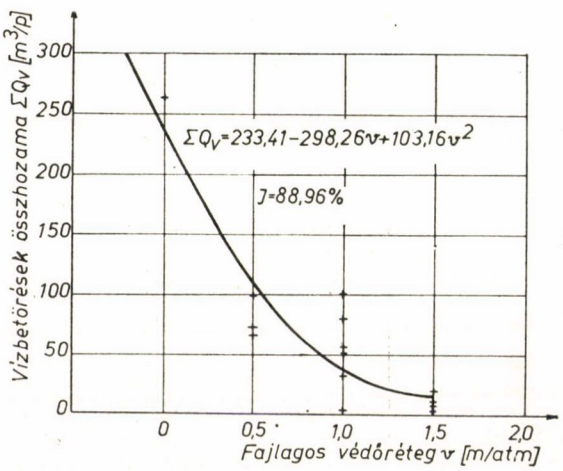
Vizsgáljuk most a védőréteg vastagság hatását a dorogi vízbetörések adatainak felhasználásával [5]. Az egyes dorogi aknák vonatkozásában a fajlagos védőréteg értékeit (v), a vízbetörések összes vízhozamát (ΣQ_v) és az egységnyi lefejtett területre eső vízhozamot (Q_{vT}) az *1. táblázat* tartalmazza.

1. táblázat

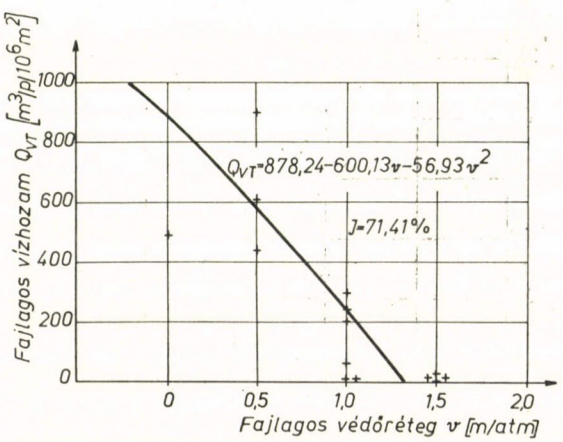
A fajlagos védőréteg, a vízbetörések összes és területegységre eső vízhozama az egyes dorogi aknáknál

Sorszám	Akna	Fajlagos védőréteg	Vízbetörések összhozama	Fajlagos vízhozam
		v [m/atm]	ΣQ_v [m³/perc]	Q_{vT} [m³/p/10⁶m²]
1.	XV.-Erzsébet/a	1,5	3,25	7,3
2.	VIII.	1,5	10,89	18,0
3.	Sashegy	1,0	0,65	4,0
4.	II./a.	1,5	7,90	6,4
5.	T—S—H	1,5	19,11	6,0
6.	XII.	1,0	32,11	9,0
7.	X.	1,0	52,91	67,0
8.	Ebszőny	1,0	80,22	240,0
9.	I.	1,0	101,00	200,0
10.	Tokod-altáró	0,0	263,76	490,0
11.	VI.	0,5	66,35	440,0
12.	XV.-Erzsébet/b	1,0	56,56	300,0
13.	XVII.	0,5	72,70	610,0
14.	II./b.	0,5	98,90	900,0

Az adathalmazhoz a független változó irányába eső eltérések négyzetösszegének minimuma alapján kiegyenlítő parabolákat számítottuk. A számított függvények egyenletét, a függvénykapcsolat szorosságát jellemző korrelációs index értékét az *1.* és *2. ábrák*on tüntettük fel.



1. ábra. A vízbetörések összhozamának változása a fajlagos védőréteg függvényében (Dorog)



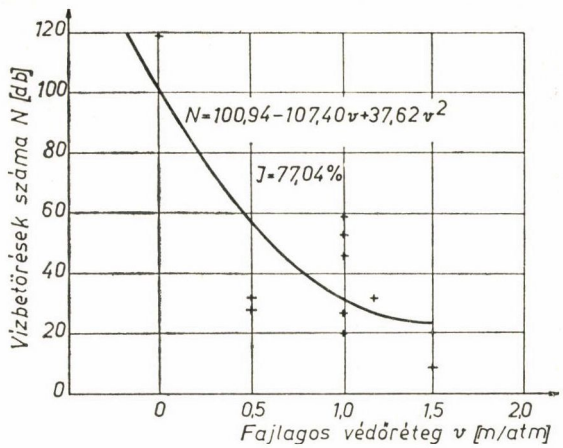
2. ábra. Az egységnyi lefejtett területre eső vízhozam változása a fajlagos védőréteg függvényében (Dorog)

A *2. táblázat*ban a dorogi medence további adatai szerepelnek. Az egyes aknáknál a nyilvántartott vízbetörések számát (N), az egységnyi lefejtett területre eső vízbetörési számot (N_T), az egységnyi termelésre eső vízhozamot (Q_{vQ}) és vízbetörési számot (N_Q), valamint az egy vízbetörésre eső átlagos vízhozamot (Q_v) tüntettük fel. A táblázat adatait, a számított korrelációs függvényeket a *3—7. ábrák* szemléltetik.

2. táblázat

A fajlagos védőréteg, a vízbetörések száma és más mutatói a dorogi medencében

Sorszám	Akna	Fajlagos védőréteg	Vízbetörések száma	Ter. egységre eső vízbetörések száma	Egységnyi termelésre eső vízhozam	Egységnyi termelésre eső vízb. száma	Vízbetörések átlagos hozama
		v [m/atm]	N [db]	N_T [db/10^6m^2]	Q_{vQ} [m^3/p/10^6t]	N_Q [db/10^6t]	$\bar{Q}_v$ [m^3/p/db]
1.	Tokod-altáró	0,00	119	195,40	93,46	36,97	2,53
2.	T—S—H	1,50	21	62,87	—	—	0,91
3.	Erzsébet-XV-Sashegy	1,16	32	—	15,17	5,41	—
4.	Ebszőny	1,00	20	62,11	20,62	5,14	4,01
5.	X-Annavölgy	1,00	59	76,03	6,17	4,72	1,31
6.	I.	1,00	46	94,26	9,58	4,36	2,20
7.	II.	1,00	27	20,43	8,82	2,23	3,96
8.	VI.	0,50	28	186,67	78,99	33,33	2,37
9.	XII.	1,00	53	154,07	10,13	16,71	0,61
10.	XVII.	0,50	32	275,86	132,58	36,36	3,65
11.	VIII.	1,50	9	16,15	—	—	1,21
12.	Erzsébet-XV.	1,25	—	50,00	—	—	2,87
13.	Sashegy	1,00	—	6,17	—	—	0,65
14.	T—S—H—VIII.	1,50	—	—	4,02	4,02	—



3. ábra. A vízbetörések számának változása az egyes dorogi aknáknál

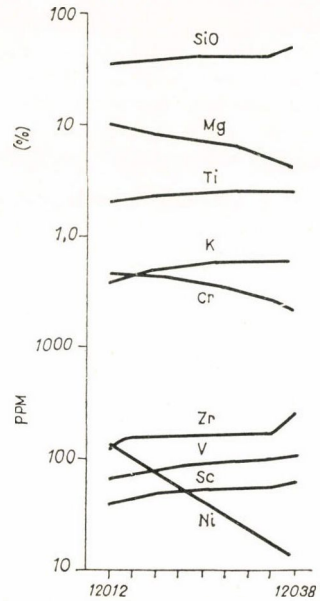
A fajlagos védőréteg, valamint a vízbetörések abszolút (összes vízhozam, vízbetörések száma) mutatói és a fajlagos mérőszámok (egységnyi területre, ill. termelésre eső) között meghatározott függvénykapcsolatok szorossága jó *(1—6. ábra)*. A regressziós függvényeknek az 1,5 m/atm fajlagos védőréteg körüli értékeknél van minimum-, illetőleg zérushelye. A vizsgált dorogi (vagy hasonló adottságú) területen tehát a vízbetörésekkel szemben megnyugtató védelmet csak 1,5 m/atm körüli fajlagos védőréteg nyújt.

12064	12038	Kristályos kőzetek átlaga	Finom-szemű anyag 12070	Breccsa 12073	Breccsa (?) 12010	Világos színű finomszemű anyag 12033	12013
,76	,70	,64	3,2	4,9	2,0	7,5	33
55	230	72	420	510	180	720	2 150
700	470	540	1 500	2 100	1 300	3 240	1,66(%)
165	230	145	170	230	145	260	150
8,6	7,9	7,6	7,1	8,2	7,0	8,2	4,5
,31	,45	,33	,30	,29	,39	,40	,51
55	68	51	130	180	87	260	240
170	260	170	670	1 200	380	950	2 200
3 000	2 200	3 750	2 800	2 800	3 050	2 100	1 050
100	70	88	64	50	92	37	13
60	55	50	47	42	50	33	21
2,9	1,9	2,3	1,9	1,9	2,2	1,6	,72
15	14	54	200	350	80	140	105
40	23	40	42	30	39	34	13
17,0	13,2	16,6	13,2	13,0	13,2	12,4	7,8
2 500	2 000	2 050	1 900	1 500	1 400	1 800	950
4,8	3,9	7,2	7,2	6,6	6,6	6,5	3,6
6,7	5,5	5,5	11	25	7	15	100
6,3	6,4	5,9	7,4	7,9	6,1	8,5	6,3
18,7	22,9	18,5	19,6	19,1	20	19,2	28,5
40	49	40	42	41	43	41	61
4,9	3,2	3,7	3,1	3,1	3,7	2,6	1,2
12	12	11,2	14	15	11,5	16	12
22	17	21,3	17	17	19,5	16	10
8	6,5	11,7	12	11	11	11	6,0
12	11	10,7	10	11,5	10	11,5	6,3
,42	,60	,45	,40	,50	,53	,54	,69
,084	,057	,065	,18	,25	,16	,39	2,0
,32	,26	,26	,25	,19	,18	,23	,12
,44	,32	,55	,41	,41	,45	,31	,15
,23	,035	,023	,09	,16	,05	,13	,30
			,025	,044		,018	,013
100,2	100,0	99,9	99,5	100,2	100,1	99,7	99,8

tartalmaz: 30 ppm Pb, 15 ppm Nb, 20 ppm Yb-t, 1 12033. minta 44 ppm Nb és12 ppm Yb-t

összetétel a Hold kőzeteiben teljesen más mint a földi kőzetekben és a meteoritok anyagában.

9. A Hold oxigén- és víztartalma rendkívül alacsony. Nincs víztartalmú ásvány a begyűjtött kőzetekben. Feltehető, hogy troilit és termésvas mellett itt az Al- és Si-ionok redukált állapotban is előfordulnak (pl Si^{+3}).
10. A radioaktív elemek, U- és Th-mennyisége a kőzetek kémiai összetételéhez képest nagy: az Apollo 11 mintáiban 3—4 ppm, az Apollo 12 mintáiban 0,5 ppm a radioaktív elemtartalom. (Ez fontos a Hold hőtörténete és hőháztartása szempontjából.)

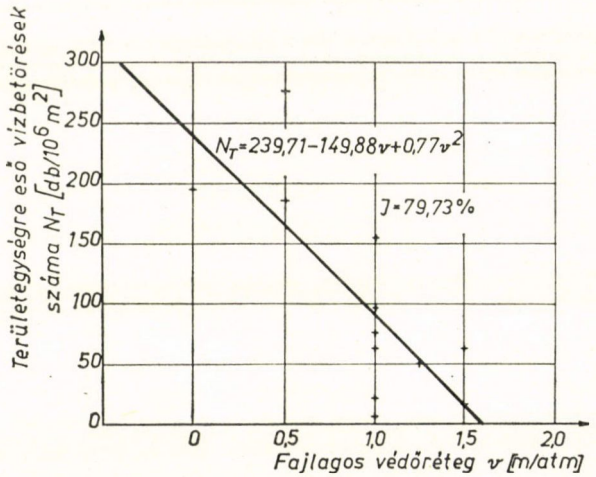


1. ábra. A kristályos kőzetek elemi összetételének változása a csökkenő Mg-tartalom függvényében

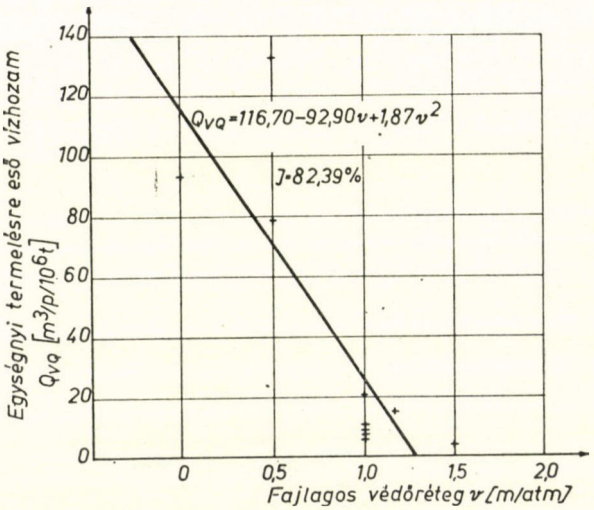
11. A könnyebben illó elemek mennyisége kicsi:

Apollo 12	K_2O	0,05%
Apollo 11	K_2O	0,25%

12. A Hold láváinak viszkozitása jóval kisebb, mint a bázisos földi láváké. Így a Hold vulkáni kőzetei könnyebben kristályosodnak, és felszíni kőzetekben is nagyobb szemű és jobban kristályosodott vulkáni kőzetek keletkeznek. Ugyancsak rendkívül hosszú lávacsatornák, alagutak keletkezhetnek helyenként, ugyanakkor lapos lávamezők (maria) formálódhatnak.
13. Az eddig elemzett holdkőzetek kora 2,5—4,5 milliárd év. Ezáltal fontos adatokat szolgáltathatnak a Föld ismeretlen, első milliárd évére vonatkozóan. (A legidősebb földi kőzetek kora 3,5 milliárd év.)
14. A Hold mágneses tere csak kb. 0,1%-a Föld mágneses tere intenzitásának. Az Apollo-kőzetek tanulmányozása szerint azonban a Hold mágneses tere 3,5 milliárd évvel ezelőtt elérhette a földi erőtér értékének 10%-át. Nem lehetetlen, hogy a Holdnak *volt aktív magja.*
15. Mivel a napszél anyaga a Hold ásványaiban és kőzeteiben megtalálható, a Hold kőzetei megőrizték a Nap történetét.
16. A Hold kérge valószínűleg nagyrészt anortozitos kőzetekből áll. A köpeny magas Ti-tartalmú gabbro. A Hold jelenlegi „magja" főleg mafikus ásványokból állhat, földpátok és kvarc nélkül. Ez az elképzelés azonban alaposan megváltozhat a további kutatási eredményektől függően.



4. ábra. A területegységre eső vízbetörések számának változása az egyes dorogi aknáknál



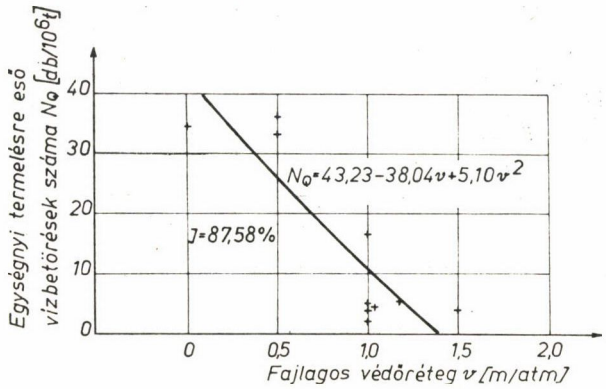
5. ábra. Az egységnyi termelésre eső vízhozam változása az egyes dorogi aknáknál

A 7. *ábrán* vázolt függvény zérushelye a már említett fajlagos védőréteg-érték körül van, ami elvileg azt jelenti, hogy kb. 1,8 m/atm-nál nagyobb biztonság esetén nem kell vízbetöréstől tartani. A függvénykapcsolat gyenge szorossága felhívja azonban a figyelmet a jelentős bizonytalanságra.

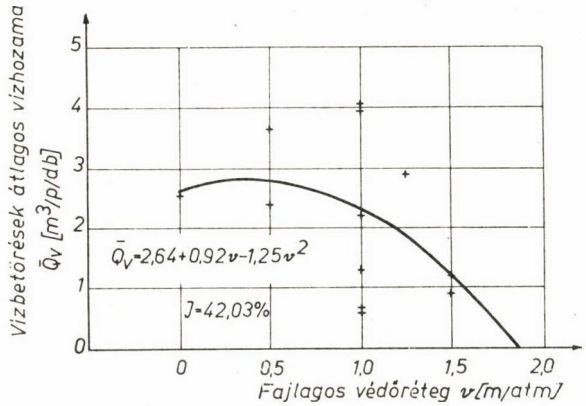
Az *1—6. ábrák* alapján is megállapítható a szoros kapcsolat a védőréteg-viszonyok és a vízbetörésveszély között. A hegységszerkezet és a hidrosztatikus nyomás meghatározó szerepe is kimutatott azonban.

2. *Az alapvető paraméterek és a vízbetörések közötti kapcsolat*

Annak érdekében, hogy megállapítsuk, a vízveszély milyen módon befolyásolja a létesítendő bányaüzem alapvető paramétereit, tisztázni kell, milyen kapcsolat van az alapvető paraméterek és a vízbetörések jellemzői közt.



6. ábra. Az egységnyi termelésre eső vízbetörések számának változása az egyes dorogi aknáknál



7. ábra. A vízbetörések átlagos vízhozamának változása a fajlagos védőréteg függvényében (Dorog)

Az elemzésnél független változóként a bányaüzem kiterjedését és kapacitását kívánjuk szerepeltetni, mint alapvető paramétereket. Az irodalomban fellelhető, illetőleg az üzemektől megszerezhető adatok azonban ilyen formában nem állnak rendelkezésre. A dorogi medencében az egyes üzemek bányahatára gyakran változott, ezért a bányamező kiterjedése helyett az egyes üzemeknél a lefejtett terület nagyságát szerepeltetjük független változóként. A kiterjedésre jellemző másik mutatószámként a kitermelt szén mennyiségét használjuk.

A kapacitás mérőszámaként az egyes üzemeknél az adatgyűjtés időszakában elért maximális termelést használjuk.

A *3. táblázat* a dorogi szénmedence 1967-ig bekövetkezett összes vízbetöréseinek aknánkénti adatait tartalmazza. A táblázat adatai alapján keressük

3. táblázat

Az üzemek alapvető paraméterei és a vízbetörések mutatói a dorogi aknáknál

Sorszám	Akna	Lefejtett terület	Összes kiterm. szén	Maximális évi term.	Vízbetörések száma	Vízbetörések összes vízhozama
		T [10^3 m^2]	Q [10^6t]	q [10^3t/év]	N [db]	ΣQ_v [m^3/p]
1.	Altáró	609	3,22	164	119	300,96
2.	VIII.—T—S—H	891	7,46	418	30	30,00
3.	Erzsébet-XV-Sashegy	782	5,91	336	32	89,66
4.	XXI.-B.	59	0,50	155	6	21,94
5.	Ebszőny	322	3,89	286	20	80,22
6.	X.-Annavölgy	776	12,50	518	59	77,11
7.	I.	488	10,54	397	46	101,00
8.	II.	1321	12,11	485	27	106,80
9.	VI.	150	0,84	121	28	66,35
10.	XII.	344	3,17	257	53	32,11
11.	XVII.	116	0,88	121	32	116,67

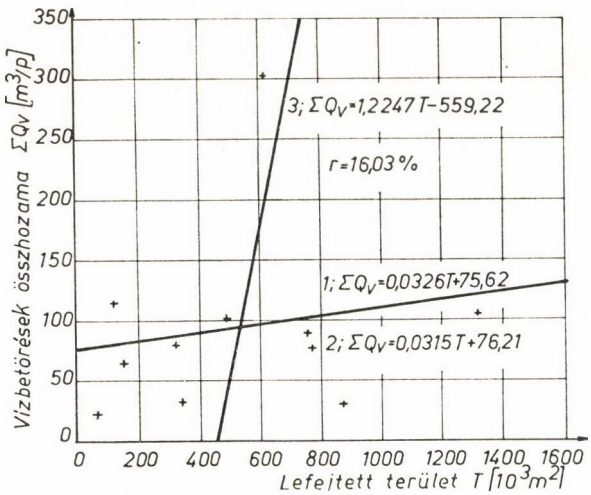
az összefüggést a független változók (T, Q, q) és a vízbetörések mutatói (N, ΣQ_v) között. Regressziós függvényként egyeneseket választottunk. A korrelációszámítás összefüggései alapján számítottuk a kiegyenlítő egyenesek egyenletét a független változó irányába eső (3-as egyenes), a függő változó irányába eső (2-es egyenes) és a kiegyenlítő egyenesre merőleges (1-es egyenes) eltérések négyzetösszegének minimuma alapján.

A *8. ábrán* a vízbetörések összhozamát, a *9. ábrán* pedig a vízbetörések számát ábrázoltuk a lefejtett terület függvényében. A változók közötti kapcsolat szorossága nagyon gyenge, a nagyon alacsony r érték gyakorlatilag azt jelenti, hogy nincs kapcsolat a változók között.

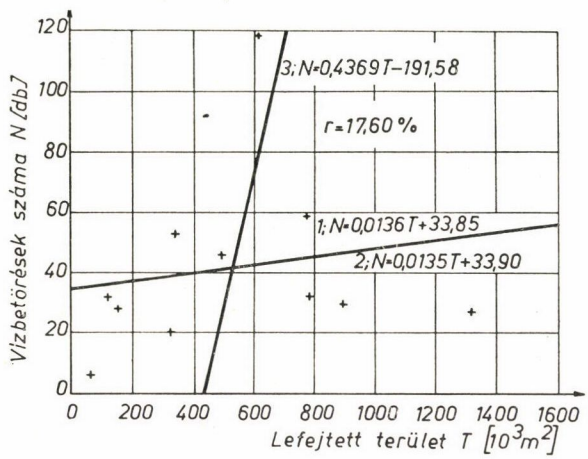
A kitermelt összes szénmennyiség függvényében a *10. ábrán* a vízbetörések összhozamát, a *11. ábrán* pedig a vízbetörések számát ábrázoltuk. Ugyanolyan eredményre jutottunk, mint a lefejtett terület függvényében történt vizsgálatnál, a korrelációs együttható értéke közel van a nullához, nincs kapcsolat a változók között. Az, hogy a *8.* és *10.*, valamint a *9.* és *11. ábrák* adataiból megegyező eredményre jutottunk, részben törvényszerű is, mivel a T és Q változó minőségileg azonos paraméter, közöttük a telepvastagság által meghatározott összefüggés van.

A *12.* és *13. ábrán* az üzemek maximális évi termelésének függvényében ábrázoltuk a vízbetörések jellemzőit. A korreláció szorossága nagyon gyenge.

A *8—13. ábrák* szerint tehát az alapvető paraméterek és az egyes aknáknál bekövetkezett vízbetörések száma és összes vízhozama között nincs összefüggés.

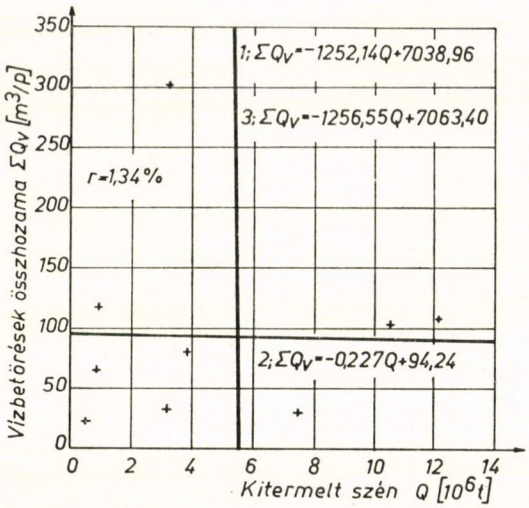


8. ábra. A lefejtett terület és a vízbetörések összhozamának kapcsolata az egyes dorogi aknáknál

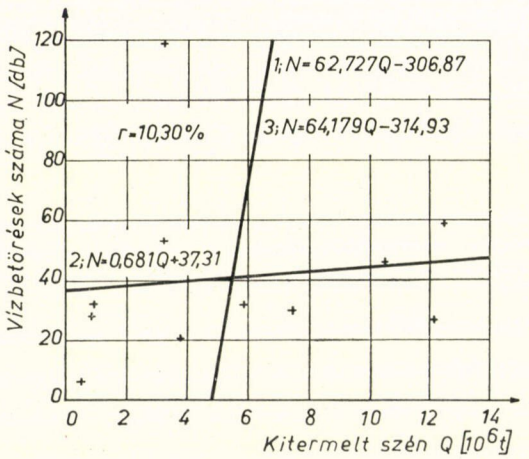


9. ábra. A lefejtett terület és a vízbetörések számának kapcsolata az egyes dorogi aknáknál

A kedvezőtlen adottságú üzemeknél azonos paraméterérték mellett nagyobb a vízveszély értéke [4]. Az egyező geológiai adottságot jelentő, azonos vízveszélyességű jellemzővel rendelkező üzemek adatai a T, Q és q értékektől függetlenül az ábrán közel azonos magasságban találhatók. Az egyes üzemeknél az előforduló vízbetörések száma és a fakadó összes vízhozam tehát



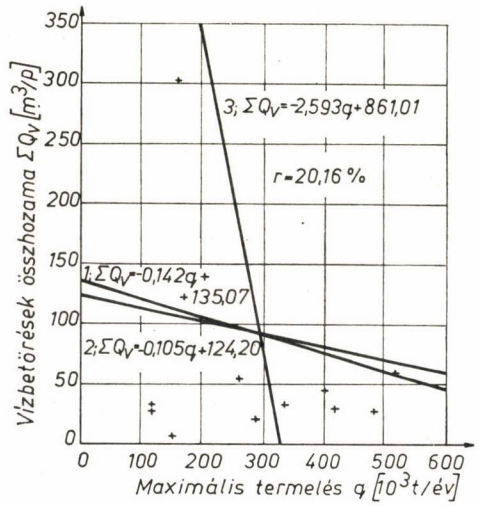
10. ábra. A kitermelt összes szénmennyiség és a vízbetörések összhozamának kapcsolata az egyes dorogi aknáknál



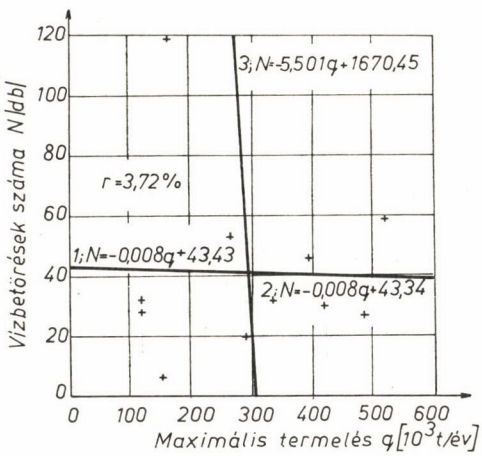
11. ábra. A kitermelt összes szénmennyiség és a vízbetörések számának kapcsolata az egyes dorogi aknáknál

nincs szoros összefüggésben az üzem alapvető paramétereivel, hanem a földtani adottságoktól függ.

A *4. táblázat*ban egyes dorogi aknáknál a 4 m^3/p-nél nagyobb hozamú vízbetörések adatait tüntettük fel. Ezen vízbetörések száma az összes vízbetörésnek csak mintegy 14%-a, ugyanakkor ezek a vízbetörések képviselik az összes vízhozam közel 77%-át. A vízhozam szempontjából tehát a 4 m^3/percnél nagyobb vízbetörések az összes vízhozamnak csaknem 4/5-ét jelentik. Vízveszélyesség szempontjából egy-egy üzem vonatkozásában úgy tekinthet-



12. ábra. Az aknák maximális termelésének és a vízbetörések összhozamának kapcsolata az egyes dorogi üzemeknél



13. ábra. Az aknák maximális termelésének és a vízbetörések számának kapcsolata az egyes dorogi üzemeknél

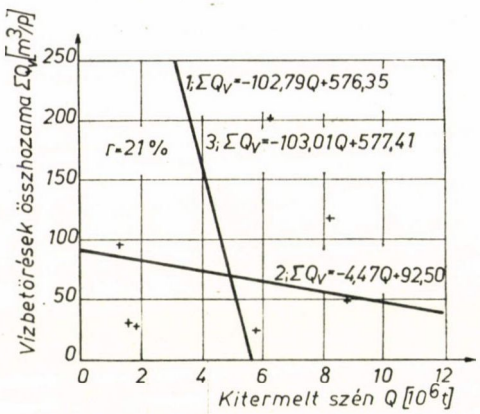
jük, hogy a 4 m^3/perc-nél nagyobb vízbetörések az összes veszélyt képviselik, mivel a szokásos 10—30 m^3/perc szivattyúkapacitással rendelkező aknáknál a kisebb vízbetörések gyakorlatilag nem jelentenek veszélyt. A mezőméretre jellemző paraméterként itt a kitermelt összes szén mennyiségét tudtuk megadni.

A Q függvényében a *14. ábrán* a vízbetörések összhozamát, a *15. ábrán* pedig a vízbetörések számát tüntettük fel. A 16. és 17. ábra a maximális évi

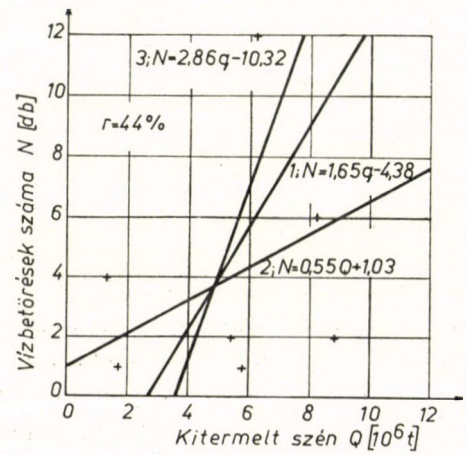
4. táblázat

A 4 m³/percnél nagyobb vízbetörések adatai és az üzemek paraméterei egyes dorogi aknáknál

Sorszám	Akna	Összes kitermelt szén	Maximális évi termelés	Vízbetörések száma	Vízbetörések összes vízhozama
		Q [10⁶t]	q [10³t/év]	N [db]	ΣQ_v [m³/p]
1.	I.	8,21	397	6	116,8
2.	II.	8,84	484	2	49,2
3.	VI.	1,31	264	4	94,2
4.	IX.	1,65	203	1	30,0
5.	X.	5,41	583	2	19,0
6.	Annavölgy	5,80	247	1	24,0
7.	Erzsébet	1,90	132	2	29,2
8.	Altáró	6,25	203	12	201,5

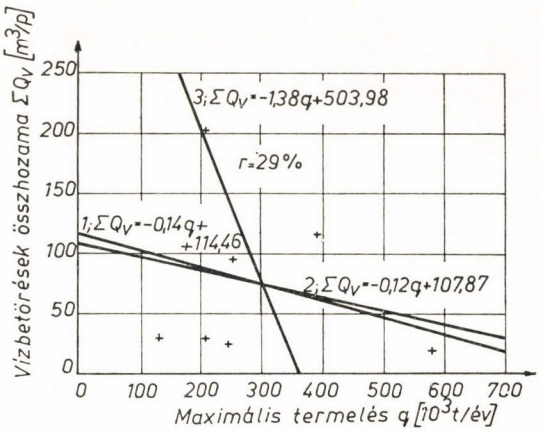


14. ábra. A kitermelt szénmennyiség és a 4 m³/percnél nagyobb vízbetörések összhozamának kapcsolata az egyes dorogi üzemeknél

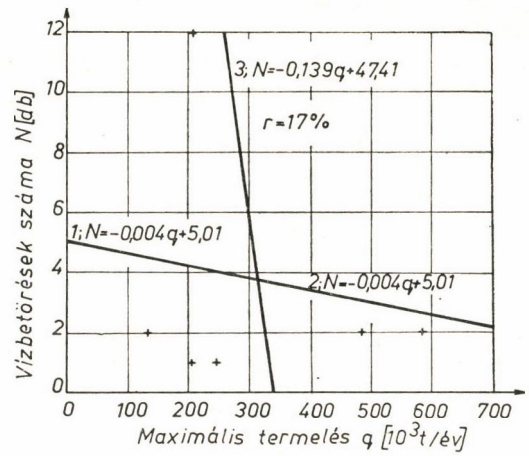


15. ábra. A kitermelt szénmennyiség és a 4 m³/percnél nagyobb vízbetörések számának kapcsolata az egyes dorogi üzemeknél

termelés függvényében mutatja a vízbetörések jellemző mutatóit. A független változóként szerepeltetett paraméterek és a vízbetörések jellemzői között itt sincs szoros összefüggés, az *r* értéke alacsony. A Q és q függvényében a pon-



16. ábra. Az aknák maximális termelésének és a 4 m³/percnél nagyobb vízbetörések összhozamának kapcsolata az egyes dorogi üzemeknél



17. ábra. Az aknák maximális termelésének és a 4 m³/percnél nagyobb vízbetörések számának kapcsolata az egyes dorogi üzemeknél

tok véletlenszerűen helyezkednek el, a nagyobb ΣQ_v és N értékek a kedvezőtlen földtani adottságokkal rendelkező aknáknál találhatók.

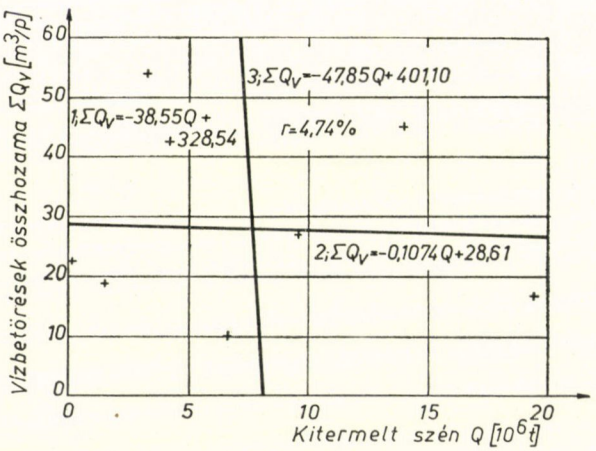
A *8—13.* és *14—17. ábrák*on is látható, hogyha a kiugróan kedvezőtlen geológiai adottságokkal rendelkező Tokodaltáró adatait elhagyjuk, akkor az adathalmaz pontjai a vízszintes (T, Q, q) tengellyel közel párhuzamosan helyezkednek el, tehát az alapvető paraméterek változásával a vízbetörések száma és összes vízhozama gyakorlatilag nem változik.

Feldolgoztuk a vízveszélyes tatabányai aknák adatait is. Az *5. táblázat*ban az összes kitermelt szénmennyiség és a maximális évi termelés adataival együtt a vízbetörések számát és összes vízhozamát tüntettük fel. A táblázat adatait a *18—21. ábrák* mutatják a számított függvényekkel és a korrelációs

5. táblázat

A tatabányai vízveszélyes üzemek vízbetöréseinek adatai

Sorszám	Akna	Összes kitermelt szén	Maximális évi termelés	Vízbetörések száma	Vízbetörések összes vízhozama
		Q [10^6t]	q [10^3t/év]	N [db]	ΣQ_v [m³/p]]
1.	III./a.	0,080	38	7	22,495
2.	VI.	14,028	337	43	45,049
3.	X.	9,435	358	38	27,008
4.	IX.—XI.	19,620	729	19	16,670
5.	XIV.	6,728	409	12	9,79
6.	XV./b.	1,528	285	7	19,060
7.	Síkvölgy	3,195	200	61	54,323

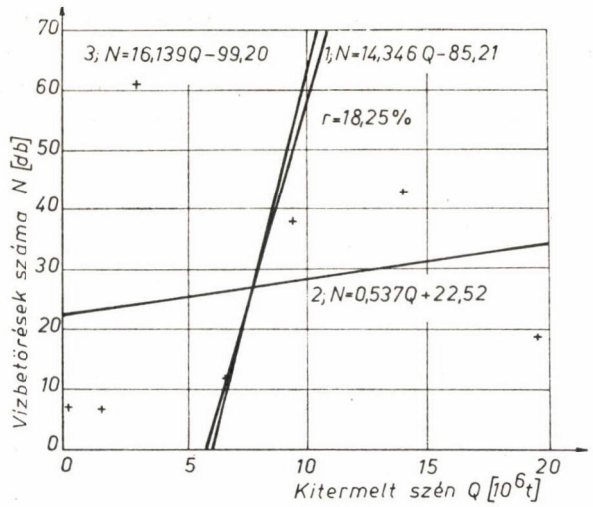


18. ábra. A kitermelt összes szénmennyiség és a vízbetörések összhozamának kapcsolata az egyes tatabányai aknáknál

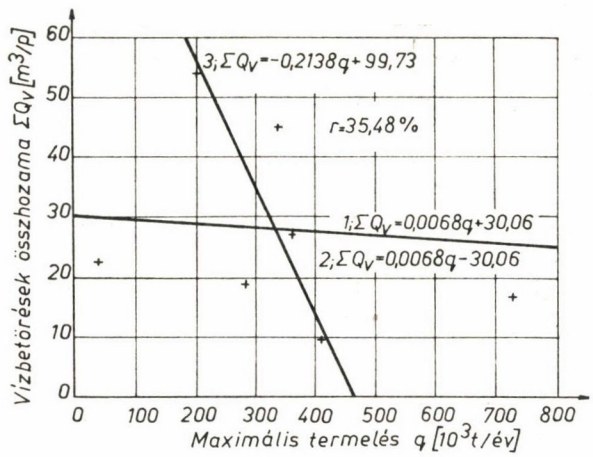
index értékeivel együtt. Az üzemek alapvető paraméterei (Q, q) és a vízbetörések jellemzői közötti függvénykapcsolat szorossága nagyon gyenge, nem állapítható meg összefüggés a változók között.

Mindezek alapján a vízbetörések száma és azok összes vízhozama, valamint a lefejtett terület, illetőleg az összes kitermelt szénmennyiség (a kiterjedésre jellemző mutatók) és az üzemek maximális termelése között nem állapítható meg összefüggés.

Az alapvető paraméterek függvényében eddig a vízbetörések abszolút mutatószámait vizsgáltuk. Nézzük még azt meg, hogy a vízbetörések fajlagos



19. ábra. A kitermelt összes szénmennyiség és a vízbetörések számának kapcsolata az egyes tatabányai aknáknál



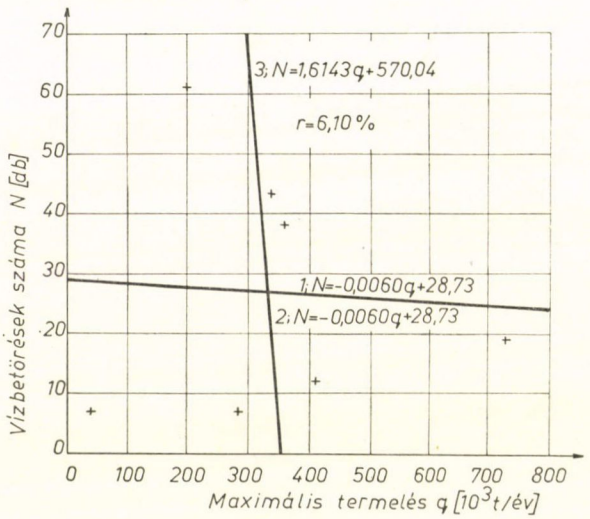
20. ábra. A maximális termelés és a vízbetörések összhozamának kapcsolata az egyes tatabányai aknáknál

mutatói hogyan változnak a paraméterek függvényében. Fajlagos mutatóként az egy tonna kitermelt szénre eső vízbetörések számát (N_Q [db/10^6 t]), illetőleg a fajlagos vízhozam értékét (Q_{VQ} [m^3/p/10^6 t]) használjuk. A választott fajlagos értékek a dorogi medencére a 3., a tatabányaira pedig az 5. táblázat adatai alapján határozhatók meg.

A fajlagos mutatók értékét a kitermelt összes szén (Q) és a maximális termelés (q) függvényében vizsgáljuk. Ha elfogadjuk azt a fenti megállapítást, hogy a vízbetörések abszolút mutatói a Q függvényében jelentősen nem vál-

toznak, gyakorlatilag állandó értékek, akkor a fajlagos mutatók változását a kitermelt szénmennyiség függvényében központos helyzetű hiperbola függvény írhatja le. A Q függvényben való vizsgálatnál tehát központos helyzetű hiperbolát választottunk regressziós függvénynek. Az üzem termelési mennyiségének függvényében ábrázolva a fajlagos értékek pontjait, az látszott célszerűnek, hogy regressziós függvényként eltolt helyzetű hiperbolát válasszunk.

A *22* és *23. ábrán* a dorogi vízbetörések fajlagos mutatóit ábrázoltuk a Q függvényében. A függvénykapcsolat szorossága jónak mondható.



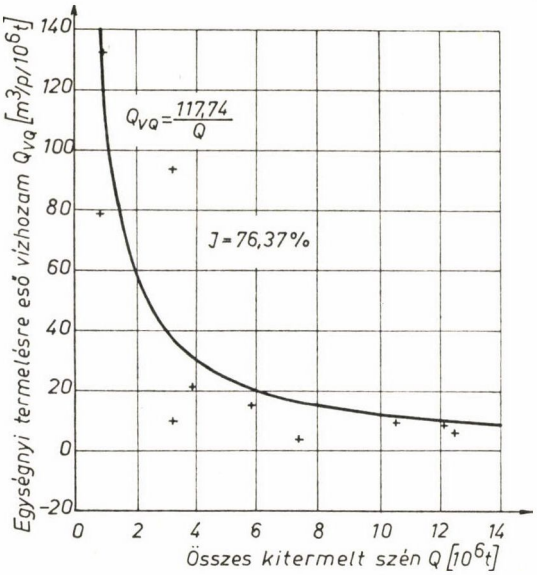
21. ábra. A maximális termelés és a vízbetörések számának kapcsolata az egyes tatabányai aknáknál

A *24* és *25. ábrán* a termelés függvényében vizsgáltuk a fajlagos mutatókat. Az eltolt helyzetű regressziós hiperbolák jó szorossággal követik a változás tendenciáját.

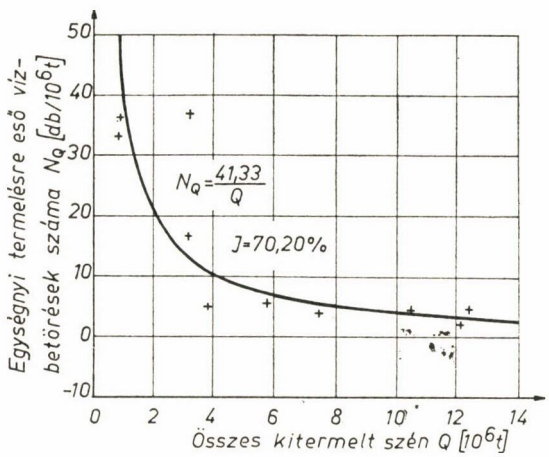
A *26—29. ábrák*on a tatabányai adatokat, a számított egyenleteket és a függvénykapcsolat szorosságát tüntettük fel. A hiperbola minden esetben nagyon jól követi a változás jellegét, a kapcsolat szorossága nagyon jó.

A *22*, *23*, *26* és *27. ábrák* alapján megállapíthatjuk, hogy a központos helyzetű hiperbola jó szorossággal írja le az egy tonna kitermelt szénre eső vízbetörések számának és fajlagos vízhozamának változását az összes kitermelt szénmennyiség függvényében. Ebből is következik tehát az, hogy a vízbetörések száma és az összes vízhozam független a Q értékétől, így közvetve is igazoltuk, hogy a Q illetőleg T paramétertől nem függ a vízbetörések száma, illetőleg összes vízhozama.

A kapacitás növekedésével a vízbetörések fajlagos mutatói csökkenő tendenciát mutatnak. A változás nagyon jól közelíthető hiperbolával. Ez

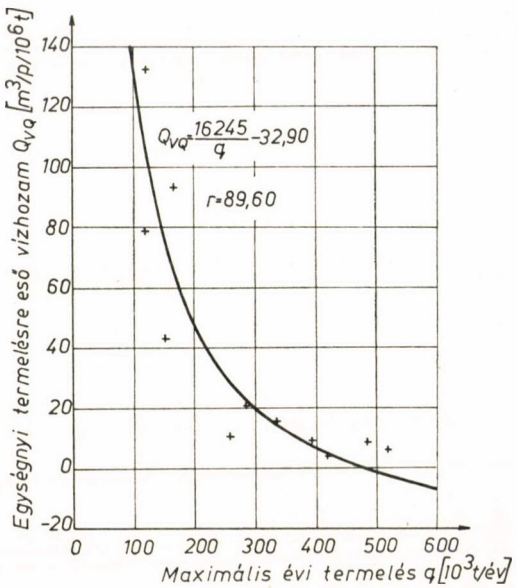


22. ábra. Az egységnyi termelésre eső vízhozam változása az összes kitermelt szénmennyiség függvényében (Dorog)

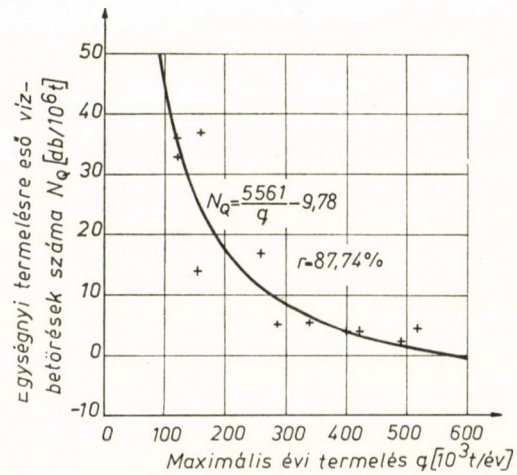


23. ábra. Az egységnyi termelésre eső vízbetörések számának változása az összes kitermelt szénmennyiség függvényében (Dorog)

részben abból is adódhat, hogy a kedvezőtlen geológiai adottságokkal rendelkező, vízveszélyes területen már eleve csak kisebb kapacitásokat lehet létesíteni. Jelentősebb hatás azonban inkább az lehet, hogy a nagyobb Q értékeknél nagyobb az üzemek maximális évi termelése, és ezért a *24*, *25*, *28* és *29*. *ábrák* közvetve azt az állításunkat is igazolják, hogy a vízbetörések száma és



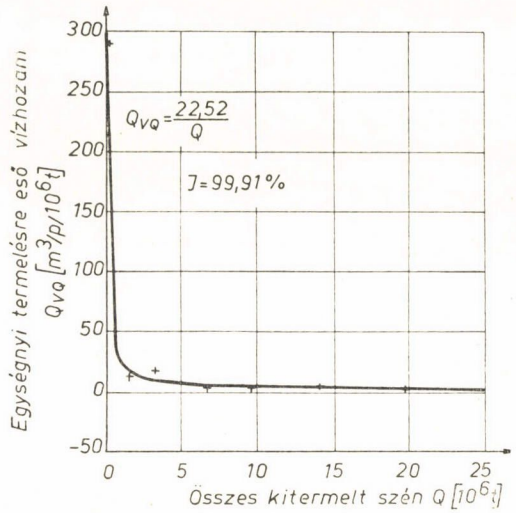
24. ábra. Az egységnyi termelésre eső vízhozam változása a maximális évi termelés függvényében (Dorog)



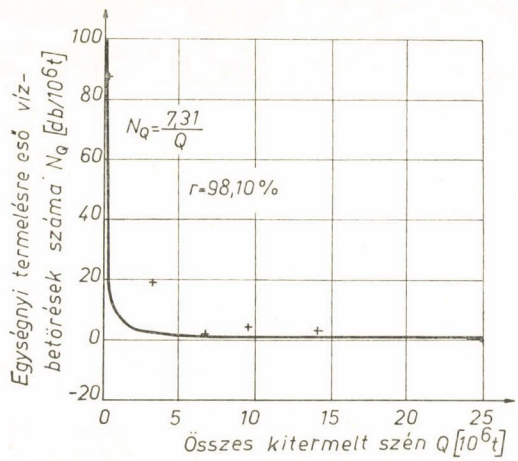
25. ábra. Az egységnyi termelésre eső vízbetörések számának változása a maximális évi termelés függvényében (Dorog)

összes vízhozama az egyes üzemeknél gyakorlatilag független volt a kapacitástól.

A két hazai eocén szénmedence vízbetörési adatainak feldolgozása alapján megállapíthatjuk tehát, hogy az egyes aknákból kitermelt ásványvagyon (lefejtett terület) és az üzemek termelése, valamint a vízbetörések száma és



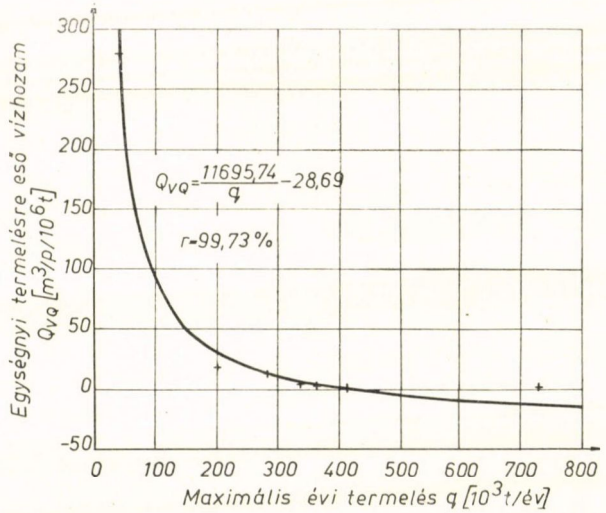
26. ábra. Az egységnyi termelésre eső vízhozam változása az összes kitermelt szénmennyiség függvényében (Tatabánya)



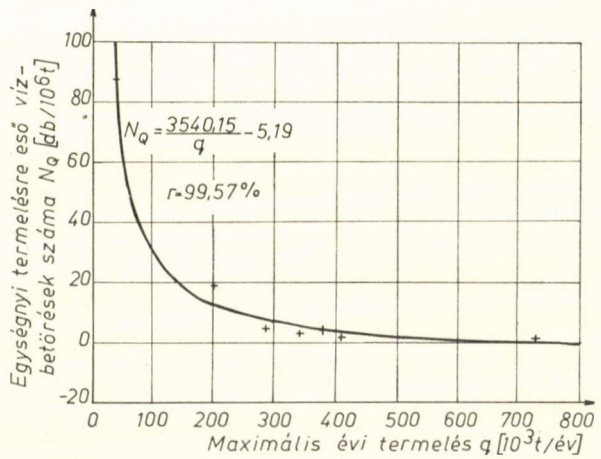
27. ábra. Az egységnyi termelésre eső vízbetörések számának változása az összes kitermelt szénmennyiség függvényében (Tatabánya)

vízhozama között nincs sztochasztikus kapcsolat. Ilyen vonatkozásban tehát a vízbetörésnek, mint természeti csapásnak, a vizsgálata a véletlen tömegjelenségek körébe tartozik, ezért csak a valószínűségelmélet törvényeivel vizsgálható.

A vízbetörések véletlenszerűsége természetesen csak a fenti szemléletmód mellett áll fenn. A vízbetörések bekövetkezésének is minden esetben megvan az oka, illetőleg az okok rendszere. Ezek az okok azonban döntő



28. ábra. Az egységnyi termelésre eső vízhozam változása a maximális évi termelés függvényében (Tatabánya)



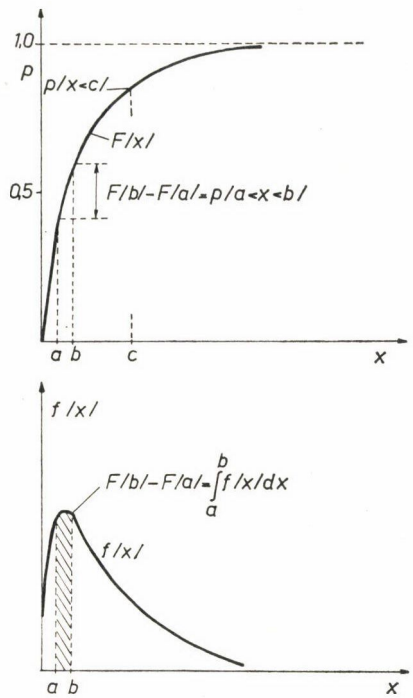
29. ábra. Az egységnyi termelésre eső vízbetörések számának változása a maximális évi termelés függvényében (Tatabánya)

módon a geológiai, hidrológiai adottságokkal függnek össze, az üzem alapvető paramétereitől gyakorlatilag függetlenek. A vízbetöréseket kiváltó geológiai okok rendszere sem ismeretes általában előre, a betörés által előidézett helyzet miatt gyakran utólag sem derül fény az esemény okrendszerére.

A véletlen jellegű események matematikai törvényeivel a valószínűségelmélet foglalkozik. A statisztikai vizsgálatoknál [6, 7] általában az empirikus sűrűségfüggvényből vagy hisztogramból indulnak ki. A hisztogram azonban az osztályközökre való bontás alapján az osztályközök relatív gyakoriságával

számol. A hisztogram alakja függ az osztályközök nagyságától, sőt attól is, hogy az osztást hol kezdjük.

Még közel normális eloszlás esetén is lényeges az osztályközök jó megválasztása. Még inkább igaz ez olyan esetben, ha az eloszlás a normális eloszlástól lényegesen eltér, mint esetünkben is. A sűrűségfüggvény empirikus meghatározásánál tehát szubjektív tévedésbe eshetnénk, ha az értékközöket



30. ábra. Az eloszlás- és sűrűségfüggvény értelmezése

nem jól választjuk meg, ezért a jelen vizsgálatnál az eloszlásfüggvényből indulunk ki.

Valószínűségi változónak (x) a vízbetörések veszélyességének mértékszámát választjuk, tehát $x = Q_V$ [m³/p] lesz a független változó.

Megfigyeléseink, illetőleg az üzemi adatok alapján az empirikus eloszlásfüggvényt egyszerűen és egyértelműen meg tudjuk határozni. Mindig megmondható ugyanis, hogy egy adott Q_V értéknél hány vízbetörés volt, kisebb és a kiválasztott értékhez milyen relatív gyakoriság tartozik.

A fentiek alapján meg tudjuk adni az empirikus eloszlásfüggvényt *(30. ábra)*, az pedig egyértelműen meghatározza a valószínűségi változó sűrűségfüggvényét is, mivel

$$f(x) = F'(x).$$

Annak valószínűsége, hogy x egy meghatározott a—b intervallumba essék:

$$p\,(a < x < b) = \int_a^b f\,(x)\,dx = F\,(b) - F\,(a)$$

Ha az alsó határt nullánál választjuk meg — mivel negatív vízbetörést nem értelmezünk — az F(x) függvényről közvetlenül leolvashatjuk annak valószínűségét, hogy az elemi veszélyre jellemző c értéknél kisebb értékek fordulnak elő p $(x < c)$.

A vízbetörések eloszlásfüggvényét empirikusan tehát a következő módszerrel határozhatjuk meg. Rendelkezésre áll n darab különböző nagyságú vízbetörés. Ha ezeket vízhozam szerint sorba rendezzük, meghatározható, hogy egy adott (felvett) c értéknél kisebb hozamú n_c darab volt. Ennek relatív gyakorisága:

$$k = \frac{n_c}{n} \doteq p\,(x < c) = F\,(c)$$

A közelítésnek annál jobb a valószínűsége, minél nagyobb az n értéke, minél több adat áll rendelkezésre.

A konkrét adatok vizsgálatánál az elmondottak szerint járunk el. Mindig az F (Q_V) empirikus eloszlásfüggvényt határozzuk meg először, és abból származtatjuk le a f (Q_V) sűrűségfüggvényt. A dorogi medence adataiból kettő, a tatabányai adatokból pedig három olyan üzemet választottunk ki, amelyeknél a vízbetörések száma viszonylag magas és egyértelműen meghatározható volt.

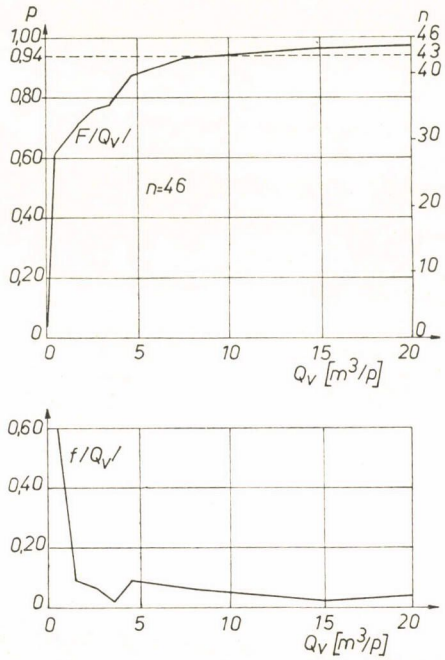
A *31. ábrán* a csolnoki I. akna 46 vízbetörésének adataiból szerkesztett eloszlás- és sűrűségfüggvényt láthatjuk. Az eloszlásfüggvény ordinátáján a valószínűségi értékek mellett a gyakoriság abszolút számát is feltüntettük *(n)*. Az eloszlásfüggvényről tehát közvetlenül az is leolvasható, hogy az n = 46 darab vízbetörésből hány darab volt egy adott vízmennyiségnél kisebb hozamú. A *31. ábra* alapján például az I. akna esetében a $Q_V = 10$ m³/perc-nél kisebb vízbetörés valószínűsége:

$$P\,(Q_V < 10\ m^3/p) = 0{,}94$$

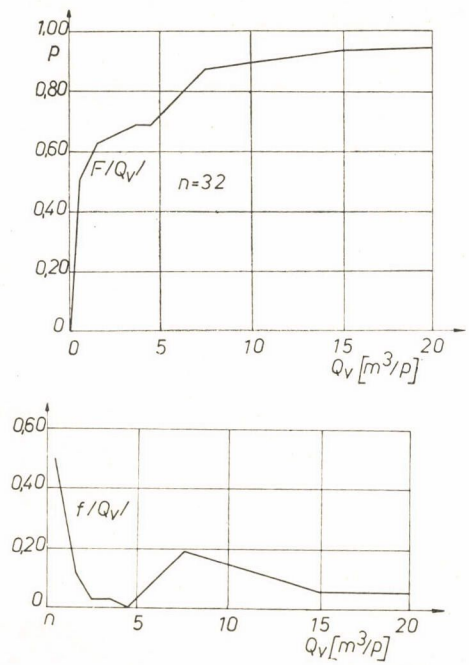
Ehhez $n_{10} = 43$ db vízbetörés tartozik, amely számot természetesen a p érték felhasználásával is számítani tudjuk:

$$n_{10} = p(Q_V < 10\ m^3/p)\ n = 0{,}94 \cdot 46 = 43\ db$$

A *32. ábrán* a csolnoki VI. akna 32 vízbetörése alapján szerkesztett valószínűségi függvények láthatók.



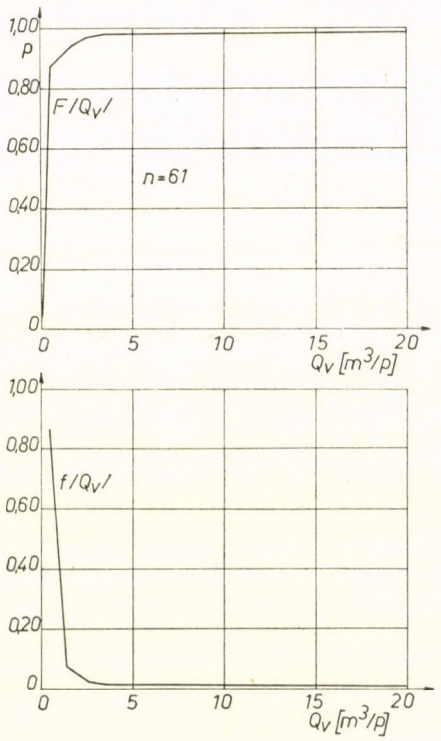
31. ábra. A csolnoki I. akna vízbetöréseinek adataiból szerkesztett eloszlás- és sűrűségfüggvény



32. ábra. A csolnoki VI. akna vízbetöréseinek adataiból szerkesztett eloszlás- és sűrűségfüggvény

A tatabányai adatokat felhasználva a síkvölgyi akna 61, a X. akna 38 és a VI. akna 43 vízbetörése alapján határoztuk meg a függvényeket *(33., 34. és 35. ábra)*.

Az egyes üzemek adatait külön-külön szemléltető ábrákból is látszik, hogy a dorogi és tatabányai aknák vízbetöréseinek eloszlásfüggvényei jelentősen eltérnek egymástól. Az eltérés szemléltetése céljából szerkesztettük a *36.*



33. ábra. A síkvölgyi akna vízbetöréseinek adataiból szerkesztett eloszlás- és sűrűségfüggvény

ábrát, amelyen a két csolnoki és a három tatabányai üzem adatait összevonva láthatjuk. Az eloszlásfüggvények alapján is megállapítható, hogy a dorogi aknák lényegesen vízveszélyesebbek, mint a tatabányai üzemek.

A valószínűségszámítás tételeit felhasználva, ugyanis az adódik, hogy a teljes eseményrendszer valószínűsége 1, a kiegészítő esemény valószínűsége pedig:

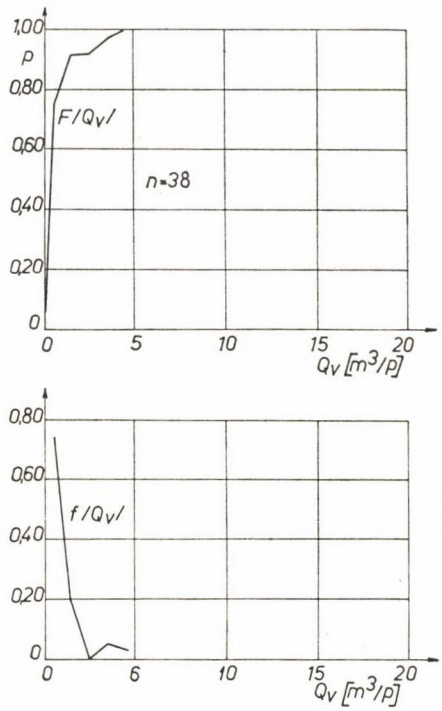
$$p\,(Q_V > c) = 1 - p\,(Q_V < c)$$

A fenti elvet a *35. ábra* függvényeinél alkalmazva, meghatározhatjuk azt, hogy az egyes területeken mekkora a valószínűsége például annak, hogy 5 m^3/perc-nél nagyobb vízbetörés következik be. Dorogon ez az érték:

$$p\,(Q_V > 5\ m^3/p) = 1 - 0{,}81 = 0{,}19 = 19\%$$

Tatabányán pedig:

$$P\,(Q_V > 5\ m^3/p) = 1 - 0{,}97 = 0{,}03 = 3\%$$



34. ábra. A tatabányai X. akna vízbetöréseinek adataiból szerkesztett eloszlás- és sűrűségfüggvény

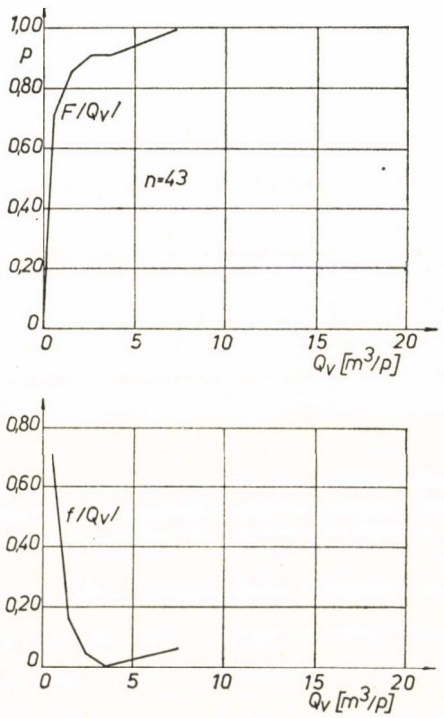
A 10 m^3/perc-nél nagyobb vízbetörések valószínűségére az ábra alapján az adódik, hogy Dorogon minden 100 vízbetörésből 8, Tatabányán pedig csak 1 lesz az adott értéknél nagyobb vízhozamú. Az eloszlásfüggvények alapján számszerű értékeket tudunk tehát adni a vízveszély mértékének jellemzésére.

Az eddigi vizsgálatnál nem vettük még figyelembe azt, hogy az egyes aknák megfigyelési adatai különböző időtartamokat ölelnek fel. A vízbetörések abszolút száma mellett alapvető paraméter az is, hogy az adott számú vízbetörés milyen hosszú időszakban jelentkezett, mivel az eloszlásfüggvények csak a veszély nagyságának várható alakulására adnak tájékoztatást. Alapvető kérdés az is, hogy milyen időközönként várható vízbetörés, illetőleg adott időszakban átlagosan hány vízbetörés várható.

Ha adott a megfigyelési időtartam (N év), ahonnan az eloszlásfüggvény szerkesztéséhez felhasznált adatok származnak, akkor az évenként várható vízbetörések száma az alábbi összefüggésből számítható:

$$n' = [1 - F(Q_v)]\, n \frac{1}{N} \text{ [db/év]}$$

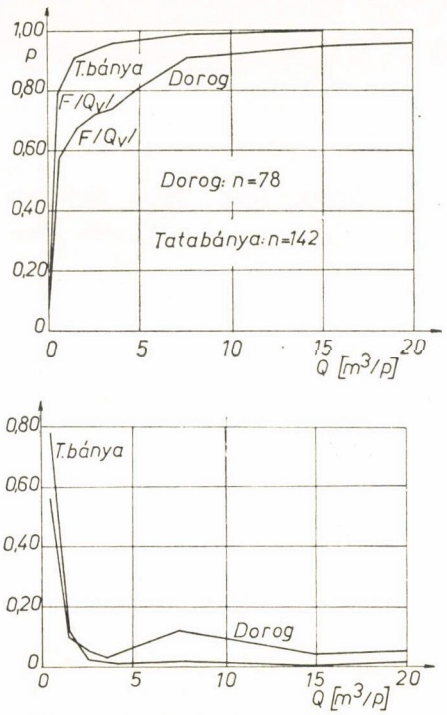
ahol n = az N év alatt bekövetkezett összes vízbetörések száma.



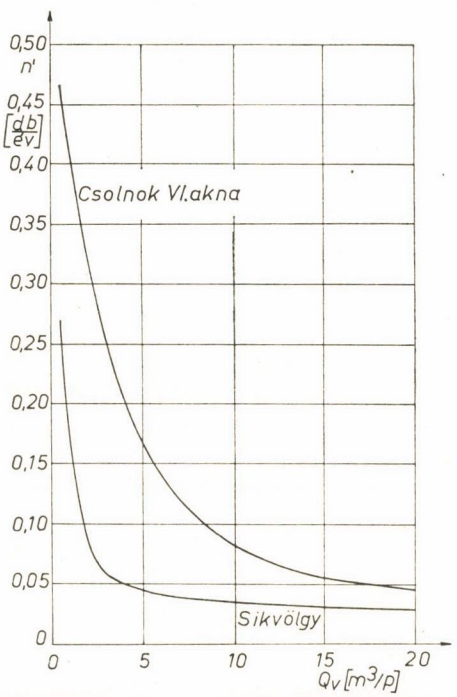
35. ábra. A tatabányai VI. akna vízbetöréseinek adataiból szerkesztett eloszlás- és sűrűségfüggvény

Az előbbi összefüggés felírásánál feltételeztük azt, hogy minden évben egyenlő valószínűséggel történhetett természeti csapás. Ha ez nem teljesül, akkor az évenkénti valószínűséggel is számolni kell.

Az n' függvényt mindkét vízveszélyes terület egy-egy aknájára határoztuk meg. A *37. ábra* a csolnoki VI. akna adatai alapján számított függvényt mutatja, ahol a megfigyelési időtartam 35 év volt, valamint a Síkvölgy-üzem 29 éves megfigyeléseinek adatait képviseli. Az ábra jól szemlélteti a csolnoki VI. akna és a Síkvölgy-üzem vízveszélyessége közötti eltérést. A dorogi üzem geológiai-hidrológiai adottságaival közel azonos körülmények között működő



36. ábra. A dorogi és tatabányai adatok alapján szerkesztett eloszlás- és sűrűségfüggvény



37. ábra. A vízbetörések várható gyakoriságának változása

aknánál például 5 m^3/perc-es vízbetörésre 6 évenként, míg ugyanilyen nagyságú eseményre Síkvölgy körülményei között kb. 22 évenként lehet számítani.

A fenti és hasonló elemzés alapján meghatározható eredmények csak statisztikai értelemben kezelhetők. Előfordulhat, hogy egyes esetekben adott időszakban a számítottnál gyakrabban és nagyobb veszély áll elő, máshol pedig nem következik be a várt esemény.

A tanulmányban a vízbetörésekre meghatározott eloszlásfüggvény, valamint a természeti csapás várható évenkénti valószínűségét leíró függvény lehetővé teszik, hogy a bányaüzemek alapvető paramétereinek számításánál a vízveszély mértékét és annak gazdaságossági hatásait figyelembe vegyük.

FELHASZNÁLT IRODALOM

1. Ajtay Z.: Bányavizek elleni védekezés. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1962.
2. Willems T.—Gerber P.—Szabó N.—Mike K.: A karsztvízbetörések és a hegységszerkezet összefüggéseinek vizsgálata. Bányászati Kutató Intézet Közleményei, VIII, 1, 1964.
3. Székely L.: Az esztergomvidéki szénmedence bányászatának fejlődése. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
4. Willems T.: Karsztos alaphegységű nyersanyag-előfordulások várható vízhozamának számítási lehetősége. Bányászati Kutató Intézet Közleményei, VIII, 1, 1964.
5. Szabó N.—Székely L.: A dorogi karsztvízbetörések adatainak vizsgálata. BKL Bányászat, 9, 1968.
6. Prékopa A.: Valószínűségelmélet. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1962.
7. Vincze István: Statisztikai minőségellenőrzés. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest.

A FÖLD ALAKJÁNAK PROBLÉMÁJA

Visszapillantás és kitekintés

KARL LEDERSTEGER
AKADÉMIKUS
BÉCS

Ha egy szakembernek képet kell adnia szűkebb kutatási területe fejlődésének a következő évtizedben várható alakulásáról, úgy kétségtelenül a pillanatnyilag uralkodó és a lassanként érlelődő tanok lehetőleg *objektív* összefoglalásából kell kiindulnia. Az így keletkezett kép azonban nem lehet teljesen mentes a hipotézisektől, hiszen ez megmerevedést jelentene, és ellentmondana a fejlődés gondolatának. Ebben az értelemben viszont a tudósnak nemcsak joga, de kötelessége is a soronlevő probléma tárgyalásánál saját gondolatainak érvényre juttatásán fáradozni. Ezek a gondolatok természetesen nem kerülhetnek csupán *szubjektíven* kifejtésre, hanem lehetőség szerint messzemenően objektív és hipotézisektől mentes formában kell történniök.

Ily módon szeretném elképzeléseimet a felsőgeodézia továbbfejlődéséről és az általa elérhető előrehaladásról kifejteni, miközben mondanivalómat e tudományág fő problémájára, a Föld alakjának meghatározására és a „geodéziai világrendszer" kiépítésére korlátozom. Még a harmincas években ezen, a klasszikus felfogás értelmében a geoid undulációnak — a közepes tengerszintmagasságban levő szintfelületnek — a meghatározását értették, amihez olyan szintellipszoidot vettek alapul, amelynek méretei a közepes földi ellipszoidból származnak. MOLOGYENSZKIJ elmélete a teljes hipotézismentességre való törekvésnek köszönheti létrejöttét. Vonatkozási felületként újból szintellipszoid szolgál, amelynek elméleti nehézségi erőtere szabatosan számítható. A geoid kiiktatásával a fizikai földfelület pontjainak magassága normálmagasságra és magassági rendellenességre osztható. Ezzel a második világháborút követően a „geodézia reformját" hirdették meg, amin MOLOGYENSZKIJ feltűnést keltő felismerése mellett HOTINE úgynevezett „háromdimenziós geodéziáját" és a klasszikus hibaelméletnek a korszerű matematikai statisztika által történt kiszorítását értjük. A geodézia fejlődésének újabb mérföldkövét jelentette VÄISÄLÄ finn csillagász „stelláris háromszögelése" (1946), mely a kontinentális háromszöghálózatok geodéziai összekapcsolódásának nehéz feladatát hozta közelebb a megoldáshoz. A fejlődést soha nem tapasztalt mértékben segítette a korszerű szatellit háromszögelés, miután 1957 októberében az első szputnyik bebizonyította, hogy a nehézségi erő leküzdhető, és ezáltal

megnyitotta az asztronautika nagyszerű jövőjének útját. Végül vannak már elgondolások arra vonatkozóan is, hogy a felsőgeodéziában ma még uralkodó, többnyire geometriai irányt felválthatja lassanként egy szigorúan vett fizikai irányzat. A szintellipszoid kritikájából kiindulva a Föld alakjának problematikája két részre tagozódik. Egyrészt a normálalak, vagy a „normálszferoid" meghatározására, másrészt a geoidundulációknak a normálszferoidra vonatkozó meghatározására. Kimutatható, hogy ezáltal, különösen az egyensúlyi alakok elméletével kapcsolatban, mély betekintés nyílik a Föld belső felépítésébe, ami lehetővé teszi a szeizmikus eredmények kiváltképp üdvözlendő felülvizsgálatát. Más szavakkal a geodéziának kell a sokkal átfogóbb geofizika alaptanulmányát képeznie.

A jelenlegi helyzetnek ez első és rövid vázolása, továbbá a jövőbeni helyzet alakulására vonatkozó utalás után, jobban szemügyre kell vennünk a probléma nagy nehézségeit, és visszapillantva, kritikai megvilágításba kell helyeznünk a megoldása érdekében tett, eddig még nem kielégítő, kísérleteket, mielőtt a végleges megoldás útját javasolnánk. Hangsúlyozom: javasoljuk, mert a geodéziában és a geofizikában nem kerülhetők el teljes mértékben a hipotézisek, és mert az igazság megtalálásának mindig különféle útjai vannak. Ez jellemezze fejtegetéseimben a szubjektív elemet.

Mivel a Föld tömegének empirikusan kimutatott eloszlása meglepően közel áll az egyensúlyi elrendeződéshez, a földalak tanulmányozásához mindig valamilyen idealizált, elméleti vonatkozású testet* veszünk, amely tartalmazza a teljes földtömeget, és amelynek felszíne — a geoid potenciálértékével megegyező értékű — szintfelület. Ilyen vonatkozási testként mindeddig szintellipszoidot választottak, amelyet a következő négy adat határozott meg: a Föld tömege E, forgási szögsebessége ω, az egyenlítői féltengely a és a statikai lapultság, azaz

$$J_2^{\mathrm{u}} = (C - A) : E\,a^2,$$

a tömegfüggvény. Ebben C jelenti a forgástengely körüli főtehetetlenségi nyomatékot, A pedig az egyenlítői főtehetetlenségi nyomatékot. Ilyen, a Föld adataival jellemzett szintellipszoid ugyan szabatos értelemben teljességgel lehetetlen, mégis — akár még tizedrendű közelítésben is — felhasználást nyert. Elméleti nehézségi erőtere egyértelműen, szabatosan számítható. Ezzel szemben a számtalan hozzátartozó tömegeloszlásból csak egyetlenegy számítható ki, mégpedig a PIZZETTI és SOMIGLIANA elmélete szerinti fiktív tömegoszlás,

* Az eddig általánosan használt geometriai fogalom, a vonatkozási felület (alapfelület) szerepét a felsőgeodézia újabb irányzatában a fizikailag definiált vonatkozási test veszi át, amelynek nemcsak méretei, hanem tömege és következésképpen nehézségi erőtere is van. Lévén a szerző a fizikai irányzat kiemelkedő képviselője, ő következetesen a vonatkozási test fogalmát használja.

amely szerint az egész tömeget az ellipszoid belsejében homogén eloszlásúnak tekintik, és a homogeneitástól való minden eltérést a szintellipszoid felületére helyezett rétegként fognak fel. Ez a részben pozitív, részben negatív felületi sűrűségű réteg, amelynek összege nulla, az alábbi értékekkel jellemezhető a sarkon és az egyenlítőn:

$$\mu_p = +15002 \text{ t/m}^2; \quad \mu_e = -7526 \text{ t/m}^2.$$

Az egyébként magától értetődik, hogy a közelítő szintellipszoid, akárcsak a valóságos Föld, erősen inhomogén kell legyen.

Aszerint, hogy a geodéziát HELMERT nyomán „a földfelület felmérésének és ábrázolásának tudományaként" fogjuk fel, vagy — mint BURNS — feladatát a külső szintfelületek seregének meghatározásában látjuk, a Föld alakjának problémája vagy geometriai, vagy szabatosan fizikai felfogást tesz lehetővé. E két, önmagában elvileg egyenrangú főirány modern irányzatként állítható szembe a klasszikus módszerrel, amely a kettő közötti helyzetet foglalja el. A klasszikus módszer középutassága azon alapul, hogy célja, a geoid szabatosan fizikai, míg az összehasonlításhoz használt erőtér, akár a geometriai irányzatban, kissé mellékes szerepet játszik. Valóban, a földi nehézségi erőtér leírása önmagában véve nincs egyetlen meghatározott vonatkozási erőtérhez sem kötve. Mégis, így a függővonalhajlások, a nehézségi zavarok és az eredményként kapott geoidmagasságok csak relatív mennyiségek, amelyeknek nincs világos fizikai értelmük. Ebben áll a szintellipszoid fő hiányossága is. Ugyanis ennek — a darwini alakparaméter önkényes: $f = 0$ választása miatt — semmilyen összefüggése sincs a „szabályozott" földtömeg alakjával, a normálszferoiddal. Csak az utóbbi vonatkozásában lesz az említett három mennyiségcsoport a földkéreg tömeg-rendellenességeinek függvénye, és ebben az értelemben abszolút* mennyiség. A normálszferoid elmélete már messzemenően kifejlődött. Ennek ellenére magmarad, mint jövőbeli

I. feladat: a normálszferoid egységes definíciója és számszerű meghatározása, valamint alapvetően ennek elfogadása a geodézia fizikai vonatkozási testeként. A Föld magassági és mélységi viszonyainak delfti sorbafejtése szerint a szilárd Föld fizikai felszínének a tengerszinthez viszonyított közepes mélysége —2356 m és a hidroszféráé —2601 m, azaz a közepes kontinentális magasság +234 m. Ily módon a normálszferoidban az idealizált szilárd Föld felszíne 2367 méterrel a geoid alatt helyezkedik el, míg a világtenger felszíne 234 méterrel a geoid fölött van. A geoid undulációinak meghatározásakor azonban a vonatkozási test térfogatának meg kell egyeznie a geoidéval. Ezért a geoid felett elhelyezkedő vízréteget úgy kell a szilárd Föld felszínére sűrítenünk, hogy utóbbi az össztömeg szabatos megtartásával 146 m-rel emelkedjék, így egy

* A vonatkozási (viszonyítási) rendszertől független.

kicsinyített normálszferoidhoz jutunk, amelyben a szilárd kéreg felszíne csak 2221 m-rel fekszik mélyebben és a víztömeg ennek megfelelően csökkent.

A fizikai geodézia peremérték-problémája alapvetően különbözik a potenciálelmélet peremérték-feladataitól. Ezeknél adott az egész tömeget körülzáró felület, és számítjuk a külső tér potenciálját úgy, hogy az adott felületen vagy a potenciálértékeket, (1. peremérték-feladat), vagy a nehézségi erőértékeket (2. peremérték-feladat), vagy a lineáris kombinációját (3. peremérték-feladat) ismerjük. Most viszont fordított a helyzet; adott a szintfelület, amelynek alakját a vonatkozási testhez képest kell meghatározni.

Egy első peremérték-feladat levezethető a topográfiai felszínből és az izosztatikus kompenzációból. Az izosztázia ma már jól megalapozott elmélet. Kérdéses csupán a modell és a százalékos arány, amelynek mértékéig a kompenzáció végbement. Az eddigi vertikális modellekkel a nyomás és tömeg egyidejű megtartása lehetetlen. E hiányosságon segít az úgynevezett horizontális izosztázia legújabb modellje. Ha topográfián a (kisebbített) normálszferoidtól való valamennyi eltérést értjük, úgy a topográfiai tömegeltérések kiszámíthatók, míg az izosztatikus kompenzáló tömegek az erős nyomáskiegyenlítődésekből erednek, ezek adják az ún. gyökér- és ellengyökér-alakzatok méretét, ahol a nyomáskiegyenlítődés felülete a legmélyebb gyökér alsó szintje. Az izosztatikus szabályozás esetén a topográfiai tömegek 2,67 sűrűségű árama folyik a középső, felemelkedett litoszféra két oldalán a kontinensektől a tengerek felé és kisebb izosztatikus kompenzáló tömegek folynak ellenkező irányban a középső, idealizált MOHO-felület, a kéreg és a köpeny választófelületének két oldalán. A gyökéralakzatok a kontinenseken és a sekélyebb tengerekben 2 221 m mélységig találhatók, míg a maximális tengermélységben a kéreg teljesen eltűnik, azaz az ellengyökér a tengerfenékig felnyúlik. Mivel a gránitréteg (2,67) vastagsága messzemenően megállapítottnak tekinthető, problémánknak csak két szabad paramétere marad, mégpedig a középső MOHO-felület M mélysége a geoid alatt, és a sűrűség értékének ugrásszerű változása ugyanott, pontosabban a köpeny felületi sűrűsége és a 2,67 érték különbsége.

Ha most a topográfiát mintegy $(R_0 - 2\,221)$ km sugarú gömb felületi terhelését értelmezzük, ahol R_0 a geoiddal megegyező térfogatú gömb rádiusza és az izosztatikus kompenzáló tömegen pedig az $(R_0 - M)$ gömb felületi terhelését értjük, akkor a hozzátartozó potenciálzavar kiszámítható, és megkapjuk — BURNS elmélete szerint — az „izosztatikus geoid" undulációit. Így következik a

II. feladat: a horizontális izosztázia kiépítése és az izosztatikus geoid meghatározása, valamint a szabad paraméterek legvalószínűbb értékeinek megkeresése.

Ha a horizontális izosztázia modellje helyes lenne, érvényességének százalékarányát ismernénk, és a Föld testében a topográfián és az izosztatikus kompenzáción kívül további tömegzavarok nem lennének, úgy az izosztatikus geoid és a tényleges geoid egybeesne. Az undulációk értékköre (max-min)

aligha léphetné túl az 50 m-t, a négyzetes középérték aligha érné el a 20 m-t. A közepes unduláció tehát $3 \cdot 10^{-6} R_0$ érték körül lehet, és így HELMERT értelmezése szerint nagyon kis, negyedrendű mennyiség.

Mivel a potenciálzavar csak hipotetikusan vezethető le a delfti sorbafejtésből, többnyire a második peremérték-feladatot részesítették előnyben, azaz az undulációkat a látszólagos nehézségi rendellenességeken keresztül a STOKES-féle integrál (1849) segítségével próbálták meghatározni. Azonban ez az eljárás nem kevésbé hipotetikus. Ugyanis a Föld felszínén megfigyelt nehézségi értékeket a geoidra kell redukálni, ami csak képzeletbeli tömegeltolásokkal lehetséges, miáltal a valóságos geoid a megfelelő nehézségi redukció „mesterséges geoid"-jává alakul át, amelynek a jelenlegi geoidtól való függővonal-elhajlásai indirekt hatásokként értékelhetők. Csak a mesterséges geoid, amely az eloszlásában megváltoztatott földtömeget körülöleli, lehet a STOKES-féle integrálból történő számítás alapja. Ha az izosztatikus redukciót vesszük figyelembe, akkor az izosztatikus geoid fenti undulációit közvetett hatásként a valóságos geoidból le kell vonni, és az izosztázia mesterséges geoidja, az úgynevezett „Co-geoid" a fenti ideális esetben ugyanúgy a normálszferoiddal lenne azonos, mint az izosztatikus geoid a valóságos geoiddal. Az izosztatikus redukció kiküszöböli a topográfiát és a kompenzációt, tehát mindenesetre messzemenően szabályozza a Föld tömegét. Ebből fakad csaknem *a priori* az a következtetés, hogy a „Co-geoid" STOKES-féle integrálból levezethető undulációinak jelentősen kisebbeknek kell lenniük, mint az izosztatikus geoid esetében, vagy másként kifejezve: a közvetett hatás a valóságos geoid undulációinak nagyságrendjével egyenlő. Az eddig meghatározott geoidok gyakorlatilag kevés hasonlóságot mutatnak az izosztatikus geoiddal. Különösen kirívó ellentmondással találkozunk a Himalája területén: itt az izosztatikus geoid alapján 30 m emelkedést várnánk, míg a legújabb számítások a STOKES-féle integrál alapján még mindig csaknem kétszer annyi süllyedést mutatnak. Az ok nagyrészt az inhomogén kiindulási adatokban van. Ugyanis Földünk felületének kb. háromnegyede vízzel fedett, így a magassági és mélységi viszonyok meghatározásához jelentősen növelni kellene a mélységmérések számát, másrészt pedig sokkal több nehézségi értéket kellene ismerni a tenger felszínéről. Mindehhez járul az is, hogy az utóbbiak távolról sem közelítik meg a szárazföldön eszközölt gravimméteres mérések pontosságát; középértékben 1 mgal már 3,24 m undulációt jelent. E meggondolásokból fakad gyakorlatilag és elméletileg:
a III. feladat: a mélység- és gravitációmérések jelentős sűrítése a tengeren,
a IV. feladat: a szabályozás törvényének beható tanulmányozása.

Az izosztatikus geoid és a látszólagos nehézségi rendellenességekből levezetett geoid összehasonlításából adódik még egy sor további kérdés. Legelőször: az elméleti nehézségi gyorsulás képletének felállítása a k^2E szorzat ismeretét tételezi fel, amely, a harmadik KEPLER-törvény alapján, a mesterséges holdak segítségével már nagy bizonyossággal meghatározható. E szorzat két ténye-

zőjének elválasztása már évek óta fontos ügye különösen a magyarországi geofizikai kutatásoknak. A gravitációs állandó meghatározásának pontosságát jelentősen növelni kell *(V. feladat)*. Mivel a k^2E újabb egyenkénti meghatározásai mindig kb. $\pm 5 \cdot 10^{15}$ cm^3s^2 közepes eltérést mutatnak, ami 37,5 m-es tengelymódosulásnak felel meg, semmiképp sem mellőzendő a normálszferoid geometriai paramétereinek k^2E-vel és az elméleti egyenlítői nehézségi gyorsulással fennálló dinamikai összefüggésének újabb beható vizsgálata *(VI. feladat)*. Kétségtelen, hogy az új, 1967-es nemzetközi vonatkozási rendszer alapadatai már meglehetősen megbízhatóak, így a nehézségi rendellenességek valamely állandó hibája nem befolyásolja az undulációkat. Továbbá az izosztatikus geoid függ az M és a $\Delta\varrho$ szabad paraméter megválasztásától, így valószínűleg e paraméterek megválasztásával a két geoid közötti különbségek a minimumra csökkenthetők, és ezáltal a MOHO-felület mélységére és a köpeny vastagságára vonatkozó szeizmikus eredmény ellenőrizhető *(VII. feladat)*. Végül, a horizontális izosztázia potenciálzavara segítségével e modellen a magassági (szabad levegő) grádiens és ennek a magasságtól való függése, vagy a valódi nehézségi rendellenesség minden függőleges mentén levezethető. Ez egészen új és rendkívül fontos számítási módot ad az izosztatikus geoid meghatározására *(VIII. feladat)*. Világos, hogy mindebből következik néhány új, gyümölcsöző szempont. A feltételezések alapján kiszámított és a közvetlenül mért függőleges grádiensek összehasonlítása elmélyíthetné az izosztáziába való betekintést és a topográfia kondenzációjának a középső, megemelt litoszférára gyakorolt hatásait egzaktabban ragadhatnánk meg *(IX. feladat)*.

A harmadik peremérték-feladatot először JEFFREYS (1931) alkalmazta a természetes geoidra, majd később MOLGYENSZKIJ (1948) a Föld felszínére. A földrajzi koordináták és a tengerszinthez viszonyított potenciálkülönbségek határozzák meg a hipszometrikus felületet, és minden függővonal normálmagasságra és magassági rendellenességre, illetve a felület undulációjára oszlik. A probléma egy rendkívül nehéz integrálegyenletre vezet, ezért MOLGYENSZKIJ szellemes módon egy másik alap-integrálegyenletet állított fel. A gravimetriai geodézia új elméletével azóta nemcsak MOLGYENSZKIJ és szovjet kollégái, de számos neves kutató, pl. ARNOLD, BJERHAMMAR, HIRVONEN, LEVALLOIS és MORITZ, is foglalkozott és sok érdekes vizsgálatot végzett. J. deGRAFF-HUNTER, aki egyébként MOLGYENSZKIJ-tól függetlenül hasonló elképzelésekre jutott, a szilárd kéreg felszínének sokszorosan erős hajlásaiban rejlő probléma fő nehézségét azáltal kívánja megkerülni, hogy sima topográfiával rendelkező Föld-modellt használ. Így azonban az elérni óhajtott hipotézismentesség elvész, és ezenkívül, az izosztatikus egyensúlyt is teljesen figyelmen kívül hagyja.

Kétségtelen, hogy a geodézia két fő feladatának *egyike* a földfelszín koordináták szerinti meghatározása, azaz a földfelszíni pontokhoz a geocentrikus polárkoordinák rendszerének felállítása, mely feladat hipotézismentes

megoldását már BURNS ismert poliédere (1878) és öt méréscsoportja előrevetítette. E feladat közvetlenül háromdimenzióként fogható fel, mint HOTINE problémája, amely MARUSSI „Geodesia Intrinseca"-jából indult ki, vagy mint a szatellitageodézia geometriai problémája. Azonban meghatározhatók a helyzetkoordináták az egyértelműen elhelyezett közepes földi ellipszoidon is, amikor is a harmadik koordinátát — a klasszikus elmélet szerint — a geoid közbeiktatásával, a geoidundulációk és az ortométeres magasságok összegéből képezzük, ami természetesen nem lehetséges hipotézis nélkül. A korszerű elméletben közbeiktatott felületként a hipszometrikus felszín vagy a telluroid szolgál, amelynek azonban nincs a geoidhoz hasonló fizikai jelentése, sőt függ a vonatkozási testtől is, amennyiben valamely szintellipszoidot alkalmazunk.

Mégis, ez a modern, inkább geometriai irányzat fizikai szempontból is igazoltnak látszik, amennyiben minden felszíni ponton a geocentrikus koordináták mellett a tengerszinthez viszonyított potenciálértékek és az ortométeres magasságok, valamint a csillagászatilag meghatározott függőleges irányok adottak. Ekkor a geoid a kontinensek alatt a földfelszínhez viszonyítva pontonként van rögzítve, míg a tengereken közvetlenül adott. Fizikai kinyilatkoztatásokat azonban e meghatározás éppoly kevéssé enged meg, mint a geoidundulációknak a szintellipszoid vonatkozásában történő meghatározása. Csak a normálszfeorid vagy az egzakt módon szabályozott Föld vonatkozásában tesznek lehetővé — mint fentebb említettük — a nehézségi rendellenességek a függővonal-elhajlások és a geoidundációk használható fizikai következtetéseket. A normálellipszoidnak nem kell egyensúlyi alakzatnak lennie. Ugyanis — fejlődéstörténetileg szemlélve csupán fiktív módon — létrejöhet a forgási sebesség árapályi súrlódás általi csökkenése következtében az egyensúlyi elrendeződés, ami nagyobb forgási sebesség esetében egyensúlyi alakzat lenne. A normálszferoid elméletének eddigi tanulmányozása már fontos utalásokat szolgáltatott erre. A Föld közismerten igen bonyolult felépítése azonban arra utal, hogy itt egy magasabb paraméterszámú egyensúlyi elrendeződésről van szó, és ezért a következő évek legfontosabb feladata, szerintem, a magasabb paraméterszámú egyensúlyi alakok elméletének továbbfejlesztése *(X. feladat)*.

A geometriai szatellitaproblémánál először is az alapvonalaknak, mint egy BURNS-féle poliéder húrjainak, méréséről van szó. Itt elsősorban az elektronikus távolságmérés játszik szerepet, amely lényegében a műszeres fejlődés kérdése még. Ellenben mind e vonatkozásban, mind a szükséges zenittávolságok tekintetében nagy jelentősége van a refrakció elméletének, amelynek van még néhány megoldatlan kérdése *(XI. feladat)*. A kozmikus háromszögelés természetesen csupán az állomások egymáshoz viszonyított helyzetét határozza meg. A méretek meghatározása amellett főként klasszikus módszerekkel (geodimeteres poligon vonalakkal) történik. Csak a pályamódszer szolgáltat abszolút, geocentrikus koordinátákat. Itt egy további méretprobléma lép fel,

mivel a pálya ephemeridáinak felállítása feltételezi a Föld méreteinek ismeretét; mégis e problémát alapjában véve már az első szputnyik megoldotta.

A szatellita háromszögelés elsőrendű célja a kontinentális hálózatok tengeren keresztüli geodéziai összekapcsolása és ezáltal HEISKANEN „World Geodetic System"-jének megvalósítása. Minden háromszögelést ugyanazon az ellipszoidon kell feldolgozni, és valamennyinek egyetlen egységes kiinduló pontra kell vonatkoznia, az e pontban meglevő abszolút függővonalelhajlás szigorú betartásával. A közepes földi ellipszoidot kell alkalmazni, azaz a normálszferoiddal térfogat és lapultság szempontjából egyező ellipszoidot „egyértelmű" helyzetben, amelynél az alakzat tengelye a Föld forgási tengelyével, az alakzat középpontja pedig a Föld tömegközéppontjával esik egybe. Bizonyos, hogy a legjobb eljárás a PIZETTI-féle vetítés, amelynek első részét, mint a geoidra történő redukciót, a függővonal szigorú figyelembevételével kell elvégezni *(XII. feladat)*. A PIZETTI-féle vezetés második része, mint ismeretes, a csillagászati—geodéziai hálózat kiegyenlítéséből áll, és ezáltal egy kontinens egyes országainak hálózatai összekapcsolhatók. Így *XIII. feladat*-ként előttünk áll az európai hálózatok második kiegyenlítése. A kontinensek összekapcsolását magát tisztán földfelszíni úton, a csillagászati—gravimetriai vagy az abszolút függővonal-elhajlások kiegyenlítése segítségével is elvégezhetjük. Ennek a még minden bizonnyal kifejleszthető eljárásnak *(XIV. feladat)* előfeltétele a földi ellipszoid vagy a normálszferoid lapultságának és a geoidundulációknak az ismerete úgy, hogy tulajdonképpen a geoidnak a normálalaktól való eltéréseit kell ismerni, mielőtt ez utóbbi tengelye pontosan meghatározható lenne. Így meghatározhatjuk a kontinentális alappontok abszolút függővonal-elhajlását, és így a kontinensek egymással való geodéziai kapcsolatát is.

Még hátravan a tisztán dinamikai szatellitaprobléma tárgyalása. Itt a Föld gravitációs potenciálja néhány zonális, tesszerális és szektorális gömb függvényének a mesterséges holdak pályazavaraiból történő meghatározásáról van szó. Ily módon elsősorban a statikai lapultságot — és ezzel magától értetődően a geoid geometriai lapultságát — igen nagyfokú pontossággal meg lehet állapítani. A további zonális gömbfüggvények, azaz a Föld tömegeloszlásától függő koefficienseik, az úgynevezett tömegfüggvények esetében azonban ezeknek minden forgási és egyenlítőre szimmetrikus tömegelrendeződésnél fellépő gyors csökkenése a legnagyobb óvatosságra int. Tehát ahhoz, hogy a lehetséges viszonyokba jobb betekintést nyerjünk, a tömegfüggvények problémáját pontosan meg kell fogalmazni és behatóan vizsgálni *(XV. feladat)*. Ha a gravitációs potenciál néhány tagjával meghatározott, akkor a normálszferoid vagy akár a szintellipszoid potenciáljával való összehasonlítás potenciálzavarhoz vezet, amelyből BURNS tétele szerint a szatellitageoid undulációi erednek. Ha ezt a sajnálatos gyakorlattól eltérően nem kapcsolják rögtön földi adatokhoz, úgy mindhárom geoid összehasonlítása nagy valószínűséggel fontos eredményekre vezet. Ez az összehasonlítás egyébként akkor lesz a legvilágosabb,

ha a tapasztalati nehézségi rendellenességeket gömbfüggvények szerint fejtjük sorba, ha tehát nem alkalmazzuk a STOKES-féle integrált, aminek előfeltételei a megfigyelt anyag inhomogeneitása mellett nem kellő mértékben teljesülnek. A szatellitageoidnál ezzel szemben nyilvánvalóan a harmadrendű zonális tömegfüggvény uralkodik, az ebből következő „körteformával", míg legbiztosabban az izosztatikus geoid határozható meg. Mindenesetre az elgondolt kritikus összehasonlítás *(XVI. feladat)* további ismereteket nyújthat a Föld belső szerkezetére vonatkozóan, és ezzel nagymértékben elősegítheti a fizikai geodézia fejlődését.

Tudatosan kerültem azt, hogy fő problémánk jövőbeni alakulásáról képet adjak. Ugyanis a természettudományok története túl gyakran megtanít bennünket arra, hogy egy felvillanó gondolat évtizedekig túlbecsült lehet, míg valóban irányadó eszmék jelentőségét gyakran csak sokkal később ismerik fel. Ezért realisztikusabb munkaprogramot adni a következő évekre, ami természetesen saját álláspontomat is ismerteti.

MILYEN VOLT AZ ATLANTI ÓCEÁN ŐSE?

PANTÓ GÁBOR

AKAD. LEV. TAG

A címben feltett kérdés korántsem elvont, nem is „akadémikus", hanem nagyon is „húsunkba vágó" és parancsolóan időszerű. Ha gondolkodásunkat, szemléletünket a geonómia mai igényeihez igazítva át akarjuk formálni térben globálissá, időben „hologeológiaivá" (a földtörténet egészére visszatekintővé), nem lehet érdektelen számunkra, hogy a 100 millió éve távolodó atlanti partokon tekergődző késő prekambri—paleozóos képződésű hegységrendszer milyen ősi tenger („Proto-Atlantikum", WILSON, 1966) geoszinklinálisainak egybeforrásából jött létre?

A globális tektonika megtanít bennünket arra, hogy a regionális földtan oly nehezen memorizálható tér- és időkivágatait bolygófelszínünk egészére és fejlődéstörténete teljes hosszára vetítve összességükben lássuk. Hatalmasat ugrik ezzel a szintézis — valósággal szárnyakat kap —, ugyanakkor „globálissá" vált mondanivalójával felelőssége is megsokszorozódik (az anyag és történés szilárd — globális — talajába kell, hogy gyökerezzék továbbra is, mert, ha a szintetizálás szárnyai a valóságtól messze ragadják, a tévtanítások hatása is világméretűvé nőhet).

A Protoatlantikum-menti globális paleozóos orogén öv tagjait RODGERS (1970) az alábbi — elágazó — füzérben állítja elénk:

Spitzbergák—Skandinávia (Kelet-Grönland)—Brit Szigetek—Appalache—
Ouachita—Mexikó—ÉNy-Délamerika
Mauritanid-öv—Marokkói Mezeta—Ibériai Mezeta—Bretagne

(Különös, hogy a Brit Szigetek—Appalache-összefüggésre nagy geológusok jóval a globális tektonika kényszerítő bizonyítékai előtt rámutattak: BERTRAND 1887; SATSZKIJ, 1945).

A füzér alaposan ismert tagjait a geoszinklinális- és lánchegységképződés jellegzetes példáinak ismeri régóta a földtani irodalom. A több szakaszú (és komplex) hegység-fejlődéstörténet Appalache-ra adott RODGERS-féle szellemes sűrítése sokban áll a rendszer többi tagjára is: „Geoszinklinálisképződés, orogenezis, kiemelkedés folyamatai párhuzamosan, megszakítás nélkül érvényesültek kezdettől végig, csak intenzitásbeli maximumaik követték egymást — „epizódonként" — a megadott sorrendben. Metamorfózis és plutonizmus

legerősebben a geoszinklinális központi — agyagpala-grauvakke-vulkáni kitöltésű — csapásán érvényesült, átalakítva ennek anyagát nagyobb hőmérsékleten és nyomáson stabilis ásványegyüttesekké. A mintegy óriási satupofák közé fogott geoszinklinális szegélyi — karbonátosabb — részei kisebb nyomáson és hőmérsékleten deformálódtak, és felfelé tértek ki a kompresszió elől. A központi és szegélyi zóna határán a félplasztikussá vált aljzat széles antiklinóriumokban púposodott fel."

Ha a satupofák — végső egyszerűsítésben a Kanadai- és Afrikai-pajzs — működését térben és időben össze akarjuk hangolni, paleogeográfiai és kronológiai egyeztetésekre van szükség. Az Ó- és Újvilág selfjeinek egymáshoz illesztését — a valóságot kevésbé vagy többé megközelítő módon — elvégezték komputervezérléssel (BULLARD, EVERETT, SMITH, 1965), geofizikai (DRAKE, EWING, STOCKARD, 1968) és geológiai (RODGERS, 1970) meggondolások alapján. Utóbbi rekonstrukcióban — az óvilági part D-i részének 250 km-es É-ra tolásával — amit az alpi geoszinklinális kiiktatása teljesen indokol — nemcsak a selfek illeszkedése mondható tökéletesnek, hanem a nagy pajzsok („satupofák") is a paleozóos hegységképződések mechanikai követelményei szerint néznek szembe egymással.

Az orogeneziseknek — RODGERS megfogalmazásában a hegységképző folyamatok intenzitásmaximumainak — Ó- és Újvilág közötti időegyeztetése egyszerűvé válik, ha előítéletektől mentesen az események szukcessziójának párhuzamba állítására törekszünk, és ezért feláldozzuk megrögzött diasztrófikus szemléletünket. Ha az orogenezisek kulminációját nem igyekszünk szisztémahatárra tenni, önként adódik a Kaledon $\sim$ Taconi + Acadi és Herzin $\sim$ Appalachi penekontemporaneitás a fellángolások (szakaszok) térbeli végigfutásának engedett — több millió éves — rátartásokkal.

A Protoatlantikum késő prekambri—paleozóos (közel egy milliárd esztendős) létezése tehát biztos földtani megfigyelésekre alapozott, korszerű tudományos megállapítás. K—Ny-i irányú dimenzióit illetően még becslések sincsenek; ez az óceáni kéreg konszumpciójának földtanilag gyors folyamata révén amúgy is csak időfüggvényként kezelhető. Annál több — és ellentétes — a parti övekre, a geoszinklinálisképződések paleozóos színterére vonatkozó megállapítás.

Az ősföldrajzi rekonstrukció — legalábbis a paleozoikumban — egyetlen, olykor elágazó geoszinklinális-rendszerrel számol. Ha ennek részei (vályúi) egymástól jelentősebb kiterjedésű óceáni kéregrésszel elválasztva, kezdetben egy „óceán" egymástól távoli partszegélyein alakultak is ki, a köztük levő tengernek a kambrium elejére már Mediterráneumméretűvé kellett zsugorodnia. A Protoatlantikum mindkét partja konszumpciós (pacifikus) jellegűnek tekinthető, ez biztosíthatta a „satupofák" közel szimmetrikus ütközését és kétoldali kompresszióját az orogenezis során.

Ezt a világos — talán túlegyszerűsített — képet a globális tektonika

gazdagon burjánzó irodalma (túlzott rendszerezés, túlméretezett következtetések) teszi bonyolulttá, sőt ellentmondásossá.

Az egyik felnagyított — önmagában másodrendű — kérdés, hogy a Protoatlantikum két konszumpciós partja szigetíves (Japán) vagy kordillerás (Andok) típusú-e? Lehet, hogy a kérdés ma még nem dönthető el megnyugtatóan. MITCHELL és READING (1971) Brit szigetekre vonatkozó szigetív-bizonyító adatfelsorolása azért sem mentes az elfogultságtól, mert említetlenül hagyja a tárgyalt terület igen gondos — kizárólag kontinentális vulkanizmust bizonyító — ősföldrajzi és fácieselemzését (ZIEGLER, 1970), mely ugyanazon department (Oxford) égisze alatt készült, és ugyanabban a folyóiratban (Journ. Geol.) jelent meg.

Talán felesleges bonyodalmaknak tesszük ki az Appalache — és más protoatlanti geoszinklinálisból született hegység — fejlődéstörténeti rekonstrukcióját, ha szigorúan ragaszkodunk SYKES (1970) és DEWEY, BIRD (1970) táblaütközési és hegységképződési klasszifikációjához. Egyazon geoszinklinális- és hegységfejlődési folyamat fokozatosan vezet át két-három ütközési (óceáni kéregtáblák, bizonyíthatatlan, felemésztett szigetívek, majd selfek ütközése) és hegységképződési (kordillera, kontinensütközés) típuson. Az alapmodell — egyszerűbb nyelven — ennyi: a Protoatlantikumnak pacifikus (konszumpciós) partjai voltak; az ezek előterében kialakult geoszinklinálisok kitöltése az ó- és újvilági kontinentális táblák közeledése, majd ütközése folytán lánchegységgé tornyosult, a kontinenstáblák összeforrottak.

Új fejezet a mai Atlantikum születése, melyet már a triászban hatalmas bazaltelöntéseket (Palisades) csapoló rianások készítenek elő. A szétdarabolt hegységrendszer (és kontinensek) szétúszása ősföldrajzi bizonyítékok szerint (HALLAM, 1971) csak a jurában veszi kezdetét.

IRODALOM

BERTRAND, M.: La chaîne des Alpes et la formation du continent européen. Soc. géol. France Bull. Ser., 3, **15**, 423—447, 1887.

BULLARD, E. C.—EVERETT, J. E.—SMITH, A. G.: The fit of the continents around the Atlantic. Roy. Soc. Phil. Trans. v. A., **258**, 41—51, 1965.

DEWEY, J. F.—BIRD, J. M.: Mountain belts and the new global tectonics. Journ. Geophys. Res., **75**, 14, 2625—2647, 1970.

DRAKE, C. L.—EWING, J. L.—STOCKARD, H.: The continental margin of the eastern United States. Canadian Journ. Earth Sci., **5**, 993—1010, 1968.

HALLAM, A.: Mesozoic geology and opening of the North Atlantic. Journ. Geol., **79**, 2, 129—157, 1971.

MITCHELL, A. H.—READING, H. G.: Evolution of island arcs. Jour. Geol., **79**, 3, 253—284, 1971.

RODGERS, J.: The tectonics of the Appalachians. Wiley, New York, 271, 1970.

SATSZKIJ, N. Sz.: O szravnitel'noj tektonike Szevernoj Ameriki i Vosztocsnoj Evropü. Izv. A. N. SzSzSzR. Szer. Geol., no. 4, 10—26, 1945.

SYKES, L. R.: A possible nascent island arc in the Indian Ocean. Trans. Am. Geophys. Union, **51**, 1970.

WILSON, J. T.: Did the Atlantic close and then reopen? Nature, **211**, 676—681, 1966.

ZIEGLER, A. M.: Geosynclinal development of the British Isles during the Silurian period. Journ. Geol., **78**, 4, 445—479, 1970.

A FOLYADÉKBÁNYÁSZAT ÉS A HATÁRTERÜLETI TUDOMÁNYOK KAPCSOLATA, HELYZETE ÉS PERSPEKTÍVÁI AZ ANYAGOK FEJLESZTÉSE TERÉN

RÁCZ DÁNIEL

Az MTA Föld- és Bányászati Tudományok Osztály prognosztikai témakörének tárgyalásánál, a természeti erőforrások kutatási irányvonalának kidolgozásánál olyan módszertani kérdések kerültek előtérbe, amelyek a tudományos kutatás terén minőségi, szemléletbeni változást jelentenek.

Dr. Szádeczky-Kardoss Elemér akadémikus a feladatok megfogalmazásánál kifejtette, hogy a földtani folyamatok eddig gyakorlatilag elhanyagolhatónak feltételezett sebessége miatt a szilárd földtudományokban lényegileg statikus, a földövezetek nagy méretei miatt pedig tudományágazatilag szeparatív szemlélet uralkodott. Ez a szemlélet elavult, káros. A földtudományok mélyreható átalakítását, korszerűsítését kell elérni azzal, hogy megalapozzuk a szintetikus és dinamikus szellemi földtudományi munkát, a nagy területre kiterjedő elemzést, az óriási információs anyag sokoldalú feldolgozását, az ágazatok közötti rendszeres összefüggés kutatását.

Ez a korszerű kutatási koncepció a szénhidrogén-bányászati kutatás és tudományos elemzés számára is új feladatot jelent, annál is inkább, mert a változatos hazai mélyföldtani viszonyok miatt a földtani kutatási feladatok egyre bonyolultabbak lesznek. A megkutatottság mértéke a sekély és középmélységű szakaszokban jelentősen előrehaladt. A továbbiakban nagyobb mélységekben és még bonyolultabb viszonyok között is eredményeket kell elérni; a megismerés és a konkrét készletnövelés terén. A mélységgel arányosan növekvő nyomás- és hőmérsékleti viszonyok egyre nagyobb problémát jelentenek az ipari kutatás számára. A 200—250 °C talpi hőmérséklet, a 700—1000 at nyomás melletti fúrás és kútvizsgálat nagy műszaki-technikai felkészültséget igényel.

A készletnövelés mellett a termelési módszerek korszerűsítésével kell a már megtalált geológiai készletek hatékonyabb kiaknázására törekedni. Hazai viszonylatban a végső kihozatal alig éri el a 30%-ot. Az összesen visszamaradó olajkészletből további egy százalék kitermelése közel milliárd forint értéket jelent.

Az új kutatási szemlélet több oldalról közelíti meg ezt a célt, és ha valahol, úgy a szénhidrogénbányászat területén különösen indokolt az összefüggések tisztázása, a statikus kutatási szemlélet helyett a rendszerek dinamizmu-

sának értelmezése, az információfeldolgozás korszerűsítése, a határterületi tudományokban rejlő tartalékok feltárása és kiaknázása.

A hazai, de a világ bármely — méreteiben nagynak számító — kőolaj- és földgáztelepe eltörpül ahhoz a mérethez képest, amelyet a környezete és a földkéreg jelent. Nyilvánvaló, hogy ezekre a telepekre, tárolórendszerekre jelentős hatást gyakorolt az a környezet, amely azt kialakította, a kőolaj- és földgáz felhalmozódást lehetővé tette.

Ha a földtani elemzés során a szénhidrogén-tárolórendszereket kiragadva, környezetüktől elszigetelve vizsgáljuk, aligha sikerül megtalálnunk az összefüggések lényeges alkotóelemeit: a szénhidrogének keletkezését, migrálását, felhalmozódását stb.

Ezekben az összefüggő, nagy dimenzionális rendszerekben a kőolaj, a földgáz, a rétegvíz és a kőzet alkotóelemei olyan egyensúlyi rendszert képviselnek, melynek kialakítását a rendkívüli időméret mellett számos tényező befolyásolta.

A kémiai-, hőmérséklet-, nyomás-, potenciálkülönbségek és más mozgást befolyásoló tényezők hatására jelenleg is alakul, formálódik a rendszer, de az emberi időészlelési lehetőségek miatt ez gyakorlatilag nem vagy alig követhető. Számos vizsgálatra, tudományos elemzésre, értelmezésre van szükség ahhoz, hogy az alapvető összefüggésekre következtetni tudjunk.

Amikor az ember beindítja a kőolaj- és földgáz termelését, 15—20, esetleg 30 év alatt alapvetően más módon avatkozik be a természet rendjébe, mint ahogy az több százezer, több millió év alatt kialakult, és nagyságrendekkel nagyobb potenciálkülönbségeket hoz létre a folyadékáramlás fenntartásához, mint amilyen a migráció során a fázisok elrendeződésénél érvényesülhetett.

Az úgynevezett kezdeti „vízmentes" olajtermelés szakaszában is jelentkezik 1—2% víz. Ennek az oka elsősorban az, hogy olyan pórusokból is történik vízbeáramlás, amelyek az akkumuláció során — a kis nyomáskülönbségek miatt — nem telítődtek olajjal, a víz és olaj között termodinamikai egyensúly alakult ki, amely a termelés hatására megbomlott.

A rétegfluidumok megmintázása alapjában véve egyszerű feladatnak látszik, valójában azonban ez a feladat egzakt módon megoldhatatlan, mert nem lehet pontosan rekonstruálni azt az összefüggést, amit a kőzet, folyadék és gáz mint egyensúlyi rendszer képvisel. Ilyen rendszerből vett gázminta gázösszetételét a nyomás és a hőmérséklet határozza meg. Más nyomáson, más hőmérsékleten más gázösszetételt kapnánk. A kútból vett és a felszínre emelt vízminta alapvető tulajdonságai azért változnak meg, mert felszíni viszonyok között a víz számos alkotórésze átalakult, egyensúlya megbomlott, és mert útközben olajjal és nem tárolókőzettel van érintkezésben.

A határterületi kérdések vizsgálata a különböző tudományágak problémáinak kölcsönös megismerését segíti.

A diffúziós folyamatoknál kis koncentráció-különbség esetében a kémiai technológiában már elhanyagolásokat lehet tenni. Geológiai körülmények között viszont ilyen és ehhez hasonló állapotok dominálnak, határozzák meg a jelenségeket, a tárolórendszereken belül vagy azon kívül ennek hatására jönnek létre oldódások, kicsapódások. Hasonlóképpen, a mindennapi életben a kapilláris nyomás értékét az áramlási vizsgálatoknál gyakran számításon kívül hagyják. A földtani nagy méretek esetében azonban többszáz méter vastagságú tárolónál (pl. Nagylengyel) a kapilláris hatásoknak nagy szerepe lehet: 200 m-es kapilláris magasság minimális olaj- és víz fajsúlykülönbség mellett is több atmoszféra többletnyomást — kapilláris nyomást — (2—4 at) jelent. Ilyen méretek mellett egyes folyamatokat már alapvetően a kapilláris hatások befolyásolják. Nagylengyelben vagy ahhoz hasonló szénhidrogéntárolóban, mint közlekedőedényben, az olajos rész talpán a nyomás az olaj fajsúlyából és magasságából, valamint az olajos rész tetején uralkodó kapilláris nyomásból tevődik össze. A közlekedőedény másik oldalán a víz hidrosztatikus nyomása tart egyensúlyt ezzel a nyomással.

A termelés beindításával az egyensúlyi rendszer megbomlásakor a kapilláris nyomástöbblet gyorsan lecsapolódik, a kapilláris visszatartás megszűnik, a víz a kapillárisokban a legmagasabb szerkezeti helyek felé mozdul el, váratlan vizesedés következhet be. Ez a termelési gyakorlat egyik legfontosabb kérdése, tisztázni kell tehát annak fizikáját és termelési kapcsolatát.

A földalatti hidraulika, rezervoármechanika néhány kérdése is ebből a szempontból vizsgálandó. Itt a geológiai nagy méretek mellett a folyamatok eltolódnak a mikroméretek és molekuláris jelenségek irányába.

A hagyományos rezervoármechanikai szemlélettel és értelmezésekkel szemben a földtani tapasztalat szerint a pórusméretek lefelé egyre csökkennek; a kompakció, a kitöltődés és egyéb hatások révén értékük nulla felé tart. Ezzel a szűrődéselméleti vizsgálatok értelmezése csak komplex módon oldható meg. Adott esetben ugyanis a méretek csökkenése miatt a felületi erők lesznek meghatározói a folyamatoknak. A molekuláris mérettartományban a molekulák mérete, a fluidumok szerkezeti tulajdonságai már nem hanyagolhatóak el. Kialakulnak a félig áteresztő tulajdonsággal rendelkező természetes szűrők. Ezek esetenként vízutánpótlást, energiapótlódást biztosítanak, nagyobb méretű komponensek áramlásának, diffúziójának viszont gátjai. Szerepet kap az ozmózisnyomás. Az ozmózisnyomásra vonatkozó ismereteink viszont lényegesen kisebbek, mint más tudományágaknak arra vonatkozó ismeretei.

A statikus egyensúlyi helyzetből kiindulva, a dinamikus egyensúly újabb, bonyolultabb formájához érkezünk. Már nemcsak a koncentráció- és potenciálkülönbségekről kell beszélnünk, hanem azzal szorosan összefüggő mikrofizikai jelenségekről és dimenzionális méretekről is. Ha egy molekuláris porózusrendszerben (szűrőben) az ion-elegyrendszer diffúzióját vizsgáljuk, az

ionok különböző mértékű diffúziója és lemaradása figyelhető meg, ez pedig visszahat a környezet egyéb tulajdonságaira.

Ha a szénhidrogén érintkezésben van víztároló rendszerrel, az befolyásolja a víz ionális összetételét, többek között azért, mert közös komponensük a CO_2, amely az olajban jobban, a vízben kevésbé oldódik. Ha az olaj azt elvonja, a karbonátok kicsapódnak. A geológiai korok során a CO_2 felszíni utánpótlódása, ismételt elvonása esetén lefűződések, elzáródások következnek be, a víz ionális összetétele megváltozik.

A mikro- és molekuláris méretek és mozgások tanulmányozása során eljutunk az elektroforézisig, az elektroozmózisig, az elektromos potenciáloknak mozgást befolyásoló szerepéig.

Kidolgozták (Pirson 1967) a porózus kőzetben folyadékáramlást előidéző hidraulikus, elektromos, hő -és kémiai potenciált egyesítő általános ozmodinamikus potenciálegyenletét, és több más részterületet érintő kérdés tudományos értelmezését.

Chilingar et al (1970) egyenáram hatását vizsgálták a homokkőmagok permeabilitásának mérésekor. Megállapították, hogy az áramlás az elektromos potenciálgradiens hatására a kaolinitos, illites, montmorillonitos tartalom sorrendjében nő. Az elektromos áram az agyagok rácsszerkezetét szétroncsolja és kétfázisú áramláskor az elektromos áram hatására a fluxus és az olajjal szembeni relatív permeabilitás nő. — Magunk hasonló elvből kiindulva megállapítottuk, hogy az elektromos tér hatására a porózus rendszerben mozgás következik be. Ebben a mozgásban nagy szerepe van a kőzet tulajdonságainak, a folyadékok nedvesítésének. Módszert dolgoztunk ki a kúttalpzóna egyenáramú elektromos kezelésére.

A kőolajkiszorítás nem elegyedő folyadék besajtolásával az egyik alapvető termelési irány, a hagyományos vízbesajtolás továbbfejlesztett, jobb hatásfokú változata, és új, mesterségesen előállított kiszorító közegek besajtolásának módszere felé vezet.

A viszkozitásnövelő eljárások fontos szerepet kaphatnak, és előtérbe kerülnek a felületaktív-anyagos kiszorítási eljárások is. Ilyen kísérletek hazai viszonylatban is kielégítő eredménnyel folynak. A nem-newtoni folyadékok porózus közegben való létrehozásával: mikroemulziók, habok, polimeroldatok alkalmazásának lehetőségével mi is kísérletezünk. A kutatási munka rezervoármechanikai szemlélet mellett mélyreható kolloidkémiai ismereteket igényel. A CO_2-os kiszorítás főleg áttolódási képessége alapján fejti ki hatását. Foglalkozunk nagynyomású vaporizációs vizsgálatokkal. Korábban könnyű szénhidrogénpárlat besajtolásának üzemi kísérleteit végeztük. Az elmúlt 20 esztendőben a nemzetközi irodalomban ismertetett adatok alapján bevezetésre kerülő elegyedő dugós eljárások kedvező eredményeket biztosítanak.

A kőolaj helybeni elégetésének tudományos kérdéseivel hazai viszonylatban átfogó területen foglalkozunk. Ez a komplex kutatás tipikus példája az

alap- és szaktudományok összehangolt felhasználásának, a korszerű kutatástervezésnek és információ-feldolgozásnak.

Mindenekelőtt a tároló tulajdonságait vizsgáltuk meg, nemcsak rétegfizikai szempontok szerint, hanem abból a célból, hogy kimutassuk, tartalmaznak-e az ásványi összetevők olyan komponenseket, amelyek az égést elősegítik, vagy éppen ellentétes hatást fejtenek ki.

Megvizsgáltuk, hogy külső beavatkozás (adalékanyagok) segítségével, hogyan lehet a kőzetek kedvező termikus hatásait kihasználni és az ellentéteseket lefékezni.

A parciális oxidáció, termokatalitikus krakk földalatti megvalósítása céljából szerves pervegyületek és fémeskatalizátorok bevitelét tervezzük. Beindítottuk az ezzel kapcsolatos kutatómunkát.

Minden katalizátorkutatás valamilyen speciális technológiai kérdéshez kapcsolódik. Ezért magunk rendezkedtünk be erre a kutatásra, és konzultálunk az egyes kutatóhelyekkel.

A felsorolt ún. fejlett kőolajtermelési eljárásoknál a kiszorítási hatásfok lényegesen megnövekszik, a területi hatásfok azonban ezt lerontja. Ezért előtérbe kerülnek azok a művelési eljárások, amelyek a területi hatásfok romlását mérsékelni képesek. Ezek közé tartoznak egyes speciális termikus művelési eljárások.

Valójában az ipari felhasználások közé már bekerültek a korszerű eljárások, ezt bizonyítja az USA-ban közzétett összeállítás, mely szerint az eljárások megoszlása az USA-ban 1971 elejéig a következő volt: 148 alkalmazásból 101 termikus módszer (gőzbesajtolás és elégetés), 16 polimeres és 4 micellás oldatos dugós elárasztás, valamint 22 elegyedő kiszorítás szénhidrogénnel, 3 füstgázzal, 1 széndioxiddal és 1 oldódó olajjal. A 148 műveletből 84 az egész telepre kiterjedő, és 64 a telep valamely részén folytatott kísérleti művelet. A 148-ból műszakilag mindössze 10 minősült sikertelennek, gazdaságilag pedig 44 nyereségesnek, 22 veszteségesnek.

Egészen kimagasló eredményekről is tudunk. Kanadában kiemelkedik Albertában a Golden Spike-mező 50,8 millió m^3 olajkészlettel, ahol a gázzal lefelé hajtott propántakaró szorítja ki 95% hatásfokkal az olajat. A SZU-ban is széles körű felhasználást nyert a felületaktív-anyagos módszer, a földalatti elégetésnek legkülönbözőbb formái; elsősorban azonban a nedves elégetési eljárás, melynél a kondenzációs zónának a szabályozása jelenthet jó műszaki, technikai megoldást.

Magyarországon is beindult a nagy hatósugarú, szilárd alapanyagú robbantásos kísérlet, folyamatban van a folyadék halmazállapotú robbanó anyagoknak a kutatása. Külföldön új robbanóanyagként az amóniumnitrátból, gázolajból, vízből és fémből álló pépet műanyagzsákokban helyezik a kútba, és időzítetten robbantják. 103 kezelés közül 76 eredményes volt. Olyan eljárást is ismertetnek, amelynél a hasadékokba sajtolt folyékony robbanóanyaggal végzik a robbantást.

Új korszakot nyitott a szénhidrogének kitermelésében a földalatti nukleáris robbantások bevezetése, a tömött és a természetes állapotban nem termelhető rétegek leművelésénél. Ez a rétegfluidomoknak bizonyos átalakulását, láncszakadások révén könnyebb frakciók kialakulását eredményezi. Az USA-ban mintegy 300 földalatti nukleáris kísérlet tapasztalatai után került sor a Rulison-terv megvalósítására, amely kísérletek alapján előirányozza az ipari készlet jelentős növekedését — atomrobbantás révén.

Kb. 5 évvel ezelőtt a SZU-ban is végrehajtottak földalatti nukleáris repesztést 2 karbonát olajtárolóban, amivel a telepek termelékenységét és a kihozatalt jelentősen megnövelték.

*

Mindebből látható, hogy a szénhidrogén-kutatás a határterületi tudományokkal való együttműködést nemcsak igényli, hanem maga is számos eredményt szolgáltat a rokontudományok számára.

A FÖLD KOZMIKUSAN KÜLÖNLEGES SAJÁTSÁGAI ÉS A GEONÓMIAI SZEMLÉLET ALAPVONÁSAI

SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR
AKADÉMIKUS

1. A földtudományok történeti jellegét meghatározó fejlődési tételek évszázadokon át földtani adatokhoz kapcsolódtak. Ezek az adatok csaknem kizárólag a kontinensek és közvetlen szomszédságuk területéről származtak. A földtudományok szemléleti alapja kontinentálisan limitált földtani ismeretanyag volt.

Ezzel a szemlélettel szemben a Föld-felület túlnyomó részét alkotó óceánok földtanának a legutóbbi 7 évben megvalósult vizsgálata — karöltve az űrkutatás új korszakának a bolygókra vonatkozó eredményeivel — eddigi földtudományi alapelképzeléseinket gyökeresen megváltoztatja. E változás egyik legáltalánosabb eredménye, hogy a különböző földtudományok oknyomozó szintéziséhez, az egységes geonómia kialakulásához vezet. A geonómia kialakulása alapvetően új perspektívát, valójában új kategóriát jelent a természettudományok rendszerében (17. pont). Az utolsó száz évben lényegileg ipari és köznapi segédtudománnyá korlátozott *földtudományok* új geonómiai együttesükben általános, társadalmi jelenségeket is meghatározó, *világkép-szemlélet és gyakorlat-alakító jelleget öltenek.*

2. Az újkori természettudomány a kopernikuszi fordulat óta földünket a Naprendszer, ill. számos naprendszerek egyik bolygójának, a Kozmosz nem különlegesen kitüntetett égitestének tekinti. Új ismereteink alapján ezt a felfogást lényegbevágóan módosítani kell. Triviális kozmikus helyzete ellenére Földünk fejlődése és sajátságai szerint a Naprendszer kivételes tagja.

3. A csillagászatnak az 1957. évvel kezdődő új korszaka előtt a bolygók atmoszféráját állították szembe azok szilárd anyagával. A valóságban azonban a mélyreható különbség a bolygók külső (gáz + folyékony halmazállapotú) és belső, túlnyomóan szilárd fázisa közt áll fenn. A mozgékony fluid fázis a bolygófejlődés döntő tényezője, ez aktiválja a renyhébb szilárd fázis átalakulásai nagy részét is. A bolygók atmoszférájával gyakorlatilag a földi atmoszféra + hidroszféra együttesét, a külső fluid övezetet kell egybevetni és a szilárd fázissal szembeállítani.

Ez a fluid külső övezet a Föld esetében minden más bolygóétól, sőt minden más ismert égitestétől eltér. A földi külső fluid övezetben ui. *a víz* uralko-

MTA X. Osztályának Közleményei 5/1—2. 1972

dik, ami a bolygók világában *nagy koncentrációban egyedül a Földön ismeretes.* A víz a földi külső fluid övezet 99,7 súly%-át teszi ki (a hidroszféra tömege $1{,}44 \cdot 10^{18}$ t, az atmoszféráé $5{,}1 \cdot 10^{15}$ t). Szilárd halmazállapotú H_2O, jég túlsúlya feltételezendő ugyan más égitesteken, pl. a Jupiter két legnagyobb holdján, talán a Szaturnusz gyűrűjében is (KUIPER 1957), de a folyékony H_2O túlsúly eddigi ismereteink szerint kizárólag földi sajátság.

4. A bolygók leggyakoribb illóanyagaitól — H_2, CH_4, NH_3, CO_2 — eltérően a víz folyékony halmazállapotú, abban a hőmérséklet-tartományban, amelyben e — kozmikusan is — leggyakoribb illóanyagok gázállapotban

1. táblázat

A bolygólégkör vegyületeinek hőmérsékleti adatai (C°)

	1 atm nyomáson			
	Mól-súly	Forráspont °C)	Krit. hőmérséklet (°C)	Krit. nyomás (atm)
H_2	2	−252,6	−239,7	12,8
N_2	28	−195,7	−147	33,5
O_2	32	−182,8	−119	49,7
CH_4	18	−162	− 83	
CO_2	44	− 78,4	+ 31	73
NH_3	17	− 33,4	+132	111,5
H_2O	18	+100	+374	218,5
Levegőelegy			−140,5	37,2

vannak (1. táblázat). A Föld felszínére tehát a bolygók felszíne közelében szokatlan halmazállapot, a *folyékony fázis túlsúlya* jellemző. (A Jupiter szilárd felszínén 200 000 atm nyomáson folyékony hidrogént tételeznek fel, ez azonban a földi hidroszférával összehasonlíthatatlan nagymélységi állapot.)

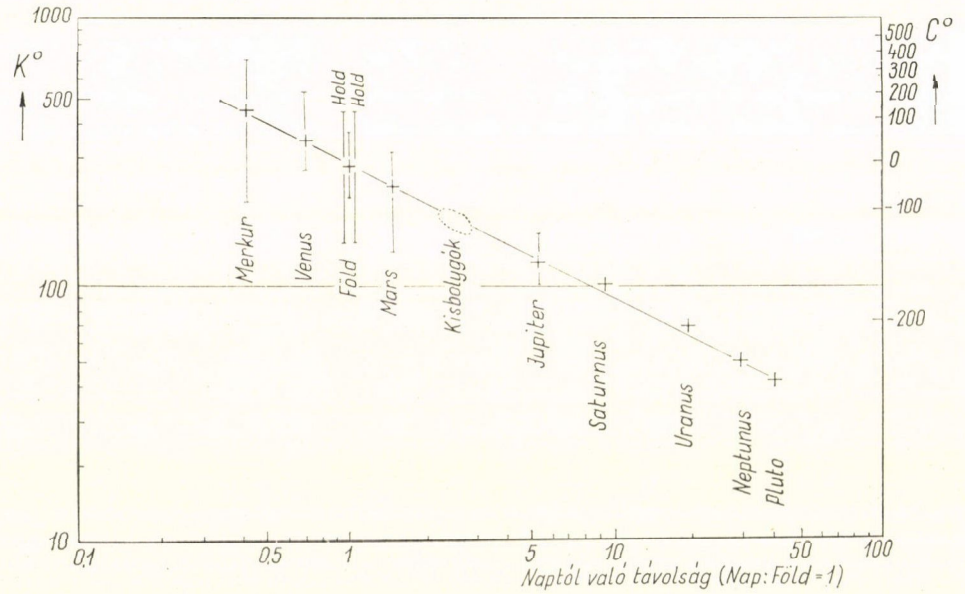
5. A bolygók fejlődését meghatározó disszipáció szempontjából a folyékony és gáz halmazállapot közt mélyreható különbség van. A gázmolekulák ui. túlnyomóan egymástól függetlenül rendezetlenül mozognak, következésképp a mólsúlyuknak megfelelő hőmérsékleten a molekulánként történő disszipációra különösen alkalmasak. *A folyékony anyag* részecskéi viszont nagymértékben egymáshoz kapcsolódnak és így egyébként azonos körülmények közt *disszipációra sokkal kevésbé alkalmasak.*

Így a H_2O földi felhalmozódását a Föld-felszín 100 C° alatti hőmérséklete tette lehetővé. Ha ez a hőmérséklet (1 atm nyomáson) 100 C°-nál magasabb, tehát a H_2O gázállapotú lenne, a hasonló mólsúlyú NH_3 és CH_4-el együtt a Föld életének korai szakaszában túlnyomóan disszipált volna.

6. Az eredeti kozmikus anyagban túlnyomó kis sűrűségű illók disszipációjának a víz túlsúlyából adódó földi fékezettségével kapcsolatba hozható a Földnek az összes bolygók közt legnagyobb sűrűsége, valamint a belső bolygók

közt legnagyobb tömege. A csökkentett földi disszipáció ui. csökkenti a disszipációs tömegcsökkenés sebességét és ezzel növeli a Föld viszonylagos tömegét és sűrűségét.

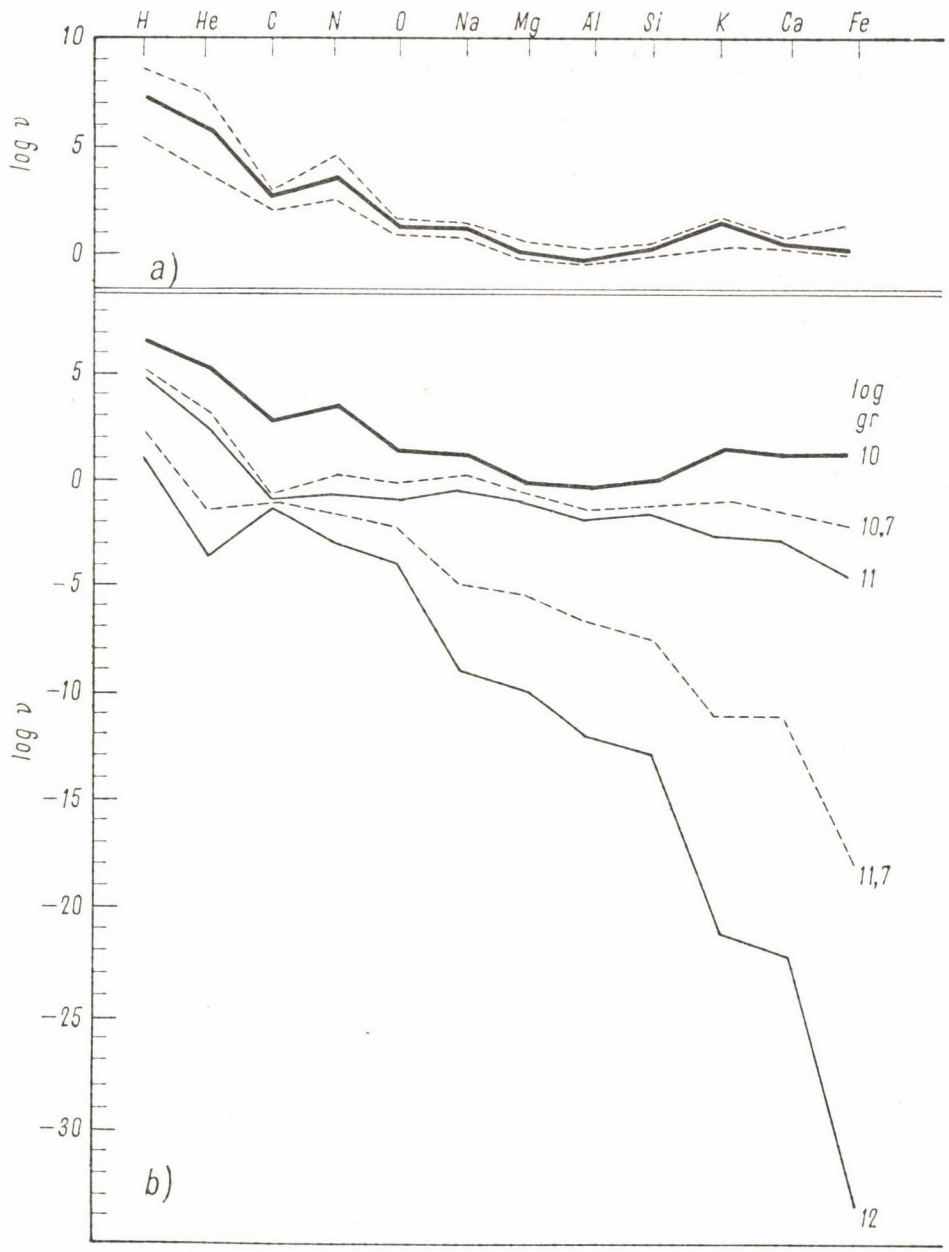
Általában a bolygókról eltávozó illóanyag mennyisége elsősorban a Naptól való távolságuk által meghatározott felszíni hőmérsékletük növekedésével (1. ábra) növekedik — azonos gravitációs potenciál esetében — RITTMANN ez összefüggés értelmében számította a disszipációs anyagveszteséget, az ele-



1. ábra. A bolygók megfigyelt és a Stefan-Boltzmann törvényből számított felszíni hőmérsékletei a Naptól való távolság függvényében

mek rendszámai és a gravitációs potenciál függvényében (2. ábra). A kis sűrűségű illóanyag növekvő disszipációjával tehát növekedik a bolygók átlagos sűrűsége. Ezért a gátolt disszipációjú Föld kivételével — a Naptól való távolság növekedésével csökken a bolygók sűrűsége, egészen a Szaturnuszig bezárólag. (Az Uránusztól kezdve a sűrűség újból növekedik, nyilván a Naprendszernek a távoli, kevésbé ismert külső övezeteiben feltehető, itt nem tárgyalandó további sűrűségmeghatározó tényezők túlsúlyra jutása következtében.) A Föld maximális sűrűsége nagy szilárd tömege hatalmas nyomásának is következménye, ami igen nagy sűrűségű fázisokat hoz létre a Föld belsejében.

E disszipációs bolygófejlődési séma alapján a kozmikus anyag átlagos összetételéhez (kb. 60% H, 30% He, 10% az összes többi elem) legközelebb a fejlődés jelenlegi stádiumában az illókban leggazdagabb külső bolygók állnak, attól legtávolabb a sűrűsége alapján feltehetően illókban legszegényebb



2. ábra. A disszipációs veszteségek a gravitációs potenciál függvényében, (Rittmann nyomán)

legbelső bolygó, a Merkur áll. E séma szerint első közelítésben a *bolygó tömege* is függ a Naptól való távolságtól. Ezt a függést azonban más tényezők elhomályosítják. A tömeg ui. nagyobb mértékben függ a bolygó széttöredezésétől, elsősorban a szomszédos égitestek árapálykeltő erőitől (ROCHÉ-féle határ), ill. a más égitestektől való kolliziótól. Kis tömeg esetében más égitestek általi kapturáció is lehetséges.

7. A víznek kis mólsúlya ellenére már viszonylag magas hőmérsékleten jelentkező folyékony halmazállapota *különleges szerkezetére* vezethető vissza. A vízmolekula a szilárd jéghez hasonlóan 293 °K felett is megtartja tetraederes szerkezetét. A tetraéder mint a legnagyobb fajlagos felületű poliéder, a legtöbb más illóanyag kisebb fajlagos felületű molekuláinál erősebben kapcsolódik a szomszédos molekulákhoz, az illók többségénél kevésbé önálló molekulákat alkot. Következésképp a vízben magasabb hőmérsékleten jelenik meg az összefüggő szerkezetű folyékony halmazállapot, mint más hasonló, vagy akár nagyobb mólsúlyú illók, pl. a CO_2 esetében. A tényleges viszonyok sokkal bonyolultabbak, a cseppfolyós víz áramlási viszonyai egyetlen elmélet keretében le sem vezethetők. ERDEY-GRÚZ (1971) a cseppfolyós halmazállapotú víz szerkezetének elméleteit 8 csoportra különíti.

8. A *víz különleges sajátságai* közé tartozik, hogy olvadáskor sűrűsége növekedik, fajhője sokkal nagyobb saját kristályos módosulatánál, a 0—25 C°, ill. 0—45 C° közti tartományban hőkiterjedési koefficiense növekedik, viszkozitása csökken a nyomás növekedésével, kompresszibilitása pedig csökken a hőmérséklet növekedésével.

A kb. 0—35 C° közötti hőmérséklet-tartományban jelentkező sajátságok azért is jelentősek, mert ez a hőmérséklet-tartomány egybeesik az élet optimális hőmérséklet-tartományával. MAGAT (1935) szerint ezek a sajátságok lényeges szerepet játszanak a vízben oly gazdag élőanyag még bonyolultabb rendszerének létrehozásában. Ezzel a biológiai és az orvosi klimatológiában is jelentős kérdéssel nemzetközi kutató kollektíva foglalkozik (PICCARDI, 1962).

9. A H_2O nagy olvadási és különösen magas párolgási hője, valamint nagy fajhője következtében a hidroszféra *hőtároló képessége* is kivételesen nagy. Ezáltal a hidroszféra a 0—100 C° — sőt ezen belül talán éppen a 0—35 C° — közötti (ill. a korábbi 1 atm-nál nagyobb felszíni nyomás időszakában ennél feltehetően kissé magasabb) hőmérsékletet mintegy tartósítja a Föld felületén, csökkentve a belső bolygókra egyébként jellemző szélsőséges hőmérséklet-ingadozásokat. A légtér energiaviszonyairól legújabban BACSÓ N. (1970) adott e kérdést is megvilágító összefoglalást, Magyarország — tehát egy az Egyenlítő és a sarki területek közt kb. középhelyzetben levő terület — példáján.

A hőmérséklet-ingadozások e nagymérvű csökkenése lényegesen hozzájárul az élet kialakulásához, az életfeltételek állandósításához. Ha a felszíni hőmérséklet átlaga csak 50 C°-kal kevesebb volna, kristályos jégvilág keletkezne a Föld felületén, melyben az aktív életfolyamatok zöme nem indulhatna

meg. Ha viszont az átlagos hőmérséklet 50 C°-kal több volna, a lényegileg cseppfolyós fluid öv megmaradna ugyan, de az aktív élőanyag elbomlana. (A fehérje elbomlási hőmérséklete kb. 54 C°).

10. A folyékony halmazállapotnak a gázoknál és a szilárd anyagoknál bonyolultabb *áramlási sajátságai* vannak. A gázok molekulái ui. túlnyomóan egymástól függetlenül, rendezetlenül áramlanak, a kristályos szilárd testek mozgását pedig részecskéi teljesen rendezett állapota redukálja minimumra. A folyékony halmazállapot áramlása esetében ilyen egyszerűsítő tényezők nincsenek (ERDEY-GRÚZ, 1971).

A gáz alakú atmoszféra alatt közvetlenül szilárd halmazállapotú bolygók esetében a felszínközeli mozgások uralkodóan függőleges összetevőjűek. A túlnyomóan folyékony fluid övezetű Föld áramlásaiban viszont horizontális összetevő dominál. A köznapi szemléletben ugyan a Földön is inkább a vertikális energia és anyagáramlások (vulkáni működés, disszipáció, napsugárzás) tűnnek fel. A hidroszféra, a litoszféra mozgásai, valamint a mélyáramlások azonban megmutatták a horizontális összetevőjű áramlások rendkívüli jelentőségét a Föld fejlődésében.

11. A kvázi-horizontális áramlási rendszer maga is többféleképpen lényeges tényezője a földi disszipáció fékezettségének és a geokémiai sajátságok és folyamatok részben a fékezettségből következő speciális jellegeinek, általában a többi bolygóétól alapvetően eltérő *földi anyag- és energiaháztartásnak*. Ezzel kapcsolatos a földi fluid övezetnek a többi belső bolygóhoz képest nagy tömege és magasabb átlagnyomása. A földi külső fluid övezet átlagos nyomása — beleszámítva természetesen a hidroszférát is — 270 atm, míg az értékben utána következő Vénuszé kb. 60 atm.

A víz földi akkumulációja közvetve és közvetlenül a Földnek a Naptól való távolságához képest relative *nagy hidrogéntartalmát* hozza létre. A Nap és Jupiter közti térség összes égiteste sokkal szegényebb hidrogénben a Földnél.

Részben ugyancsak a földi víztartalom kivételes felhalmozódására, részben pedig a Föld légkörének korai nagy CO_2-tartalmára (SZÁDECZKY-KARDOSS, 1971) vezethető vissza jelenlegi légkörünk jelentős *oxigéntartalma* is. E kérdés számos részletét és irodalmát KUIPER (1957) foglalta össze. Légkörünk nagy O_2-tartalmát a H_2O termikus, ill. fotodisszociációja, részben a CO_2-nek többféle disszociációja — az élőanyag elemi szén (kőszéngrafit) alakjában történő fosszilizációja által szabaddá váló oxigén, részben pedig a CO_2 mikróbás karbónium felhasználása — eredményezi.

A földi légkör nagy oxigéntartalma következtében a Föld felszínközeli szilárd és fluid szintjeiben nagy szerepet játszik az *elemek vegyérték-változása* (vegyértékszabály és az anion-szabályok, SZÁDECZKY-KARDOSS, 1955). Ennek következményeként jött létre a földi geokémiai körforgalom bonyolult *redox oszcillációs rendszere*, amely az óceánok szétterjedése és a betolódási mechaniz-

mus értelmében több mint 100 km mélységig terjedő hatalmas folyamatnak minősítendő.

A kémiai tudományok redox szemlélete és a kémiai ipar redox gyakorlata ugyancsak végeredményben a földi légkör kivételes nagy oxigéntartalmához kapcsolódik.

A speciális földi víz-rezsim és hőmérsékleti tartomány tehát a többi égitesten nem, vagy csak alárendelten jelentkező kémiai reakció-csoportokhoz és fizikai folyamatokhoz vezet.

12. Egyik különleges földi reakció-csoport eredménye a mobilis és az inert kémiai alkotók együttes *kristályos átmeneti fázisa*, nevezetesen az OH, ill. H_2O-tartalmú szilikátok, elsősorban a *filloszilikátok*, köztük is a *szerpentin* és az *agyagásványok* nagy elterjedése a Föld felületén. E fázisok földi gyakorisága a tetraederes szerkezetű víznek a legfontosabb szilárd bolygóanyaggal, a szilikátok ugyancsak tetraederes SiO_4 alapelemeivel való kommenzurábilitásából következik.

A filloszilikátoknak, különösen az agyagásványokban gazdag nagy üledéktakarónak rendkívüli jelentősége van a Föld speciális irányú fejlődésében. A filloszilikátok a felszín közelében transzlációs sajátságukkal, magas hőmérsékleten nagy mélységben pedig a gőzként leadható kristályosan kötött OH-tartalmukkal olyan kenőanyagot hoznak létre, ami a földi *litoszféra rendkívüli horizontális mobilitását* eredményezi (Szádeczky—Kardoss, 1971).

Ezt elősegíti az is, hogy az agyagásvány-képződés a Föld kivételes intenzív kémiai mállása útján rendkívül meggyorsítja a földfelszín lepusztulását, vastag üledéktakarót hoz létre.

A belső és külső földi energiák találkozása tehát vízgőznyomás létrejöttében csúcsosodik. A gőznyomás ezután átalakul komplex anyag- és energiaáramlási rendszerré, amely megindítja a kéregben és köpenyben a metamorf és magmás kőzetképződési folyamatokat és állandó kenőanyag hatásával a kérget és a litoszférát szerkezetileg mobilizálja, kezdeti magas nyomású alakjában ellennyomásával is fokozva e mobilitást.

Az az energia, amely a többi bolygón a disszipáció következtében az interplanetáris űrbe távozik, a Földön részben a szublitoszferikus gőzpárna alakjában tárolódik, létrehozva a Föld különleges horizontális dinamikáját, továbbá redox-oszcillációs rendszerét és az élet gyors és hatalmas kifejlődését. A szublitoszférikus gőznyomás a kozmikus disszipáció különleges, részleges helyettesítője és a Föld kozmikusan speciális fejlődési irányának legfőbb oka.

A Föld felszínét, ill. felszínközelét tehát *két* kozmikusan kivételes horizontális mobilitással jellemzett fázis, a víz és az agyagásványos-szerpentines közeg jellemzi.

13. A lemeztektonikával jellemzett jelenlegi gyors mozgásrendszer *fokozatosan* alakult ki a víztartalmú szilikátok, különösen az agyagos ásványok kontinentális képződésének felgyorsulásával. A kontinentális és óceáni üledé-

kekben a víztartalmú ásványok közt nagy gyakoriságú zeolitok részben már az eredeti agyagos üledékek korai származékai (zeolit fácies) és ha a felszínközeli betolódásban a nagymérvű transzlációs képességek hiányában kisebb szerepet játszanak is, a gőzpárna mechanizmusban ugyancsak jelentősek.

Az agyagásványok főleg a kontinensekről jutnak a mélytengeri árkokon keresztül a betolódási övekbe. Az agyagásványok nagymérvű kontinentális képződését elsősorban az organikus élet fokozatos szárazföldi elterjedése által megnövekedett *talajképződés* tette lehetővé. Ezt a folyamatot az ember elsősorban mezőgazdasági tevékenysége nagymértékben fokozza. Az óceáni táblák *mobilitása* tehát a *földtani korok folyamán fokozódik.*

Földünk kivételes jellege a többi bolygóéval szemben így abban is megnyilvánul, hogy míg azok aktivitása is disszipációval csökkenő illókoncentráció következtében csökken, addig Földünknek a szilárd litoszférára is kiterjedő aktivitása növekedik.

14. A Föld felszíni alakulásában a belső dinamika, elsősorban a *földi mágneses tér* és annak pólusátcsapásai is szerepet játszanak. Ha nem is egyedülálló, de a belső bolygók közt minden bizonnyal elsősorban a Földünket jellemző sajátság ez. Létrehozza egyrészt a kozmikus sugárzás negatív biológiai hatásai ellen védő magnetoszférát, másrészt pólusainak földtanilag gyakori — átlag kb. 1/2 millió évenként ismétlődő — átfordulásával az állat és növényfajtákban jelentkező mutációk sorozatát és ezzel a fajtafejlődés gyorsítását, valamint a biológiai alkalmazkodási képesség kényszerű állandó fenntartását.

15. Az előbbi pontokban kifejtett geonómiai jellegek a földi nooszféra szintű élet kialakulásának egyenként is nélkülözhetetlen feltételei, „sine qua non" tényezői. Mindezek a kivételes, vagy legalábbis ritka sajátságok komplex együttese eredményezi Földünk legsajátosabb és valóban csúcspontinak tekintendő tulajdonságát, az *élet kialakulását* a COHN alapú koacervátumokból és annak a redox oszcillációs rendszer és egyéb említett hatások által *felgyorsított fejlődését.* A Föld különleges dinamizmusa az alapvető meghatározója, kiindulása, fenntartója és állandó szigorú irányítója minden ismert élettevékenységnek, tehát a társadalom mindenkori fejlődésének is.

Itt újra utalni kell az agyagásványok szerepére, ami az élet (földi) létrejöttében is igen jelentős tényező. Az agyagásványok egyes fajtái, főleg a montmorillonitfélék szerkezetileg óriásmolekulák tárolására alkalmasak. Ez pedig az organikus koacervátumok felvételét, azok összetartását, irányított továbbnövekedését és védelmét pl. a hőmérsékleti szélsőségek ellen, teszi lehetővé. Más szempontokból VERNADSZKIJ és BERNAL is hangsúlyozták az *agyagásványok életfejlődést segítő funkcióit.*

16. Geokémiai, kőzet- és földtani megfigyelések alapján meglehetősen nagy valószínűséggel állíthatjuk, hogy az agyagásványos kőzetképződés — legalábbis kisebb intenzitással — és ennek geokémiai következményei legalábbis *3,5 milliárd év óta* jellemzik Földünk felszínét, annak ellenére, hogy atmosz-

ferikus nyomása ez időben a jelenleginek sokszorosa volt (Geonómia és Bányászat 1971, 1. füzet.)

Az ez időbeli légkör nagy CO_2 tartalmából azonban a (jelenleginél magasabb) földfelszíni hőmérséklet is következnek, amihez az agyagásványok képződési hője is hozzájárul. Az életnek feltehetően már kb. 2,7 milliárd éves (VINOGRADOV) jelenléte a Földön azonban arra utal, hogy a földfelszíni *hőmérséklet akkor sem lehetett lényegesen nagyobb* a mainál, az 50—100 C°-ot aligha haladhatta meg. Bár akkor az élet még a mikrobális szinten aligha jutott túl, ezt az élőanyagot is már lényegileg fehérjedúsnak kell feltételezni. Valószínű ugyan, hogy a nagyobb légköri nyomás az ősi élet, ill. fehérjék felső hőmérsékleti határát, az élőanyaggá differenciálódott COHN koacervátum bomláshőmérsékletét kissé megemelte; erre utal a nagyobb hőmérsékletet tűrő nem aktív spórás szervezetek főleg primitív fajtákhoz kötött jellege is. De 100 C°-nál lényegesen magasabb felszínközeli hőmérséklet ez időben sem valószínű, mert a víz fugacitása 100 C° felett a nagyobb nyomás ellenére is akkora, hogy a víz túlnyomóan gőzzé alakulva gyorsan disszipálna.

Fel kell tehát tételezni valamely hathatós felszínközeli *hőmérsékletcsökkentő* tényező közreműködését. Ezt elsősorban a *kezdeti intenzívebb disszipációban* véljük felismerni, ami a földfelszíni hőtartalom jelentős részét magával vitte az interplanetáris űrbe. A fékezett disszipáció elve szerint (Föld szerkezete és fejlődése, 1968) kb. 1 milliárd évig tartott a Föld kezdeti, igen intenzív H_2, CH_4, NH_3 disszipációja és így a ma ismert kőzetképződés feltételei kb. 3,5 milliárd évvel ezelőtt alakultak ki. Ezután válhatott a földfelszín fokozatosan hőmérsékletileg is alkalmassá az élet kifejlődésére, vagy legalábbis az anorganikus mészkőképződés megindulására. Ezzel a légköri CO_2 mennyiség is folyamatosan csökken, elősegítve a hőmérséklet további csökkenését is. A CO_2 nagyobb mólsúlya miatt a disszipációban alig vehetett részt. (Még a sokkal melegebb légkörű Vénuszról sem disszipál jelentős mértékben a CO_2).

A korai H_2, CH_4, NH_4 disszipáció hűtőhatása átfedte a földi élet megindulásának, a légköri CO_2 csökkenésének, és a kezdeti mészkőképződésének időszakát. Kb. ugyanakkor indult meg a földi légkör O_2-tartalmának intenzív növekedése is. (Erről és a kapcsolatos archaikus, rendkívül intenzív üledékes jaspilites vasércképződésről SZOLNOKI Jánossal készített dolgozatban számolunk be.)

17. Az űrrakéta kutatástól, a bolygórendszerünk pontosabb megismerésétől kezdetben elsősorban egy közös geo-kozmotudomány kifejlődését vártuk. Az eddigi eredmény azonban elsősorban Földünk egészen kivételes sajátságainak felderítését, s ezzel egy új tudomány, a geonómia kifejlődését eredményezte. A geonómiában az nyer kifejezést, hogy az élet magasrendű kifejlődése — és ennek humán és társadalmi szintű következményei — csakis ezen az alapvető (geo)kémiai és (geo)fizikai sajátságaiban különleges bolygón, Földünkön születhetett meg. Az itt körvonalazott szemlélet szerint mindaz, ami a Földön termé-

szetes „norma" — víz és agyagos üledék uralma, horizontális fő áramlási rendszer, 0—50 C°-os hőmérséklet, magasrendű életmegnyilvánulások — a Kozmosz többi ismert részében ismeretlen, paradox jelenség, kivétel.

Ennek megfelelően a geonómia a kozmikus kivételek és a kozmikusan kivételes komplexitás tudománya. A geonómia létünk és mindennapi életünk alapkérdéseit összefoglaló, másból le nem vezethető önálló ismereteket foglal magába. Az emberi ismeretek rendszerében nem tekinthető valamilyen kozmotudomány részének, mert főtárgyát a kozmotudományok problémáinál sokkal összetettebb, ott nem jelentkező folyamatok képviselik.

Világképünk és általában az (emberi) ismeret is alapvetően geocentrikus jellegű. A geocentrikus szemléletet általában gondolkodási kötöttségnek, legyőzendő káros jelenségnek tekintik, aminthogy gyakran, pl. a többi bolygóra való extrapoláció esetében az is. Bizonyos fokú geocentricitás azonban az ismeret szükségképpeni jellemzője, alapvető feltétele. *Geocentrikus szemlélet nélkül nem fejlődhetett ki kollektív ismeret*, tudomány, humán tevékenység, civilizáció. A gondolkodás geocentricitása nemcsak elkerülhetetlen szükségesség, de az eddigi ismeret alapvető sajátsága is.

A természettudomány alapja ui. a mérés, ez pedig földi kiindulási adatokon nyugszik. *A mérés minden döntő mozzanata a Földre vonatkozó alapból indul ki.* Ez a mérési rendszer szándék nélkül, öntudatlanul jött lére és csak most, a vízfelhalmozódás speciális földi jellegének felismerése után válhatott nyilvánvalóvá.

Teljességre törekvés nélkül e kérdést a következőkben foglaljuk össze. Már a CGS rendszer mindhárom elemének vonatkozási alapja a Föld. A Föld kerületéből indul ki a hosszméret, a speciális földi fludium súlyából indul ki a súlyméret, a földi forgássebességből pedig az időméret. Más hosszméretek is, pl. a „fényév" vonatkozási alapnak a földi keringési sebességet használja fel, a „parsec" pedig magának a szögmérésnek alábbiakban kifejtendő öntudatlan geocentrikus szemléletén alapul. A mechanika alapfogalmai a tömeg és az ezt felhasználó erő egységének definíciójában is földi érték szerepel (kilogramm, din, kilopond definíciói). Minthogy az elektromos mértékegységek a coulombbal, az egységnyi töltéssel állnak kapcsolatban, melynek definíciójában is a földi alapú távolságméret szerepel, így az elektromosságtani mérés is geocentrikus alapú. Hasonló áll a mágnességtanra is. Földi méretekhez kapcsolódnak az anyagnak a hőmérséklet és nyomás függvényében való változásait meghatározó termodinamika alapfogalmai is: a nyomást atmoszférával, vagy kg/cm²-rel, ill. bárral, a hőmérsékletet pedig abszolút fokokban való megadás esetén is a speciális földi fluidumnak, a víznek olvadás és forráspontja századrészével fejezzük ki.

A szögméréssel kapcsolatosan sem adható meg földi tényezőtől mentes „abszolút" mértékegység. Első pillanatban a radian ilyen abszolút fogalomnak tetszik, de ha ezt az „abszolút mértéket" (annak a szögnek az értékét,

amelynek szárai közé írt körív hosszúsága éppen a körív sugarával egyenlő) konkrét nyelvezetre, a gyakorlatra átfordítjuk, úgy meg kell adni, hogy 1 radian = 57°18′. A fokbeosztás ugyancsak „geocentrikus" kiindulású: a 90°-ra osztott derékszög a földi gravitáció iránya és az arra merőleges vízszintes által alkotott szemléleti kiindulást jelzi.

A mértékegységek vonatkozási alapjai tehát — valószínűleg kivétel nélkül — a földtudományok makrovilágából származnak. Elvileg elképzelhető és egyes példák vannak is arra, hogy a mértékegységeket a mikrovilágból merítsék. A kvarcóra pl. az elektromosan gerjesztett kvarckristály rezgésidejéből indul ki és ez, vagy valamilyen más hasonló típusú érték is megtehető időmérték egységnek. Elképzelhető olyan hosszúságmérés, melynek alapja pl. a nátriumfény D-vonalának a hullámhossza. De egy ilyen mikrovilágból merített mértékegység abszolút jellegének kimondásához bizonyítani kell, hogy ezek az értékek függetlenek a makrovilág tényezőitől. Ennek ellenőrzésére pedig ismét csak a geocentrikus szemléletű mértékegységek használatára van szükség.*

A közhasználatú geocentrikus mértékegységek tehát úgy látszik kikerülhetetlenek. Ennek egy mélyebb ismeretelméleti jellemzőjét is feltételezhetjük, azt hogy ezek biztosítják az összeköttetés realitását az anyagi részecskék mikrovilága és a kozmikus megavilág méretei közt. Legújabban JÁNOSSY L. (1972) utalt arra, hogy a mérési pontossági határ éppúgy objektív sajátsága a mért mennyiségnek, mint maga a mennyiség. A tudománynak az emberhez elválaszthatatlanul kötött jellegéből következik, hogy a célszerű mértékegység is emberi, a makrovilágra vonatkoztatott és így geocentrikus volt. A tudomány alapját jelentő mérés így kötheti össze az emberi ismeret által befogható mikro- és mega-világot.

18. E meggondolásokat társadalmi jelenségekre alkalmazva úgy gondolom elkerülhetetlen a következő feltevés: csak földtudományi alapból kiindulva lehet érvényes — valóságos és hasznos — tudományt kiépíteni. Külön kereteket igényel annak kifejtése, hogy még alapvető társadalmi jelenségeket, pl. a civilizáció fejlődésének idő- és térbeli korrelációit is geonómiai tényezők befolyásolják, ill. határozzák meg, továbbá hogy ezek a tényezők szolgáltatják — legalábbis számos esetben — az összekötő láncszemeket a különböző tudományterületek által eddig feltárt ismeretek közt, teszik lehetővé a nagy tudományágazatok kapcsolatai kidolgozását.

* E kérdéshez BARTA GY. professzor néhány érdekes lektori megjegyzést fűzött: 1. „GAUSS a földi mágneses tér vízszintes összetevője mérésének kidolgozása során jött rá a CGS rendszer általános érvényességére.." 2. „A teljes szög, 360°-os beosztása valószínűleg az ókori évhosszúság megállapításához kapcsolódik. 1 fok közel egyenlő a Nap egy napi elmozdulásával az állatöv mentén, vagyis az ekliptika síkjában. Ez a szintén geocentrikus megfigyelés lehetett a régi 60-as számrendszer (óra, perc, másodperc) alapja". 3. „Minthogy a geocentrikus mértékegységek a Föld méreteivel, a nap hosszával stb. maguk is változnak, e két lehetséges mértékrendszer kiegészíti egymást. A kétféle rendszer tudatos és teljes kiépítése és összehasonlító vizsgálata, a természettudományok számára érdekes további eredményeket ígér."

Ebből az is következik, hogy minden tudomány alapja bizonyos földtudományi ismeret, a jövő tudományának pedig *tudatosítandó* alapja a geonómiai ismeret. A tudomány gondolkodásmechanizmusa, mérési mechanizmusa, egész „anyanyelve" földi. Az ismeret eddig nem használt valamely, a Földtől független abszolút világnyelvet, sem pedig ettől független, de egyben konkrétság bizonyos fokával bíró jelrendszert.

A természettudományok újkori nagy fellendülése idején a kutatók helyes megérzéssel nyúltak mérési rendszerük kifejlesztésénél a Földnek, mint az ismeretelméleti alapnak tényeihez. A következő hatalmas műszaki és tudományos felfedezések által azonban kialakult a civilizáció zártságra törekvő absztrakt rendszere, amelyben elsikkadt a földi kiindulás elkerülhetetlen szükségessége. Most újra, de tudatosan és intenzívebben megvilágosodik a civilizáció állandó korrelációja a geonómiai tényezőkkel.

Nem valami rousseaui „visszatérésről" a természethez van itt szó, hanem létünk, ismereteink geonómiai kapcsolatainak kimutatásáról, e megismerés megszervezéséről és magatartásunk geonómiai irányítottságának tudatos kialakításáról.

Az új tudományos geocentrikus szemlélet már nem tartalmazza a régi korok geocentricitásából származó tévedéseket. Tudatossá teszi, hogy a Föld felcserélhetetlen otthonunk, amelyet berendezhetünk és használhatunk jólétünk és boldogulásunk érdekében, de ezt geonómiai ismeretek alapján kell megszervezni, többek közt a jóvátehetetlen környezeti károk kikerülésére.

A természet megfigyeléséből kialakult egy laboratóriumi szintre korlátozott tudomány, amely a természetben közvetlenül nem jelentkező „tiszta" (fizikai-kémiai) összefüggéseket állapítja meg a jelenségek vázaként. E törvényekből épülnek fel a természetben valóban fellelhető folyamatok. A két kutatási szemlélet, a tiszta fizikai—kémiai törvények és a komplex geonómiai és biológiai összefüggések rendszere egymást támogatják. A tudomány továbbfejlődéséhez szükséges, hogy ezek összhangba és egyensúlyba kerüljenek egymással. Jelenlegi civilizációnkban a „tiszta" szemlélet van túlsúlyban.

19. A bioszféra fejlődése eddigi feltehetően csaknem 3 milliárd éves szakaszában az élet elementáris küzdelmet jelentett az anorganikus világ részbeni inaktivitásával, részbeni katasztrofális szuperaktivitásával, majd az erősebb biológiai benépesedés idején a többi élőlénnyel szemben is. A darwinizmus általános elterjedésével, az életért való véres küzdelem elkerülhetetlen végzetének eszméje vált riasztó köztudattá. Az egész állatvilágra jellemző általános félelem emberi szinten filozófiai és művészeti kifejezést is nyert főleg a két világháború közt (pl. egzisztencialista irányzatok).

A kifejlődő geonómiai szemlélet ezzel szemben az általános emberi *félelem felszámolása lehetőségét* is tartalmazza. Az ember, mint az egyedüli továbbfejlődésre képes fajta, az „anyag és szellem" geonómiailag elválaszthatatlan egységének tudatosításával és a geonómiai alapú harmonikus integrált isme-

retek (18. pont) elterjesztésével új távlatot valósíthat meg. Humán szinten az előző biológiai fejlődési szakasz véres létért küzdelmét mindinkább az eszmék mérkőzése helyettesíti. Mennél több lesz ebben az eszmei fejlődésben létünk természetes helyzetét, valódi geonómiai kapcsolatait felismerő elem, annál inkább megközelítjük a humán harmóniát egyedül biztosítani képes szintet.

20. Megkísérelhetnők számszerűen is meghatározni Földünk előbbiekben kifejtett kivételességét. Minthogy a Föld kivételes jellege éppen az értelem fokáig eljutott magas fokú élet kifejlődésében kulminál, a feladat az ilyen fokú élet gyakorisági valószínűségének meghatározása. E kérdéssel MARX Gy. (1971) foglalkozott, 9 tényezős függvényt vezetve le a Galaktika története során kialakuló civilizációk valószínű számának meghatározására. E tényezők egy részének ismeretét az itt összefoglalt geonómiai meggondolások pontosabbá teszik, s így e számításokhoz is közelebb visznek.

IDÉZETT IRODALOM

BACSÓ N.: A légkör legalsó rétegében lejátszódó időjárási jelenségek fizikai szemlélete a hazai légtér anyag- és energiatartalmának, valamint forgalmának eddig ismert adatai alapján. MTA X. Osztályközl., **3**, 159—167, 1970.

BERNAL, J. D.: The origin of the Life. London, 1967.

ERDEY-GRÚZ T.: Transzport folyamatok vizes oldatokban. Budapest, 1971.

KUIPER, G. P.: The atmospheres on the Earth and Planets. Chicago, (Third impression), 1957.

JÁNOSSY L.: Meggondolások a mennyiség problémájáról. Magyar Tudomány, **2**, 83—91, 1972.

MARX GY.: Tíz esztendő és ötmilliárd. Fizikai Szemle, **21**, 251—257, 1971.

PICCARDI, G.: The chemical basis of medical climatology. Springfield, 1962.

RITTMANN, A.: Die Vulkane und ihre Tätigkeit, Stuttgart, 1960.

SZÁDECZKY-KARDOSS E.: Geokémia. Budapest, 1955.

SZÁDECZKY-KARDOSS E.: A Kárpát-Dinarid terület az új globális tektonika szemszögéből. Geonómia és Bányászat, **4**, 64—67, 1971.

SZÁDECZKY-KARDOSS E.—SZOLNOKI J.: A prekambriumi üledékképződés, atmoszféra és életműködés összefüggései. (Nyomás alatt, Geonómia és Bányászat).

TREDER, H. J.: Thesen zur Kosmogenie und Erdentstehung. Ber. deutsch. Ges. Geol. Wiss. A. Geol.-Paläont., **16**, 201, 1971.

A MEDITERRÁN TÍPUSÚ SZUBDUKCIÓ ÉS A KÁRPÁT–PANNON–DINARID SZERKEZET MODELLJE

(Hosszabb tanulmány tételes összefoglalása)

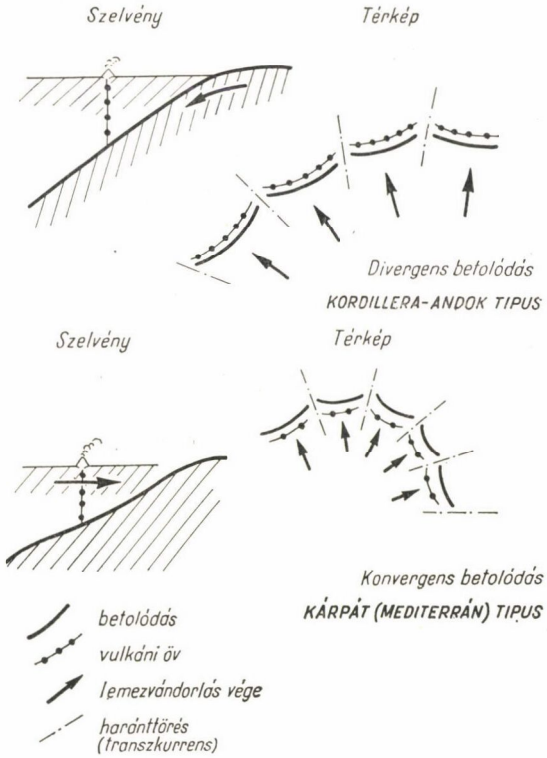
SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR

AKADÉMIKUS

1. BIRD és DEWEY, valamint MITCHELL és READING vizsgálatainak továbbfejlesztésével a jelenkori litoszféra betolódásnak, ill. hegységképződésnek három főtípusát különböztetjük meg: a cirkumpacifikus kordillera, a cirkumpacifikus szigetív és a mediterrán szigetív típust. Mindhárom típusban a betolódás mélytengeri árokból indul ki; túlnyomóan ferdén halad előre. Előtte kiemelkedés (hegységlánc, vagy szigetív) és ebben — a betolódási szuturától többnyire 50—200 km-re — vulkáni övezet keletkezik. A betolódás többször is megismétlődhet, párhuzamos szuturákat hozva létre. A három típus sajátságai a következők:

	Kordillera típus	Cirkumpacifikus szigetív típus	Mediterrán szigetív típus
Betolódás jellege	egységes, akadálytalan	egységes, fékezett	tagolt, fékezett
A betolódás mélysége (km)	kb. 700	kb. 700	kb. 350
A betolódás szélessége (km)	többezer	kb. 1200	kb. 150—400
A horizontálisan eltolódó szerkezet	óceáni lemez	óceáni lemez	mikrokontinens
Az óceáni lemez mozgása	horizontális eltolódás után lehajlás	horizontális eltolódás után lehajlás	lehajlás, horizontális eltolódás nélkül
Az óceáni fejlődés	egyenletesen táguló	táguló	alternatíve táguló és szűkülő
A betolódási sík feletti komplexum	kontinentális perem	szabályos mikrokontinens sor	szabálytalan mikrokontinens csoport
A betolódó lemezek elhelyezkedése	divergens (1. ábra)	divergens	alternatíve konvergens és divergens
A vulkáni ív helyzete a betolódási szuturához képest	konkáv oldalon (1. ábra)	konkáv oldalon	konvex oldalon
A gránitos tömeg jellege	nagyméretű „batolit"	közepes méretű „batolit"	kis tömzs
A felszínközeli átkristályosodás jellege	mélyreható csak monometamorfózis észlelhető	(nincs elegendő adat)	kevéssé mélyreható. polimetamorfózis észlelhető.

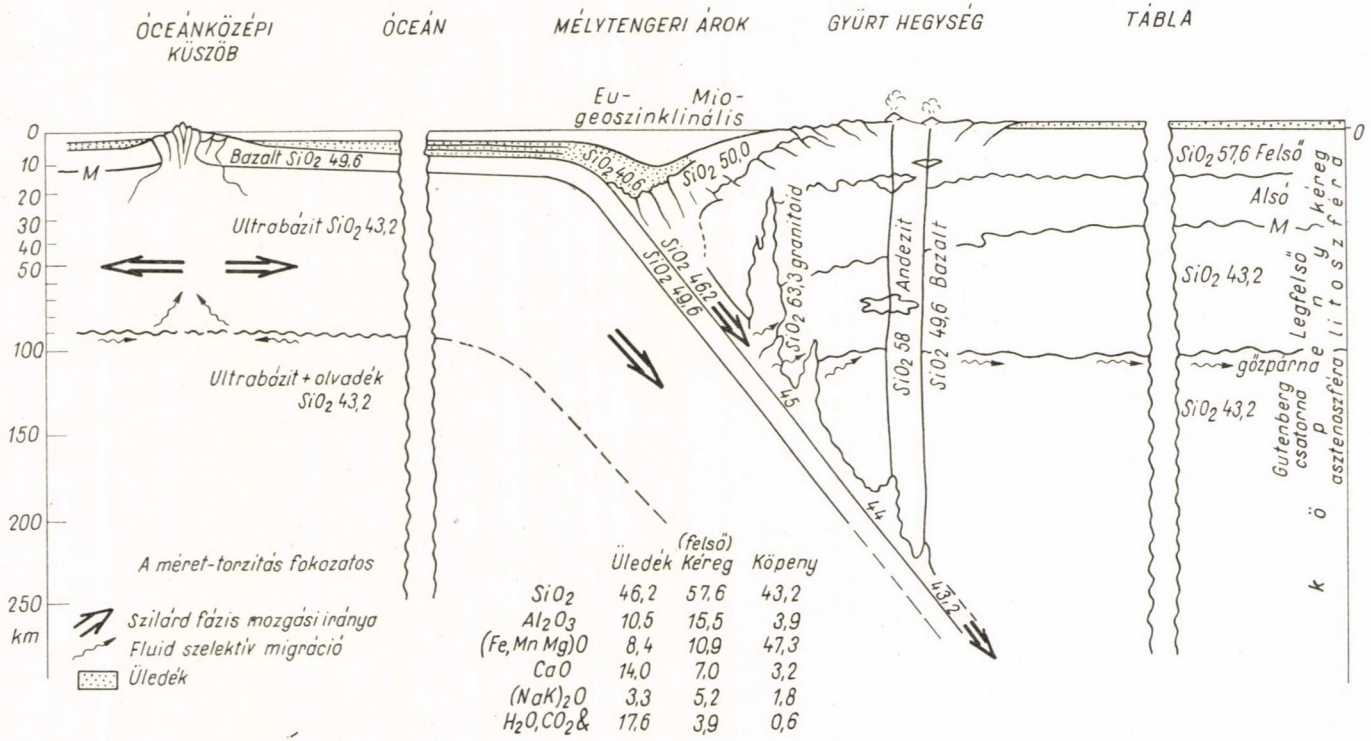
2. Az orogén magmás kőzetek a mélybesüllyedő üledékek részleges kiolvadási termékei: kb. 40 km mélységtől kezdve a migmatitok, majd a granitoidok, kb. 100 km mélységtől kezdve az andezitek, végül a bazaltok képződnek (2. ábra). A kiindulási üledékes és a képződő magmás kőzetek átlagos kémiai összetétele és viszonylagos mennyisége számítását lehetővé teszik RONOV



1. ábra

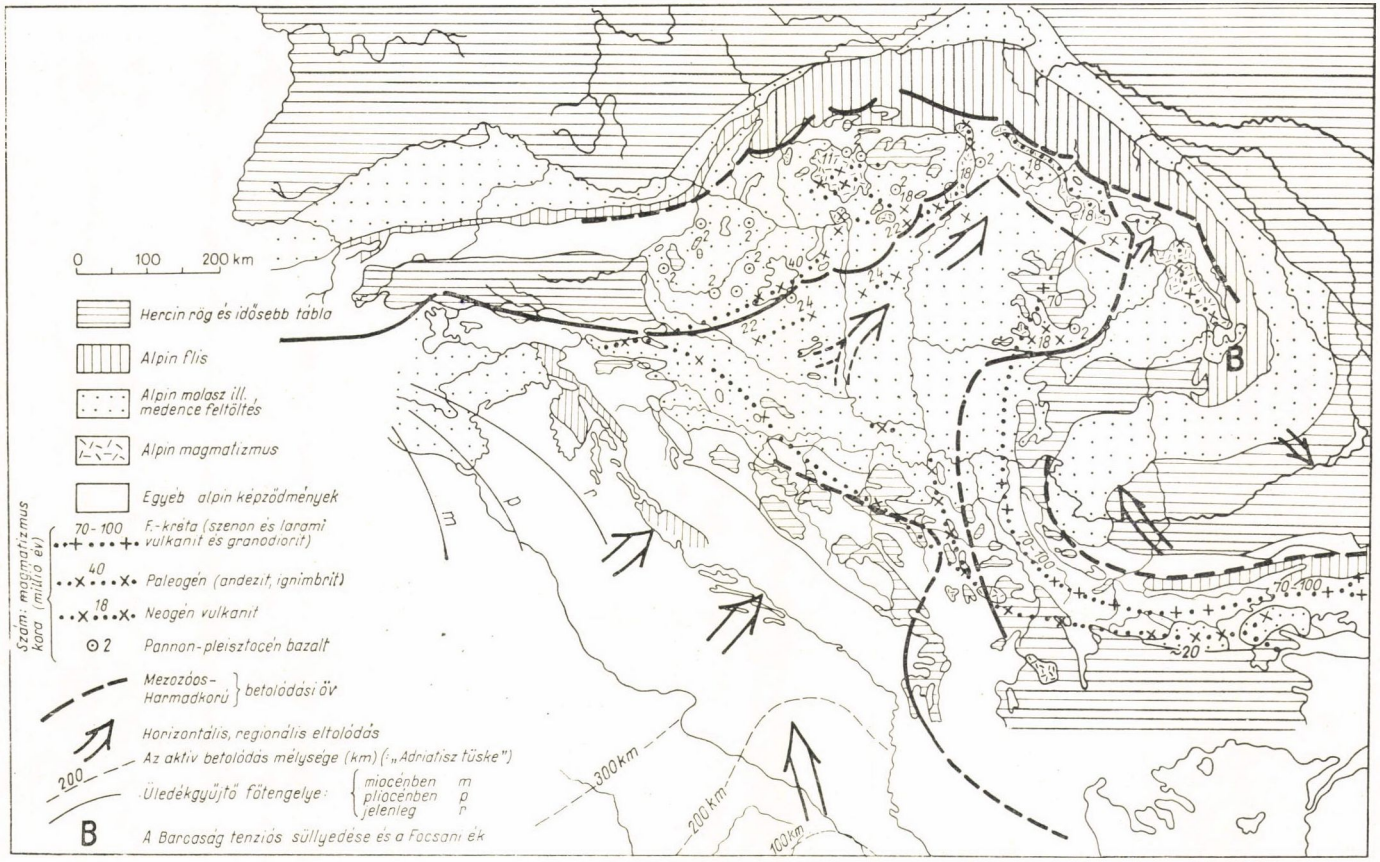
átlagértékei és a magas hőmérsékletű kísérleti adatok (GREEN, BULTITUDE és GREEN, GREEN és RINGWOOD). E folyamatok mélysége a nagynyomású kísérletek, a termikus számítások és egy kialakulóban levő új geokémiai módszer (kálium : szilícium viszonyszám) — Geonómia és Bányászat 1971. p. 3—81. — alapján becsülhető.

3. A Középmediterráneum fejlődése feltehetően a kréta óta az Adriatisz tüske É-felé haladó betolódásával kapcsolatos. (Geonómia és Bányászat 1971. p. 57. 18. ábra). A betolódás a Kréta-Hellenida mélytengeri árokból, ill. az Ion-tengerből indul ki, jelenlegi aktív vulkáni sávjai a Tirrén- és az Égei-tengerben találhatók. A tüske Ny-i folytatását az É-szaharai idősebb, már kevésbé aktív hegységláncolat képviseli. Az Adriatisz tüske É-ra betolódása maga előtt tolja: (3. ábra)



	Üledék	(felső) Kéreg	Köpeny
SiO_2	46,2	57,6	43,2
Al_2O_3	10,5	15,5	3,9
(Fe, Mn Mg)O	8,4	10,9	47,3
CaO	14,0	7,0	3,2
$(NaK)_2O$	3,3	5,2	1,8
H_2O, CO_2 &	17,6	3,9	0,6

2. ábra


0 100 200 km
Hercin rög és idősebb tábla
Alpin flis
Alpin molasz ill. medence feltöltés
Alpin magmatizmus
Egyéb alpin képződmények
Szám: magmatizmus kora (millió év)
70-100 F.-kréta (szenon és larami vulkanit és granodiorit)
40 Paleogén (andezit, ignimbrit)
18 Neogén vulkanit
2 Pannon-pleisztocén bazalt
Mezozóos-Harmadkorú betolódási öv
Horizontális, regionális eltolódás
Az aktív betolódás mélysége (km) („Adriatisz tüske")
200
Üledékgyűjtő főtengelye: miocénben m, pliocénben p, jelenleg r
B A Barcaság tenziós süllyedése és a Focsani ék
300 km
200 km
100 km
m
p
r
B

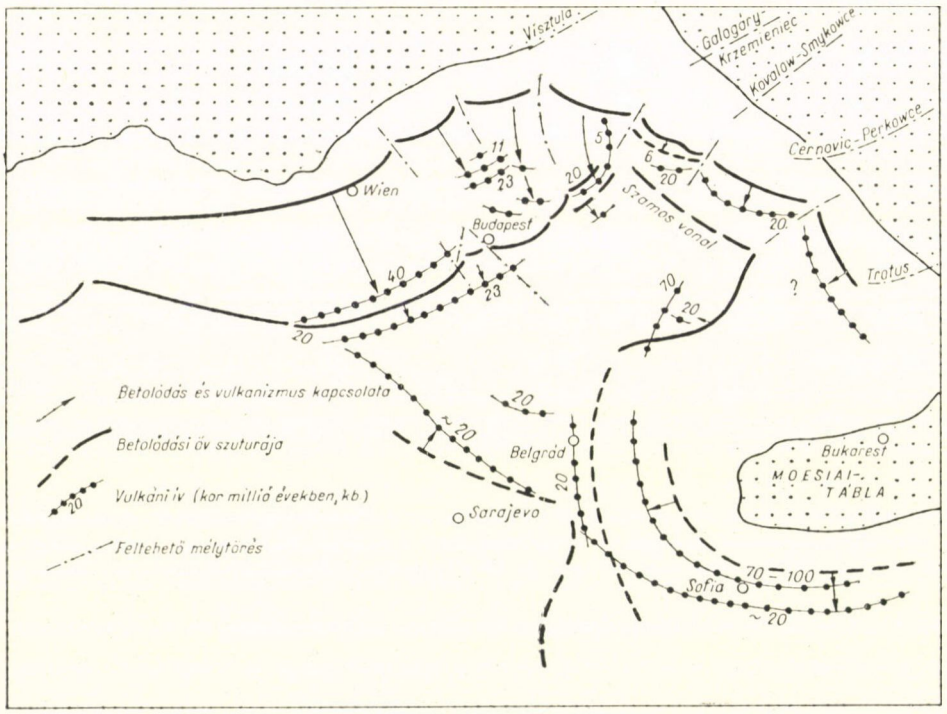
3. ábra

a) a Dinaridákat ÉK-felé,

b) a Moesiai-tábla Ny-i végét É felé,

c) maximálisan komprimálja a Pannon területnek a Moesiai-tábla ÉNy-i sarka és a Cseh-masszívum közti sávját (Geonómia és Bányászat 1971, p. 12. 2. ábra),

d) feltehetően jelenleg is ÉK felé tolja a Nagyalföld kristályos aljzatát.



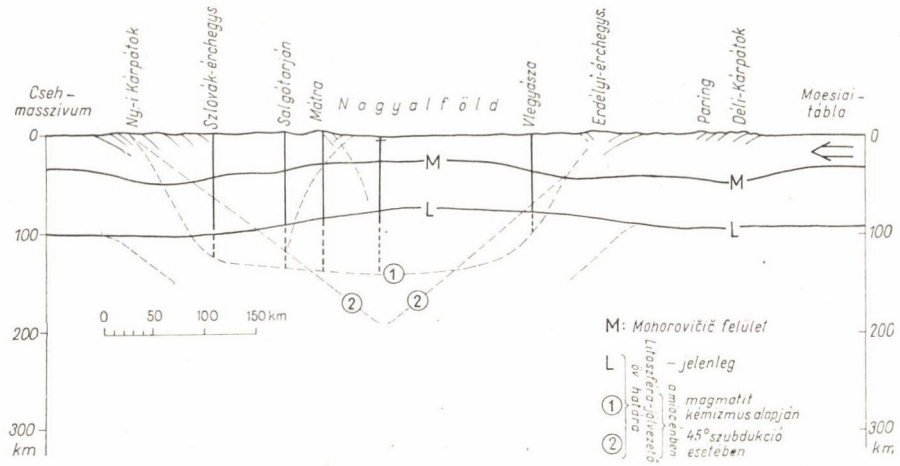
4. ábra

4. A KBD területen legalábbis négy, aktivitásuk idején részben mélytengeri árok jellegű kréta-harmadkorú betolódási övezet szuturája (sebhelye) mutatható ki (3—4. ábra). Közülük a Balkán félszigetieket még csak egészen sematikusan tudjuk jellemezni. A 4 övezet a következő:

a) a Pannon medence felé dőlő kárpáti szirtövezet, amely girlandszerűen 7 ívre tagolódik (beleszámítva az Alpokba átvezető ívet is),

b) a feltehetően DNy, ill. D-i irányban dőlő Balkán-ív, amely az É-ra tolódó Moesiai-tábla mögötti helyzete miatt erősebben tenziós jellegű. A Balkán-ív és a kárpáti szirtövezet között a D-i Kárpátokban a folyamatosság megszakad a Moesiai-tábla É-ra tolódása következtében,

c) a túlnyomóan ugyancsak a nagyalföldi centrum felé dőlő belső övezet feltehetően 4 főszakaszból áll: Magyar Középhegység (Balaton—Bükk) övezet, Szamos-vonal, É-Erdély—Maros-ív, Vardar övezet. A Magyar Középhegység-i övezet maga is több, 3 ill. 5 szakaszból áll. A nyugati szakasz(ok) dőlése a felszín közelében ÉNy-i, (KÓKAY, 1968.) azaz követi folytatásának az alpi Judikária vonalnak dőlését, de nagyobb mélységben talán visszahajlik. Keleti szakaszai túlnyomóan befelé (DNy-ra) dőlnek (5. ábra), éspedig a Nagyalföldi



5. ábra

szakasz CSOMOR szeizmikus vizsgálatai szerint, a Darnó vonal TELEGDY-RÓTH, BALOGH és PANTÓ G. vizsgálatai szerint. A Darnói betolódási szutura egyik határán azonban fiatalabb ellentétes dőlés is feltételezhető (PANTÓ G.). A Darnói szakasz tarka kőzetösszlete melange jellegű (PANTÓ G. szóbeli közlése szerint),

d) a feltehetően túlnyomóan ÉK felé dőlő belső dinári övezet.

5. E betolódási övezetekhez megfelelő betolódott üledékmennyiség esetében egy-egy kissé fiatalabb vulkáni övezet kapcsolódik (3—4. ábra):

a) a kárpáti szirtövezeti betolódáshoz tartozó korrelát vulkáni öv az ugyancsak 7 ívből álló belsőkárpáti, túlnyomóan neogén andezites „koszorú". Minthogy az Alpok kréta paleogén főgyűrődése idősebb a kárpáti kréta-miocén felgyűrődésnél, a vulkánkoszorú első (Dunántúli Középhegység-i) íve is idősebb (paleogén).

b) A balkáni betolódási övezethez — annak intenzív tenziós jellege következtében — több, nagy tömegű párhuzamos magmás övezet: szenonandezit, larami granodiorit és neogén andezit kapcsolódik.

c) A Magyar Középhegység-i betolódás korrelát vulkáni képződménye a nagyalföldi neogén üledékekkel eltakart, uralkodóan riodácitos ignimbrit öv. A Szamos vonal esetleges vulkáni kapcsolatai még feltáratlanok. Az É-erdélyi—

Maros-ív korrelát vulkánjai a dési és az Erdélyi Érchegység-i főleg neogén andezitek-dácitok—riolitok.

d) A belső dinári övezet korrelát neogén vulkáni része Jugoszláviában húzódik.

6. Az Alpok fő gyűrődése és a Moesiai-tábla fő eltolódása kréta-paleogén korú, hasonlóan a kapcsolatos betolódásokkal korrelát vulkáni ívekhez. A flis kárpáti fő betolódás és a korrelát vulkáni sor miocénkorú.

Minthogy az üledékek betolódási sebességét feltehetően fékezi az előző (eocén) megszilárdult vulkáni övezet, ezért az idősebb alpi betolódás körzetében a fiatalabb kárpáti betolódás vulkánjai a szuturától már 60—80 km távolságban (Selmec-Körmöc) aktiválódnak. Viszont a fékezetlen mátrai szakaszon ez csak kb. 200 km távolságban történik. A Vihorlát-Gutin övezetben a nagyalföldi aljzat legfiatalabb ÉK-re tolódása következtében a betolódás csaknem függőleges és a vulkáni övezet a közvetlen közelében fejlődik ki.

Az agyagos kiolvadás utolsó, illókban szegény szakaszának kis vulkáni intenzitású terméke, a finális bazaltos vulkánosság főleg az üledékek feltételezhető visszahajlása feletti üledékes akkumuláció feszültségi övezetében jelentkezik (K-Steier, Balatonfelvidék, Salgótarján és Selmec-vidéki bazaltok, 5. ábra).

7. A betolódó íveket elválasztó haránttöréseket a mediterrán területen rendszerint fiatalabb üledékek takarják s így nyomozásuk egyelőre nehéz feladat (a 4. ábra haránttörésrendszere is csak vitaindító séma). Két haránttörés közti sáv a betolódásra kb. merőlegesen, többé-kevésbé egységesen mozgó litoszférarésznek tekinthető. A haránttörések bizonyos mértékig a cirkumpacifikus övezet transzform töréseinek felelnek meg azzal a különbséggel, hogy sűrűbben helyezkednek el egymás mellett és hogy nem viszonylag simán, egymással párhuzamosan haladó litoszféra sávokat, hanem hipoparallel haladó, ezért egymásra helyenként rátolódó rögökké deformált „sávokat" választanak el egymástól.

A kárpáti szirtöv haránttörés rendszere valószínűleg nagyobbrészt a vele kb. azonos korban mozgó Magyar Középhegység-i betolódás haránttörés rendszerében folytatódik. Amikor a két betolódási övezet egykori óceáni sávjai a betolódásos lehajlással elkeskenyednek, a köztük levő felszínen maradó mikrokontinens sáv sakktáblaszerűen összetöredezik (pl. belsőkárpáti „maghegység"-ek). E haránttörés rendszert a Moesiai rotáció is befolyásolja és a haránttörések ennek megfelelően válnak maguk is zeg-zugossá.

8. A Moesiai-tábla É-ra tolódásához az óramutató szerinti rotáció járul: Ny-i vége erősen É felé, K-i vége kissé D felé tolódik. E komplex mozgással állhat kapcsolatban:

a) a Kárpátok nagy félköríves meghajlása, az eredetileg K—Ny csapásirányú geoszinklinálisokból a koncentrikus szerkezet kifejlődése,

b) a Pannon medence peremi vulkáni működésének fokozatos fiatalodása DNy-ról ÉK felé haladva,

c) a Pannon mikrokontinens rátolódása D-felől a Kárpát—Pannon mezozóos harmadkorú óceáni sávjaira,

d) vulkáni működés fiatalodása az egyes ívek külső (ÉNy-i, É-i, ill. ÉK-i) részén.

9. A Moesiai-tábla rotációja nem magában álló jelenség; csatlakozik hozzá az Ibériai félsziget, Korzika és Kalábria paleomágnesesen kimutatott rotációja (Geonómia és Bányászat 1971, p. 55). Ezek a Ny-mediterrán mikrokontinensek azonban az óramutatóval ellentétesen rotálnak, feltehetően az Atlanti-óceán felőli betolódás következtében.

10. A középmediterrán betolódási és a korrelát vulkáni övezet íveinek (horizontális) görbülete ellentétes a Kordillera típus és a Cirkumpacifikus szigetív típus övezete görbületeivel. A cirkumpacifikus ívek görbületei a sík litoszféralemezeknek a Föld gömbfelületével való metszésvonalát képviselik. Ezért ezekben a vulkáni ív a betolódási szuturának — mélytengeri ároknak — a konkáv oldalán jelenik meg. A szabálytalan mikrokontinensekre töredezett Középmediterraneum betolódási ívei viszont ellentétesen görbülnek és a vulkáni ívek a betolódási ívek konvex oldalán jelennek meg (1. ábra). Ez az ellentétes görbülés a következőkre vezethető vissza:

a) kis méretük következtében a mikrokontinensek felboltozódnak és így az ezek peremein kifejlődő (divergens) betolódási övek is párhuzamosak a boltozat peremeivel (Balkán-típus),

b) a (mikro)kontinensek közt a konvergensen betolódó lemezek a betolódási irányokkal kb. párhuzamos szeletekre tagolódnak, ami a középső szeletek mélybetolódását biztosítja, miközben az ívek szélein levő szeletek egymást a betolódásban akadályozzák, s így hátramaradnak (Kárpáti szirtövezet típus),

c) a felszín közelében a konvergensen betolódó lemezek a fő betolódási iránnyal ellentétesen kifelé dőlnek, ami a lemezek kezdeti egymástól eltávolodása után a betolódási főirányba visszahajló üledékfedők akadálytalan további betolódását teszi lehetővé (Magyar Középhegységi típus).

Modellünk szerint az üledék gyorsabban — bár kevésbé egyenletesen — tolódik a mélybe a kristályos litoszféránál.

Az óceáni sávok betolódásos lehajlása egy a földtágulásból adódó szubóceáni nyomásminimum övezet szívóhatására látszik utalni.

11. A fiatal betolódási rendszer a Kárpát-Pannon terület jelenlegi hőmérséklet-eloszlását és anyagáramlását is befolyásolja. A betolódási síkban lejátszódó magmás és illóáramlásos folyamatok a felettük levő litoszféra hőmérsékletét fokozatosan növelik. A középhegységi betolódási vonal STEGENA geotermikus térképe szerint termikus határt is képvisel: ÉNy-ra az átlagos hőmérséklet 1 km mélységben kisebb (bár Európa átlagához képest ugyancsak nagy), DK-re viszont (a Nagyalföld alatt) igen magas, feltehetően a Magyar Középhegység-i fiatal üledékek betolódásával való megszaporodása következtében.

E nagy hőmérsékletű területet a Duna—Tisza közén kettévágja egy valamivel kisebb hőmérsékletű É—D-i sáv, amely e nagy folyók víztömegének tartós hűtőhatását látszik tükrözni. A Dunántúlon néhány igen magas hőmérsékletű folt van, a karsztos mezozóos karbonátkőzet rögök körül. Ezek törésekkel átjárt tömege ui. a karsztvíz-konvekció (mélységi hőtartalom felszállítása) következtében a felszín közelében hőcentrumokat képvisel.

12. A termikus áramlások nyilván az illók, speciálisan a szénhidrogének migrációját, a szénhidrogéntelepek képződését is befolyásolják. A tárolásra alkalmasabb idősebb kőzetek az alájuk betolódó fiatal üledékek nagy tömegéből jelentős szénhidrogén mennyiséget vehetnek fel. Ily módon a Középhegység DK-i szegélyének sok része is perspektivikussá válhat. A betolódási szuturákat fedő fiatal üledékek is CH-gazdagabbakká válhatnak.

13. A betolódási övezetek a litofáciesek eloszlásával, ill. a paleogeográfiai viszonyokkal is korrelálhatók. A sajátságos ellenmondásokkal terhelt, sokat vitatott hirtelen litofácies változások, valamint a (jelenleg) keskeny hosszúéletű óceáni sávok (lásd SZENTES és a SZU Akadémia paleogeográfiai térképeit a magyarországi területről) betolódási folyamatokra utalhatnak.

Az üledékek szemnagysági változását, a folyóteraszok képződését, általában a geomorfológiai felszínformálódást is befolyásolja a betolódásos térrövidülés, ill. a kapcsolatos horizontális és vertikális kéregmozgás. A felszíni átlagos lejtőszög-változást tükröző e jelenségeket eddig főleg vertikális mozgásokból vezették le. Az új szemlélet szerint azonban a lejtőszögek és a geomorfológiai viszonyok a nagy kiterjedésű horizontális eltolódásoktól is függenek. Az átlagos lejtőszög pl. a vertikális szintkülönbség növekedése mellett elsősorban a felszíni távolságoknak betolódásos horizontális csökkenésével növekedik.

14. A Pannon medencében nem mutathatók ki nagy alpin korú takarók, az üledékek lényegileg autochton települnek a kristályos aljzatra, a hazai kutatók döntő többsége felfogásának megfelelően. Annál jelentősebbek a betolódási mechanizmussal kapcsolatos ferde alátolódások a középhegység mentén. Ez a betolódás teszi érthetővé egyes külföldi geológusok (UHLIG 1907, VOITESTI 1922—27, BRUNN 1967) nagytakarós áttolódásokról való elképzeléseit (BRUNN 600 km áttolódást is feltételezett!).

IRODALOM

BALOGH K.: Rudabánya környékének földtana. MÁFI Évi Jel., 121—124, 1948.

BALOGH K.—PANTÓ G.: A Rudabánya-i hegység földtana. MÁFI Évi Jel., 135—146, 1949.

BULTITUDE, R. J.—GREEN, D. H.: Experimental study at high pressures on the origin of olivine nephelinite and olivine melilite nephelinite magmas. Earth Planetary Sci. Letters, **3**, 325, 1968.

CSOMOR D.—KISS Z.: Magyarország szeizmicitása. ELGI Geofizikai Közl., **VII**, 3—4, 169—180, 1958.; **XI**, 1—4, 51—75, 1960.

DEWEY, J. F.—BIRD, J. M.: Mountain belts and the New Global Tectonics. Journal of Geophysical Res., **75**, 14, 2625—2646, 1970.

GREEN, D. H.: A review of experimental evidence on the origin of basaltic and nephelinitic magmas. Int. Symp. Canberra, 1969; 43. Int. Upper Mantle Comm. and Australian Acad. Sci.

GREEN, D. H.—RINGWOOD, A. F.: Mineralogy of peridotic composition under Upper Mantle conditions. Int. Symp. Canberra 1969. 43.

KÓKAY J.: Hegységképződési elméletek Bakonyhegység-i adatok tükrében. Földt. Közl., **98,** 3—4, 381—393, 1968.

MITCHELL, A. H.—READING, H. G.: Evolution of island-arcs. The Journ. of Geology, **79,** 3, 253—284, 1971.

PANTÓ G.: Szerkezeti és ércképződési megfigyelések a rudabányai vasércvonulaton. Beszámoló 2. szakülés **10, 2,** 77—96, 1948.

RONOV, A. B.: Probable changes in the composition of sea water during the course of geological time. Sedimentology, **10,** 25—43, 1968.

SZÁDECZKY-KARDOSS E.: Az új globális tektonika mozgásmechanizmusa és kapcsolatai a Föld és az Élet fejlődésével. Geonómia és Bányászat, **4,** 1—89, 1971.

TELEGDY-RÓTH K.: A bükkszéki ásványolajkutatás és termelés földtani tanulságai. MÁFI Évk., **40,** 3—19, 1951.

UHLIG, V.: Tektonik der Karpathen. Sitzungsber. Akad. Wien, Mat. Naturwiss. Kl., 1907.

FÖLDISMERETI SZAKSZÓTÁRUNK ELŐTÖRTÉNETE*

VADÁSZ ELEMÉR

AKADÉMIKUS

A földtan (földismeret) érdemleges magyar tudományművelése és rendszeres magyar oktatása a reformkor nyelvújító szakaszában kezdődött. Egybeesik a köznyelv irodalmi fejlesztésének törekvéseivel, harcaival, vitáival. Külön többlet a szakmai nyelv magyarítása és a természettudományi szakkifejezéseken belül földtani magyar szakszók alkotása.

A *földtani szaknyelv*, valamint minden más tudományág különleges nyelve *nem nyelvváltozat*. A szavak hangalakjában s a nyelv rendszerében nem különbözhet a köznyelvtől, ill. annak tökéletes irodalmi alakjától, csakis szakmai szókincsének mennyiségi többletével. A szakszók mennyisége minden szaktudomány fejlődésmenetében, még a nyelvtudományban is, a társadalomtudományokhoz, melléktudományokhoz, segédtudományokhoz való viszonytól függően is változhat, változik is. Fejlődésük során a szakszók jelentésben is változnak, bővülnek, részleteződnek, egyesek elavulnak, fölöslegessé lesznek, használaton kívül kerülnek. A régi szakirodalom szükséges olvasásához a szakszótári értelmezésből ezek sem hiányozhatnak.

A tudományok magyar nyelve érdekében Apáczai Csere János már a nyelvújítás kora előtt határozottan állást foglalt. A Magyar Encyklopaedia „Előbeszéd" oldalain olvashatjuk: (Új kiadás, Győr, 1803.) „. . . sokkal könnyebb azoknak Tudósokká lenni, akik a Tudományoknak megtanulása végett idegen nyelvnek tanulgatására nem szorulnak." (IX. o.) „Én azok közzül valónak vallom magamat, a' kik elé menvén a tudományokban írnak és írva elé mennek" (XXXIII. o.). Szaknyelvünk „. . . igen nagy terméketlensége és mintegy mezítelen volta már a küszöbről riasztó látványként ható helyzetre vezet vissza." A határozott állásfoglalás oktatásunkban már kiteljesedett. A földtani szaknyelvből az Encyklopaedia csak ásvány- és kőzetneveket említ, sokszor az akkori gyakorlati, ipari alkalmazás megjelölésével. Földtani fogalmak nincsenek, mert a Föld leíró tudománykerete jóval később alakult ki.

A XIX. század eleji nyelvújító mozgalomban Kovács Mihály orvos „Lexicon mineralogicum enneaglottum" c. 1822-ben kiadott könyve ugyan-

* Kézirat érkezett: 1970. máj. 6.

csak az ásványok latin, görög elnevezését magyarázza, határozottan szakszótár jelleggel, túlzott új magyar szógyártással.

1586 új magyar szót és latin, francia, angol, olasz, német, dán, svéd és orosz ásványnévtárt adott. Ez a szakszótár nemcsak nálunk, hanem a külföldi szakirodalomban is első a maga nemében és minőségében. Mindent magyarító (purista) törekvése teljesen eredménytelen volt, egyetlen ásvány magyar elnevezése sem maradt használatban és érvényben. Tudománytörténetileg mégis figyelmet érdemel az Ásványnévtár II. magyar előszavában adott elvi érvelése: „De ezt az ellenvetést gördítik itt elémbe, tudom, sok hazafiak: Szükségtelen, sőt rossz dolog vala, azokat a már ismeretes Latán ásvány rendbeli ásványneveket Magyarra fordítani. Hiszem, ha más Nemzetek azokat a magok anyanyelveken levő ásványtudományba beveheték: miért nem kellene ugyan azt cselekednie a Magyarnak is?"

„Ez az elnevezés hamis talpon épül. Mert más tudományos, nem Latányos nyelvű, Európai Nemzetek általjában nem tarták meg a' magok anyanyelvéken íratott ásványásságban a Latán ásványneveket" (VII., VIII. o.).

„Hogy pedig a' Francz, Olasz, többnyire mind meghagyá a' Latán ásványneveket, ez természetes. Mert ki nem tudja? hogy ezek nyelvek magok is született Latán leányok".

„Az Angolt erősségnek nem vehetni. Mert e'nek az egész nyelve idegen nyelvekből összeszövetett pokrócz" (VIII. o.).

„Hogy a Latán nyelv a' Tudományoknak Magyar Nyelven való gyarapíttatásokra Magyar Országban múlhatatlanul szükséges, az onnét világos, mert a' mi Hazánkban e' mái napig Latán Nyelven taníttatnak minden Tudományok, és ez most az egész ismeretes világon egyetlen egy példa!" (IX. o.).

A XIX. század első felében indult nyelvújítással kapcsolatban előtérbe került a természettudományos idegen szakszók magyarításának szükségessége, méreteinek, módjának, nyelvi szabályainak és összefüggéseinek, valamint a fogalmak egyértelmű, értelemszerű megjelölésének ügye. Bugát Pál orvos Budán 1843-ban kiadott Természettudományi Szóhalmaz c. munkájában összegyűjtött műszók között az erőltetett alkotások mellett sok hasznos és értelemszerűen alakított új szó volt. Toldy Ferenc akadémiai véleménye szerint „a szerencse és könnyűség gyakran vakmerővé, a szükségesen is túlmenővé tették, ezért sok szava mellőztetett, soknak helyét még rövidebbek, kifejezőbbek, szebbek pótolják már ma: de ezer meg ezer szava el van fogadva." Ez a kissé megkésett, pontos számszerűséget nem tartalmazó kíméletes vélemény nem fejezi ki eléggé sem tárgyszerűségében, még kevésbé hatásában Bugát Pál kezdeményező alapvetését. Ennek tulajdonítható egyebek közt Irhóczi Kovách Lajos hatóságok, hivatalnokok, ügyvédek és azok számára 1846-ban kiadott Új kimerítő tisztírási Szótár, akik törvénycikk rendelet szerint a latin nyelv helyett a magyart használni kötelesek.

Természettudományi szaknyelvünk, szakszavaink magyarítása, egyben

földismerete is BUGÁT PÁL alapvetésével, mindmáig terjedően, kisebb-nagyobb szünetekkel, követők, bírálók elvi ellenzők, közömbösek, részben vagy egészben hasznosnak és szükségesnek vallók vitáival, az úgynevezett *puristák* és *konzervatívok*, haladó vagy maradi állásfoglalásával helyes irányban fejlődött. A fejlődésnek elsőrendű, legkiválóbb, kellő mérsékletű művelői, előharcosai SZABÓ JÓZSEF és SZILY KÁLMÁN voltak a Természettudományi Társulatban, a Tudományos Akadémián, az Egyetemen és társadalmi szabad oktatásaikban, írásos tanulmányaikban egyaránt. SZILY KÁLMÁN az MTA főtitkára, a Természettudományi Társulat egyik alapítója, Magyar természettudósok száz évvel ezelőtt: (Természettudományi Közlöny 1888) c. közleményében fejtette ki határozott állásfoglalását: „A túlságig űzött nyelvújítás kinövései és erőszakoskodásai irodalmunk egyik ágában sem tettek annyi kárt, mint a természettudományban. BUGÁT PÁL és követőinek vad purizmusa és minden törvényt lábbal taposó solőcizmusai a természettudományi műnyelvet érthetetlen szavakkal és éktelen germanizmusokkal mételyezték meg; széttépték a szükségszerű kapcsolatot a magyar műnyelv és az internacionális műnyelv között, s ami talán még rosszabb volt, elidegenítették a nemzetet saját irodalmától." A sokoldalú tudományos tevékenysége teljében levő SZILY KÁLMÁNnak ebben a teljesen elutasító, indulatos véleményében semmiféle megjegyzés nincs a szaknyelv és különösen a szakszótár elfogadható módjáról, minőségéről vagy szükségességéről. A magyar köznyelv látszólagos védelme is csak az úri nacionalizmuson belül értendő, a köznépre nem vonatkozik.

Sokkal jelentősebb, messzebbrelátó és eredményesebb SZABÓ JÓZSEF tevékenykedése e téren. Főiskolai hallgatóként a selmecbányai iparegylet részére készítette a német bányászati és kohászati szakkifejezések pótlására a magyar szakszó-összeállítást. Ez kiadásra nem került. Később Selmecbányán, ösztöndíjas gyakornoki működése idején, az ottani munkatársak segítségével kibővítette, a Pénzügyminisztérium hivatalos használatára, a márciusi napok szabad sajtója nyomán 1848-ban megjelent „Bányaműszótár Német—Magyar rész" címen. Ez a maga nemében első magyar szakszótár GYULAY ZOLTÁN egyetemi tanár szakmai ismertetése szerint (1969): 2900 összes címszót tartalmaz, amiből a szaknyelv fejlődését, változását, fogalmak és a szaktudományok haladását figyelembe véve mintegy négyötöd (kb. 2300) használatban van. A többi az egykori irodalmi nyelv régies alakjának megfelelő korszerűsítésével használható.

SZABÓ JÓZSEF a természettudományi, különösen a földismereti szakszók magyarításában, az idegen szók helyesírásában mérsékelt felfogását tökéletesen megalapozta. „A nyelvtisztaság kérdése természettudományi irodalmunkban" c. vitacikkében (Pesti Napló 1858, VI, 3.5, 107—108, sz.) BUGÁT PÁL életében és ellenében, TOLDY F. jóval későbbi kegyeletes, és SZILY KÁLMÁN ugyancsak későbbi elutasító véleményével szemben, határozottan tárgyilagosan rögzítve ismertette. Utalt a Bányaműszótár 1846—1848. években végzett

működésére: „. . . a magyarításban én és társaim is *rendszeresen* jártunk el." „. . . álláspontomat szilárdul foglalom el . . . " „. . . tájékozhattam magamat az iránt, hogy mi történt már meg és mi volna még hátra, hogy a kitűzött cél eléressék." „Látnivaló, hogy a purizmus zászlója alatt magam is működtem addig, míg a természettudományokkal általánosan foglalkoztam; amint fokonként az egyes szakokba merültem, s a dolgot tartósan vettem szigorú és higgadt bírálat alá, nézetem változott s a nézetem röviden az: hogy gyakorlati szempontból a purizmusnak nincs jövője, hogy azt mindenki, aki a tudományt magáért a tárgyért míveli *szükségtelennek*, sőt károsnak találja . . . " „. . . a természettudományi irodalom, ha létezési körülményeinket figyelembe veszszük, a föltétlen nyelvtisztaságról kell hogy lemondjunk. Hátra van még a határ kitűzése, hogy meddig menjünk a tudományos nevezéktan magyarításában, és hogy miben áll a természettudományokra nézve a nyelv művelése."

„A nagy közönség szeret a természettudományokról hallani, s mentől érthetőbb, mentől tisztább nyelven van a munka írva, annál kedvesebb előtte." „Igyekezzünk főleg az általánosb kifejezésekre készíteni szavakat s a fajneveknél a közönségesb tárgyak számára." „Az élet oly nyelvet készít magának, melyben a gondolatok legkönnyebben mozognak, a túlság nyomását, minő például a feltétlen purizmus, nem tűri, arra visszahatást gyakorol és mindig győz." Tanulságosak Szabó József „Az idegen szók használásmódja" c. közleményének sokoldalú elvi megállapításai (Akadémia III. oszt. kiadása, Budapest, 1891.): „A nyelv a gondolatok kifejezésének eszköze lévén, az eszmék változtatásával szintén változik." „Az *adaptált* szók befogadása a magyar nyelvbe oly módon történik, hogy nemcsak a helyesírásnak, de bizonyos fokban a grammatikai kezelésnek kérdése is tekintetbe veendő." „Teljes megállapodottság semmi élő nyelvben sincs, nem is lehet, az csak holt nyelv attribútuma. Az élő nyelv fejlődik szakadatlanul, minek folytán a helyesírás kérdése is állandóan fenntartja magát . . . "

Folytathatnánk még számos hasonló kiemelt idézettel annak bizonyítását, hogy magyar szakszótárunk fejlődéstörténetében időben és elveiben Szabó Józsefet illeti meg az elsőség. Sokirányú tudományos, társadalmi és ismeretterjesztő (népszerűsítő) munkálkodása kezdetétől helyesen és példamutatóan *fejlesztett* szaknyelvi magyarítási elveit, irányát és módját következetesen végrehajtotta. A fejlődés változó szükségletei és kívánalma szerint törekedett azok intézményes megvalósítására. „Magyarítás a Természettudományokban" c. tanulmányában (M. T. Ak. Pest, 1861. 1—24. o.) kiemelten közölte: „Kívánatos, hogy *minden tudományok műszavai (terminologia)* a jelzendő tárgyak jelentését szabatosan kifejezőleg s a nyelv szabályai kellő tekintetbe vételével megmagyaríttassanak. Ellenben a tudományok terjeszthetősége érdekében nem kívánatos, hogy a *tudományok műnevei (nomenklatúra)* általában megmagyarosíttassanak".

A Magyarhoni Földtani Társulatban, mint elnök, 1883-ban megalakította

és haláláig aktívan vezette, irányította eredményes működéssel a Földtani Szakszótár Bizottságot. Az itt kialakított egységes helyesírási mód érvényesült a Földtani Közlöny szerkesztésében s az Állami Földtani Intézet negyvenéves fennállásakor, id. Lóczy Lajos által 1909-ben kiadott Földtani Múzeum Vezetőben. A Geológiai Szakszótárt előkészítő Bizottság 1910. dec. 10-én tartott üléséről a Földtani Közlönyben hivatalos közlemény jelent meg: (F. K. XLI. k. 1911. 578. o.): Ebből a Szabó József elnök távollétében Szontagh Tamás másodelnök, Lóczy Lajos, Mauritz Béla, Pálfy Mór, Papp Károly, Schafarzik Ferenc tagok jelenlétében tartott ülésből kitűnik, hogy a Természettudományi Mesterszótár szerkesztésére alakított bizottságban a Földrajzi Társaság, a Természettudományi Társulat, az Erdélyi Múzeum-Egylet két-két taggal vesz részt. A bizottság pontokba foglalt határozatot hozott a készülő szakszótár szavainak helyesírási, magyarítási irányelveiről Szabó József és Simonyi Zs. (Helyes magyarság, 1903), összeállították az eddig használatos gyakoribb szakszók jegyzékét. „Az itt fölsorolt szavak mintájára fogja a bizottság a Geológiai Szakszótárt kidolgozni. Az egyes szakok szavait, kifejezéseit a feldolgozó szakemberek röviden meg is magyarázzák úgy, hogy a tervbevett szótár nemcsak a szavakat s kifejezéseket, hanem fogalmukat is rokonszavaikat is megmagyarázza" (589. o.). A Bizottság szerint a század elején folyamatban levő „Apáthy I. túlzottan klasszikus írásmódja sehogysem illik bele korunk egyszerűsítő irányzatába." Ezzel a megállapítással csak részben értettünk egyet. Apáthy I. és a kolozsvári jeles professzorok „klasszicizmusa" nem a latin-görög szavak magyarítását szorgalmazta, hanem a latin és latinos szavak torz, kurtított, németes alakját kívánta eredeti helyes latin alakjában használni. Erre a klasszikus alapokon álló magyar tudomány mindenekelőtt hivatott volt. Érthető, hogy a németes irányzattal szembeni magyarságunk érdekében ezt vállaltuk, elfogadtuk, követtük, s ha egészében nem is, egyes szakszavak használatában sikerült megtartani is. (Geolog-geologus, Nummulit-Nummulitesz, Ammonit-Ammonitesz-Ammonita).

A történetiség jegyében megemlítjük, hogy a Szótár Bizottság föntebbi határozati tervét véleményezésre megküldte Simonyi Zs. nyelvésznek, aki a javasolt írásmódot elfogadta, néhány akkor is, ma még inkább elfogadhatatlan „javítással".

A Magyarhoni Földtani Társulat hivatásos Szakszótár Bizottságának további működéséről hivatalos adataink nincsenek. A tervezett Földtani Szakszótár nem készült el. Földtani szaknyelvünk ügye, a tudományművéléssel együtt magára hagyottan ellanyhult, társadalmilag hanyatló állapotba merült.*

* Ez a Társulat által kiadott nagy munka lett volna hivatva írójának egész tudományos egyéniségét visszatükrözni, és a magyar gerinctelen ősállatok szakmai műszavait megállapítani. Nagy hiányunk, hogy a befejező, összefoglaló fejezettel együtt elmaradt a munka részére tervezett „magyar műszótár" is, amin a kiváló nyelvérzékű, a puhatestű ősállatok szakképzett első magyar hivatásos paleontológus szerzője nagy szeretettel és rátermettséggel dolgozott. Egyik ilyen értelemszerű magyarítása: a cephalopoda — „fejelábas" állatok megjelölése jobb, mint a használatos „fejlábúak".

Történeti időrendben 1879-ben Selmecbányán megjelent ugyan PÉCH A. Magyar és Német Bányászati Szótára, de ennek használata hatástalan lehetett. Jellemző módon SZABÓ J. ilyen irányú munkáit nem említi, nem is használta, jelentőségét sem méltatta. Nagyobb jelentősége van DEBRECZENI M. KOSSUTH LAJOShoz intézett fölterjesztésének a selmecbányai Bányászati és Erdészeti Akadémia magyar oktatási nyelve érdekében. Valószínűleg ez hívta fel első magyar felelős pénzügyminiszteri hatáskörében KOSSUTH figyelmét a SZABÓ J. által összeállított „Bányaműszótár" hivatalos használatú kiadására is (SZÉKELY 1968).

Voltak ugyan, akik egyénileg érdemlegesen hangsúlyozták továbbra is szaknyelvünk hiányosságait, javító törekvéssel alkottak új magyar szakszókat is. Ezek többnyire a megjelent monográfiák, tankönyvek és kézikönyvek betűrendes vagy szakcsoport-szószedetében (register) találhatók, vagy kisebb közleményekben vannak szétszórva. Ezek között leginkább időállóak SZABÓ J. ásványtan-kőzettan-földtan műszói, PETHŐ GYULA őslénytani, TELEGDI ROTH KÁROLY és BOGSCH LÁSZLÓ újabb gerinctelen ősállattani, KRETZOI MIKLÓS ősemlősi, PAPP K. földtani, MAURITZ B. ásványtani szószedetei, tankönyvi oktatású fogalommagyarázatokkal.

A Szakszótár Bizottságnak irányelveit alkalmazta LÓCZY LAJOS a „Vezető a m. kir. Földtani Intézet Múzeumában" c. 1909-ben megjelent intézeti „Népszerű kiadványai" I. kötetében. Az itt fölmerült szakszó- és helyesítési kérdéseket tárgyalja KORMOS TIVADAR (Földtani Int. Évi Jel. 1908-ról, 1910) szerkesztői bevezetőjében: „Ha arra akarunk törekedni, hogy nyelvünket műszavakkal gazdagítsuk, akkor azt nem idegen szavaknak helytelen, kicsavart írásmódjával, hanem csakis új, *helyes képzésű* magyar kifejezések segítségével érhetjük el." „Nagyon természetes, hogy nem minden idegen műszó helyettesíthető egykönnyen megfelelő, helyes magyar kifejezéssel. Azokat, amelyek egyelőre ki nem küszöbölhetők, *mindaddig meg kell tűrnünk eredeti alakjukban, amíg helyükbe illő magyar műszót találunk.*"

Néhai jótollú szaktársunk szükségesnek tartja, hogy kartársak bevonásával a megváltó *magyar geológiai szakszótár* végre elkészülhessen.

A magyar Földtani Szakszótár mostani akadémiai munkaterv szerinti előkészítési ideje előtt több kéziratban maradt elgondolásban foglalkoztunk a megvalósítás szükségességének, módjának kérdésével. Tudománytörténeti tekintetben ezek a szubjektív írások folytatólagos előtörténeti adalékok. Nagyrészt ösztönös belső hivatástudattal, SZABÓ J. irányelveivel átitatottak. 1935-ben, a hivatalos tudományművelési kizárás sötét időszakában íródott befejezetlen munkám részletét idézzük itt: „A tudományos műszavak magyarításában bizonyos nehézkesség és tartózkodás észlelhető. Ennek oka részben a tudományművelés történeti fejlődésében rejlik. Hosszú időn át a tudományművelés a szakemberek zárt körére szorítkozott. A tudósok csak egymásnak írtak s különleges kifejezéseket használtak. A magyar szakemberek pedig

vizsgálataik eredményeit nyelvi elszigeteltségünkben csak úgy tudták a tudomány általános közkincsévé tenni, ha idegen, leginkább német nyelven közölték azokat. Érthető, hogy magyarításra nem törekedtek, könnyebbség okából magyar szakszóik is németes csengésűek voltak. Emellett az állandó művelődéspolitikai, társadalmi sőt oktatási németesítő irányzatok is hatottak."

A tudományok zárt kapui azonban fölszabadulásunkkal és szocialista kultúrforradalmunk fejlődésével fokozatosan kitárultak. Ma már a tudományművelés minden vonalon a széles körű nyilvánosság kíváncsi vagy érdekelt és érdeklődő várakozása mellett megy végbe. Ezt az érdeklődést nem lehet idegen műszavak tömkelegével kielégíteni. Szükség van arra, hogy minden tudományos fogalmat magyarul vagy legalábbis magyarosan megjelöljünk, aminek tárgyi, még kevésbé nyelvi akadályai nincsenek. Csak a szakemberek jelzett tudománytörténeti gátlásait kell leküzdeni, s minden tekintetben törekedni arra, hogy magyar szakemberek magyaroknak magyar nyelven, maradéktalan magyarsággal írjanak és beszéljenek. Ennek megvalósítója az egyetemek és szakiskolák ilyen értelmű oktató-nevelő munkája lehet. Vaskalap nélkül.

1944-ben Szakszótáromhoz — melyet egyedül akartam készíteni —, a következő bevezetést készítettem: „A földtan tanításával foglalkozva s annak célszerűbb módját keresve fokozottan állt előttem a szakkifejezések helyes és megfelelő használatának jelentősége. Ez megkönnyíti a megértést s lecsökkenti a szakirodalom körülírásokkal, ismétlésekkel teli terjengősségét. A földtannak széles körű alkalmazása megsokasodott geológusgárdát igényel, s a geológussá lett nemzedékek az idők gyors cselekvést kívánó sodrában akaratlanul is kevéssé érzékelik a fogalmak és a helyes fogalmazás szükségét és jelentőségét. Régóta és állandóan foglalkoztat bennünket ilyen magyar nyelvű magyarázó terve. Megvalósítása azonban nagyon eltolódott. Egy-egy szakszó — címszó önálló kérdés, magában is fogható és magyarázható. A tétlenség idejét felhasználtam volt arra, hogy a földtan tudománykörét magamban áttekintsem, ismeretanyagomat felújítsam, rendezzem és kiegészítsem. Erre a célra készültek a címszók és a hozzáfűzött tömör egyéni magyarázatok.

Az eredeti elgondolás csak a korszerű földtan ismeretkörére szorítkozott. A segédtudományok tárgyköréből csak az és annyi került bele, ami és amennyi földtani vonatkozású, azaz a földtani szemléletet szolgálja. Ásványok, kőzetek, ősmaradvány-szervezetek címszavai önmagukban nem, csak földtani vonatkozásaikban, jelenségek és földtörténések értelmezésében jutnak itt szóhoz. A számításba vehető tárgykörök anyaga köteteket tölthetne meg, a tudományok folyamatban levő szétküldési fejlődésében lezárhatatlanul hiányos maradna. Magyarul jól kifejezhető fogalmak, jelenségek, folyamatok és tárgyak kapnak itt címszót. Nincsenek azonban felvéve azok a fogalmak, amelyek az alapcímszónak jelzős alakjában magától értetődők. Hiányoznak az idegen nyelvekben használatos kifejezések, mert nem többnyelvű szakszótár volt célom. Nagy nehézséget ad a földtörténeti beosztások és a tengernyi,

egyre szaporodó helyi elnevezés kiválogatása. Ebben a hozzánk közel eső vagy szomszédos országokat s főként a nálunk is található európai földtani kifejlődéseket előnybe kell helyezni az idegen földrészek archai-ópaleozóos nevezékeivel szemben, teljességre törekvés nélkül."

A tankönyvek, kézikönyvek említett, sűrűn megjelent kiadásán kívül csaknem minden országban megjelentek időközben a földtan tárgykörére vonatkozó szakszótárak is. Sajnos ezek többnyire nehezítik az egyértelmű nevezéktan, összeállítását. Egyetértünk NYIKOLAJEV N. I. közleményével, aki helyesen hangsúlyozta, hogy nem lehet műszónak nevezni, ami csak meghatározás, és új műszavakat alkotni, ahol nem világos fogalmakról van szó. Szerinte „helytelen idegen nyelvű műszókat adni. Először saját nyelvünkön kell a műszókat megállapítani, azután rátérünk azok lefordítására."

Történelmi áttekintésünk végén említjük meg, s talán nem hat maradinak, szakszótárunk címében a földtan mai résztudományokra tagoltságában a tudománykezdeti leíró időszakban használt WERNERtől származó „geognosia" régies kifejezés „földismereti" magyarítása. Ez szerintünk jobban megfelel az ismeretek többletéből oknyomozó vizsgálati módszere alapján később adott geológia (földtan) megnevezésnek.

Szakszótárunk előtörténetében, az említettek szerint, törekedtünk minden rendelkezésünkre álló hazai és külföldi szakszótár vonatkozású szakkönyvet, szakmatanulmányt, folyóiratközleményt figyelembe venni, hasznosítani. Ebből adódik irodalomjegyzékünk kettőssége: hazai szakirodalmunk ismeretünk szerinti teljes felsorolása és a rendelkezésre álló földismereti magyarázó szakszótárak felhasználási jegyzéke. Említettük, hogy az utóbbiak legtöbbjét magyar értelmezésből célszerűtlennek és részünkre alkalmatlannak tartjuk. Egyedül a SCHIEFERDECKER összeállításában Groninchenben (Hollandia.) 1959-ben megjelent Geological Nomenclature beosztását fogadtam el magyarított csoportosítású átalakítással. A szakmai főcsoporton belül a magyar vagy magyarított szakszókat folyamatos szórendben tárgyaljuk, röviden értelmezzük, s az egyező értelemben használatos angol (a), francia (f), és német (n), megjelölését latin betűs helyesírásban *(nem kiejtés szerint)* adjuk. Helyenként utalunk a jelzős módok hibás, idegenszerű magyar ásványi-geokémiai és egyéb szakszók használatára, javítva azok rövidebb latin v. görög eredete szerinti javítás ajánlatával (magmatikus-magmás; vulkanikus-vulkáni).

Szakszótár tartalom

Földismereti Szakszótárunk előtörténete. Irányelve. Használati módja. Irodalomjegyzék

Földalakulástani anyag-alak-helyzet-település-folyamatjelenség alapozó csoportok (Geomorphology):

I. Felszíni mállás
II. Szélműködés
III. Vízföldtan. Talajvíz. Hatás-folyamat
IV. Barlangismeret
V. Folyóvízismeret
VI. Tavak, lápok, ingovány, mocsár ismerete
VII. Glaciológiai ismeret
VIII. Tengertaniismeret-alapszók
IX. Part- és szigetalakulás
X. Szirt—zátonyismeret

Oknyomozó jelenségismereti általános címszócsoport:

a. Erózió, lepusztulás
b. Térszínalakulás nedves éghajlaton
c. Térszínalakulás jeges éghajlaton
d. Térszínalakulás száraz éghajlaton

XI. Üledékföldtani címszócsoport

a. Általános alapcímszók. Szövet, szín
b. Törmelékes üledékek
c. Karbonátos üledékek
d. Kova üledékek
e. Evaporit-félék
f. Szerves üledékek
g. Olajföldtan

Földtörténet-földfejlődés tárgyköri címszók

Szerkezeti földtan, kőzetszerkezet alakváltozási-jelleg címszók

Hegységképződési mozgásmódszerek, jellegek, folyamatok, eszközök címszói

Magma földtan címszócsoport:

a. Vulkáni folyamatok és jellegek
b. Ásványi képződmények
c. Kőzetalakulás és átalakulás.

FÖLDISMERETI MAGYARÁZÓ SZAKSZÓTÁR FÖLHASZNÁLT IRODALOMJEGYZÉK

Apáczai Csere János: Magyar Encyklopedia. Új kiadás: Győr, 1803.
Kovács Mihály: Lexicon mineralogicum enneaglottum.
Bugát Pál: Természettudományi Szóhalmaz, összegyűjté és szószármaztatási elvekkel vegyíté, Budán, 1843.
Szily Kálmán: Magyar Természettudósok száz évvel ezelőtt. Természettud. Közl., 1888.
Toldy F.: Bugát Pál emlékezete. Budapesti Szemle, Új Folyam **II**, 255, 1865.
Gombócz Endre: A Kir. Magyar Természettud. Társulat története. 1841—1941, Budapest, 1941.
Dr. Vendl Aladár: A százéves Magyarhoni Földtani Társulat története. Tankönyvkiadó, 9, 1958.
Dr. Lóczy Lajos: Vezető a M. Kir. Földtani Intézet Múzeumában. Budapest, 1909.
Fülöp J. és Tasnádi Kubacska A.: Száz éves a M. Áll. Földtani Intézet, Budapest, 1969.
Kormos Tivadar: Áll. Földt. Int. Évi Jelentése 1908-ról, 1910.
Szabó József: A nyelvtisztaság kérdése természettudományi irodalmunkban. Pesti Napló, 107—108. 1858.
Szabó József: Magyarítás a természettudományban s külön annak gyakorlati jelentősége. Pest, 1861. (M. Tud. Akadémia külön kiadása.)

SZABÓ JÓZSEF: Szerkesztői tevékenységben: A Kir. M. Term. Tud. Társulat Évkönyvei **III—IV**, 1851—56, 1857—59.
A Kir. M. Term. Tud. Társulat közlönye **I**, 1860, **II**, 1861.
A M. Földtani Társulat Munkálatai, **II**, 1863.
Math. és Term. Tud. Közlemények, **I—XV**, M. Tud. Akad. Math. Term. Tud. Bizottság, 1861—1870.
Értekezések a term. tud. köréből. M. Tud. Akad., **I—XXIV**, 1867—1894.
A m. orv. és természetvizsgálók vándorgyűlésének munkálatai, **IX**, 1864, **X**, 1865, **XXII**, 1883.
SZABÓ J.—TÖRÖK J.: Tokaj-Hegyalja Album. Pest, 1867.
KÁDÁR LÁSZLÓ: A magyar nép tájszemlélete és Magyarország tájnevei Orsz. Táj és Népkut. Int. **24**, Budapest, 1941.
PETTIJOHN, F. J.—POTTER, P. E.: Atlas and glossary of primary sedimentary structures. Berlin, New-York, 1964.
NELSON A.—NELSON K. D.: Concise encyclopedic dictionary of applied geology mining and civil engineering. Elsevir Publ. C° ed., 1967.
SCHIEFERDECKER, A. A. G.: Geological Nomenclature. Gorinchem, 1959.
BERINGER: Geologisches Wörterbuch, F. Enke, Stuttgart.
RUTTEN: Geologische Nomenklatur, Haar, 1929.
SCHULZ—LOUIS—GOETHE: Bergtechnisches Taschenwörterbuch I. Engl.—deutsch. Glückauf G; M; B; H; Essen, 1934.
RIOS—STILLE—BERINGER: Vocabulario-tectonico. Inst. Invest. geol. „Lucas Mallades", 1943.
JONES—CISSARS: Engl.—deutsche Geol.-mineralogische Terminologie, 1931.
RICE: Dictionary of Geol. Terms. Edw. Brother, Inc. Ann. Arbor Michigan, 1949.
HUEBNER: Geology and allied sciences. A thesaurus and a coordination of English and German specific and general terms. I. German—English. New York, Veritas Press, 1939.
NYIKOLAJEV N. I.: A földtan-földrajzi terminológiáról. Izvesztija 98—107, 1956. (oroszul)
ZEPHAROVICH, V.: Mineralogisches Lexicon für das Kaiserthum Österreich, **I**, 1790—1857; **II**, 1858—1872; **III**, 1874—1891; General Register. Ausztria és Magyarország ásványait lelőhelyük szerint sorolja fel.)
MEUNIER, ST.: Dictionaire de Geologie. Paris, 1926.
RUCHIN: Grundzüge d. Lithologie. Berlin, 1958.
HUMMEL: Das Fremdwort in geologischen Schriften. Z. d. d. Geol. Ges., **92**, 1940.
FIORINA—GEIGER: Magyar—orosz földtani és földrajzi szótár. Akad. Kiadó. Budapest—Moszkva, 1960.
DENNIS, J. G.: International Tectonic Dictionary. Amer. Ass. Petrol. Geol. Mem., **7**, XI, 1969. Ashgieri Structural Geologie. Berlin 1963.
TWENCY—HUGHES: Chamber's Technical Dictionary. London, 1953.
FAY, A. H.: A glossary of the mining industry. U. S. Bur. of Min. Bult. Washington, 95.
SCHMITT, H.: Certain terms of mining geology as defined and used. Economic Geol., **49**, 1954.
WATZNAUER, A.: Gedanken v. Nomenklatur u. Symbolik tektonischer Komplexe. Monatschr. d. d. Ak. d. Wiss. Berlin, **2**, 1960.
PÉCH A.: Magyar és német bányászati szótár. Selmecz. 1879.
KOCH S.: Egy magyar ásványnévtár a nyelvújítás korából. Természettudományi Közlöny, 1937.
VADÁSZ E.: Szaknyelvünk és a magyar helyesírás. Földtani Közl., **85**, 1955.
VADÁSZ E.: Szaknyelvünk védelmében. Földr. Közl., 1959.
VADÁSZ E.: A földtani rejtnyelv művelőinek figyelmébe. Földtani Közl., **82**, 1952.
VADÁSZ E.: A vulkanogén megjelölés értelmezése. Földtani Közlöny, **82**, 1952.
VADÁSZ E.: A klivázs műszóról. Földtani Közl., **83**, 1953.
VADÁSZ E.: Földtani szakirodalmunk hagyomány-terheltsége. Földtani Közlöny, **85**, 1955.
VADÁSZ E.: A földtani „zátony" és „szirt" fogalom. Földtani Közl., **86**, 94, 1956.
VADÁSZ E.: Az „apoka" név jelentése. Földt. Közl., **86**, 93, 1956.
VADÁSZ E.: Anyanyelvünk és egyetemi szaknyelvünk. Felsőoktatási Szemle, **4**, 1955.
VENDL A.: A M. T. A. tagjainak hatása az ásvány és kőzettan fejlődésére hazánkban.
KOCH S.: A magyar ásványtan története. Budapest, 1952.
VADÁSZ E.: Előszó a magyar ásványtan történetéhez. Budapest, 1952.
KOCH S.: Magyarország ásványai. Budapest, 1966.
BÁRDOSSY-HAJÓS M.: A szurdokpüspöki diatomás rétegösszletek üledékföldtani és geokémiai jellemzése. Áll. Földt. Int. Évi jelentése 1960-ról; 121—146, 1963.
TELEGDI ROTH K.: Ősállattan. Tankönyvkiadó, 1959.
BOGSCH L.: Általános őslénytan. Tankönyvkiadó, 1968.
PETHŐ GY.: A pétervaradi hegység (Fruska Gora) krétaidőszaki (hiperszenon) faunája. Sajtó

alá rendezte és előszóval ellátta Dr. Lőrenthey Imre. Kir. Természettudományi Társulat, 1910.
ERDEI W.: A műszóalkotás szempontjai régen és most. Magy. Textiltech., **16,** 46—48, 1964.
SZÉKELY L.: Debreczeni Márton előterjesztése Kossuth Lajoshoz a selmeczbányai Bányászati és Erdészeti Akadémia oktatási nyelve ügyében. Bány. és Koh. Lapok Bányászat rov., évf. 731—733, 1968.
PÉCSI M.: A földszíni külső (exogen) folyamatok osztályozása és nevezéktani értelmezése. (Classification and terminological interpretation of exagenous processes.) Földr. Közl., 199—209. 1967.
PÉCSI M.: A hegységek és előterük lepusztulás-formáinak kutatásáról rendezett nemzetközi szimpozium főbb eredményei. M. T. A. X. oszt. Közleményei **3,** 319—321. 1969.
PÉCSI M.: Földrajzi nevek és megjelölések írásának szabályai. Akad. Kiadó Budapest, 1—52, 1965.
LÓCZY LAJOS: Földrajzi helynevek írásmódjáról különvélemény. Budapest, 1965.
KEREKES S.: A szaknyelv kérdése a földrajzi kutatómunkában. Földrajzi Értesítő, **XVI,** 435—440, 1967.
GRÉTSY L.: Néhány megjegyzés a szaknyelvekről. Magyar Nemzet, 1966. okt. 2.
FÉNYES L.: Geographiai Szótár.
BULLA B.: Általános természeti földrajz, Budapest, I—II, 1954.
BULLA B.: Magyarország természeti földrajza. Tankönyvkiadó, Budapest, 1962.
PÉCZELY A.: Bányászati nyelvművelés. Bány. Lapok, **99,** 1966.
LENDVAI K.: A geofizikai nevezéktan problémái. Földtani Kutatás, **XII,** 76—77, 1969.

VITA AZ ÚJ GLOBÁLIS TEKTONIKA ÁLTALÁNOS ÉS REGIONÁLIS EREDMÉNYEIRŐL

MEGNYITÓ

SZÁDECZKY–KARDOSS E: A KÁRPÁT-DINARID-TERÜLET AZ ÚJ GLOBÁLIS TEKTONIKA SZEMSZÖGÉBŐL

c. akadémiai vitaindító előadásához

PÉCSI MÁRTON
AKAD. LEV. TAG

Az MTA X. Osztálya 1971. évi munkatervének egyik alapvető tudományos célja a földfelszínközeli áramlások dinamizmusának vizsgálata a litoszférában és a litoszféra alsó határán végbemenő geotektonikai mozgások legújabb értelmezése.

SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR akadémikus, osztályelnök az ülésre előterjesztett tézisei a litoszféraeltolódások és deformációk mechanizmusát az új globális tektonikai szemszögből értelmezték. Eszerint a litoszféra üledékeinek köpenybe tolódásával előálló hőmérsékleti változások, agyagátalakulás, gőzpárnát hoz létre, mely elősegíti a litoszféralemezek gravitációs tektonikai betolódásos elmozdulását.

A geokémiai törvényszerűségek alkalmazásával és új összefüggések felismerésével konstruált komplex elmélete a hegységképződések általános és konkrét helyi — Kárpát-Dinarid-terület — magyarázatára is alkalmas. A mechanizmus, amelyet elmélete plauzibilis kifejtése során elénk tárt, összehasonlíthatatlanul világosabb és több oldalról bizonyítást nyert, mint DALY-nek a WEGENER-elmélet revíziója alapján készült orogén mechanizmusa. Ismeretes, hogy a WEGENER-elmélet ellentétben áll az izosztáziával. DALY feltételezi, hogy a szilárd kéreg alapzatának, ahol az kristályos kőzetekből áll, tömörebbnek kell lennie, mint az azt hordozó, feltehetően olvadt állapotban levő asztenoszféra. A bazalttakarók képződési helyétől eltekintve a földkéreg átlagos sűrűsége valószínűleg kisebb az asztenoszféra átlagos sűrűségénél. De az orogén zónákban a kéreg alsó része betüremlik az asztenoszférába. Ahol a „szima" kristályos rétegei betüremlenek az olvadt anyagba, ott a földkéreg szilárd rétege összegyűrődik, deformációt szenved. DALY elképzelése szerint az orogén övek keletkezéséhez ilyen módon kisebb energiaráfordítás szükséges, mint a kéreg alatti konvekciós áramlások elmélete szerint. DALY elmélete azon alapszik, hogy az asztenoszféra olvadt anyag, ami azonban csak parciális alakjában nyert alátámasztást. Az új globális tektonikai szemlélet alapján álló előadás tézisei a régi elméletek ellentmondásait lényegében feloldják.

Ugyanakkor az új elmélet jó összhangban van az izosztázia elvével is (SZÁDECZKY-KARDOS E. tézisei 1., 2., 3. pont).

Az izosztatikus egyensúly a geológia egyik alapelve, érvényesül a geológia minden ágában: a tektonikában, az üledéktanban, a geomorfológiában, geofizikában stb. Az egyensúly egymásra következő állapotokat foglal magába. Az egyensúly fogalma nem statikus viszonyokra utal, hanem tartalmazza a forma geometriáját, melyet az anyag és a folyamat szabályoz.

A dinamikus egyensúly fogalma szerint minden geometrikus forma az anyag és a folyamat közötti elrendeződés eredménye. Ha a domborzat egyensúlyban van, és az anyag és a folyamat ugyanaz marad: a domborzat, ill. a litoszféra minden eleme ugyanabban a mértékben fog módosulni. A forma geometriájában előforduló különbségeket sokkal inkább az anyagok és a folyamatok helyi változataiként lehet értelmezni, mint egy fejlődési sor állomásaként. Az egyensúly azért is dinamikus, mert ahol a forma (a kontinens) térben változtatja helyzetét, ott az így létrejövő rendellenességek változást hoznak létre a folyamatban. Ezek arra tendálnak, hogy a rendellenesség előtti formát visszaállítsák vagy fenntartsák. Egy hegységrendszer hosszantartó, lassú emelkedése alatt bizonyos eltolódó egyensúly fennállhat. Csak a forma geometriája az, ami statikusnak tűnik, bár maga a forma is változhat, amint az egyensúly elv eltolódik az anyagban és a folyamatokban végbemenő módosulás során. Ez azt jelenti, hogy a formamódosulás magába foglal egy egyensúly előtti — szubekvilibriális — helyzetet és egyensúlyi állapotot.

Az egyensúly tartalmi megfogalmazása kizárja a rövid lejáratú változásokat. Az egyensúlyváltozások rendszerei hosszú periódusúak. A geológiában az izosztatikus egyensúly eléréséhez szükséges periódusok minimum 10^4, 10^5 évesek.

A dinamikus egyensúlyi helyzet sémája nem képez elméletet, csupán a fejlődés a fejlemények megközelítését segíti elő, melynek alkalmazásával helyes megfigyeléseket tehetünk.

Ezzel szemben a ciklusos geológiai fejlődést rendszerint úgy tekintik, mint a változások sorát — a kezdeti állapottól a végső állapotig. A végső állapotban kifejlődik az egyensúly a környezettel, és az rendszerint stabil lesz, hacsak további módosítást nem szenved valamelyik tényezőtől. A kezdeti állapotból kiinduló változást az hozza létre, hogy a tényezők egyensúlya megbomlik. Amint ez megtörténik, a végbemenő változások úgy hatnak egymásra, hogy a rendszert ismét egyensúlyba hozzák.

CHORLEY szerint a ciklusokat az „általános rendszerek elmélete" (general system theory) irányítja. Eszerint két modell van: az első a „zárt rendszer", melynek meghatározott határai vannak, azon keresztül lényeges energiakivitel és -bevitel nem történik. A másik jellemző vonás, hogy a rendszer a maximális entrópia irányában mozog, vagyis maximális szabad energia van a rendszerben.

Bár W. M. DAVIS ciklusos felszínfejlődés elve a zárt rendszert példázza, mégsem annak, hanem a „nyílt rendszernek" felel meg. A „nyílt rendszer"

esetében az energiakészlet jelenléte lényeges annak fenntartására és megőrzésére, vagyis egy állandó anyag- és energiapótlás és -elvitel biztosítja fennmaradását. Úgy vélem, ez utóbbi érvényes SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR vitaindító tanulmányának vonatkozó téziseire is (pl. 1, 4, 1,5, 1,6, 1,21 pontok).

HOZZÁSZÓLÁS

SZÁDECZKY-KARDOSS E.: A KÁRPÁT-DINARID-TERÜLET AZ ÚJ GLOBÁLIS TEKTONIKA SZEMSZÖGÉBŐL c. akadémiai vitaindító előadásához

BENDEFY LÁSZLÓ

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK DOKTORA

Az utóbbi esztendők kéregszerkezeti és felsőköpeny-kutatásai a *lemeztektonika*, illetőleg az ebből kifejlesztett *új globális tektonika* kidolgozásával hatalmas lépéssel vitték előre a Föld egészére és annak felépítésére vonatkozó ismereteinket. Az eddigi kutatások azonban nyitva hagytak egy alapvetően fontos kérdést: a lemezek közt fellépő „roppant súrlódások" legyőzésének problémáját. SZÁDECZKY „gőzpárna-modellje" ezt a kérdést oldja meg, és geomechanikailag az ő magyarázata (és modellje) teszi érthetővé és használhatóvá, dinamikailag teljessé az új elméletet.

SZÁDECZKY új modelljének vizsgálatához egyik lényeges és szükséges feltétel a lemezek mozgásához tartozó sebességeknek, valamint az elmozdulások térbeli irányának meghatározása. Mivel azonban mi, megfigyelők, magukon a lemezeken élünk, és az észleléseket is valamelyik lemezen végezzük — a szokásos geodéziai eljárásokkal relatív eredményhez jutunk. Az abszolút értéket csakis a geodéziai és gravitációs megfigyelések komplex eredménye szolgáltatja.

Hogy magyarországi példát említsek: a Velencei-hegység ÉK-i peremén a gránitsziklába épített „Nadap" szintezési főalappontunk környezetében megismételt g-mérések Δg értékeiből FACSINAY L. által számított szintváltozás (megközelítő megbízhatósággal) „Nadap" főalappontnak *évi* + *3,5 mm abszolút emelkedéséről* tanúskodik. Ez az (egyelőre csak tájékoztató adatnak tekinthető) érték — kéregszerkezeti okok miatt — csak a Pannon-medencére, illetőleg a Gemerid-elevációra (SZALAI T., 1969) érvényes. Megközelítően tízszerese az ugyancsak Nadapon szabatos szintezéssel kimutatott relatív szintváltozási értéknek, de a kettő előjele azonos.

BISZTRICSÁNY EDE [1969, 1970] megállapítása szerint a MOHO fölötti legfelső lemezt két diszkontinuális felület három lamellára bontja.[1] A lamellák emelkedési viszonyai — első közelítésben — általában azonosnak vehetők az őket hordozó lemezével. A geokinetikai mérési eredmények statisztikai vizs-

[1] A felszín és a MOHO közötti *lamellák tektonikáját*, amely csak bizonyos vonatkozásokban hasonló a lemeztektonikához, másokban pedig merőben elütő attól, BENDEFY dolgozta ki. Közlésére rövidesen sor kerül.

gálatán alapuló tapasztalati tény, hogy Magyarországon a kéregmozgások vertikális komponenseihez átlagosan 1/3—10-szer akkora horizontális elmozdulások tartoznak. A 3-szoros szorzó jó középértéknek tekinthető.

Fentiek figyelembevételével „Nadap" + 3,5 mm-es évenkénti emelkedése nemcsak a főalappontot hordozó lamellára, hanem a lamellát hordozó lemezekre is jellemző, és ehhez az értékhez *a lemeznek kb. évi 3 × 3,5 = 10 mm-es horizontális elmozdulása, vándorlása* tartozik.

A *lamellák* — BISZTRICSÁNY megállapítása szerint — *egymással* és a MOHO-felület alatti legfelső lemezzel *csak „egészen lazán" érintkeznek*. Ebből következik, hogy a 3 km mélynek tekintett medencealjzattól lefelé haladva a lamellák vastagsága: 2,5—3,0—4,5 (= Bi-felület) — 5,0 (= CONRAD felület) — 7,0 km (= MOHO).[2] A 2,5 km vastagságú legfelső, illetőleg a 8,5 km mélységig tartó felső két lamellában — a MOHO-felület közvetítette mozgások hatására elmozdulások könnyen jöhetnek létre.

A fiziko-kémiai folyamatok láncolatára alapozott SZÁDECZKY-féle „gőzpárna-modell" elvi alapja a geotermikus hatásokat is magába foglaló EINSTEIN-*féle energiatörvény*. Ebből következik, hogy a lemezek, illetve a lamellák mozgását kiváltó okok állandóan adottak, és amikor a mozgásfolyamatok lelassulnak, vagy időlegesen megszűnnek, akkor a kéregben belső feszültségek halmozódnak fel. Ezek kiváltódásakor a lamellákban jól mérhető elmozdulások mennek végbe.

A lamellák a több száz km vastag lemezekhez képest vékony kéreghéjak, és amazokhoz képest területileg is egészen kicsiny egységekre tagoltak. Ezért azok a nagyszabású jelenségek, amelyekről SZÁDECZKY tanulmánya az új globális tektonika szemszögéből, az alpi tektonika mélymechanizmusával kapcsolatban szól, *a jelenben, kisebb méretekben és csakis a felső lamellákban szintén létrejöhetnek, és meglétük* asztrogeodéziai, illetve *geodéziai-geofizikai mérésekkel igazolhatók*. A „pars pro toto" elve alapján úgy véljük, hogy a lamella-tektonika keretein belül alább megvilágított részletek az új globális tektonikára nézve kidolgozott elvek gyako[illegible]ti szerepét bizonyíthatják, és jelentőségét megvilágítják.

A Magyarország területén végbemenő le[illegible]sztulásra és felhalmozódásra vonatkozó első komoly számvetést JASKÓ [illegible]ÁNDOR (1947) végezte. Szerinte a negyedkorban 0,6—0,8 millió év alatt 8 224 000 km³ anyag pusztult le, ami 17 m átlagos vastagságot és évi 10—13 km³ hordalékmennyiséget jelent. STEFANOVITS PÁL (1964) elemzése szerint Magyarország területéből 54 000 km²-en lepusztulás, 40 000 km²-en pedig felhalmozódás megy végbe. Ezt az eredményt további vizsgálataink alapjául elfogadva, JASKÓ nyomán azt kap-

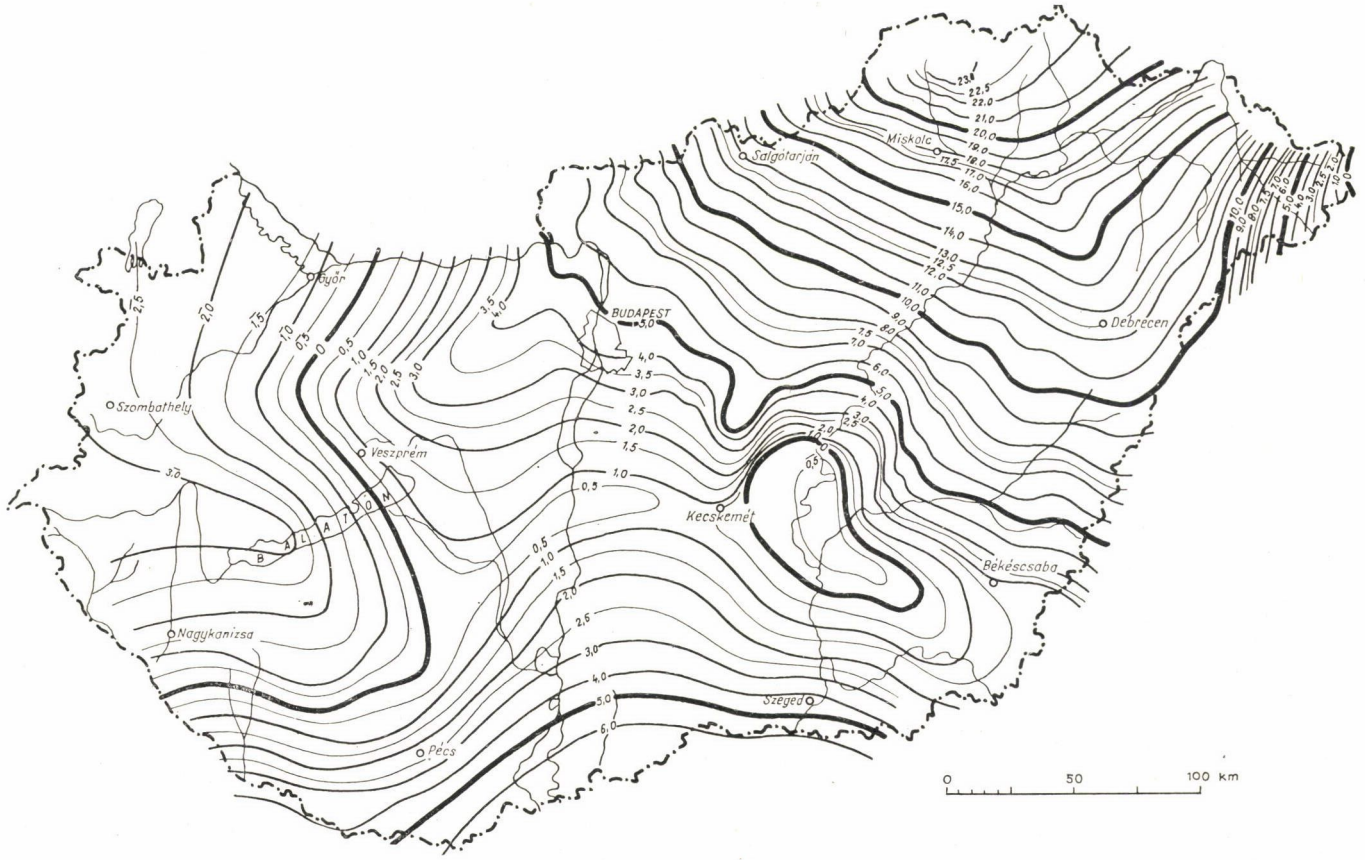
[2] BISZTRICSÁNY (1969, 1970) a 13, 18 és 25 km mélységi szintben levő diszkontinuális felületek létezését bizonyította. BENDEFY a legfelső lamellát a Pannon-medencének átlagosan 3 km mélynek vehető kristályos aljzatától a 13 km mélységi szintben levő Bi-felületig terjedően — szeizmológiai és rétegtani alapon — további három részre osztja.

juk, hogy a negyedkorban az átlagos lepusztulás mértéke 1 km^2-re vetítve 1523 km^3, a felhalmozódásé pedig ugyanakkor 2056 km^3 volt. Az 1 évre vonatkozó hordalék mennyiségét JASKÓ az egész negyedkor átlagában 10—13 km^3-nek adja meg, ami 2,2 mm évenkénti átlagos lepusztulást, illetve évi 3,0 mm felhalmozódást jelent. Ha pedig JASKÓnak abból az adatából indulunk ki, hogy a negyedkorban lepusztult réteg átlagvastagsága 1·7 m, akkor évenkénti 2,4 mm átlagos lepusztulási, illetve 3,3 mm felhalmozódási értékhez jutunk.

STEFANOVITS (1964) az Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet keretében Magyarország eróziós térképének elkészítésével foglalkozott. Megállapítja, hogy az erózió az országnak 57%-án pusztít, a terület 43%-án pedig felhalmozódás történik. Ez nyilván így volt a negyedkorban is. STEFANOVITS adatai szerint Nógrád-, Veszprém-, Zala-, Tolna-, Komárom- és Somogy-megye területén (24 000 km^2) 126-, Borsod-Abaúj-Zemplén-, Pest-, Fejér-, Heves-, Vas-, Baranya- és Győr-megye területén (30 000 km^2) pedig 70,6 súlyszámnak megfelelő a lepusztulás. Az évi lepusztulás átlagértéke 1,0-, illetve 1,8 mm, a felhalmozódásé pedig 1,9 mm.

Ez az érték megfelel az ország területén, különösen a Bakonyban és a Balaton-felvidéken, valamint Somogyban MAROSI SÁNDOR (1970), SZILÁRD JENŐ (1967) és SZESZTAY KÁROLY (1961) által folytatott megfigyelések eredményének. Mindezektől JASKÓ adatai két okból erősen elütnek. Részint azért, mert a negyedkor jó részében a lepusztulás — klimatikus okok miatt — valóban nagyobb volt a mainál; ezt talán a romániai hegységképződési fázis erőteljes kéregmozgásai is fokozták. A nagy különbség oka azonban kétségtelenül az, hogy JASKÓ a negyedkort (az 1947 körüli felfogásnak megfelelően) túlságosan rövid időtartamúnak vette. Ha az ő időadatát megkétszerezve: 1,2—1,6 millió évet veszünk figyelembe, akkor 1,2 mm/év lepusztulási-, illetve 1,7 mm/év felhalmozódási értékhez jutunk. Ez az eredmény tapasztalati ismereteinknek megfelel.

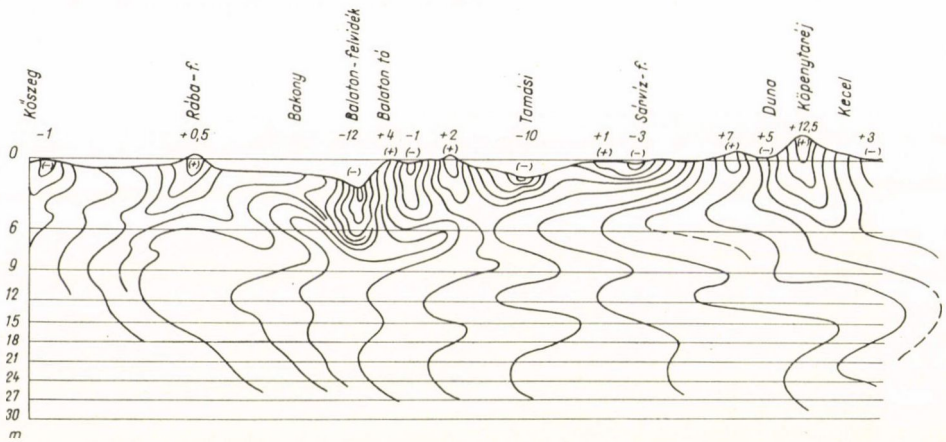
A szintváltozási viszonyok szoros korrelációban vannak a lepusztulási és felhalmozódási körülményekkel. Adott területen, amennyiben az *zárt hidromorfológiai egység*, a két tényezőnek egyensúlyban kell lennie. Magyarország mai államhatárain belül levő területének 67,5%-a *relatíve* emelkedik, 32,5%-a pedig *relatíve* süllyed *(1. ábra)* (BENDEFY, 1967). Ez az arány kb. megfelel a STEFANOVITS által közölteknek. Geokinetikai alapon elindulva, az eddigieknél részletesebb földtani információkhoz jutunk. A szintváltozások fajlagos mértékét a hozzájuk tartozó területekkel szorozva súlyozott értékeket kapunk. Ezek aránya: 15,2 emelkedés, ill. 10,7 süllyedés. Az előbbi az eróziós, az utóbbi az akkumulációs területeknek felel meg. A két érték különbsége + 4,5 mm/év az emelkedés javára. A differenciának kb. 3/4 részét az aktuális tektonika okozza. Ebből következik, hogy *mind hegyvidékeinken, mind medencéink kristályos aljzatában élénk szerkezetképződés megy végbe.* A maradék 1/4 részt az a hordaléktömeg adja, amelyet az államunk területét elhagyó folyóink szállí-



1. ábra. A magyarországi jelenkori szintváltozások regionális geokinetikai térképe az 5-ik összevonás után. (BENDEFY, 1964)

tanak magukkal, és főleg a Temesköz és a Bánát, továbbá a Muraköz és a Dráva síkságának feltöltésére használnak fel (BOGÁRDI, 1971).

Már a fentiekből kiderül az, hogy a Pannon-medencében napjainkban is élénk szerkezeti mozgások mennek végbe. *A legfelső lamellán jelenkori behajlások, beszívódások, de ugyanakkor kipréselődések nyomai is megállapíthatók.* Ez utóbbi két jelenség együtt jár: két beszívódásos lamellarész között *mindig* egy felpréselődés jelentkezik. Szép példáját látjuk ennek a Kőszeg—Balaton—Tamási—Kecel vonalzású *geokinetikai szelvényen (2. ábra).*



2. ábra. Geokinetikai szelvény Kőszegtől Kecelig, a kéregmozgás-viszonyoknak kb. 30 km mélységig való feltüntetésével. (A regionális geokinetikai térképek görbeseregének alapján szerk. BENDEFY L., 1965). (Magasság torzítva!)

Ez a szelvény bizonyíték amellett, hogy a recens kéregmozgások és a geomorfológiai alakzatok nem feltétlenül egymás megfelelői. A Duna például egy eléggé komplikált É—D-i törésvonalhoz simuló lesüllyedésben alakította ki medrét (BENDEFY, 1971); de már a Balaton árka az emelkedőben levő Pelsoi-hát (SZALAI T., 1964) felszakadt gerincén alakult ki. A Bakony DK-i felében, a Dunántúlon tapasztalhatók a legnagyobb süllyedések; ÉNy-on, a litéri törést követően pedig a szabatos szintezések mindenütt élénk emelkedésről tanúskodnak, egészen Vilonyáig, ahol Nadaphoz viszonyítva 100 évenként 13,9 cm-t érnek el. Az észlelési adatokból megszerkesztett közeli relatív süllyedési maximum helyén SZEBÉNYI LAJOS dörzsbreccsát talált (BENDEFY, 1967). Megállapítható, hogy a Bakonyban a karni dolomit csakis ott bukkan ki a nóri alól, ahol a jelenkori emelkedések — közvetlen környezetükhöz képest — viszonylagos szélső értékeket érnek el (BENDEFY, 1965, 1967).

Tanulságos a litéri törés mentét végigkísérni. Az általában süllyedő jellegű környezetben a törés mentén 100 évre számítva 3—12 cm-es emelkedés jelenik meg; szélső értékével mindig ott, ahol a törésvonal csapásában közel 90°-os irányváltoztatás mutatkozik. A felgyorsult mozgásoknak megfelelően

a valóságos geotermikus grádiensekben is meglepően nagy változásokat észleltünk. Míg a töréses zónától É-ra és D-re néhány km-nyire a $\overline{gg_v} = 15$ m, Pusztamiske és Ajka környékén (a széntelepek ellenére!) 43 m, Veszprém táján 35 m, Vilonyánál pedig 45 m szélső értéket mértek. A legutóbbi ellenőrző mérések alkalmával Ajkán a mélyebb szintekben is sikerült talphőt mérni. A $\overline{gg_v}$ értéke e mérésből 52—56 m-nek adódott. A Rába-mentét kísérő töréses zónában hasonló geotermikus rendellenességek mutatkoznak. Ezt érzékeltettük a Rába-mente és a litéri törés közötti térségen átvonuló, a geoizotermák alapján szerkesztett diagramokkal (BENDEFY, 1965).

A Pannon-medencében végbemenő recens mozgásokat egy: Szeged—Kecskemét (Cegléd) —Budapest—Esztergom vonalában végighúzódó mélyszerkezet, a köpenyboltozatból kidudorodó, a MOHO-felületen viszonylag 6400 m szintkülönbséget jelentő köpenytaréj *(3. ábra)* okozza. A kétoldali nyomás hatására létrejött mélyszerkezeti alakulat még mindig fejlődőben van. Ezért igen mozgékony, amit a szintváltozási görbék és a valós $\overline{gg_v}$ diagram is bizonyítanak. POSGAY (1963) térképe feltűnteti a mágneses ható tömegek mélységét is.

A jelenkori szerkezetképző mozgások nyomai a Pannon-medencében számos helyen kimutathatók. A Gellérthegy belsejében most készülő alagútban a termális törésekből enyhe gőzpára áramlik ki; a törések környezete ezért 5—8 C°-kal eltér a sziklák átlagos hőfokától (közvetlen mérés, 1970). A metró Duna alatti alagútjában és magában a Duna-mederben is gőz- és hévízfeltöréseket észleltek (GRESCHIK B. személyes közlése 1970; SCHAFARZIK-VENDL, 1929). PÁVAY—VAJNA F. (1962) írja, hogy a beremendi cementgyár kőfejtőjében télen át a bányafal törési felületei mentén halvány gőzpárakifúvásokat észlelt. Magam ugyanott a hévizes eredetű (azóta már lerobbantott) barlangüreget 1935-ben meleg párával telinek találtam.

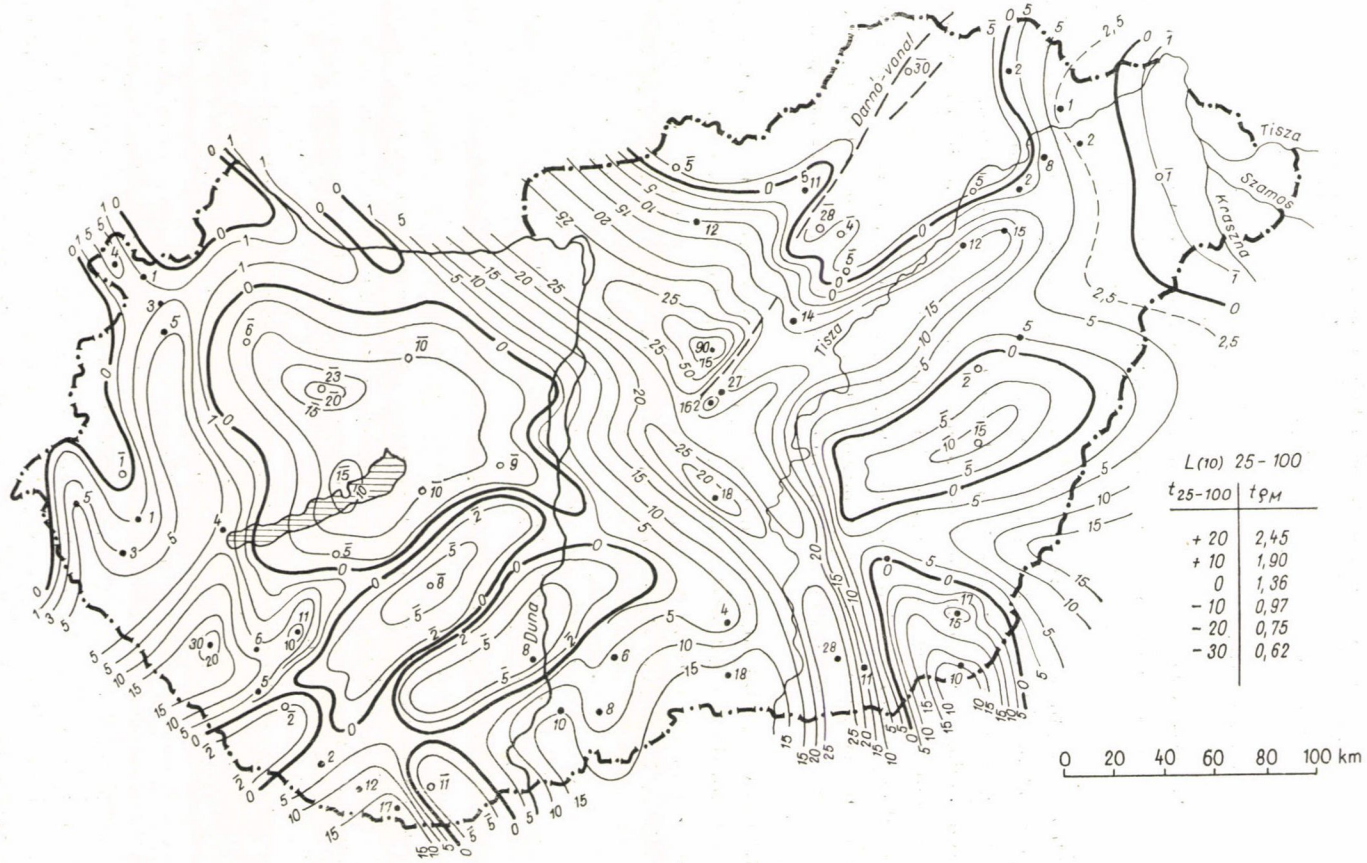
A legfelső lamellán behajlásos jelenség nyomai ismerhetők fel. Ezeket a felszínen vertikális és horizontális elmozdulásokat mutató sávokat felfokozott szintváltozás jellemzi *(2. ábra)*.

A két összetevő kapcsolata hazánk területén maximálisan kb. öt—tízszeresnek vehető, azaz (középértéket véve) az elmozdulások vízszintes összetevője esetleg ötszöröse—tízszerese a vertikálisénak. A Dunántúli-Középhegység és a Kisalföld érintkezésénél a két tábla mozgáskülönbsége 0,324 mm/év, tehát itt kb. 1,6—3,6 mm/év sebességű elmozdulással (régi terminológia szerint: alátolódással) is számolhatunk.

A litéri törés mentén végbemenő jelenkori mozgásokat az I. táblázat foglalja össze.

A szerkezeti öv mentén — miként láttuk — *feltűnő hőmérséklet-csökkenés* tapasztalható.

Tiszakécske és Lakitelek között a szintváltozás évi értéke —3,0—3,9 mm, illetve a környezetben +0,6-tól +1,1 mm/év. Ez átlagosan 3,6, ill.



3. ábra. A 8—13 km mélységi színtben kialakult BISZTRICSÁNY-felület megközelítő szerkezeti képe. (ÁDÁM A. földielektromos mérései alapján szerk. BENDEFY L. 1971.)

I. táblázat

Jelenkori kéregmozgások a litéri törés mentén

A hely megnevezése	Vertikális komponens	Horizontális komponens	
		átlag	maximálisan
Devecser és Ajka között	0,54 mm/év	2,7 mm/év	6,0 mm/év
Ajka környékén	0,95 mm/év	4,8 mm/év	10,0 mm/év
Vilonya ref. templom	1,35 mm/év	6,2 mm/év	14,5 mm/év

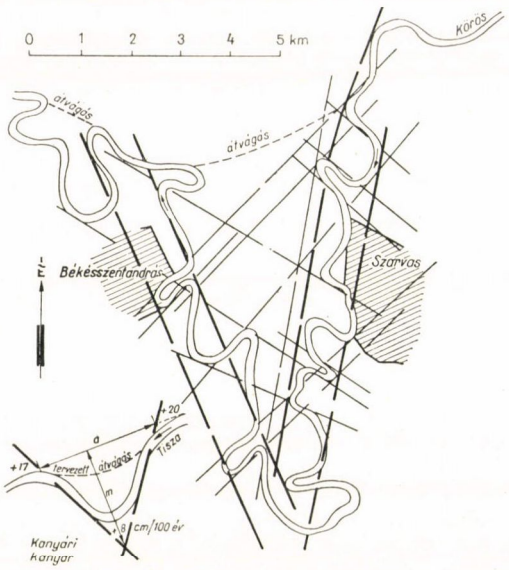
maximálisan 5,0 mm/év vertikális és ennek megfelelően kb. *5—15 mm/év horizontális elmozdulási értéket* jelent. A tiszakécskei elmozdulásokat az É felől D-nek gravitációsan mozgó Szepes-Gömöri Érchegység K-i tömege okozza. Nagyon világosan szemlélhető ez a magyarországi regionális gravitációs BOUGUER-anomáliák térképén. (Szerk. BENDEFY, 1965.)

Végül egy különös jelenségről kell megemlékeznem, amelyre eddig hiába kerestünk magyarázatot, a beszívódásos lamella-szerkezet feltételezésével azonban — SZÁDECZKY fejtegetései alapján — e szerkezetfejlődés oka megközelíthető.

Magyarország folyóhálózatának térképén nemritkán találkozunk olyan jelenséggel, amikor a folyó (folyam vagy akár kisebb vízfolyás) egyenletes, nyugodt vonalzású, futását *hirtelen* egy szabályos, szimmetrikus V-alakú éles kanyarulat szakítja meg. Ha a kanyarulatot alkotó V-alakú meder *(m)* kitérése *(4. ábra)* nem nagyobb 0,5—1,5 km-nél, a folyómeder egyenes, másodlagos kanyaroktól mentes marad. Amennyiben azonban a kanyarulat csúcsa a kezdetétől 5—6 km távolságban van, mint pl. Szarvasnál, akkor a főkanyarulatban másodlagos meanderek is keletkeznek.

A V-alakú mederalakulás *mindig* arra vezethető vissza, hogy két, egymást V-alakban metsző törésvonal találkozásánál *a közrefogott ék csúcsa a környezethez képest erőteljesen süllyed (4. ábra)*. Példája ennek az esetnek a Kanyár községtől ÉK-re levő kanyar, amelyet 100 év alatt sem sikerült megszüntetni, annak ellenére, hogy „már egy kisebb kőbányát belehánytak a medrébe", írja KÁROLYI ZOLTÁN (1960). A V-alakú kanyarok úgy ismétlődnek, hogy a V csúcsait összekötve egy rejtett földalatti szerkezet tengelyét nyerjük (BENDEFY, 1951).

Az így kirajzolódó szerkezetek beszívódásos jellegű szerkezetalakulásra utalhatnak. Legszebb példája ennek talán az Aldunától a Maros vonalán át a Hármas-Körösig felnyúló kristályos mélyszerkezet. E kristályos tömeg, a Szerb-macedón-masszívum (BONČEV, 1936) É-i vége. A szarvasi nagy V-alakú mederalakulat e mélyszerkezet beszívódásos végződésének felelhet meg. A battonyai rögtől a Hármas-Körösig tartó szerkezeti egységet feltűnő mobilitás jellemzi. Ahol átlépi a Maros vonalát, egy ívelt vályú („Trog") képződött rajta.



4. ábra. A kanyári V-alakú és a szentesi Tisza-kanyar geokinetikai vázlata (BENDEFY, 1968)

Ebben alakította ki a medrét a Száraz-ér, középütt — a szarvasi V-kanyarnak megfelelő — szintén V-alakú mederrel. A mélyszerkezet mozgékonyságára utal, hogy a Maros folyó torkolati szakaszán nem is képezhetett ki rendes medret. A folyó — évszázadokon át — a torkolat közelében levő egykori Szent Lélek kápolnát hol északról, hol délről kerülte meg. Emiatt a kápolna hol Csongrád, hol Torontál megyéhez tartozott. A kérdést műszakilag egy megfelelően mély, új meder ásásával oldották meg. A jelenség Pozzuoli-esetéhez hasonló. Szeged és Algyő környéke is egy nemrég még tenger borította medence egykori partvidékének közelében volt. Az élénk mozgásokból, valamint a közeli Algyő környékén feltárt, hatalmasan felhalmozódott szénhidrogéntelepekből, nemkülönben a $\overline{gg}_V$-értékek nagymértékű változásaiból[3] is beszívódásos szerkezetalakulásra következtethetünk.

IRODALOM

ÁDÁM A.: A földi elektromágneses tér szerepe a Föld belső szerkezetének kutatásában. MTA X. Oszt. Közl. 4, 385—417. 10. ábra 1970.

BENDEFY L.: Kéregszerkezet és hidrográfia. Hidrol. Közl., **30**, 4—20, 1951. (Megjelent: 1971)

BENDEFY, L.: The Balkan, Dinaric and East-Alpine relations of the deep structure of the Hungarian-Basin. Földrajzi Értesítő, **14**, 4, 387—419, 1965.

[3] A $\overline{gg}_V$ értéke a szóban forgó területen átlagosan 18 m körüli. Ezzel szemben Orosháza környékén 15 m-re, a hódmezővásárhelyi árokban 22 m-re, a Száraz-ér szerkezeti vályújában 14 m-re változik.

BENDEFY L.: A Bakony-hegység geokinetikai viszonyainak földkéregszerkezeti vonatkozásai. A Bakony term. tud. vizsg. eredm., **IV,** Veszprém, 1967.
BENDEFY L.: Kéregszerkezeti mozgások hatása a Duna medrének kialakításában. A Duna hidrológiai atlasza. VITUKI Kiad., Budapest, 1971.
BISZTRICSÁNY E.: Sekélyfészkű földrengések felületi kódjának vizsgálata. (Akad. doktori értekezés). Budapest, 1969.
BISZTRICSÁNY, E.: Analysis of codas of Shallow-focus earthquakes. Geofizikai Közlemények, **19,** 3—4, 21—49, 1970.
BOGÁRDI J.: Vízfolyások hordalékszállítása. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1971.
BONČEV, E.: Beitrag zur Frage der tektonischen Verbindung zwischen Karpaten und Balkaniden. Geologica Balkanica, **II,** 69—89, 1936.
JASKÓ S.: Lepusztulás és üledékfelhalmozódás Magyarországon a kainozoikumban. Földtani Közlöny, **76,** 26—36, 1947.
KÁROLYI Z.: A Tisza mederváltozásai. VITUKI Kiad. Budapest, 1960.
MAROSI S.: Belső-Somogy kialakulása és felszínalaktana. Földrajzi Tanulm. **11,** Akadémiai Kiadó, Budapest, 1970.
PÁVAY-VAJNA F.: Természetes vízgőz-feltárás a beremendi kőbányában. Karszt- és barlangkutatási Tájékoztató, **IV,** 58, Budapest, 1962.
POSGAY, K.: A comprehensive map of the magnetic masses in Hungary and its interpretation. Acta Techn. Acad. Sci. Hung., **43,** 3—4, 271—286, 1963.
SCHAFARZIK F.—VENDL A.: Geológiai kirándulások Budapest környékén. Budapest, 1929.
STEFANOVITS P.: Talajpusztulás Magyarországon (Magyarázatok Magyarország eróziós térképéhez). OMMI Kiadvány. Genetikus talajtérképek, **1,** 7, 1964.
SZALAI, T.: Epirogene Bewegungen des Pannonischen Internids und seiner Kordilleren. Acta Geol. Acad. Sci. Hung., **VIII,** 357—363, 1964.
SZESZTAY K.: A Keszthelyi-öböl feliszapolódása. VITUKI Kiad. Budapest, 1961.
SZILÁRD J.: Külső-Somogy kialakulása és felszínalaktana. Földrajzi Tanulm., **7,** Akadémiai Kiadó, Budapest, 1967.

HOZZÁSZÓLÁS SZÁDECZKY-KARDOSS E.: A KÁRPÁT-DINARID-TERÜLET AZ ÚJ GLOBÁLIS TEKTONIKA SZEMSZÖGÉBŐL

c. akadémiai vitaindító előadásához

DANK VIKTOR

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA

Az egyre szaporodó és egyre nagyobb mélységekbe hatoló szénhidrogénkutató fúrások az elmúlt két évtizedben olyan információhalmazt eredményeztek, melynek kritikai értékelése maga után vonta az eddigi földszerkezeti folyamat-megállapítások szükségszerű revideálását. A betolódásos modell lehetőséget teremt az Alp-Kárpát-Dinári terület posztvarisztid-preneogén fejlődéstörténetének egységes szintézisére. Ide illenek azok a megismerések, melyek elsősorban szénhidrogénkutató fúrásaink adatainak összefoglaló értelmezéséből (DANK—BODZAY, 1970) fakadnak.

1. A Kárpát-medence újpaleozóos alsókréta képződményei kristályos metamorf pásztákkal elválasztott öveket alkotnak, melyek iránya a vulkáni képződmények elrendeződéséhez (DIMITRESCU, 1966) hasonlóan, a Kárpátok hegykoszorújának lefutását követi.

2. Egy övön belül a kifejlődés azonos. Az egyes övek között lényeges eltérések állapíthatók meg, melyek a rétegsor függőleges tagozódásában és vastagságában, valamint kőzet- és őslénytani kifejlődésében nyilvánulnak meg.

3. A kifejlődési eltérések alapján öt újpaleozóos-alsókréta öv különíthető el:

1. külső-kárpáti,
2. észak- és keletalpi-bakonyi-gömöri-kelet- és délkárpáti,
4. Karavankák, Bükk-érchegységi-belsődinári,
4. Mecsek-Bihar-papuki,
5. villányi-övezet.

4. A kristályos-metamorf pászták az újpaleozoikum-alsókréta időintervallum folyamán nem lehettek az akkori felszínen, amire méreteik (pl. az ún. balatonmenti kristályos vonulat hossza 250 km, szélessége 3—15 km), törmelékanyaguk hiánya, a közvetlenül szomszédos mezozóos üledékek nyílt tengeri („part nélküli") kifejlődése világosan utalnak.

Az újpaleozóos-alsókréta rétegösszletek tehát nem kristályos hátakkal elválasztott tengervályúkban, hanem a Tétisz egységes geoszinklinálisának különböző fáciesöveiben ülepedhettek le.

5. A Tétisz legbelső öve a Karavankák-Bükk-belsődinári öv volt, amit már az újpaleozoikumban sekély tenger borított, majd később a triász-jurában ofiolitos vulkanizmussal mélytengerré vált. A környező területek az újpaleozoikumban szárazulatok, és csak a triászban váltak sekély, a jurában mélytengerrel borítottá.

6. A pásztákra a kompressziós hosszanti és diszjunktív haránttörésrendszer jellemző, bilaterálisan részarányos teknőszerű szerkezettel. A pászták tengelyvonalától a szélei felé haladva egyre idősebb képződmények következnek, s a magmás-metamorf övek lényegében a pászták legszélső pikkelyvonulatai, melyekben legmélyebb tektonikai emeletei kerülnek magas szerkezeti helyzetbe.

7. A pásztákat egymástól diszlokációs vonalak (zónák, nyalábok) választják el, melyek mentén az újpaleozóos-alsókréta képződmények egymásra torlódtak. A Tétisz egykori fáciesövei íly módon diszlokációs vonalakkal elválasztott nagyszerkezeti egységekké váltak. E jelenség arra utal, hogy korábban a fáciesövek elrendeződését is a kéregszerkezeti sajátságok határozták meg.

8. A bilaterálisan részarányos pikkelyes teknőszerkezet és az áttolódások azonos mechanizmus eredményeként, egyidőben alakultak ki. A felsőkréta-paleogén képződmények a mélyre került (betolódott) területen flis, a magasabb szerkezeti helyzetű területeken epikontinentális kifejlődésűek.

A flis már T. Róth K. értelmezése szerint (1929) is a „kiemelkedő" redőzet homlokán, annak előmélységében felhalmozódó törmelék szolgáltatásával keletkezett orogén „fácies".

A szerkezet az alpi orogenezis ausztriai és szávai fázisai közötti időben folyamatosan alakult ki. A Kárpát-medencében, a legpregnánsabb szerkezetalakulási orogén az ausztriai fázis.

9. A Kárpát-medence belseje merev, konszolidált tömeggé az alpi orogenezis hatására vált. Kéregszerkezeti fejlődésében a Tétisz geoszinklinálisának és az alpi orogénnek szerves része és nem kirívó egzotikumként értelmezett köztes tömeg volt azon belül.

10. A Kárpát-medence területén a kéreg a neogénben elvékonyodott és lesüllyedt.

A süllyedéket — a korábbi hegységrendszer helyét — a Pannóniai-beltenger (beltó) foglalta el. A legnagyobb neogén besüllyedések (száva-zalai, nyugatszlovák-győri és békés-bácskai medencerészek) térbeli elhelyezkedése már nem követi a korábbi öves elrendeződést.

Ezek a megismerések az Alp-Kárpát-Pannóniai-Dinarid terület új modelljébe beilleszthetők, és az őket az újpaleozoikumtól a paleogénig egységbe foglalja. A Tétisz fácieselrendeződésének kialakulása és fejlődéstörténete — az alpi orogenezissel bezárólag — a modellel egységes értelmezést nyer.

A csúszások és beszívódások értelmezése azt a feltételezést involválja, hogy a Pannon-medence áttolódásaihoz elegendő gravitációs indítású csúszá-

sok magyarázhatják a terület kevésbé térszűkülő jellegét, és a feltételezett mozgásmechanizmusok az értekezésben kifejtett fizikokémiai tényezőkkel segített, „olajozott" végbemenetelét.

A modell a szénhidrogénkutatási perspektívák szempontjából kedvező, eddigi tevékenységünket és terveinket alátámasztja, gondolatokat ébresztően új vizsgálatsorozatokat iniciál, és több, eddig megmagyarázhatatlan ellentmondást old fel.

A betolódások mechanizmusának és geotermikájának, a hasznosítható ásványi nyersanyagok kialakulási és felhalmozódási lehetőségeinek kísérletekkel és számításokkal támogatott elméleti konzekvenciái jelentős segítséget adhatnak a nagy térszükségletű mozgások magyarázatához és különösen a nagy hőmérsékletekre rendkívül érzékeny szénhidrogének képződési, migrálási, felhalmozódási és telepekben való megmaradási lehetőségeinek mérlegeléséhez. Fontos feladat kibontani azt a problémacsoportot, mely a betolódott övek összleteinek valószínűsíthető milyenségét körvonalazza, mert ezzel a „leadandó" szervesanyag- mennyiség arányos. Az események kronológiája lenne hivatott tisztázni, hogy ennek a felszabaduló szervesanyag-tömegnek állított-e csapdát a tárgyidőszaki ősföldrajzi szituáció, vagy diszpergálódott, kijutva az atmoszférába. Ezt a részét az anyagnak, mint elméleti lehetőséget, a szénhidrogén-kutatók különösen örömmel fogadják és kezelik, annál is inkább, mert a szervesanyag-tartalom és a szénhidrogén-dúsulás, valamint a bizonyítottan korlátozott mértékű migráció kvantitatív paradoxonja erőteljesen nyomta vállainkat, és gondot okozott a szervestömeg- masszák korcsoportokhoz vagy összletekhez rendelésénél, az azonos jellegű és nagyságú, de eltérő tartalmú, s így eltérő értékű földtani egységek előrejelző értékelésénél.

HOZZÁSZÓLÁS SZÁDECZKY-KARDOSS E.: A KÁRPÁT-DINARID-TERÜLET AZ ÚJ GLOBÁLIS TEKTONIKA SZEMSZÖGÉBŐL

c. akadémiai vitaindító előadásához

GÉCZY BARNABÁS

A FÖLD- ÉS ÁSVÁNYTANI TUDOMÁNYOK DOKTORA

A mediterrán, így a hazai mezozóos kéregszerkezeti változások között kiemelkedő jelentőségű a triászban még nagy kiterjedésű kontinentális küszöb feldarabolódása és lesüllyedése, a mélytengeri medencék és medencerészek kialakulása, más szóval az „óceánosodás".

Az óceánosodás földtani jellemzői a következők:

1. A „karbonátos plattform" egyhangú, sekély tengeri üledékképződésének megszűnése, és ehelyett a mélyebb vízi, nyílt tengeri üledékek megjelenése („ammonitico rosso mészkő").

2. A kontinentális küszöb szétesésével járó tengeralatti „neptunikus" hasadékok kialakulása, amit képződményen belüli breccsák kísérnek.

3. A jellegzetesen mélytengeri „eugeoszinklinális" üledékek uralomrajutása („radiolarit").

A biosztratigráfia klasszikus módszerével, a rétegekbe vagy a hasadékkitöltésekbe zárt Ammonites faunák törzsfejlődési fokának megállapításával ezek a fordulópontok évmilliós pontossággal rögzíthetők.

Az eddigi vizsgálatok szerint a Bakony-hegységben a jura időszakon belül az egyes óceáni részmedencék kialakulása különböző időben ment végbe, általában azonban korábban, mint a tágabb értelemben vett alpi területeken. A mezozoikumban az óceánosodás több évmillión át elhúzódó folyamat. Erre utal az „ammonitico rosso mészkő" és a színszedimentációs tektonika megjelenése a szinemuri emeletben, a radiolarit előfordulása az aaléni emelettől.

A vizsgálatok kiterjesztése a környező hegységekre és az eredmények egyeztetése a mediterrán területeken végzett szélesebb körű megfigyelésekkel további feladat.

Maga az óceánosodás — geofizikai szempontból — a kéreg kivékonyodásával (TRÜMPY, 1971) és a lemez tektonikával („spreading tektonika") egyaránt magyarázható (LAUBSCHER, 1969).

IRODALOM

LAUBSCHER, H. P.: Mountain boulding. Tektonophysics, 7, Amsterdam, 1969.
TRÜMPY, R.: Stratigraphy in mountains belts. Quart. Journ. Geol. Soc., 126, London, 1971.

A SZEIZMIKUS TEVÉKENYSÉG MÉLYSÉG SZERINTI ELOSZLÁSA A GLOBÁLIS TEKTONIKA SZEMSZÖGÉBŐL

HÉDERVÁRI PÉTER

Bevezetés

SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR akadémikus „A Kárpát-Dinarid terület az új globális tektonika szemszögéből" című tanulmányában átfogó képet nyújtott az „ocean-floor spreading", „plate tectonics" vagy „global tectonics" néven ismert, a földtudományokat valósággal forradalmasító és szinte felmérhetetlen jelentőségű elméletkomplexum geokémiai vonatkozásairól. Ehhez a nagyszabású dolgozathoz kíván a jelen sorok írója néhány adatot szolgáltatni, és néhány további gondolatot felvetni — a kérdést a szeizmológia oldaláról nézve.

Jelenlegi ismereteink szerint a litoszférának meglehetősen nagy a merevsége, ha az asztenoszférával hasonlítjuk össze, különösképpen pedig akkor, ha a litoszféra alatt közvetlenül helyet foglaló, un. GUTENBERG-féle csatornával (OLIVER és ISACKS, 1967). Az óceáni árkok környezetében, ahol az óceáni litoszféra-tábla behajlik a kontinentális litoszféra alá, az óceáni tábla felső részén gyakran repedések képződnek, amelyek az árok hossztengelyével párhuzamosan húzódnak. Ezek a repedések természetesen az ároknak az óceán felőli lejtője mentén találhatók. Létezésük arra mutat, hogy a behajló litoszféra *törik*, nem pedig *plasztikusan deformálódik*.

Reális képet kaphatunk a Föld belsejében levő különböző szintek merevségéről, ha megvizsgáljuk a szeizmikus tevékenység mélység szerinti eloszlását. A szerző nézete szerint *maga az asztenoszféra — éppen viszonylag kicsiny merevségénél fogva — sehol sem képes arra, hogy megtartson bizonyos mechanikai feszültségeket*, amelyek a földrengések kiváltásának szükségszerű előfeltételei, de még ilyen feszültségek felhalmozódására sincs lehetőség. Ezek szerint *minden* földrengés forrása a litoszférában keresendő.

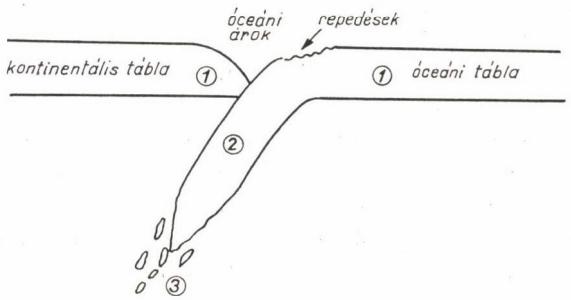
A földrengések mélységi eloszlásának valószínű magyarázatára eszerint három lehetőség áll fenn:

a) A rengések túlnyomóan nagy része a litoszféra vízszintes helyzetű tábláiból pattan ki (l. ábra, 1*)*);

b) a közepes- és mélyfészkű rengések túlnyomóan nagy része az óceáni árkok környezetében mélyre bukó litoszféra-táblákból származik (l. ábra, 2*)*);

c) a közepes- és mélyfészkű rengések egy elenyészően csekély része a mélyre bukott és ott önállósult litoszféra-darabokból pattan ki (l. ábra, 3*)*).

A 3. lehetőségre példa az az 1954. évi mélyfészkű földrengés, amely Dél-Spanyolország alól, mintegy 640 kilométer mélységből származott (RICHTER, 1958). Valószínűleg ugyanebbe a kategóriába sorolhatók a Faydzabad térségben (a Hindukush—Karakorum—Pamir-csomópont környezetében) észlelt közepes, általában 200—250 kilométer mélységből származó földrengések is (SANTO, 1969).



1. ábra. Vízszintes helyzetű litoszféra-táblák, lesüllyedő tábla és önállósult litoszféra-darabok. Az 1, 2, és 3 jelzések értelmezését l. a szövegrészben

A világméretű aktivitás—mélység-reláció

1964-ben megvizsgáltuk (HÉDERVÁRI, 1964) az egész Földre vonatkozó szeizmikus tevékenység — mélység összefüggést. Az 1896. január 1—1903. december 31 közötti időszakot illetően az összes 8,0 magnitudós vagy annál nagyobb méretű rengést figyelembe vettük, az 1904. január 1 és 1962 május vége közötti időtartamra vonatkozóan pedig az összes olyan rengést, amelynek magnitudója elérte vagy meghaladta a 6,9-et. A feldolgozott rengések összesített száma 1389 volt. Az eredmények az *I. táblázatban* láthatók.

Ebben a táblázatban az összes földrengés szerepelt, függetlenül attól, hogy az epicentrum valamely közép-óceáni hátság területére, óceáni árok vidékére, kontinentális hegységövezetre vagy tengeri területre esett-e.

Az itt szereplő energia-értékeket a

$$\log E = 11{,}0 + 1{,}6\,M$$

(régebbi) képlet alapján számítottuk ki, ahol E a földrengésenergia ergben és M a RICHTER-féle magnitudó.

Az I. táblázatban közölt eredmények világosan mutatják, hogy a rengések száma, összesített energiája, valamint az egy rengésre jutó átlagenergia is általában csökken, amint a felszíntől a mélység felé haladunk. A litoszférára vonatkozó kiugróan magas értékek feltűnőek — az I. táblázat első sorában szereplő „litoszférán" a horizontális helyzetű nagy litoszféra-táblák összessége értendő.

I. táblázat

Mélység, km	Az észlelt rengések száma	Összenergia, 10^{20} erg	Átlagenergia, 10^{20} erg
I. Litoszféra			
0— 99	1044	4 578 956,0	4 386,0
II. Asztenoszféra			
100—199	185	464 803,5	2 512,4
200—299	63	77 380,1	1 228,3
300—399	25	43 832,6	1 753,3
400—499	13	19 430,0	1 494,6
500—599	15	8 616,1	574,4
600—699	43	28 957,1	673,4
700—749	1	109,6	109,6
III. Mezoszféra			
750—2900	0	0	0

A mezoszférából földrengések egyáltalán nem pattantak ki. Az asztenoszféra tevékenysége a litoszféráéhoz képest mérsékelt, de mint fentebb utaltunk rá, az itt szereplő földrengések is úgy értelmezendők, mint litoszferikus eredetűek, csakhogy ezúttal a mélységbe került litoszféra-táblákról vagy -darabokról van szó.

— A rengések száma, összesített energiája és átlagenergiája (az I. táblázat szerint) — világviszonylatban véve — 599 kilométer mélységig exponenciális jelleggel csökken. 600 és 699 kilométer mélységek között egy másodlagos maximum ismerhető fel. Az egy rengésre jutó átlagenergia eloszlásában 300 és 399 kilométer mélységek között is mutatkozik egy gyenge, másodlagos maximum.

Ha ezektől a kisebb oszcillációktól eltekintünk, *általánosságban megállapíthatjuk: a szeizmikus tevékenység mértéke inverz függvénye a mélységnek.*

Az aktivitás—mélység-reláció a Kamcsatka—Kurili—Japáni ívben

A Kamcsatka—Kurili-szigetek — Hokkaido-ív és a vele párhuzamos óceáni árok úgy ismeretes, mint a földkerekség egyik legszeizmikusabb övezete. Épp ezért esett erre a választásunk, amikor megvizsgáltuk, hogy az előbbi pontban ismertetett eloszláskép megmutatkozik-e egy nagy óceáni árok környezetében, avagy sem. Vizsgálatunk során összesen 1138 földrengés adatait használtuk fel a *Regional Catalogue of Earthquakes* című gyűjtemény 1964-re, 1965-re és 1966-ra vonatkozó kötetei alapján. A szóban forgó rengések alsó magnitudó határa $m = 3{,}6$ volt, ahol m nem a RICHTER-féle, hanem az úgynevezett egységesített magnitudót (unified magnitude) jelenti. A rengések a

40 és 58 fokos északi szélességek és a 134—164 fokos keleti hosszúságok közötti területen léptek fel. Ezúttal nem az energiát, hanem a mélységbeli deformáció-feloldódás mértékéről számot adó tektonikus fluxust számítottuk ki, amely a felszabadult földrengésenergia négyzetgyökével arányos. Az eredmények a *II. táblázatban* találhatók.

II. táblázat

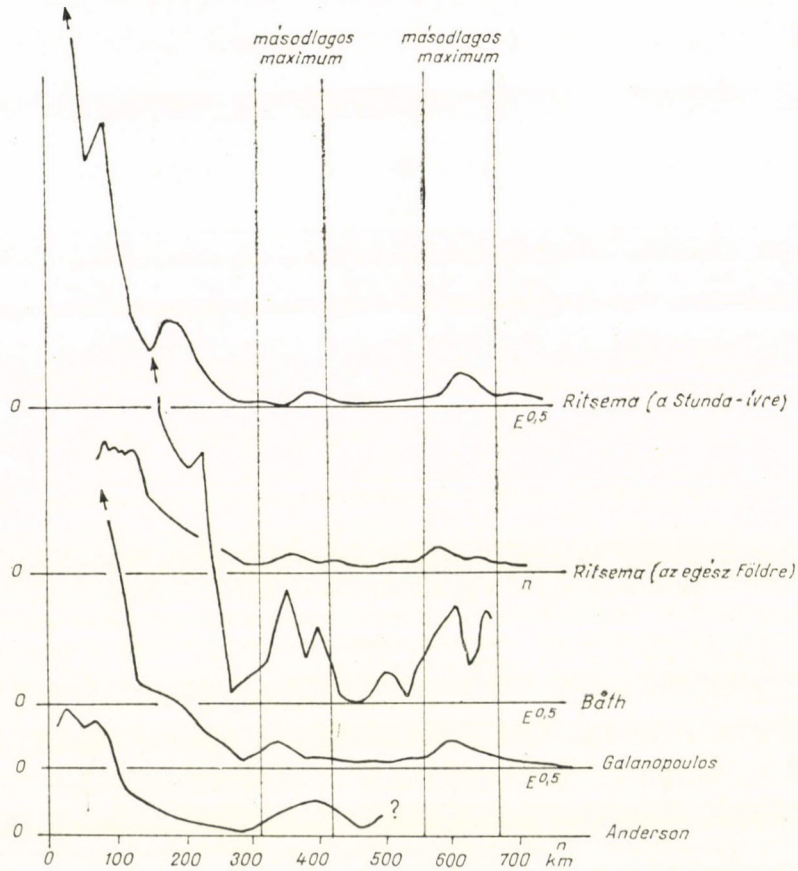
Mélység, km	Az észlelt rengések száma, n	$\Sigma E^{0,5}$, erg^{0,5}	$\frac{\Sigma E^{0,5}}{n}$, erg^{0,5}
I. Litoszféra			
0— 99	982	$8\,810{,}524 \cdot 10^8$	$8{,}972 \cdot 10^8$
II. Asztenoszféra			
100—199	92	$642{,}344 \cdot 10^8$	$6{,}982 \cdot 10^8$
200—299	18	$99{,}296 \cdot 10^8$	$5{,}516 \cdot 10^8$
300—399	22	$82{,}756 \cdot 10^8$	$3{,}762 \cdot 10^8$
400—499	18	$111{,}088 \cdot 10^8$	$6{,}172 \cdot 10^8$
500—599	4	$10{,}908 \cdot 10^8$	$2{,}727 \cdot 10^8$
600—699	2	$10{,}232 \cdot 10^8$	$5{,}116 \cdot 10^8$
700—749	0	0	0
III. Mezoszféra			
750—2900	0	0	0

Összehasonlítva a II. táblázatban közölt adatokat az I. táblázatban levőkkel, megállapíthatjuk, hogy hasonlóságok is, eltérések is mutatkoznak. Az észlelt rengések száma és az összesített tektonikus fluxus ($\Sigma E^{0,5}$) általánosságban ugyanúgy csökken a mélységgel, mint ahogyan azt az I. táblázatban szereplő, a rengések számára, illetve totális energiájára vonatkozó adatok esetében láttuk. A II. táblázatban azonban a lokális maximum a rengések számát kifejező oszlopban 300 és 399 kilométer mélységek között mutatkozik, a totális tektonikus fluxus helyi maximuma pedig 400 és 499 kilométer mélységek között. Az egy rengésre jutó átlagos tektonikus fluxus menetében két lokális maximumot látunk, az elsőt 400 és 499 kilométer mélységek között, a másodikat a 600—699 kilométeres mélységtartományban. Mindezen eltérések és lokális oszcillációk sem változtatnak azonban azon a tényen, hogy a tevékenység kiugró maximuma a litoszféra övezetében tapasztalható, és az aktivitás foka a mélységgel *általában* csökkenő tendenciát mutat, exponenciális jellegű.

Egyéb vizsgálatok

Részletesebb tárgyalás nélkül, csupán a *2. ábra* bemutatása mellett megemlítjük, hogy az eddig tárgyaltakban kifejtett képhez hasonló eredményt

kapott RITSEMA, BÅTH, GALANOPOULOS és ANDERSON is. ANDERSON az egész Földre vonatkozóan vizsgálta meg a nagy rengések száma és fészekmélysége közötti összefüggést. BÅTH az egész Földre vonatkozó deformáció-feloldódást kutatta az 1918 és 1952 között kipattant valamennyi 7,0 méretű és annál nagyobb magnitudójú rengés esetében. GALANOPOULOS ugyanilyen vizsgálatot



2. ábra. A szeizmikus tevékenység mint a mélység függvénye, különböző szerzők vizsgálatai szerint

hajtott végre, de hosszabb időtartamra (az 1904—1952 közötti évekre). RITSEMA feldolgozta a Szunda-ív földrengéseit, és mind erre, mind pedig az egész világra vonatkozóan elkészítette a deformáció-feloldódás mélység szerinti változását kifejező grafikont.

A mindezeket szemléltető *2. ábráról* kitűnik, hogy a maximális tevékenység övezetét a litoszféra képviseli. 100—300 kilométer mélységek között a tevékenység mértéke a mélység növekedésének megfelelően, nagyjából exponenciálisan csökken. Körülbelül 325 és 425 kilométer között mutatkozik egy

— többnyire kicsiny — másodlagos maximum. 425—575 kilométer között közbülső minimum van, majd 575—675 kilométer között újabb — az előzőnél rendszerint valamelyest nagyobb amplitúdójú — másodlagos maximum tapasztalható.

A másodlagos maximumok keletkezésének kérdésével ehelyütt nem foglalkozunk. Ezeknek oka még nem teljesen világos. Feltehetően olyan tényezők is érvényesülnek létrejöttükben, amelyeknek természetét még nem tisztázták. A másodlagos maximumok mindazonáltal nem olyan túlságosan jelentősek; véleményünk szerint *a görbék általános exponencialitása a döntő fontosságú tény*, s a következőkben ennek munkahipotézisszerű magyarázatára törekedünk.

Következtetések

Ha az asztenoszféra merevsége kicsiny, miként halmozódhatnak fel benne mechanikai feszültségek? Úgy gondoljuk — amint arra fentebb már többször utaltunk —, hogy ezek a feszültségek egyáltalán nem magában az asztenoszférában akkumulálódtak, hanem a benne mozgó, lefelé tartó litoszféra-tömbökben „tárolódnak", s ezeknek a tábláknak fokozatos megsemmisülése során szabadulnak fel kisebb-nagyobb „részletekben". A legnagyobb arányú feszültség feloldódásra akkor kerül sor, amikor a litoszféra-tömb még viszonylag közel van a felszínhez, hiszen ekkor hajlik meg (és törik meg felső részén) még az óceáni árok szomszédságában, következésképpen anyagát ekkor éri a legnagyobb arányú mechanikai igénybevétel. Amint a tábla mind mélyebbre és mélyebbre bukik az asztenoszférában, fokozatosan sor kerül a még megmaradt, még mindig „tárolt" mechanikai feszültségek feloldódására is. Végül, amikor a litoszféra-tábla már majdnem teljesen elemésztődött, vagyis nagy mélységbe jutván alaposan felmelegedett (ámbár ez a felmelegedés lassú folyamat, a tábla viszonylag sokáig alacsony hőmérsékletű volt), amikor anyagának jó része megolvadt, és csak egyes darabjai vannak már meg, akkor oldódnak fel ezekből a darabokból a bennük „legvégsőkig tartalékolt" mechanikai feszültségek. Pontosan ez az, amit a két táblázatunkban, valamint a 2. ábrán szereplő rajzokon kifejeztünk. A számszerű adatok és a grafikonok ugyanis egyaránt azt mutatják, hogy a tevékenység általában csökken a mélységgel. Nem is lehet másként, minthogy *azonos ásványtani-kőzettani összetétel és általában azonos belső fizikai tulajdonságok esetén* nyilvánvalóan abban a litoszféra-tömbben halmozódhat fel nagyobb maximális mechanikai feszültségmennyiség, amelynek nagyobb a térfogata. Legyen V egy nagyon mélyre lekerült litoszféra-darab köbtartalma és W egy, a felszínnél levő nagy litoszféra-tábla teljes térfogata. A V térfogatban maximálisan $F(V)$, a W térfogatban pedig maximálisan $F(W)$ mechanikai feszültségmennyiség akkumulálódhat. Ha

$$V \ll W,$$

akkor — természetszerűleg —

$$F(V) \ll F(W).$$

Adott idő alatt bekövetkező nagyobb méretű feszültségfelhalmozódáshoz nagyobb szeizmikus energiafelszabadulás tartozik. A felszabaduló földrengésenergia tehát a mechanikai feszültségakkumuláció mértékének jelzője.

Általánosságban a legfelső 100 kilométer vastag zónában, a horizontális helyzetű litoszféra-táblák összességében *sokkalta* több mechanikai feszültség halmozódik fel, mint a mélyre lesüllyedt egyes litoszféra-táblákban, valamint az azokból önállósuló, kisebb litoszféra-tömbökben, mert a felszínnél levő, horizontális helyzetű litoszféra-táblák teljes térfogata *összehasonlíthatatlanul* nagyobb az *összes*, mélybe süllyedt litoszféra-tábla és önállósult tömb egyesített térfogatánál. Ez tükröződik abban, hogy míg a litoszférából kipattant rengések összesített energiája az I. táblázat tanúsága szerint — kerekítve — $4{,}6 \cdot 10^{26}$ erg volt, addig a litoszféránál hat és félszerte vastagabb asztenoszférából csupán $6{,}4 \cdot 10^{25}$ ergnyi volt a totális energiafelszabadulás. Vagyis több mint hétszerte annyi energia származott a viszonylag vékony felszíni litoszférából, azaz a horizontális helyzetű litoszféra-táblák összességéből, mint az aránylag vastag asztenoszférából. Ez csak akkor lenne meglepő, ha a 100 kilométernél nagyobb mélységben kipattanó rengések előidézéséhez szükséges mechanikai feszültségek felhalmozódása csakugyan magában az asztenoszférában történne, nem pedig az oda lesüllyedt litoszféra-táblákban és önállósult litoszféra-tömbökben.

Végeredményben tehát azt mondhatjuk: *a szeizmikus aktivitás csökkenése a mélységgel azt mutatja, hogy a litoszferikus anyag összmennyisége egyre csökken, minél mélyebben vagyunk a felszíntől számítva.* Az anyagmennyiség csökkenése úgy értendő, hogy a litoszferikus anyagok beolvadnak és ezáltal az asztenoszféra anyagmennyiségét növelik.*

IRODALOM

HÉDERVÁRI, P.: On the Distribution of Energy and Number of Earthquakes in Accordance with the Focal Depth. Annali di Geofisica, **XVII**, 3, 1964.

OLIVER, J.—ISACKS, B.: Deep Earthquake Zones, Anomalous Structures in the Upper Mantle, and the Litosphere. Journal of Geophysical Research, **72**, 16, 1967.

RICHTER, C. F.: Elementary Seismology. San Francisco, 1958.

SANTO, T.: Regional Study on the Characteristic Seismicity of the World, Part I. Bulletin of the Earthquake Research Institute, **47**, 6, 1969.

* A tárgyalt rengések földrajzi helye is ismert, a függőleges koordináta mellett a vízszintes koordináták (vagy éppen a térbeli eloszlás) vizsgálata esetleg új eredményekre vezethet. Azt ugyanis tudjuk, hogy ferde síkokon helyezkednek el a fészkek és az éppen betolódott lemez. Az említett másodlagos maximumok éppen a lemez méreteinek (testszerűségének) a következményei lehetnek. (BARTA GYÖRGY akad.lev.tag, lektor megjegyzése.)

PLIOCÉNKORI ÜLEDÉKKÉPZŐDÉS A KÁRPÁT-BALKÁN SZEGÉLYMÉLYSÉGEKBEN

JASKÓ SÁNDOR

A FÖLD- ÉS ÁSVÁNYTANI TUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA

Kőrössy L. már 1968 évben megjelent dolgozatában rámutatott arra, hogy szénhidrogén-előfordulásaink a medencealjzat felépítését követő regionális zónákban elrendeződve találhatók, mert keletkezési koruk részben a mezozoikumban és paleogénben volt, s a neogén folyamán csak migrációjuk és újraakkumulációjuk ment végbe.

Szádeczky-Kardoss E. a most bemutatott tanulmányában — új szempontok felvetésével, geokémiai érveléssel — logikusan indokolja a szénhidrogén-keletkezések nagyszerkezeti formákhoz kapcsolódását. Megállapítja, hogy a nagy mélységbe lesüllyedő karbonátos és agyagos üledéktömegből felszabaduló szénhidrogének akkumulációja a betolódási övek fölött koncentrálódik. Mint általában a többi akadémiai alapkutatás, úgy ez a tanulmány is nagymértékben hivatott arra, hogy az elméleti alapok megteremtésével irányelveket nyújtson a gyakorlati célkutatások konkrét megtervezéséhez és kivitelezéséhez.

Hozzászólásomban néhány további közléssel kívánom kiegészíteni a szegélymélységek besüllyedésére és üledékekkel feltöltődésére vonatkozó ismereteinket. Úgy gondolom, ez elősegítheti Szádeczky akadémikus megállapításainak aprólékosabb, részletekbe menő, további kidolgozását és a gyakorlatba ültetését.

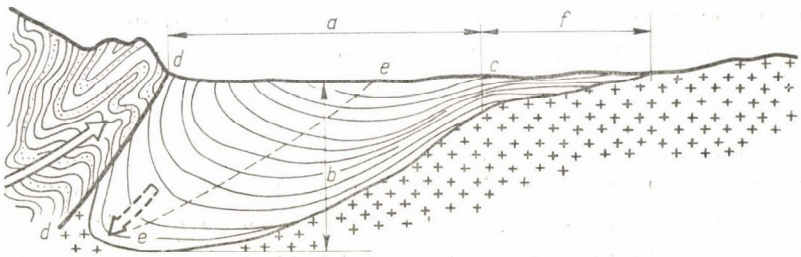
A gyűrt láncheggységek széleit keskeny és mély üledékgyűjtő vályúk kísérik, amelyeket a szovjet irodalom szegélydepressziók (краевых прогибов) néven írt le (Pusarovszkij, 1960). A nyugat-európai irodalomban elnevezésük: Perimontanen-Becken, Vortiefe, foredeep, avant-fosse. Többnyire a fiatal gyűrt láncheggységeknek és az azt övező ősi masszívumnak a határvonalát követik, de előfordulhat az is, hogy két egymással párhuzamos gyűrt hegységvonulat között helyezkednek el Auboin (1965) ezeket másodlagos vagy más néven parageoszinklinálisoknak nevezi, és három típusukat különbözteti meg:

a) ha a láncheggységnek azon oldalán húzódik, amerre a gyűrődés irányul, akkor a neve előmélység (foredeep),

b) ha a láncheggység ellentétes oldalát követi, vagyis azt, ahonnan a redőződés irányult, akkor a neve: mögötti mélység (backdeep),

c) a gyűrt hegység testében utólag keletkezett besüllyedés neve: intracratonic through vagy intramontan depresszió.

A szegélymélységek leegyszerűsített alaptípusát az *1. ábra* szemlélteti. Az előmélységeket a gyűrt orogén övtől elválasztó tektonikai vonal *(d)* és a kratogén keret határa *(c)* közötti távolság a szegélymélység szélessége *(a)*. A szegélymélység legalsó pontja és a felszín közötti távolság jelöli a mélység nagyságát *(b)*. A szegélymélységeket kitöltő üledék vastagsága hirtelen lecsökken a határon *(c)*, és jelentősen kivékonyodva borítja a kratogén tömeg felszínét *(f)*. A szegélymélységnek a belső oldalán, vagyis a gyűrt övvel érintkező részén az idősebb korú rétegek a vastagabbak.



1. ábra. Erősen túlmagasított szelvényvázlat az előmélység szerkezetéről

Mivel a szegélymélység belső szélén az idősebb, külső szélén pedig a fiatalabb üledékek teszik ki a rétegsor zömét, ezért az egyes rétegek nagyobb vastagságait összekötő képzeletbeli vonal *(e—e)* idővel mindinkább kifelé vándorol, és így nem függőleges, hanem dőlt helyzetű lesz. Az ábrán nyilak mutatják a belső övezetnek és az előmélységnek egymáshoz viszonyított, relatív mozgásirányát.

A szegélymélységek belső határa a felszínen rendszerint a gyűrt övezet külső szegélyével megegyező, ívesen meghajló vonalat alkot. A külső határ a kratogén keret zegzugos peremtöréseihez igazodva fűrészes formájú. Így a szegélymélység szélessége gyakran változó.

A szegélymélységektől eltérő formájúak a lánchegységvonulat testében utólag keletkezett közti besüllyedések. Utóbbiak tengelyvonala ferde szögben vagy éppen merőlegesen metszi a hegység általános csapásirányát. A közti süllyedésekben nem ismerhető fel a szegélymélységek jellegzetes aszimmetrikus felépítése. Különbség az is, hogy míg az előmélységek a gyűrt hegységeknek csakis a legfiatalabb övével érintkeznek, addig a közti süllyedés peremét rendszerint a gyűrt hegységtömegnek legkülönbözőbb korú részei alkothatják.

Ilyen szegélymélységek a legkülönbözőbb földtani korokban léteztek, s élettartamuk mindig az őket befogadó nagyszerkezeti egységhez volt kötve. A meggyűrt terület kratonná merevedésekor a hajdani szegélymélységnek is megszakadt a süllyedése és mozgása. Paleoeurópa és Mezoeurópa szerkezeté-

ben ma már csak a nagy vastagságú posztorogén üledéksorok fáciesjellegéből következtethetünk arra, hogy a hajdani szegélymélységekben keletkeztek (BUBNOFF, 1956).

A legfiatalabb, vagyis a neogén és negyedkori szegélymélységek felszíni morfológiai formái és rétegsorai feltűnően elütnek mind a vele szomszédos gyűrt hegységtől, mind a külső kratogén kerettől. Így a legfiatalabb (ma is élő) szegélymélységek kétségkívül szembetűnőbbek a hajdani, ma már funkciójukat elvesztett szegélymélységeknél.

Ezeknek a neogén és negyedkori szegélymélységeknek méretei nem kisebbek hajdani elődeiknél. A miocén 6000 méter vastag Lvovnál, a pliocén 4000 méter Bakunál, és a negyedkor közel 2000 méter vastag a Pó-síkságon. Ez az eredeti üledékvastagság deformálódva meg is növekedhet, ekkor a neogén üledéktömeg egy része nagy mélységre „leszívódik". Feltehetően ilyen utólagos deformálódás okozta a neogén alsó határának 16 km mélységig lenyúlását Focsani környékén (TURCULET—MIHAIL, 1970).

Több helyen kimutatták mélyfúrásokkal, hogy a szegélymélységek és a gyűrt hegytömeg egymással ellentétes irányú mozgása néhol még a legfiatalabb földtani korokban is tartott. Franciaországban pl. Courlansnál a Jura-hegység triász- és jurakorú rétegei 10 km-es, a csapásra merőlegesen mért, vízszintes távolságban rátolódtak a pontusi rétegekre. A fúrások szerint a takaró vastagsága 350—400 m, az áttolódási sík pedig közel vízszintes helyzetű (LEFAVRAIS—RAYMOND, 1958).

Még nagyobb kiterjedésű áttolódást észleltek az olasz félszigeten, az Abruzzók ÉK-i tövének előmélységében. Itt számos mélyfúrás bizonyítja, hogy a kövületekkel igazolt alsó pliocén rétegek fölött mintegy 1500—2000 m vastag, részben kaotikusan meggyűrt miocén és paleogén üledéktömeg helyezkedik el. Itt az áttolódás (vagy alátolódás) szintén közel vízszintes sík mentén történt, a csapásra merőleges irányban több mint 40 km-re (CARISSIMO L., D'AGOSTINO Q., LODDO C., PIERI M. 1963; továbbá ACCORDI B., DEVOTO G., LA MONICA G., PRATURLON A., SIRNA G., ZALAFFI M., 1967).

A Bécsi-medence [1] és a Pannon-medence [2, 3, 4, 5] az Alp-Kárpát-hegytömeg testében utólag keletkezett besüllyedés. Az őket kitöltő neogén üledékek erős diszkordanciával települnek a mezozóos-paleozóos medencealjzatra. A medencealjzatban kimutatható Igal-Bükk és Maros-Vardar-övek betolódásai már a neogén előtt inaktívvá váltak. A Pannon-medence neogénjében már nincs nyoma ennek a mozgásnak.

Az alpi típusú orogén öv egyik legismertebb szerkezeti eleme az az előmélység vonulat, amely a Déli-Kárpátok tövétől kezdve majdnem 3000 km hosszúságban, megszakítás nélkül végigkövethető egészen a Rhone völgyéig. A nyugat-európai irodalom „molassz-öv" névvel jelöli jellegzetes üledékfáciese után, amely jól megkülönböztethető a tőle befelé elhelyezkedő öv „flis" fáciesétől *(2. ábra)*.



2. ábra. Pliocén üledékgyűjtő medencék a Paratethis nyugati részén. 1. pliocén üledékek, 2. pliocén vulkáni kőzetek, 3. pliocén kori lepusztulási területek, 4. fiatal gyűrt hegységek iránya (sematizálva), 5. pliocén üledékek vastagságvonalai 1000 m-ben, 6. előmélység pliocén nélkül, 7. feltételezett összeköttetés a pliocénben, 8. a medencerészek sorszámai a szövegrésznek megfelelően

A Balkán-hegység északi előterében még nincs előmélység, mert a moesiai táblát csak vékony lepelként fedi el a neogén. Csak a Dunánál, Olténiában kezdődik az előmélység [7],[1] mely innen kelet, illetve északkelet felé tartva fokozatosan mélyül [8].

Legnagyobb mélységét Focsani környékén [9] éri el. Innen ívesen követve a hegység irányát É-ra, ill. ÉNy-ra elkanyarodik, s a pliocén üledékek fokozatosan kivékonyodnak, majd a 46. szélességi fokot elérve, teljesen meg is szűnnek. Ettől egészen a Rhone völgyéig az előmélységet mindenütt csak miocén rétegek töltik ki, a pliocén üledékek (a Bécsi-medencével történő kereszteződést kivéve) teljesen hiányzanak belőle. Lvovnál [10] szélessége 150 km, a miocén üledékek vastagsága pedig 6000 m-t is meghalad. Ezután fokozatosan elkeskenyedik, és sekélyebbé válik: Krakkónál csak 30 km széles és 700 m mélységű, Brünnnél [11] 10—15 km széles és 1200 m mélységű. Bécstől nyugati irányban továbbhaladva [12] átlagban 20—30 km széles.

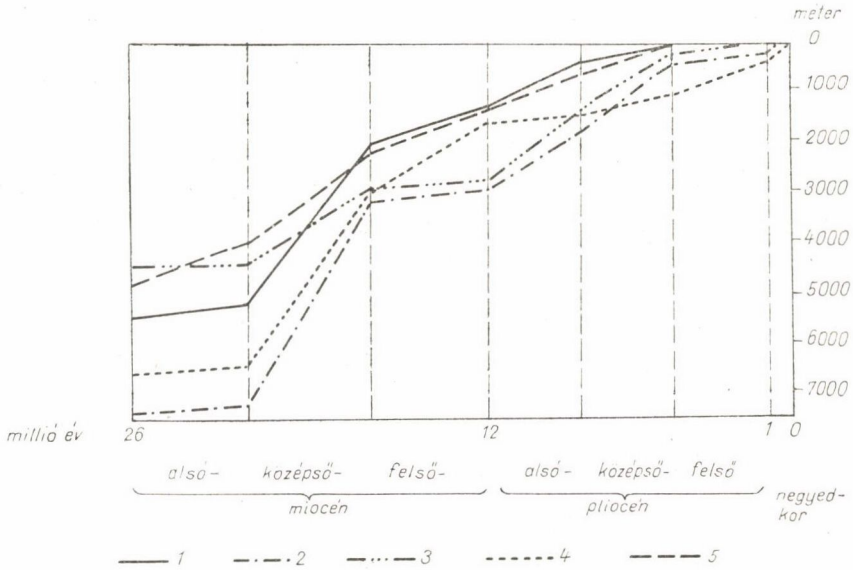
Ez az előmélység-vonulat az Alp-Kárpáti-hegylánc szerves része. A flis öv felé eső belső határát egy fiatal tektonikai vonal alkotja (Macarovici, Motas, Contescu, 1963) A Déli-Kárpátok előterében Boldesti, Cseptura stb. környékén telepített kőolajkutató fúrások adatai szerint a peremi áttolódás (vagy alátolódás) még a levantei rétegeket is igénybevette (Dolenko, 1962). Az Északi-Kárpátok tövében az előmélység továbbfejlődése hamarabb befejeződött. Itt már nem ülepedtek le pliocén rétegek. Világosan kitűnik az is, hogy a Bécsi-medence besüllyedése hegyes szögben keresztezi a molassz öv csapását, tehát annál fiatalabb. A kárpáti hegyvonulatban a flis öv belső oldalán húzódó szirtöv szerkezeti vonala viszont idősebb még a molasz övnél is.

Az elmondottakból kitűnik, hogy az említett hegységszerkezeti fővonalak nem egyidősek, és a kőzettömegeket különböző mélységekre süllyesztették le. Feltételezhető, hogy a geokémiai folyamatok lefolyása is különböző időben és módon történik. Valószínű, hogy ez is közrejátszhat szénhidrogéntelepeink regionális övei sajátos jellegének kialakításában.

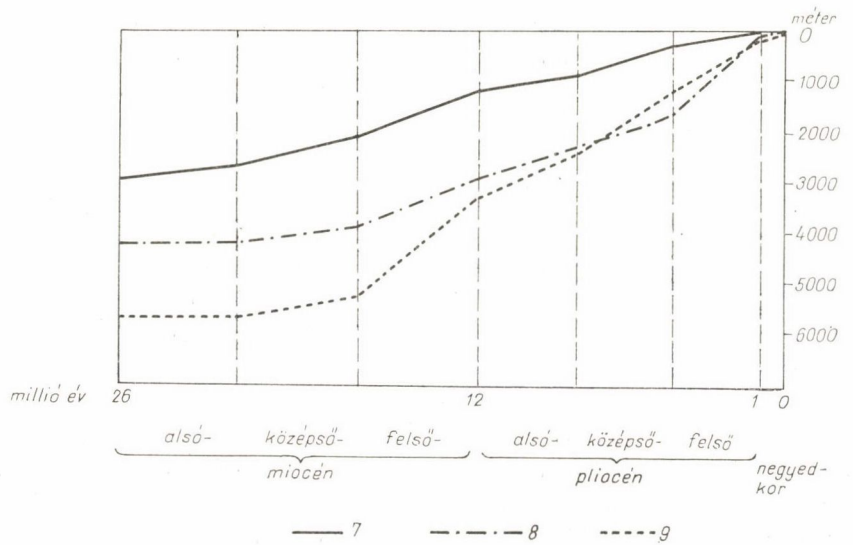
A szegélymélységek kialakulására igen jellemző a különböző földtani korokban lerakódott üledékek vastagsága. Szembetűnnek a különböző diasztrofikus régióra jellemző sajátosságok.

A Bécsi-medence *(3. ábra)* [1] és a Pannon-medence szegélyrészeinek [2, 3, 4], továbbá az Erdélyi-medence [5] üledékképződési görbéire jellemző, hogy az üledékek zöme a középső miocénban, továbbá az alsó- és a közép-pliocénban keletkezett, míg az alsó és felső miocénban az üledéklerakódás mennyisége csekély volt. Így kettős lépcső alakú görbék alakulnak ki. Az ábrán nem

[1] A szövegben zárójelbe tett hivatkozási számok azonosak a csatolt térkép, továbbá a grafikonok sorszámaival.



3. ábra. Neogén üledékképződés a Bécsi-, Pannóniai- és Erdélyi-medencében



4. ábra. Neogén üledékképződés a Dáciai-medencében

tüntettem fel a Pannon-medence középső részét [5], mert ez a terület csak a szarmata-pliocén határán kezdett besüllyedni, és így görbéje külön típus lenne.

A Dáciai-medence görbéire *(4. ábra)* egyformán az a jellemző, hogy a miocénban fokozatosan növekedett az üledékképződés intenzitása, és leg-

nagyobb mértékét a felső pliocénben érte el. A Kárpátok tövében nyugatról keletre, illetve északkeletre haladva az üledékvastagságok csökkennek. Az Erdélyi-medence (5. görbe a 3. ábrán) sokkal inkább a Pannon-medence üledékvastagság-görbéihez hasonló, mintsem a Dáciai-medence görbéihez. Ebből világosan kitűnik, hogy az Erdélyi-medence fejlődéstörténete a közti süllyedékekhez és nem a kárpáti előmélységekhez kapcsolódik.

Az egy-egy évben keletkezett üledék vastagsága a negyedkorban átlagosan 0,23, a pliocénben 0,16, a miocénben 0,14 mm/év értéket ad. Ha nem az összes megvizsgált előfordulás átlagát számítjuk, hanem külön-külön az egyes vidékeket, akkor ugyancsak a negyedkorban találjuk a legmagasabb értékeket. Az évente képződött negyedkori üledékvastagság a Pó-síkságon 1,70 mm, a miocén legmagasabb adata a Pannon-medence ÉK-i részén 0,36, Lvovnál 0,43 mm/év.

Hasonló számításokat végeztek már Bubnoff (1950) és Vadász (1957). Szerintük a Ruhr-vidéki karbonnál 0,23 mm/év, a mecseki mezozoikumnál 0,07 mm/év adódna. Ez nagyságrendileg hasonlít az előbbiekben bemutatottakhoz.

IDÉZETT IRODALOM

Accordi, B.—Devoto, G.—La Monica, G.—Praturlon, A.—Sirna, G.—Zalaffi, M.: Il neogene nell'Appenino dell'Laziale-Abruzzese. IV. Congresso Internazionale del Com. de Neogene Mediterraneo. Bologna, 1967.

Auboin, J.: Geosynclines. 1965.

Beloussov, V. V.: Basic Problems in Geotectonics. 1962.

Bubnoff, S.: Grundprobleme der Geologie. 1954.

Bubnoff, S.: Einführung in die Erdgeschichte. 1956.

Carissimo, L.—D'Agostino, Q.—Loddo, C.—Pieri, M.: Petroleum exploration by Adip Mineraria and new geological information in Central- and Southern-Italy from the Abruzzi to the Taranto Gulf. Sixth World, Petrol. Congress, Frankfurt. Sect. I. Paper **27**,. 1963.

Dank, V.: A dél-alföldi neogén medencerészek mélyszerkezeti viszonyai és kapcsolatuk a délbaranyai és jugoszláviai területekkel. Földtani Közlöny, **XCV**, 123—129, 1965.

Доленко, Г. Н.: Геология нефти и газа Карпат. Киэв, 1962.

Kertai Gy.: A magyarországi medencék és a kőolajtelepek szerkezete a kőolajkutatás eredményei alapján. Földtani Közlöny, **LXXXVII**, 383—394, 1957.

Kőrössy L.: A magyarországi kőolaj- és földgáztelepek elhelyezkedésének néhány törvényszerűsége. Földtani Közlöny, **XCVIII**, 1968.

Lefavrrais—Raymond, A.: Contribution a l'étude géologique de la Bresse d'après les sondages profonds. Théses présentés à la faculté des sciences de l'université de Paris. Série A No 3976, 1958.

Macarovici, N.—Motas, I.—Contescu, L.: Quelques observations stratigraphiques et sédimentologiques sur le Pliocène de la courbure des Carpates orientales roumaines. Assoc. Géol. Karp. Balk. VI. Congr. Varsovie, 1963.

Пушаровский, Ю. М.: Особенности тектонического строения и развития краевых прогибов. Международны геол. Конгресс **XXL**, Сессия. Москва, 1960.

Turculet, L.—Mihail, E.: Considerations géologiques sur la Plate-forme Moesique de la partie NE de la Roumanie. Bulletin of the IX. Congress of the Carpatho-Balcan Geol. Association. **II**, Budapest, 1970.

Vadász E.: Földtörténet és földfejlődés. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1957.

HOZZÁSZÓLÁS SZÁDECZKY-KARDOSS E: A KÁRPÁT-DINARID-TERÜLET AZ ÚJ GLOBÁLIS TEKTONIKA SZEMSZÖGÉBŐL

c. akadémiai vitaindító előadásához

PANTÓ GÁBOR

AKAD. LEV. TAG

Úgy vélem, hogy mi, az ankét részvevői, sem egyénileg, sem együttesen nem vagyunk képesek az elénk tárt nagyszerű szintézist „globálisan" mérlegre tenni, jelentőségét, kihatásait messzire mutatóan értékelni. Ehhez új értékrendszerre lesz szükség, melyet csak a most tézisszerűen kifejtett vezérelvek következetes alkalmazása termelhet majd ki évtizedek alatt. Gondolkodásmódunk átállítására, geonómiaivá formálására lesz ehhez szükség: a geológiai következtetés formákkal igazolhatatlan tények, folyamatok multidiszciplináris okfejtés alapján történő belátására és hézagmentes asszimilációjára.

A hozzászólás, helyesebb, ha az alapelvek közül néhányra koncentrál. A koncepció egésze — roppant tudományátalakító és felmérhetetlen gyakorlati jelentőségének hangsúlyozása mellett — hozzászólás útján aligha fejleszthető tovább, az alkalmazás lehetőségeinek és módozatainak amúgy is csak néhány találó ecsetvonással felvázolt képét bővíteni pedig talán nem itt a legidőszerűbb.

A hallott szintézis — címének megfelelően — a globális tektonika mozgásmechanizmusát állítja a tárgyalás—értelmezés középpontjába. Ezzel a globális vagy lemez-tektonika legsebezhetőbb alaptételére nyújt reális, kísérletekben megalapozott megoldást. Abban ugyanis, hogy a litoszféra-lemezek geológiailag igen jelentős sebességgel a helyüket változtatják, világméretű és csaknem teljes az egyetértés. Általános az egyetértés abban is, hogy az „óceánfenék tágulása" az óceánközépi hátságok riftjeinél indul, és a kontinensperemi betolódásokban oldódik fel. Élénk szeizmicitás jellemzi a lemezmozgás kezdeti és végző szakaszát, de közbül nem találkozunk ilyennel. A lemeztektonika — eredeti megfogalmazásban — a mechanikai magyarázattal maradt adós: mi a több kontinensnyi kiterjedésű, 100 km vastag litoszféra-lemezek gyors és valóban zökkenőmentes siklásának titka?

Ausztráliai kutatók eljutottak ugyan annak felismeréséig és hangoztatásáig, hogy a „kis sebességű csatorna" és a betolódási övezet plaszticitásnövelő flux-faktora H_2O kell, hogy legyen, de e hatás értelmezésénél kizárólag (részleges) olvadékfázisban végbemenő folyamatokra voltak tekintettel. A most kifejtett „gőzpárna-mechanizmus", a súrlódás vélhetően csaknem teljes

leküzdésével, a lemezmozgást merőben új mechanikai feltételek közé helyezi. A gőzpárnán siklás nem igényli többé azt az óriási horizontális momentumú vonóerőt, melyet a túlhaladottá vált köpenykonvekciók elmélete nélkül igen bajos volt levezetni. A gőzpárna, mint alapmodell, teljes és megnyugtató magyarázattal szolgál a litoszféra-lemezek aszeizmikus voltára, töréses árokszerkezetére, bazaltos vulkanizmusára, ami a „globális tektonikából" nem következett. Megfontolásra ajánlom ezért ennek az alapelvnek címben és elnevezésben („gőzpárna-tektonika") kifejezésre juttatását. SZÁDECZKY-KARDOSS új gőzpárnás globális tektonikájában azonban a betolódó litoszféra-lemezből több fokozatban felszabaduló gőz hatása sokkal többrétű, mint a „kis sebességű csatorna"-menti súrlódás leküzdése. Döntő szerepe a betolódástól (kenőanyagképzés, szakaszos beszívóhatás) végigkövethető a litoszféralemez áttörésén át a kéregalatti visszaáramlásban záródó óriási körfolyamat fenntartásában. A gőz azonban — megítélésem szerint — ebben az óriási perpetuum mobileban a transzmisszió szerepét tölti be. A súrlódás — gőz okozta — nagyarányú csökkenése nagyságrendekkel leszállítja a rendszer körforgásának energiaigényét, bizonyos energiaszükséglet azonban mindenképpen jelentkezik. És itt, a körfolyamat energiamérlegének vizsgálatánál, a víz mélybeszállításának fő vivőanyagát, az agyagot energiahordozóként figyelembe ajánlom. Tudjuk, az agyagásványok rácsenergiája nagyobb a földpátokénál, tehát bennük a rétegrács kialakulásakor energia (foton vagy hő) kötődik meg. Ennek az energiának az agyag teljes dehidratációja után — tekto- vagy inoszilikáttá átkristályosodása kapcsán — fel kell szabadulnia a megfelelő köpenytartományban. Az ismertetett lemeztektonikai modell a betolódások közötti mechanizmusbeli különbségtétellel a differenciálás bő lehetőségét kínálja litoszféra-lemezek ütközéses szubdukciói (esetleg obdukciói) között. Alapvetően helyes és fontos a cirkumpacifikus és mediterrán típusú betolódások közötti elvi elhatárolás. Kétségtelen, döntő, különbségként jelentkezik a betolódási mélység, mely az utóbbi kategóriában az előbbinek alig felét éri el csupán. Mediterrán mélységű — legfelső köpenybe hatoló — betolódást a kéreg-prediszpozíciók és ütközések sokkal változatosabb skálája hozhat létre, következésképp a betolódás síkja sem lesz mindig a cirkumpacifikussal megegyező „BENIOFF-helyzetű". A Mediterráneum szerkezeti fejlődésében — óceánok és kontinensek eldarabolódása következtében — a litoszféra-lemezek ütközéseinek erőviszonyai szélsőségesen változhatnak. Talán az „óceáni" lemez szubdukciója sem mindig bizonyítható, különösen nem a betolódási sík 40—60 °-os kontinens alá dőlése. Javaslatom, hogy a mediterrán típusú betolódási síkokra — az elsődleges definíciót tiszteletben tartva — ne alkalmazzuk a BENIOFF-sík elnevezést. A Mediterráneumban gyakorinak tűnik litoszféra-lemezek közel egyenlő erővel való merev ütközése. Ilyen esetekben a közel vertikális szubdukció — LAUBSCHER, H. P. modellje (Schweizerische Min. Petr. Mitt. **50**, 3, 1970.) ilyent példáz — nem látszanék valószínűtlennek.

A litoszféra-sávok „elsüllyedése" — amellett, hogy összhangba jutna a BENIOFF-helyzetet ritkán indikáló szeizmikus adatokkal — magyarázatot adna a Mediterráneumot jellemző, szorosan lehatárolt, nagy vertikális elmozdulásokra is.

A földtani múlt — szeizmikusan ma már semmiképpen nem nyomozható — betolódásainak, sőt síkuk helyzetének igen fontos detektálását biztosíthatja a síkmenti magmaképződés termékeinek kőzetkémiai vizsgálata. A K_2O/SiO_2 hányados módszerét DICKINSON W. R. (1968) a Cirkumpacifikum andezitjeire dolgozta ki. NINKOVICH, D.—HAYS, J. P. adaptálása a Mediterráneumra (1969) számos petrológiai meggondolással (NICHOLLS, 1971) nem egyeztethető. A Kárpát-balkáni rendszeren belüli alkalmazását — úgy vélem — a kőzetkifejlődés gondos egyedi vizsgálatának kell megelőznie. A „viszonylagos K-tartalom módszerének" magmafészek mélységjelzésénél nem csupán a kálimetaszomatózis mikroszkópiailag felismerhető meta-folyamatában látok buktatót, hanem főleg a savanyú vulkanizmust tápláló magmák (magmafészken túli) hipo-fejlődésében is, ami kémizmusukat felemelkedés közben — K_2O-tartalom tekintetében különösen nagy mértékben — megváltoztathatja (pl. Sárszentmiklós).

Néhány kiragadott példa más-más oldalról történő — villanásnyi — megvilágításával célom csak az volt, hogy tágabb értelmű „házunk tája" ezen szintézisben először testet öltött geonómiai megismerését ígéretes fejlődése irányába mozdítsam. Remélem, igyekezetem ezt a hatást éri el.

HOZZÁSZÓLÁS SZÁDECZKY-KARDOSS E: A KÁRPÁT-DINARID-TERÜLET AZ ÚJ GLOBÁLIS TEKTONIKA SZEMSZÖGÉBŐL

c. akadémiai vitaindító előadásához

SZALAI TIBOR

A FÖLD- ÉS ÁSVÁNYTANI TUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA

A mélymechanizmus következményeképpen előálló, a felszínen látható formák kérdéséhez óhajtok hozzászólni. A fiatalabb alpidi tektonika gyökerei a kárpáti területen a prekambriumtól nyomozhatók.

A Kárpát-medence területe részben felszíni, részben kis mélységi prekambriumi metamorf vonulatainak megsüllyedése az Alföldön mélyített fúrások tanúsága szerint részben a pannon folyamán következett be. Ezeknek a vonulatoknak egyik tagját a tanulmány erdélyi-mecseki autochtonnak nevezi. Ez az autochton a Rhodopéhoz kapcsolódik, a Rhodopén keresztül tovább DK-i irányban a Fekete-tengerig követhető id. Lóczy szerbiai tanulmánya szerint.

A másik autochton a Lóczy-hát. A Lóczy-hát az alpesi Narbe-hoz csatlakozva ÉK-i irányban halad. A Lóczy-hát kialakulása az ópaleozoikumba vezet vissza, ezért a Lóczy-hát mindkét oldalán ismeretesek az ópaleozoikum üledékei. Ezek egyik vonulatát a Balaton-vidéki, továbbá az Uppony—Szendrői-hegységben nyomozható ordovicium-szilur-devon korú képződmények mutatják. Másik (DK-i) vonulatának maradványai a Mecsekben, továbbá ettől ÉK-re a Duna—Tisza közén a törteli területen ismerhetők fel (Szepesházy).

A Lóczy-hát ÉNy-i oldalán ópaleozóos vonulathoz csatlakozva jelenik meg a Kárpát-medence legidősebb alpesi egységének tekinthető üledéksor. Ez üledéksor tagjai a Bükk hegységben, a felső karbontól a nóri emeletig bezárólag, folytatólagos rendszert képeznek. Ez a geoszinklinális az ókimmeriai mozgás hatására emelkedett ki. E kiemelkedéssel egyidejűleg a szirtöv É-i szélén is kiemelkedés mutatkozik (Andrusov). A Lóczy-hát ÉNy-i szegélyén húzódó geoszinklinális Ny-i folytatására mutat a Magas-Tauern Ny-i szélén Briançonnaisban, valamint a Freiburgi-Alpok liászában mutatkozó triász törmelék (Stille). A Lóczy-háttól ÉNy-ra a Dunántúlon éppúgy, mint Szlovákiában, a mezozoikum kezdetén tengeri üledék nem képződött. Ezért állapítja meg Telegdi—Róth, hogy a kárpáti vonulat legteljesebb mezozóos sorozata a Bakonyban ismerhető fel. Az említett karbon-nóri vonulatban több helyen ofiolitok jelennek meg (Dunántúl ladin pietra verde, a Bükkben az

anizuszi és a ladin emeletekben). A Bodva-völgy és környéki, az irodalom által kérdőjellel cenomán-turonnak tekintett gabbrót és diabázt is ladin korúnak tartom. A Ny-i Kárpátok területén a legnyugatibb ofiolit előfordulást a piennin övben ismerjük. A LÓCZY-háttól DK-re a Mecsek- és a Villányi-hegységben krétakorú ofiolitok ismeretesek.

AUBOUIN modelljét követve a LÓCZY-hátat axiális tengelynek tekinthetjük, amelynek két oldalán már a paleozóikumban megjelentek a bázikus kőzetek, a mezozóikumban ugyancsak ismeretesek a bázitok, amint azt az előzőekben is érintettem.

Az Alpok-Kárpátok É-i szegélyén megvan a miogeoszinklinális. A Mecsek-Villány-i vonulattól D-re azonban miogeoszinklinálist nem ismerünk. Lehetséges, hogy a Dinári-Apennin-rendszerek ÉNy-i irányban történt mozgása következtében, amely mozgásra többek között BOER is rámutatott, a Mecsek-Villánytól D-re várható miogeoszinklinális elfedődött. Az elmondottak szerint a kárpáti belső területen a mezozóikumban csupán eugeoszinklinálisok ismerhetők fel. A közbenső tömegek belső területén, STILLE felfogása szerint is, miogeoszinklinálisok nem várhatók.

A Maros-geoszinklinális a Vardarral kapcsolatba hozható, amint azt a tanulmány is hangsúlyozza.

A K-i és a Ny-i Kárpátok egységbe kapcsolódása csak a flis képződéskor következett be.

Az erdélyi-mecseki autochton, a Maros—Vardar-öv, a K-i Kárpátok említett helyzete, valamint a LÓCZY-hát és az ahhoz kapcsolódó geoszinklinális vonulatok alapján úgy gondolom, hogy az egész Kárpát-medencére kiterjesztendő közbenső tömeg helyett a két autochtont (Erdélyi- és LÓCZY-hát) tekinthetjük közbenső tömegnek, amelyekhez különböző tektonikai rendszerek kapcsolódnak. Lehetséges, hogy a LÓCZY-háthoz kapcsolódó rendszer felső karbon kori tengerválya ÉK felé az Uralig követhető (BALOGH K., RAKUSZ GY.), az erdélyi autochton pedig, legalábbis a mezozóikum, kezdeti határát jelzi a tőle K-re levő szerkezeti rendszereknek, amelyek közül legalábbis a D-i Kárpátok és a Balkáni-vonulat a Kaukázusig követhetőnek látszik.

A tanulmány lényegéhez nem szóltam hozzá. A tanulmány a Kárpát-medence területén is említést tesz miogeoszinklinálisokról. A kérdéssel kapcsolatos véleményemet felfogásom alátámasztására ismertettem. Ezen a ponton tehát a tanulmányhoz közvetlenül kapcsolódom. Kapcsolatom a Piennin-öv, a karbon-nóri medence (Igal—Bükk-eugeoszinklinális) Maros—Vardar-öv vonatkozásában is megvan.

A spreading tektonika létezését tagadni nem lehet. Amíg azonban a recens jelenségek lemérhetők, addig a földtani múltban lejátszódó jelenségek nehezen rekonstruálhatók. A recens vizsgálatok eredményeiből tudjuk, hogy a betolódások a tengerek és kontinensek szegélyén, továbbá a tengeri mélyárkok területén igazolhatók. Úgy gondolom, hogy a nagyon szellemes munka-

hipotézis csak további, igen részletes vizsgálati eredmények nyomán deríthet fényt a múlt eseményeire.

Az atmoszféra összetétele, a kőzet- és hegységképződés közötti összefüggésre vonatkozó megállapítást örömmel üdvözlöm. Nyilvánvaló, hogy a betolódások következtében jelentkező klimatikus változásoknak itt is szerepük van. Nyilvánvaló, hogy nem csupán a tektonikai események következtében létrejövő transz- és regressziók nyomán megváltozott életterek, hanem az ezekkel a változásokkal a legszorosabb mértékben összefüggő és az atmoszférába, továbbá a tengerek vizébe bekerülő O_2, illetve CO_2-tartalom változásának is messzemenő szerepe van az élet alakulására nézve. A tanulmánynak ez a része annál inkább megragadott, minthogy a tektonikai folyamatok és az élet közötti összefüggésre magam is rámutattam. Tanulmányom eredményeit UMBROVE és KOBER kézikönyveikbe is átvették.

HOZZÁSZÓLÁS SZÁDECZKY-KARDOSS E.: A KÁRPÁT-DINARID-TERÜLET AZ ÚJ GLOBÁLIS TEKTONIKA SZEMSZÖGÉBŐL

c. akadémiai vitaindító előadásához

SZÉKYNÉ FUX VILMA

A FÖLD- ÉS ÁSVÁNYTANI TUDOMÁNYOK DOKTORA

Egyetértek SZÁDECZKY akadémikus tanulmányának azzal a megállapításával, hogy az ún. „lemeztektonika", a litoszféra köpenybe tolódásának vizsgálati adatokkal alátámasztott elmélete, az egész földtanban forradalmi változást jelent. Logikus továbbvitele ugyanis számos — többek között a magma- és kőzetképződésre vonatkozó — eddigi felfogásunk alapvető változását eredményezi. Az alábbiakban e szempontból szeretnék a kérdéshez két megjegyzést hozzáfűzni.

1. Vajon a köpeny bazaltos anyagának parciális olvadékából, a kéreg anyagából, illetőleg a köpenybe tolódott eugeoszinklinális üledékek sorozatos parciális kiolvasztási termékéből származik-e a magmaanyag jelentős része? COATS (1965) felfogása szerint az andezit a köpeny bazaltos anyagának parciális olvadékából jön létre a betolódott üledékekből származó illók felvételével. SZÁDECZKY (1971) tanulmánya viszont azt a gondolatot veti fel, hogy a magmák nagy része nem az átlagos köpenyanyagból, hanem a köpenybe tolódott üledékanyagból származik, mint annak sorozatos, parciális kiolvadási terméke. Mi tehát az elsődleges: a magmás vagy az üledékes kőzet?

2. Nagyon érdekes a tanulmánynak az a megállapítása, amely az agyagásványok termikus hevítésekor jelentkező három átalakulási hőmérsékletet a migmatitos gránitos, a nedves andezites és a száraz finális bazalt magma képződésével állítja párhuzamba. Ez azt bizonyítja, hogy az agyagásványok közvetve a magmaképződésnél is szerepet játszanak, és jelentőségük lényegesen nagyobb a már eddig is ismert felszíni vízelzáró, olajcsapdaképző és nehézfém-koncentráló sajátságuknál. Sőt a „lemeztektonika" útján mélybekerülő, felületükön jelentős mennyiségű nehézfémet adszorbeált agyagos üledékek a nehézfémek mélyszinti dúsításához is jelentősen hozzájárulnak.

HOZZÁSZÓLÁS SZÁDECZKY-KARDOSS E.: A KÁRPÁT-DINARID-TERÜLET AZ ÚJ GLOBÁLIS TEKTONIKA SZEMSZÖGÉBŐL

c. akadémiai vitaindító előadásához

WEIN GYÖRGY

A „lemeztektonika" néven jelölt elmélet, amelyet a legújabb kutatások valószínűsítettek, és amelynek mechanizmusát és keletkezési körülményeit magyarázza SZÁDECZKY-KARDOSS E. elhangzott előadásában, olyan fontossággal bír, hogy azt a Föld szilárd kérgének szerkezetalakulásánál is figyelembe kell vennünk, és a Kárpát-medence kialakulásának magyarázásakor felhasználnunk.

Az elmélet nyújtotta lehetőségek alapján az alábbiakban a Kárpát-medence kialakulástörténetének menetét igyekszem kronológikus sorrendben felépíteni, szigorúan ragaszkodva az eddigi ismereteinkből kialakítható képhez.

A Kárpát-medence mai képének kialakulása a homályba vesző prekambriumi idők után a paleozóos tektonofázisok alatt indult meg. A prekambriumhoz sorolható felszíni és fedett kéregmaradványok arra utalnak, hogy abban az időben a hegységek csapásiránya ÉNy—DK-i lehetett. Mindenesetre a később kialakult Pannon-masszívum magját ezek a prekambriumba sorolható epimezometamorf kőzetek építik fel.

A paleozoikum kezdetén a ma is uralkodó DNy—ÉK (Érchegységi) és reá merőleges ÉNy—DK-i (Szudéta) irányok mentén alakultak ki azok a széles üledékgyűjtő vályúk, amelyeket vastag üledékes eredetű és iniciális vulkanit tartalmú epimetamorf kőzetösszletek töltenek ki. A hosszan tartó geoszinklinális időszakot, amelyet feltételezhetően enyhe kaledóniai gyűrődések is kísértek, a variszkuszi orogén időszak váltja fel. Az alsó karbonban meginduló és alsó permig folytatódó hegységképződési időszak alatt alakult ki az a szerkezet, amely a Kárpát-medence jelenlegi formáinak alapját képezi.

A „lemeztektonika" alkalmazható ennek a szerkezetalakulásnak a magyarázatában is, hiszen szélesebb formákban, de az alpiciklushoz hasonlóan kellett „Paleoeurópának" is kialakulnia. Dunántúlon észlelt DNy—ÉK-i csapású paleozóos vályúk és a köztük húzódó gránitpluton öv (Balaton—Velencei-gránitlánc) és migmatitgránit hátak (mórágyi kristályos hát) és a Centrál-Kárpáti-küszöb arra utalnak, hogy az ó-paleozóos geoszinklinális időszak után azt ÉNy felől erős nyomás érte, amit az alátolódó észak-európai kontinentális táblának is tulajdoníthatunk. Az ÉNy—DK-i irányú Mára-

marosi-masszívum, Kodru-Móma—Hegyes—Drócsa—Battonyai prekambriumi—ópaleozóos szerkezetek viszont az Orosz-tábla felé irányuló mozgásra utalhatnak. A Möziai-táblának hatása a variszkuszi hegységképződés alatt még nem látszik világosan.

A Kárpát-medence további kialakulásánál a legfontosabb körülmény az, hogy a variszkuszi szerkezetek konszolidálódása után kialakult az a merev prekambriumi és ópaleozóos kőzetekből felépített rög (kéregrészlet), amely a továbbiakban a „Tisia" vagy Pannon közbenső tömeg néven ismert szerkezeti egység magjává vált. Az „Ős Tisiát" északnyugat felől a karbonban is meglevő és a felső triászig élő keskeny és gyorsan fejlődő teknő az Igal—Bükk-i eugeoszinklinális határolta. Ettől délkeletre emelkedett a Lóczy-hát és délkelet-alföldi kristályos-hát, amely a Peters és Mojsicsovics által már felismert felső karbon liász-kori Keleti-szárazulattal azonos és a Rodope masszívumában folytatódik.

Amikor tehát megindult az alpi ciklus, már adva volt az a merev közbenső tömeg, amely a továbbiak folyamán a Kárpát-medence kialakulását döntő módon befolyásolta. A mezozóos szerkezetalakulás geoszinklinális fázisában a preformált variszkuszi irányoknak megfelelően a keretet alkotó merev táblákkal párhuzamosan fejlődtek ki az üledékgyűjtő medencék és köztük húzódó küszöbök, amelyek időnként szigetsorokká fejlődtek. Az üledékgyűjtő vályúk a perm folyamán kezdenek süllyedni, és kivéve az Igal-Bükkit, a középső kréta végéig élnek. Itt nem említem még a felső kréta-paleogén teknőket, amelyek már az ausztriai orogén fázis után jöttek létre. Ki kell emelnem az Igal-Bükk-i eugeoszinklinálist, amely a mai kutatások szerint az ópaleozóikumtól a felső triászig élt. Süllyedésének legintenzívebb szakasza a középső-felső triászra esett, amikor iniciális vulkanizmus színtere volt. Itt kell megemlítenem azt, hogy az Igal-Bükk-i eugeoszinklinális nem köthető össze a Maros-övvel, mert ez utóbbi a jura-kréta alatt élt, és iniciális vulkanizmusa is ehhez az időszakhoz, nem pedig a triászhoz kapcsolódott. Ha már ilyen nagy távolságokban merészelünk szerkezeti egységeket összekötni, úgy az Igal-Bükk-i eugeoszinklinálist, tekintettel azonos idejű iniciális vulkanizmusukra, a Persányi-hegységgel lehetne összehasonlítani. Keletkezési korát illetőleg pedig a Maros-övet a Mecsek-Kiskörös-i eugeoszinklinálissal, amelyben a késő-iniciális vulkanizmus az alsó krétához kapcsolódik.

A Kárpát-medencében kialakult üledékgyűjtő vályúk az ó-alpi ciklus alatt (elsősorban az ausztriai fázis hatására), kivétel nélkül kétoldalas szerkezetalakulást szenvedtek a nyilvánvalóan egymás felé nyomódó merev küszöbök közt. A geoszinklinális időszak alatt a tágulás idejében létrejött vályúk a jura elején kezdenek beszűkülni, és az alsó krétában gyengén, míg a középső krétában igen erősen meggyűrődni és pikkelyeződni. Ez a folyamat, akárcsak a variszkuszi fázis alatt, a globális tektonikával is magyarázható. Az alátolódó masszívumok (Cseh-masszívum, Orosz-tábla, Möziai-tábla, Adriai-tömeg) négy

oldalról veszik körül a Tisiát, amely így az egymásnak tolódó kéregrészletek közt, mintegy nyomásárnyékba kerülve, inkább kratogén módon deformálódik, míg a mobilis övben felgyűri a Kárpátok, Dinaridák hegységét. A közismert szeizmikus adatok értelmében, valamint a Külső-Kárpátok és Dinaridák kifelé irányuló gyűrődése alapján ezt a folyamatot, a jurától kezdve, az afrikai és észak-európai kontinentális táblák ollószerű egymás felé záródásának tulajdonítom én is. De az Igal- Bükk-i eugeoszinklinális kialakulását, annak triász kori iniciális magmatizmusával, már ezt a mozgást megelőző besüllyedésnek (geoszinklinális fázis) terhére kell írnunk. Ekkor t.i. a lemezek még nem működtek, ill. egymástól távolodhattak, aminek a geoszinklinális képződés volt a következménye. Indokolatlannak tartom azt a feltevést, hogy a Külső-Kárpátokhoz és Dinaridákhoz hasonlóan „lemez"-alátolódással magyarázzuk a kialakuló (ebben az időben még véglegesen nem konszolidálódott) pannon közbenső tömegben létrejött eugeoszinklinális jellegű üledékgyűjtő teknőket. Az Igal-Bükk-i vonulat esetében az alpiciklus kontinensvándorlása még meg sem kezdődött. Az egy irányból történő alátolódás ellen szól a vályúk kétoldalas felépítése. Hogy a kéreg alátolódása és az ebből adódó magmaáramlások a merevebben viselkedő Kárpát-medencében is éreztették hatásukat, mindenképpen el kell fogadnunk. Ezt bizonyítja az ausztriai mozgások után megújuló felső kréta-paleogén vályú képződés és az azt követő kompressziós fázis, és végül a neogén konszolidációs folyamat, amikor a Tisia mai formájában kialakult (Neogén szétdarabolódás és a Pannon medence besüllyedése).

REFLEXIÓK AZ 1971. ÉVI GEONÓMIAI VITÁKRÓL

SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR

AKADÉMIKUS

E kötet számos dolgozata rögzíti a hazai geonómiai szemlélet kifejlesztése érdekében az MTA Földtudományi Osztályán tett szellemi erőfeszítéseket. Az 1971. évi vitaüléseink kéziratban is lefektetett, itt alfabetikus sorrendben közölt hozzászólásai arról tanúskodnak, hogy az új globális tektonika hazai vonatkozásban is a földtudományi kutatásnak máris sok ágával — geodézia és geotermika, kőolajföldtan, őslénytan, szeizmika, üledékes kőzettan, magmás kőzettan és geoenergetika, ércgenetika, tektonika, regionális földtani történet — került érintkezésbe és így valóban általános és mélyreható geonómiai előrelépés feltételeit tartalmazza.

Barta György a geonómiának a közművelődésben való szerepéről szóló vitaülésünkön elhangzott hozzászólása kapcsán fejtette ki, hogy a matematika és fizika néhány alapfogalma is különleges újszerű formában jelenik meg a korszerű földtudományokban. Erről szóló összefoglalása áll e vitasorozat élén.

Bendefy László adatok egész sorát foglalta össze a Kárpát—Pannon—Dinarid terület kéregmozgásai és lepusztulási sebességi értékeiről. Ugyanakkor konkrét formában utalt arra, hogy a betolódással „kipréselődés" is jár. Az általa térképileg is ábrázolt köpenytaréj egyrészt kb. merőleges a magyar középhegységi betolódásra, másrészt nagyjából párhuzamos Európa legerőteljesebb központi szerkezeti vonalával, az Orosz-táblának a D-Skandináviától a Fekete-tengerig terjedő ÉNy—DK csapású határával és az ÉK-kárpáti és dinári betolódásos hegységképződéssel. Mindez, valamint a Moesiai-tábla rotációja valóban hozzájárulhat e taréj kifejlődéséhez, amint azt Jaskó dolgozatával kapcsolatban alább említem. (A taréj irány szerinti erdélyi folytatása Jaskó dolgozatának térképén látható.)

Nem kis jelentőségű, hogy Dank Viktor személyében az ország legnagyobb gazdasági hátterű földtudományi kutatásának vezetője tett hitet a betolódási modell jelentőségéről a szénhidrogéntelepek képződésében és kutatásában. A globális tektonikai mozgásmechanizmus alapján megerősített modell rokonsága a fáciesvizsgálatokon alapuló, általa Bodzay-val kidolgozott modellel erősíti e modellek hitelét is.

Géczy Barnabás őslénytani és Héderváry Péter szeizmikus jellegű

megállapításai az új globális tektonika sokoldalú alkalmazhatóságának újabb bizonyítékai.

JASKÓ SÁNDOR igen figyelemreméltó térképéről leolvasható, hogy területünkön is a feltételezett betolódási övek mögött süllyedés, előttük frontális kiemelkedés megy végbe. A délies betolódási irányú kárpáti szirtöv mögöttes süllyedését a külső kárpáti szegélysüllyedék képviseli, frontális kiemelkedési övezetét pedig a Belső Kárpátok. A Dunántúli Középhegység-i betolódás mögöttes süllyedéke a Nagyalföld, frontális kiemelkedése a Magyar Középhegység. Az egyik következő dolgozatban (118. lap) ezt szelvényben is ábrázoltuk. Ugyanitt kifejtettük, hogy a divergáló litoszféralemezek betolódása mögött szükségképp besüllyed a kéreg. Ilyen süllyedék az Alpok és Kárpátok divergáló lemezei közt a Bécsi-medence, ill. a Kisalföld. A dáciai és az Erdélyi-medence süllyedékek a Moesiai rotáció hatását tükrözik. A rotáló tábla ÉNy-i tenziós oldalán jön létre a Focsani-i besüllyedés és ennek dáciai folytatása. A tábla ÉNy-i végének kompressziós oldalán viszont — több egyéb leírt hatás (folyóiratunk IV/1. kötet, 1971. 12. lap. 2. ábra) mellett — villásan szétágazó radiális hullámtarajok és hullámvölgyek keletkeznek az Erdélyi Érchegység főcsapására merőlegesen, ill. az Erdélyi medencében. Villás szétágazásuk a Moesiai-táblának az Orosz táblához közeledését tükrözi.

PANTÓ GÁBOR hozzászólása azt hiszem valóban a tételek legfontosabbikainak jelentőségére mutat rá. Az energetikai meggondolásában tekintetbe veendő a nedves és száraz reakciók ellentétes energetikai hatása is, ami e kétféle hatást bizonyos mértékig lerontja. Termékeny gondolatnak látom a Mediterraneum kb. merőleges betolódási síkjainak a közel egyenlő erővel ütköző tömegek hatásakénti levezetését. Figyelemre méltó új szempontot jelent a hipomagma képződésének tekintetbevétele is a mélységmeghatározó K-módszerrel kapcsolatban.

PÉCSI MÁRTON elnöki bevezetője megvilágít egyes mélyreható különbségeket, különösen izosztatikus vonatkozásban a DALY-féle és az új gőzpárna mechanizmus közt. Előreviszi a kérdés megértését az izosztatikus egyensúlyi tendencia dinamikus jellegének és a folyamat nyílt rendszer voltának hangsúlyozásával.

Egyetérthetünk SZÉKYNÉ FUX VILMA gondolatfelvetésével, hogy az Sr izotóparány alkalmas lehet a magmák köpeny, ill. kéregszármazási arányainak pontosabb megvilágítására, továbbá hogy az agyagásványoknak a vitaindító dolgozatban (p. 47) már említett első nehézfémion megkötő hatása is hozzájárul az ércképződéshez.

SZALAI TIBOR hozzászólása a vitaindító tanulmányban vizsgált kort megelőző fejlődésről szólva, az Alföld mélyén levő kristályos tömeg egykori szétágazására utal a MOJSISOVITS—LÓCZY koncepció értelmében, a Rhodopéval való összeköttetés feltevésével. A KBD metamorfit-térkép nemzetközi munkálataival kapcsolatos kőzettani összehasonlítás alapján ennek a felfogásnak alátámasztására eddig nem találtunk közvetlen adatokat. A vitaindító

dolgozathoz adott szerkezeti vázlat a jelenlegi állapotra vonatkozik, s így a feltételezett kristályos összeköttetést elvben sem tüntetheti fel. E vázlaton egyébként szerepel a „Lóczy-hát" az összevont Mecsek—É-erdélyi autochton kristályos tömeg részeként. Szalainak e tömeg eredetileg két részből felépítettségére való utalása figyelemre méltó azért is, mert ha e két részt elválasztó Mecsek—Kiskőrös-i üledéköv valóban eugeoszinklinális volt, úgy itt is várható egy kb. krétakorú betolódás. Ez a betolódás meg is magyarázná ez övezetnek mindössze kb. 30—40 km-re redukált szélességét. Újból utalunk azonban ez értelmezés nehézségeire is, pl. a vastag liasz szénösszletnek ez üledéksávban való megjelenésére, továbbá Viczián dolgozatára, mely már címében utal ez öv nem eu-, hanem miogeoszinklinális jellegére. (Földt. Közl. **100.** köt. 372—378).

Más, inkább csak nomenklatorikus ellentét adódik az eu- és miogeoszinklinális definíciókból. Ha az ofiolit legcsekélyebb megjelenését az eugeoszinklinális kritériumának tekintjük, úgy valóban a „kárpáti belső területen a mezozoikumban csupán eugeoszinklinálisok ismerhetők fel". Ez esetben azonban a Szalai által is osztott felfogással ellentétben, az Alpok és Kárpátok É-i szegélye sem lenne miogeoszinklinálisnak nevezhető, mert ofiolit előfordulások innen is ismeretesek (lásd pl. Dimitrescu térképét, Acta Geol. 1966.).

Wein György tanulmánya röviden összefoglalja az ország szerkezetalakulását a prekambriumtól kezdve és így Szalaihoz hasonlóan időben lényegesen túlterjed az általunk tudatosan egyelőre a legjobban követhető alpinciklusra korlátozott elemzéseken. Helyesen utal arra, hogy az Igal-bükki szerkezet szedimentológiailag nem azonosítható a Maros—Vardar övezettel. Erre tekintettel a publikált vitairatban világosan kifejtettük (Geonómia és Bányászat 1971. p. 11. lábjegyzet), hogy az üledékes övezet nem azonos fogalom a betolódási övezettel, és a szerkezetalakulások konzervatizmusából fakadó újraéledés következtében az Igal—Bükk öv később tektonikailag azonosul a Maros—Vardar szerkezettel. Az Igal—Bükk szerkezet a középhegységi betolódás tartományába kerülésére Kókay 1968. évi Földtani Közlöny-i dolgozatában foglaltakon kívül a mezőkomáromi fúrásban észlelt miocén csaknem függőleges helyzete is utal.*

Az új globális tektonika lényegileg az óceáni területek geológiájának első rendszeres áttanulmányozása eredményét csatolja a Föld felszínének 1/5-ét képező kontinentális területekből kiinduló eddigi földtanhoz. Földtani ismereteinknek túlnyomó része tehát ma is a kontinentális területekhez fűződik, s így a geonómiai-kép tárgyilagosságához és teljességéhez tartozik, hogy a legnagyobb kontinenst legavatottabban ismerő szovjet geológia fő eredményeit felhasználjuk az új globális tektonika mérlegelésénél.

Ezért felkértem a kérdésnek egyik legavatottabb magyar szakemberét, Balla Zoltánt, az újabb szovjet nagytektonika összefoglaló ismertetésére.

* Jámbor Áronnak itt is köszönöm, hogy a mezőkomáromi adatra felhívta a figyelmemet.

Ez az összefoglalás (1. oldal) még szükségképp nem tartalmazza a vonatkozó vizsgálatoknál fiatalabb új globális tektonika eredményeit. Figyelemre méltó azonban, hogy bár BALLA nem híve — azt hiszem úgy is mondhatnám, hogy szükségképp *még* nem híve — az új globális tektonikának, mégis tételei nagy részével az új globális tektonikai szemlélet alapján is egyetérthetünk és azokat annak fejlesztésére felhasználhatjuk.

Ha meggondoljuk, hogy a kontinens szükségképpen tartalmaz immobilissá merevedett óceáni részeket és így a kontinens abban különbözik a horizontálisan is nagymértékben mobilis óceántól, hogy mobilitása lényegileg vertikális irányúvá korlátozódott, úgy megérthetjük, hogy a hegységképződés valóban nem mindig áll kapcsolatban óceánperemi geoszinklinálisos fejlődéssel és a protoorogenezis valóban elkülönítendő a korábban megmerevedett területeken végbemenő deuteroorogenezistől. A protoorogenezis geoszinklinálisa „helyi nagymélységi okokhoz kötött" jellegének okát az új globális tektonika az óceáni kéregnek kb. 700 km-nél is nagyobb mélységig a köpenybe behatolásában meg is találja. Azzal is egyet kell érteni, hogy a tektonikus jelenségek „leggrandiózusabbja", a geoszinklinális képződése nem tekinthető egyedül a kisebb „mélységi energiájú" folyamat, a „kontinensvándorlás" (litoszféravándorlás) eredményének. Ehhez felfogásunk szerint hozzájárul elsősorban a földtágulással kapcsolatos mélyhasadék képződés is. Itt azonban nem szabad feledni, hogy a viszonylag keskeny övezetekhez kötött nagy mélységi energiával jól összevethető a sokkal nagyobb területre areálisan kiterjedő litoszféra mozgás energiája.

A granitoidokat valóban mélységi energiahullám hozza létre, ami az új globális tektonika értelmében a köpeny által a betolódó üledékeknek átadott és ezáltal nagy mobilitásúvá (gőzpárna) vált hőenergiaként pontosabban jellemezhető is.

Ugyancsak egyetérthetünk, ill. jól fel is használhatjuk a vanBEMMELEN-féle asztenolit hipotézisről, a migmatitosodásról, továbbá a gránitképződésnek nem pillanatnyi gyűrődési szakaszhoz kötöttségéről, a deuteroorogenezissel kapcsolatos tektonikai aktivitásról és a magmás és üledékképződésről mondottakat. Különösen figyelmet érdemel BALLÁnak az a megállapítása, hogy a magmás intenzitás a geoszinklinális övezettől távolodva gyorsabban csökken a tektonikai mozgásnál és a savanyú magmatizmus gyorsabban a bázisosnál. Ez, valamint a deuteroorogenezisnek a geoszinklinális mélységi energiája egy részének az azokra kb. merőleges harántövek általi elvezetése útján való értelmezése is hozzásegít a geoszinklinálistól nagy távolságra levő magmatizmus értelmezéséhez. A protoorogenezisre vonatkozó felfogásunk, mely szerint a magmás kőzetek a betolódó üledékek és a szomszédos kristályos litoszféra parciális megolvadásából és ezeknek az atmoszférába vándorolt származékából erednek, itt nyilvánvalóan közvetlenül nem alkalmazható. Az elvezetéses értelmezés azonban kapcsolatot teremt a kétféle magmatizmus feltételezhető genezise közt.

AKADÉMIAI DOKTORI–KANDIDÁTUSI ÉRTEKEZÉSEK FŐ EREDMÉNYEI

SEKÉLYFÉSZKŰ FÖLDRENGÉSEK FELÜLETI HULLÁMAINAK KÓDÁJÁVAL KAPCSOLATOS VIZSGÁLATOK

(Akadémiai doktori értekezés (1970) ismertetése)

BISZTRICSÁNY EDE
A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK DOKTORA

A földrengések felületi hullámainak időtartama főleg a mérettől függ, a távolság csak kevéssé befolyásolja (Bisztricsány, 1958). A felületi hullámok tartamának nagy része egy közel azonos amplitúdójú hullámszakasz, az úgynevezett kóda. Aki japán kutató (1969) az epicentrum közelében végzett vizsgálatai alapján a kóda eredetét hullámszórók (törésvonal, domborzati különbség) segítségével értelmezi, ami a felületi hullámok időtartamának csak mérettől való függését érthetővé teszi.

Szerző: feltételezi, hogy a szórók széles frekvenciasávú kényszererőként rezgésre gerjesztik a földkérget, esetleg a legfelső köpenyt, amely a gerjesztés tartama alatt, váltakozó vastagságú lemezként, rá jellemző periódussal végzi rezgéseit. Ez a rezgés a felületi hullámok kis abszorpciós együtthatója miatt közel azonos időtartammal terjed. Ezért az észlelt kódák periódusait elsősorban az átfutott kéregszintek saját periódusai határozzák meg. Ezek pedig nem függenek a távolságtól;

5°—50° epicentrum távolságból származó kódahullámok 1000 adatának felhasználásával periódusgyakorisági görbét szerkesztett;

ezen három jól megkülönböztethető gyakorisági maximumot talált: 5,6—6,5, 7,6—8,5 és 9,6—10,5 sec-nél. A kódák a Föld felszínén μ nagyságrendű függőleges elmozdulást hoznak létre. Ezeket az ún. föld-amplitúdókat a periódusok függvényében vizsgálva — a legkisebb négyzetek módszerével — a következő egyenletet kapta:

$$T = 4{,}28\,Z - 0{,}47\,Z^2 + 1{,}83, \qquad (1)$$

ahol T a kódák periódusa, Z pedig az amplitúdója.

Hardtwig (1962) mikroszeizmikus talajnyugtalanságra alkalmazott módszerét követve a gyakorisági maximumok helyére az (1) egyenletből T, Z sorozatot számított. Ezekből egymáshoz közel eső T, T' és Z, Z' párokat választott ki, amelyeket behelyettesített a Rayleigh-hullámokra levezethető egyenletbe. A következő értékeket kapta:

ΔT (sec)	Z_0 (távolság a felszíntől, km)
5,6— 6,6	13,2
7,5— 8,7	18,4
9,4—10,7	29,6

A három adat mindegyike a Kárpát-medence kéregszerkezetének valamely lényeges szintjével korrelálható, amelyeket szeizmikus mélyszondázással meghatároztak. Az első adat értelmezése bizonytalan, a második valószínűleg a CONRAD-határfelületig terjedő kéreglemez vastagsága; a harmadik adat pedig valószínűleg a MOHO-határfelületig terjedő lemeznek, vagyis magának a földkéregnek a (maximális) vastagsága.

Mind a modellkísérletek, mind pedig a sekélyfészkű rengések kódájának vizsgálata alátámasztja, hogy a kódák laza csatolású lemezek — szinte — szabad rezgésének foghatók fel.

AZ EXCENTRIKUS FÖLDDIPÓLUS MÁGNESES POTENCIÁLTERÉNEK KOHERENS MULTIPÓLUS SORA

1970. dec. 3-án megvédett doktori értekezés rövid összefoglalója

KILCZER GYULA

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK DOKTORA

W. THOMSON, a földmágneses potenciálra vonatkozó GAUSS—LEGENDRE-féle végtelen harmonikus sor felhasználásával, megalkotta az excentrikus dipólus fogalmát, és meghatározta potenciáljának matematikai kifejezését a végtelen sor első két tagjának lineáris transzformációjával. Maga a sor ugyanis közvetlenül nem adja meg az eredményt, mert a sor nem potenciálfüggvény sora, megalkotásánál a Föld belső mágnesezettségének módját nem vesszük figyelembe. A sor tagjai, a sor matematikai sajátsága folytán, egymástól teljesen függetlenek, és ez természetesen első két tagjára is vonatkozik.

J. C. MAXWELL bizonyítása szerint a LEGENDRE-polinómok multipólusok; ezért a GAUSS—LEGENDRE-sor tagjai is emelkedő rendű multipólusok: a sor első tagja dipólus, második tagja kvadrupólus. De ez a kvadrupólus nem a földdipólus származtatottja, ezért együttesük közvetlenül, átalakítás nélkül nem adja meg a kívánt excentrikus dipólust.

Ha azonban fizikai alapból, a potenciálfüggvény definíciójából indulunk ki, akkor megfelelő eljárással olyan sorhoz juthatunk, amelynek tagjai egymással összefüggő multipólusok. Az ilyen sort méltán nevezhetjük koherens multipólus sornak, szemben a heterogén multipólusokból álló GAUSS—LEGENDRE-sorral. A koherens multipólus sor kvadrupólusa az első tagnak, a földdipólusnak származtatottja; így azután kettejük együttese közvetlenül, transzformáció nélkül, megadja az excentrikus dipólus potenciálját, a földmágneses potenciáltér legjobb másodrendű megközelítését.

A koherens multipólus sor együtthatóit alkotó paramétereket folytatólagosan, a legkisebb hibanégyzetösszeg módszerével kell kiszámítani. Az együtthatók összefüggése miatt közöttük bonyolult feltételi egyenletek alakulnak ki, de ezeket egyszerű matematikai fogással el lehet kerülni, és az együtthatókat alkotó paramétereket ilyen módon egyszerűen megkapjuk.

A paraméterek ismeretében könnyen megoldhatók mindazok a problémák, amelyek a potenciáltérrel kapcsolatban felmerülhetnek. Erre mutat példát a VESTINE-féle 1945. évi adatok feldolgozása. A potenciál-izoanomália vonalak összehasonlítása a GAUSS—LEGENDRE-sor első két tagjának összegéből számított vonalakkal azt mutatja, hogy a koherens multipólus sor fokozott mérték-

ben kiemeli az anomáliákat, különösen a kontinentális terresztrikus anomáliákat, míg a GAUSS—LEGENDRE-sor tagjainak szaporítása csak a számítás középhibáját csökkenti.

A koherens multipólus sorral történő számító eljárás értékesítésére szükséges volna a számítások kiterjesztése minél több epochára, hogy az eredményeket a szekuláris változások vizsgálatára is fel lehessen használni. Ez elektronikus gépi feldolgozással lehetséges.

*

Az értekezés benyújtása (1968-ban) után LEATON 1965. évi adatainak feldolgozása és az ebből kapott adatoknak az irodalomban találhatókkal történt összehasonlítása arra az érdekes eredményre vezetett, hogy az elméleti inklinációs pólusok (dip-pólusok) vándorlása sokkal kisebb, a Föld felszínén mérve több száz km-rel, mint az a GAUSS—LEGENDRE-sor transzformációjával számított földrajzi hosszúságok és szélességek értékéből következik. Az összehasonlításnál a sorfejtés fizikai megalapozottsága miatt a koherens multipólus sorral számított értékek irányadók, már csak azért is, mert ezek az adatok jó közelítéssel megegyeznek a GAUSS—LEGENDRE-sor kvadrupólusából transzformáció nélkül számított adatokkal.

ROBBANTÁSSAL KELTETT RÖVIDPERIÓDUSÚ FELÜLETI HULLÁMOK VIZSGÁLATA

c. kandidátusi értekezés rövid ismertetése

KISS ZOLTÁN

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA

A vizsgálat kettős célkitűzéssel készült:

1. Terepi modellkísérletek végrehajtása abból a célból, hogy analóg jelenségek alapján, közvetve tanulmányozhassuk a bonyolultabb felépítésű, több ismeretlen tényezőtől befolyásolt, földrengésekből származó felületi hullámokat.

2. Módszertani vizsgálatok alátámasztása, a robbantással keltett diszperzív felületi hullámok alkalmazása révén a felszínközeli rétegszerkezet kutatásával kapcsolatban.

Vizsgálataim a következő táblázat első két pontjában foglalt frekvenciatartományra vonatkoznak.

Észlelhető földfelületi hullámok

	Kapcsolt rétegszerkezet	Periódustartomány T[sec]	Behatolási mélység
1.	Lazaréteg	0,02 — 0,20	10 — 20 m
2.	—	0,2 — 2,0	?
3.	Szedimentációs r.	2 — 10	1 — 2 km
4.	Földkéreg	10 — 75	30 — 40 km
5.	Felsőköpeny	75 <	—
6.	Földköpeny	400 <	2 900 km

Megállapítottuk, hogy a felületi hullámok diszperziós intervallumai — elvileg — a távolsággal lineárisan növekszenek.

Azonos rétegszerkezetnél az AIRY-fázishoz tartozó periódus — eltekintve az abszorpció jelenségétől — a távolság függvényében nem változott.

Kimutattuk egy viszonylag rövid impulzus átalakulásának módját a szeizmogramon időben hosszú diszperzív felületi hullámvonulattá.

A RAYLEIGH-hullámokra új elméleti görbéket számoltunk egyréteges közeg periódusegyenlete szerint.

A POISSON-szám (σ) változtatása elsősorban csak a közegre vonatkozó térhullám sebességeket befolyásolja, a rétegvastagságot alig érinti.

Az alacsony sebességgel jellemzett kőzetekre a POISSON-szám széles határok között változhat. Felszínközeli szerkezetkutatás céljából gépi számolásra programozott elméleti diszperziós görbék σ-ját tehát széles intervallumban kell figyelembe venni.

Diszperziós görbéink feltehetően a földrengésekből származó szedimentációs réteggel kapcsolatos RAYLEIGH-hullámokra is érvényesek.

Terepi kísérleti mérést végezve egy 18 km hosszú refrakciós szelvény mentén, megállapítottuk, hogy különböző epicentrális távolságokban regisztrált felvételeken jól definiált térhullámbeütéseken kívül a felületi hullámok (a $H_{,,}$- és Z-komponenseken) rendszeresen kettős főtagozódásban jelennek meg. Az első csoportot a RAYLEIGH-hullám magasabb módosulatainak, a másodikat alapmódosulatának minősítettük.

Szabálytalan formában megjelenő, diszperziót alig vagy egyáltalán nem mutató hullámcsoport frekvenciasávszűréssel — bizonyos esetekben — hullámvonulatokra bontható és diszperziós görbéik megszerkeszthetők.

A robbantáshoz közel a felületi hullámok (melyek feltehetően térhullámbeütéseket is tartalmaznak) egyetlen összerakódott hullámcsoportban helyezkednek el. Ezen epicentrális távolságok maximális értéke — a geológiai felépítésen kívül — függ a robbantott töltet nagyságától, ill. a keltett frekvenciáktól.

A szerkesztett csoportsebesség-görbék alapján réteghatárokat jelöltünk ki, és a megfelelő térhullám-sebességeket levezettük. A megállapítható legmélyebb határfelületek: 19 ill. 180 m.

A diszperzív felületi hullámok kiértékelhetősége szempontjából bizonyos optimális észlelési távolságintervallum létezik(Δ_0). Ennek alsó határát a kialakult diszperzív felületi hullámvonulatok lehetséges szétválása, felső határát — az alkalmazott műszertípustól is függő — regisztrált amplitúdók mérhető nagysága szabja meg.

A $\Delta < \Delta_0$ epicentrális távolságokban a felületi hullámok terjedésénél látszólagos inverz diszperziós jelenségek alakulhatnak ki, ez a hullámvonulatok szuperpozíciójának a következménye.

BESZÁMOLÓ A KBGA MAGMÁS-METAMORF BIZOTTSÁGÁNAK KIJEVI ÜLÉSÉRŐL

ÁRKAI PÉTER, TOMSCHEY OTTÓ

A Kárpát-Balkán Geológiai Asszociáció Magmás-Metamorf Bizottsága és Abszolút Geokronológiai Albizottsága 1971. szeptember 25 és 27 között tartotta munkaülését Kijevben, az Ukrán Tudományos Akadémia Geokémiai és Ásványfizikai Intézetében. A Bizottság elnökének, SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR akadémikusnak távollétében az üléseket N. SZEMENYENKO akadémikus vezette. Az értekezlet munkájában Bulgáriából S. BOJADZSIEV, Csehszlovákiából B. CAMBEL és J. KANTOR, Lengyelországból T. WIESER és T. DEPCJUK, Magyarországról KOVÁCH Á., ÁRKAI P. és TOMSCHEY O., Romániából M. LEMNE és Zs. JONESCU, a Szovjetunióból N. SZEMENYENKO, K. SCSERBAK, R. SZIROSTAN, JU. MELNYIK, SZ. NECSAJEV és G. OSZTAPENKO vett részt.

Az értekezletnek három fő témaköre volt: 1. A Kárpát—Balkán—Dinarid-terület metamorfit térképével kapcsolatos szerkesztési feladatok megbeszélése; 2. A metamorfózis természetéről különböző előadások meghallgatása és azok megvitatása; 3. A KBD-terület geokronológiai térképe első vázlatának megvitatása.

A bizottság az ülés jegyzőkönyvében megállapította, hogy a SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR akadémikus irányításával készülő metamorfit térkép új változata jól tükrözi ismereteink jelenlegi állapotát, és fontos tudományos szintézist jelent Európában. A bizottság elfogadta a metamorf aljzat (szub)-vulkáni áttöréseinek magyar részről javasolt ábrázolási módját. E térképvázlat megalkotásában SZÁDECZKY-KARDOSS E., BALOGH K., PANTÓ G., KÖRÖSSY L., JUHÁSZ Á., WEIN GY. és ÁRKAI P. vett részt. E példa alapján fogják a résztvevő országok képviselői a metamorfit térkép külön mellékleteként a vulkáni áttörések térképvázlatát elkészíteni.

Az értekezleten meghatározott további feladatok: a Románia és Jugoszlávia területén található ó- és újbajkáli metamorf összletekben abszolút kormeghatározással kimutatott hercini és alpi retrográd metamorfózis jelölése a térképen, valamint a szomszédos országok határterületei metamorfit képződményeinek és ezek határvonalainak egyeztetése. A SZEMENYENKO javasolta egyeztetési mód egyes helyeken még további megfontolásokat igényel.

A szlovákiai és bulgáriai vitás korkérdések megoldásához a Kijevi Geokémiai és Ásványfizikai Intézet ajánlotta fel segítségét.

A KBD-terület metamorfit térképének nyomdakész változatát a bizottság a Kárpát-Balkán Geológiai Asszociáció X. kongresszusán, 1973-ban Pozsonyban fogja bemutatni. A következő ülés BOJADZSIEV szóbeli meghívása alapján valószínűleg 1972 tavaszán Szófiában lesz.

A kijevi megbeszélések keretében előadások hangzottak el a mobilis komponenseken alapuló metamorf kőzetrendszerről, az Ukrán-pajzs metamorf formációinak paragenetikai analíziséről, a kriptometamorfózis értelmezéséről, a zeolitfácies képződési körülményeiről és a metamorf folyamatok termodinamikai számításokkal lehetséges modellezéséről. Az előadások orosz nyelvű publikálását az Ukrán Tudományos Akadémia vállalta.

Az ülések után Kijev—Korosztisev—Zsitomir—Berdicsev—Gnyivany—Vinnyica—Mogiljev—Podolszk útvonalon ötnapos geológiai kiránduláson az Ukrán-pajzs délnyugati részének jellemző magmás, metamorf és üledékes kifejlődéseit mutatták be.

BARTHA FERENC és szerzőtársai

A magyarországi pannonkori képződmények kutatásai

Akadémiai Kiadó, Budapest, 1971. 361 p. 74 ábra, 45 fényképtábla, 17 táblázat, 23 szelvény, 2 térképmelléklet

A magyar föld legjelentősebb és legsajátosabb fejlődési szakaszát felölelő, egyben legnagyobb gazdasági jelentőségű képződményeit létrehozó pannon emelet több mint százéves kutatásának igen fontos, szakaszzáró, egyben szakasznyitó mérföldköve az Akadémia új Pannon-kötete. Mérleg arról, hogy a legnagyobb elterjedésű képződményekkel képviselt emelet idő- és anyagtartalmának őslénytani, litológiai, fáciestani, biosztratigráfiai, ősföldrajzi és geofizikai kutatásában a teljes, megnyugtató, rendezett ismeret hányadán állunk, mely alaptételek (ismeretkockák) a megállapodott, mai ismeretünkkel nem bolygatandó, biztos vázelemek, hol hézagos, korszerű átértékelésre váró a tudásunk, és hol kell még további ismeretterületeket új szemlélettel meg- vagy újrahódítani.

Az ismeretanyag, mely a magyarországi pannonra vonatkozóan több mint száz év alatt a hagyományos vizsgálati ágakban (őslénytan, rétegtan) felhalmozódott, óriási, csaknem áttekinthetetlen. Az ismerettömeg azonban nem jelent tájékozott tudást, a folyamatok, jelenségek világos értését. A századforduló nagy monográfusainak, alapozóinak (HALAVÁTS, LŐRENTHEY, LÓCZY, VITÁLIS) többségében helyes, de tévedésektől, félreismerésektől sem mentes hagyatéka a felhasználók több generációjának kezén (gyakran félrevezető külföldi sugallatokra) jelentősen torzult, és a tájékozódást veszélyeztető módon összekuszálódott.

Az ismeretek revíziójához és átértékeléséhez új tapasztalati alapra, viszonyítási rendszerre volt szükség, ami egyedül a korszerű biosztratigráfia fogalomrendszerében (litológiai bázisú finomrétegtani faunagyűjtés, statisztikus adatfeldolgozás, variáció-statisztikán alapuló fajrevízió) termelődhetett ki. Ebben a nagyon munkaigényes vizsgálatkörben vállalt 15 év újraalapozó és revideáló kutatása avatta BARTHA FERENCet a hazai pannon legtájékozottabb biosztratigráfusává.

A kötet nem a pannon emelet minden kérdését nyugvópontra vivő monográfia, de nyolc szerzője a kutatás egy-egy vonalát betetőzi, kitekintést nyújt. Legjelentősebb BARTHA biosztratigráfiai monográfikus—kritikai summázása, mely a kötet nagyobbik felét képezi.

A biosztratigráfiai összegezés nagy érdeme a világos, objektív témakifejtés és a logikusan indokolt, egyértelmű állásfoglalás. Ez avatja a pannon kutatások szemléletfejlődéséről adott visszatekintést tudománytörténeti értékeléssé, az emelet rendkívül ellentmondásos időbeli tagolása tekintetében pedig a medencefejlődési és faunaváltási (faunavándorlási) bizonyítékok helyes értékelése nyújt biztos eligazítást. A fáciesvizsgálatot az eddig kevés figyelemben részesített ökológiai kutatások helyezik új alapokra, a faunaszármazás újraértékelésénél új szemlélettel, modern módszerekkel elvégzett fajrevíziók szolgálnak iránytűként. Jóllehet, utóbbi csak néhány (kritikus) csoportra nézve készült el (Viviparus, Melanopsis, Dreissena), melyekből statisztikus értékelésre alkalmas példányszámú gyűjtés állt rendelkezésre, a további kutatások irányát ezek is világosan kijelölik, és sejteni engedik a pannon fajtúltengés sorsát a mielőbbi modern mérce alá állítás esetén. 23 pannon alapszelvény részletes és modern szemléletű biosztratigráfiai vizsgálatának jól áttekinthető bemutatása etalon a hazai pannon egésze számára; feltárási lehetőségek megszabta, korántsem kedvezőtlen körülmény, hogy ez eddig a felső pannonra nézve pontosabban kimunkált. Az eredmények gondos egybeötvözésével vállalkozik BARTHA a pannon fejlődéstörténet áttekintésére és ősföldrajzi kép felvázolására is. A szintézis fő értéke konstrukciós szilárdsága: egyetlen költött vonás nincs benne, a bizonyított tények dialektikus vázát vetíti elénk, s lemond a részletek kidolgozásáról, ahol azok nincsenek tényekkel igazolva. A bő dokumentáris alátámasztás (37 fényképtábla négyszáznál több kiváló plaszticitású képpel, 212 tételes irodalomjegyzék) évtizedek alapmunkájává emeli a pannon ezen első biosztratigráfiai összesítését.

A komplex pannonkutatás nem érheti be a klasszikus vizsgálati ágak mégoly modernné fejlesztett és finomított eredményeivel. A kötet második fele hét szerző rövidebb lélegzetű

munkájában világítja meg a pannon képződmények kutatásának újabb módszerekkel vagy az ipari kutatás nyújtotta újabb lehetőségekkel meghódított területeit.

KLEB BÉLA a medencefeltöltés, ill. a pannon tó kiédesedése folyamatát részletes litosztratigráfiai-szedimentológiai elemzésre épített geokémiai vizsgálatokkal követi nyomon. A továbbfejlesztés nagy lehetőségei tűnnek fel az üledékgyűjtő részletes kinetikai (szemcseeloszlási és -alaki jellemzők) és kémiai (Cl^--tartalom, B : Ga hányados) felderítése előtt.

KŐRÖSSY LÁSZLÓ a mélyfúrási pannon-földtan több tízezernyi adatának mesteri kezelésével szintenként állítja elénk a pannon medencekitöltés vastagság- és mélységviszonyait, megadva ezzel a pannon emelet történéseinek határozott térbeli kereteit.

SZABÓNÉ KLIVÉNYI ÉVA és SZÉNÁS GYÖRGY a pannon medencefeltöltés geofizikai jellemzőiről nyújt vázlatot karotázs-vizsgálatok és reflexiós szeizmikus mérések alapján. A számos litológiai—rétegtani „szint" párhuzamosításában elért eddigi eredmények feljogosítanak nagyobb, medenceméretű azonosítások elvárására.

SZATMÁRI PÉTER értékes tanulmánya a kvarchomokképződés feltételeiről az ipari nyersanyagkutatás értékes tudományos „mellékterméke"-ként a felső pannon tópart lefutásáról és hidrodinamikai viszonyairól rajzol országos képet.

SZÉLES MARGIT a nagyalföldi medenceközép kizárólag nagy mélységű fúrásokkal elért és eddig igen kevéssé ismert pannonjáról nyújt mélyföldtani és őslénytani adatsort. Fő érdeme a három pannon (pliocén) szint pontos elhatárolása a terület részletesen feldolgozott 96 fúrásában (kutatási területén), ezek ősmaradványtartalmának pontos dokumentálásával. 39, e medencebelsőre szorítkozó, ritka faj (változat) őslénytani leírása fontos alapozás a további kutatás számára.

TÓTH KÁLMÁN a Vértes DK-i előterének pannon-feltöltéséről ad modern rétegtani, mikro- és makrofaunisztikai értékelést, ami e terület bauxitkutató fúrásainak fontos kiegészítése a magyarországi pannon e kevéssé ismert medenceperemi szakaszáról.

A gondos — bár nem mindenben következetes — szerkesztés GÓCZÁN FERENC áldozatos szakmai és BENKŐ JENŐ általános szerkesztői munkáját dícséri. A kötet kimagaslóan szép kiállítása, mely a tartalomhoz méltó esztétikus külsőt biztosít, a kiadó kollektívájának érdeme.

DR. PANTÓ GÁBOR

NOËL, D.

Coccolithes crétacés

Paris, Edit. Centre Nat. Rech. Sci. 1—129, 1970.

Új műszerek alkalmazásával mennyiben fejleszthető tovább a mikropaleontológia? Erre a kérdésre is választ ad NOËL krétaidőszaki coccolithokról írt értékes monográfiája.

A coccolithok egysejtű, lebegő életmódot folytató mikroszkópos kicsinységű tengeri moszatok változatos alakú mészvázai, amelyek az üledékes kőzetekben tömegesen találhatók. Az írókrétában — amelyről a kréta-időszak a nevét kapta — 1 cm^3 kőzetben számuk 25,000000-ra becsülhető.

Az első coccolithokat EHRENBERG 1836-ban az Európában, Észak-Afrikában, Közel-Keleten és Észak-Amerikában egyaránt elterjedt írókrétából írta le. EHRENBERG és az őt követő mikropaleontológusok a coccolithokat több mint száz éven át fénymikroszkóppal vizsgálták. Az elektronmikroszkóp alkalmazása (BLACK, 1959) a parányi mészvázak tanulmányozásának új lendületet adott. Azok a coccolithok amelyek a fénymikroszkópos vizsgálatok alapján egyformáknak, azaz egy fajba tartozóknak tűntek, a nagyobb nagyítású elektronmikroszkóp segítségével különböző csoportokba tartozóknak bizonyultak. Az elektronmikroszkóp alkalmazása tehát a coccolithok rendszerezésének módosításához vezetett. NOËL, aki korábban a coccolithokat szintén elektronmikroszkóppal vizsgálta, a térhatású (Stereoscan) elektronmikroszkóp alkalmazásával az elektronok számára áthatolhatatlan mészváz olyan szerkezeti finomságait ismerte fel, amire a korábbi műszerek nem nyújthattak lehetőséget. A Stereoscan segítségével nemcsak az egyes — gomb, korong, kerék stb. alakú — coccolithok kisebb vázelemeinek elrendeződéséről sikerült pontos képet nyernie, hanem maguknak a coccolithoknak illeszkedési módjáról is, ahogyan az eredeti sejtet tetőcserépszerűen burkolták (coccosphaera).

A coccolithok felépítésének pontos ismerete előfeltétele volt a rendszertani és rétegtani értékelésnek. Az írókréta-rétegek nagy vastagságából és a képződmény földrajzi elterjedéséből arra következtethetünk, hogy a felső krétában a tengerben lebegő apró „nannoplankton" szervezetek számára a környezeti feltételek különösen kedvezőek lehettek. Ebben az időben nagyon nagy egyedszámú, de lényegében kevés fajból álló, meglehetősen homogén „coccolith-

flóra" népesítette be a tengereket. Egyesek közülük szűkebb időegységre korlátozódtak. A felső kréta campaniai emelete a coccolithok alapján két részre tagolható. A felső campani alemeletben megjelenő fajok nagy része változatlanul tovább élt a maestrichti emeletben is, ennek a végén azonban a krétaidőszaki coccolithok nagy része nyomtalanul kipusztult.

A francia könyvkiadás páratlan szépségét a mű kivételes nyomdatechnikája hűen tükrözi. NOËL kéziratát 1970 januárjában zárta le. A kiadás dátuma: 1970 június!

Dr. GÉCZY BARNABÁS

RODGERS, JOHN

The tectonics of the Appalachians

(Az Appalache tektonikája)

271 p. 1 térkép. Wiley—Interscience, New York

A L. U. DE SITTER szerkesztésében most épülő Regional Geology Series újabb értékes kötettel bővült a Yale University professzorának tollából. A PAUL FALLOT emlékének ajánlott kötet különösen az európai olvasó számára igen nagy, az Appalache-hegységen messze túlterjedő jelentőségű. JOHN RODGERS személyében egy franciás szellemű amerikai tudós vállalkozott arra, hogy az Appalache szerkezeti fejlődésére vonatkozó — számunkra szinte áttekinthetetlen — ismeretanyagot egységesen átértékelje, és érthető, áttekinthető formában összefoglalja.

A részletes tárgyalás a 9 fő szerkezeti egység (Appalache-plató, Valley and Ridge provincia, Taconic-régió, New England, Kanadai Appalache és Maine, Ujfundland, Blue Ridge, Piedmont-provincia, Triász-medencék) mindegyikének külön fejezetet szán. Ezek szerkezeti alegységek szerinti, tehát regionális tárgyalása RODGERS lényeget kiemelő fogalmazásában is igen sok helynévvel terhelt olvasmány, melyet — a Himalája-kötettel ellentétben — nem old fel bőséges illusztráció. A fejezetek végén adott regionális egyezések és ellentétek, valamint felfogáskülönbségek ábrázolásával megírt összefoglalások azonban megkönnyítik az általános tájékozódást.

Kimagasló érték az Appalache fejlődéstörténetének összegezése. Senki nem vállalkozott még arra, hogy az Appalache bonyolult (olykor szükségtelenül is bonyolított) történetéről *8 oldalon* adjon tömör, egységes összefoglalást. A helyi problémákban kevéssé járatosak nem érzik károsnak, hogy szerző „önkényesen túlegyszerűsítette az adatokat, és figyelmen kívül hagyott számos megkülönböztetést és kételyt, mely a végkövetkeztetésekhez tapad", sőt értékeljük bátorságát, mellyel erre vállalkozott.

Európai olvasó számára különösen élvezetes az „Általánosságok és spekulációk" című, utolsó fejezet, mely egyrészt az észak-amerikai és európai orogénnaptárak közötti ellentétek feloldását világítja meg, másrészt kijelöli — a kontinensek szétúszását megelőző állapotban — az Appalache rendszer ÉK-i folytatását a Brit Szigeteken, sőt lehetségesnek tartja Bretagne-on át az európai hercin rendszerekbe olvadását, míg a déli folytatást a Szahara-táblát megkerülő Mauritanid-övben látja.

A rendkívül gondos publikáció-jegyzék (térképek, monográfiák, cikkek) fontos forrásmunkává avatja a monográfiát.

DR. PANTÓ GÁBOR

GÓCZÁN LÁSZLÓ

A Marcal-medence talajföldrajza

Akadémiai Kiadó, Budapest, 1971

A talajföldrajzi kutatá sokban elért eredmények a talajok termékenységének növelésében hathatós segítséget nyújtanak. Egyrészt a bennük felhalmozott vizsgálati adatokkal, melyek a talajok kémiai és fizikai tulajdonságait tükrözik, másrészt a kialakulási törvényszerűségek megismerésével, melyek a vizsgált talajok tulajdonképpeni természetes termékenységét határozzák meg. Éppen ezért minden ilyen irányú munka igen hasznos a mezőgazdaság gyakorlatában.

A szerző könyvének elején a Marcal-medence földrajzi helyzetével foglalkozik. Igen részletesen elemzi azokat a földrajzi hasonlóságokat, amelyek a medencét a Kisalföld szerves részévé teszik, továbbá azokat a különbségeket, amelyek viszont önálló középtáj létét határozzák meg. Ezek után a Marcal-medence kutatástörténetét tekinti át, majd négy fejezetben taglalja annak érdemi részét.

Az I. fejezetben a talajképződés tényezőivel foglalkozik igen részletesen.

1. Földtani viszonyaival kapcsolatosan bőséges irodalmi és saját vizsgálati adat alapján ismerteti a medencerészt kitöltő üledékek sztratigráfiai viszonyait, a talajképző kőzeteket származásuk és ásványkémiai jellegük szerint, valamint azokat a szerkezeti mozgásokat, amelyek a Marcal-medencében végbementek.

2. A domborzat felszínfejlődési menetét, kialakulási törvényszerűségeit vizsgálja a geomorfológiai, üledéktani, rétegtani és paleontológiai adatok együttes értékelése alapján. Részletesen elemzi a tájban azokat az összefüggéseket, kapcsolatokat, amelyek a geomorfológiai viszonyok és a talajtípusok kialakulása és földrajzi elterjedése között fennállnak.

3. A vízrajzi viszonyokat ismerteti, és hangsúlyozza a vízrajznak mint természeti tényezőnek a talajképződésben betöltött szerepét. E nélkül a hidromorf talajok képződése el sem képzelhető. Ugyanebben a részben jó összefoglalást ad az egyes folyók és mellékfolyók hordalékanyagának minőségére vonatkozóan, ami a talajok fizikai tulajdonságainak meghatározásához szolgáltat alapadatokat.

4. Az éghajlati tényezők szerepéről azt írja, hogy a Marcal-medencében a klimatikus hatás jobban érvényesül, mint a hidromorf hatás. Ez egyrészt a Kisalföld és a Dunántúli-dombság éghajlata közötti átmeneti klímajellegéből fakad, másrészt azzal magyarázható, hogy a pleisztocénből visszamaradt felszíneken képződött ún. szubreliktum talajok, részben megőrizték keletkezési idejüknek éghajlati hatásait, részben pedig sajátos klímát kiváltva, szélsőséges irányba fejlesztették ki és konzerválták a rajtuk képződött talajokat.

5. A biológiai tényezők szerepét vizsgálva arra a következtetésre jut, hogy három komponensének — a természetes növénytakaró, a talajmikroorganizmusok és a talajlakó állatok — talajképző szerepéről csak a növénytakaró vonatkozásában vannak adatok. Ezekből és a talajtípusok közötti összefüggésekből megállapítja, hogy pl. a pápai síkság nem egykori zárt tölgyerdők, hanem ligeterdők színhelye volt.

6. A kor szerepét tanulmányozva kimutatja, hogy az általa leírt és jellemzett „szubreliktum agyagbemosódásos barna erdőtalaj" a medencében elterjedten megtalálható, és a tulajdonképpeni agyagbemosódásos barna erdőtalajoknál öregebb.

7. Az ember kultúrtevékenységével kapcsolatosan megállapítja, hogy egyrészt a lecsapolással sztyeppesedési folyamatokat indít el, másrészt az öntözéses gazdálkodással esetleg láposodási, illetve másodlagos szikesedési folyamatok bekövetkezését segíti elő.

A II. fejezetben a Marcal-medence talajtakaróját mutatja be a csatolt térképvázlat alapján. Figyelemre méltó, hogy e középtájban szinte az összes hazai előfordulású talajtípusokat megtalálja, sőt a barna erdőtalajok főtípusában egy új „szubreliktum agyagbemosódásos barna erdőtalaj"-t határoz meg.

A III. fejezetben a Marcal-medence talajpusztulásának állapotáról tájékoztat bennünket. Megtudjuk, hogy itt a talajpusztulás nem jelentős. Mindössze annyi állapítható meg, hogy — néhány váztalaj-felszínné defladált keskeny dombgerinc kivételével — közepesen, de legnagyobbrészt gyengén erdált felszínű talajok jellemzik.

Az V. fejezet szerint a savanyú talajok megjavítására igen alkalmas, új természetes javítóanyagot tárt fel, és annak mennyiségi és minőségi meghatározását is elvégezte.

A szerző a könyvében foglaltakat a talajtani tudomány korszerű genetikai szemlélete alapján, annak legújabb módszereivel dolgozta fel, s így kutatási eredményei lehetőséget nyújtanak a Marcal-medencében a különböző talajok termékenységének további növelésére, de a tudományos kutatás vonalán és az oktató-nevelő munkában is eredményesen felhasználhatók.

Dr. Szűcs László

A kiadásért felel az Akadémiai Kiadó igazgatója
Műszaki szerkesztő: Helle Mária
A kézirat nyomdába érkezett: 1972. IV. 19. Terjedelem: 17,50 (A/5) ív
72.73444 Akadémiai Nyomda, Budapest — Felelős vezető: Bernát György

Ára: 38,— Ft

TARTALOM

ÉRTEKEZÉSEK, HELYZETKÉPEK, ÖSSZEFOGLALÓ ISMERTETÉSEK

Balla Z.: Az orogenezis különböző típusairól 1
Barta Gy.: Hozzászólás „A földtudományok helye a ma és a holnap műveltségében" c. vitához 17
Buda Gy.: Magyarországi granitoid kőzetek genetikai és tektonikai csoportosítása, különös tekintettel a földpátok vizsgálatára 21
Hesp V.: Hasznosítható ásványtelepekre és feldolgozásukra vonatkozó vizsgálatok Ausztráliában 27
Joó I.: Kelet-Európa függőleges kéregmozgási térképe 35
Kisvarsányi G.: Az Apolló 12 holdexpedíció begyűjtött kőzeteinek előzetes vizsgálata 45
Kovács F.: A bányaüzem alapvető paraméterei és a vízbetörések közötti kapcsolatról 51
Ledersteger, K.: A Föld alakjának problémája 79
Pantó G.: Milyen volt az Atlanti-óceán ősе 89
Rácz D.: A folyadékbányászat és a határterületi tudományok kapcsolata, helyzete és perspektívái az anyagok fejlesztése terén 93
Szádeczky-Kardoss E.: A Föld kozmikusan különleges sajátságai és a geonómiai szemlélet alapvonásai 99
Szádeczky-Kardoss E.: A Mediterrán típusú szubdukció és a Kárpát-Pannon-Dinarid szerkezet modellje 113
Vadász E.: Földismereti szakszótárunk előtörténete 123

VITA AZ ÚJ GLOBÁLIS TEKTONIKA ÁLTALÁNOS ÉS REGIONÁLIS EREDMÉNYEIRŐL

Pécsi M.: Megnyitó, Szádeczky-Kardoss E.: A Kárpát-Dinarid terület az új globális tektonika szemszögéből c. akadémiai vitaindító előadásához 135
Bendefy L.: Hozzászólás, Szádeczky-Kardoss E.: A Kárpát-Dinarid terület az új globális tektonika szemszögéből c. akadémiai vitaindító előadáshoz 139
Dank V.: Hozzászólás, Szádeczky-Kardoss E.: A Kárpát-Dinarid terület az új globális tektonika szemszögéből c. akadémiai vitaindító előadáshoz 149
Géczy B.: Hozzászólás, Szádeczky-Kardoss E.: A Kárpát-Dinarid terület az új globális tektonika szemszögéből c. akadémiai vitaindító előadáshoz 153
Hédervári P.: A szeizmikus tevékenység mélység szerinti eloszlása a globális tektonika szemszögéből 155
Jaskó S.: Pliocénkori üledékképződés a Kárpát-Balkán szegélymélységekben 163
Pantó G.: Hozzászólás, Szádeczky-Kardoss E.: A Kárpát-Dinarid terület az új globális tektonika szemszögéből c. akadémiai vitaindító előadáshoz 171
Szalai T.: Hozzászólás, Szádeczky-Kardoss E.: A Kárpát-Dinarid terület az új globális tektonika szemszögéből c. akadémiai vitaindító előadáshoz 175
Székyné Fux V.: Hozzászólás, Szádeczky-Kardoss E.: A Kárpát-Dinarid terület az új globális tektonika szemszögéből c. akadémiai vitaindító előadáshoz 179
Wein Gy.: Hozzászólás, Szádeczky-Kardoss E.: A Kárpát-Dinarid terület az új globális tektonika szemszögéből c. akadémiai vitaindító előadáshoz 181
Szádeczky-Kardoss E.: Reflexiók az 1971. évi geonómiai vitákról 185

AKADÉMIAI DOKTORI – KANDIDÁTUSI ÉRTEKEZÉSEK FŐ EREDMÉNYEI

Bisztricsány E.: Sekélyfészkű földrengések felületi hullámainak kódájával kapcsolatos vizsgálatok 189
Kilczer Gy.: Az excentrikus földdipólus mágneses potenciálterének koherens multipólus sora 191
Kiss Z.: Robbantással keltett rövidperiódusú felületi hullámok vizsgálata 193

KÖNYVISMERTETÉSEK ÉS KONGRESSZUSI BESZÁMOLÓ

Árkai P.—Tomschey O.: Beszámoló a KBGA Magmás-Metamorf Bizottságának kievi üléséről 195
Pantó G.: *Bartha F.* et al.: A magyarországi pannonkori képződmények kutatásai 197
Géczy B.: *Noël, D.*: Coccolithes crétacés 198
Pantó G.: *Rodgers, John*: The tectonics of the Appalachians (Az Appalache tektonikája.).. 199
Szűcs L.: *Góczán L.*: A Marcal-medence talajföldrajza 199

Megjelent 1972. IX. 30. Index: 26.510

GEONÓMIA és BÁNYÁSZAT

A Magyar
Tudományos Akadémia
X. Föld– és Bányászati
Tudományok Osztályának
Közleményei

5. kötet 3–4. szám
1972

AKADÉMIAI KIADÓ · BUDAPEST ·

GEONÓMIA és BÁNYÁSZAT

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA

FÖLD- ÉS BÁNYÁSZATI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK

KÖZLEMÉNYEI

SZERKESZTI

SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR

SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

BARTA GYÖRGY, BÉLL BÉLA, FÜLÖP JÓZSEF, PANTÓ GÁBOR,
PÉCSI MÁRTON, TÁRCZY-HORNOCH ANTAL, ZAMBÓ JÁNOS

A Magyar Tudományos Akadémia Föld- és Bányászati Tudományok Osztályának Közleményei változó terjedelmű füzetekben jelennek meg. Négy füzet alkot egy kötetet. Évenként általában egy kötet jelenik meg.

A kéziratok a következő címre küldendők:

Magyar Tudományos Akadémia
Föld- és Bányászati Tudományok Osztályának Közleményei
Budapest V., Münnich Ferenc utca 7.

Ugyanerre a címre küldendő minden szerkesztőségi levelezés.

A közlésre el nem fogadott kéziratokat a szerkesztőség lehetőleg visszajuttatja a szerzőhöz, de felelősséget a beküldött kéziratok megőrzéséért vagy továbbításáért nem vállal.

A Közlemények előfizetési ára kötetenként 60 forint. Belföldi megrendelések az Akadémiai Kiadó (Budapest V., Alkotmány utca 21. Pénzforgalmi jelzőszámunk: 215—11488), külföldi megrendelések a „Kultúra" Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat, Budapest I., Fő utca 32. Pénzforgalmi jelzőszám: 218—10990 útján eszközölhetők.

A Magyar Tudományos Akadémia Föld- és Bányászati Tudományok Osztályának idegen nyelvű kiadványai az *Acta Geologica* és az újonnan megindult *Acta Geodaetica, Geophysica et Montanistica* c. folyóiratok. E lapok hivatottak a magyar föld- és bányászati tudományok eredményeinek legjavát, egyes kiváló külföldi tanulmányokkal együtt, a külföldnek tolmácsolni. A cikkek angol, német, francia vagy orosz nyelven jelennek meg (lehetőleg a szerző kívánsága szerint), a cikk nyelvétől eltérő nyelvű összefoglalóval. A cikkeket magyar vagy a szerző választotta idegen nyelven (és magyar nyelven) kell a szerkesztőségek címére (Budapest V., Münnich Ferenc u. 7.) beküldeni.

AZ MTA 1972. ÉVI KÖZGYŰLÉSÉNEK OSZTÁLYÜLÉSI ANYAGA
TUDOMÁNYPOLITIKAI RÉSZ

OSZTÁLYELNÖKI BESZÁMOLÓ 1972

SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR
AKADÉMIKUS

A korunkat jellemző, a világtörténelem során eddig ismeretlen sebességű fejlődés nemcsak kiindult a tudományokból és a műszaki tevékenységből, de kezdetben elsősorban a tudomány művelőire hat is vissza a legigénybevevőbben. Ezek közt is különösképp érvényesül az immár hatalmas méretekkel jellemzett változás a gigantikus anyag-, tér- és időméretekkel dolgozó földtudomá yokban, tehát Osztályunk komplex tudományterületén. Egyre-másra születnek az új országos és nemzetközi feladatok és programok, valamint a szimpóziumokban, konferenciákban, folyóiratokban is lecsapódó új törekvések.

Kutatóink, sőt szervezőink némelyike talán aggodalommal látja, hogy még meg sem valósult Osztályunk egyik terve, máris új tervek csatlakoznak hozzájuk. „Az ország természeti erőforrásainak kutatása és feltárása" c. feladatkörünk kiszélesedett, feladatköréhez az Anyag- és Energiaáramlási Ankétok sorozata, majd a tektonikai viták csoportja kapcsolódott, most pedig a nemzetközi Geodynamics Project nemzeti munkálatai indulnak meg. Ugyanakkor tovább folytatódnak a Kárpát—Balkán Asszociációban és a KAPG-ben hosszú évek óta végzett különböző munkálataink.

Aki azonban pontosabban figyelemmel kíséri e kollektív kutatási irányzatokat, terveket és a megoldásukra irányuló konkrét tendenciákat, az előtt aligha kétséges, hogy mindez egyetlen nagy cél felé tör és egymással elválaszthatatlan elvi kapcsolatban áll. Ez a nagy cél az ország tágabb értelemben vett erőforrásainak kutatása a legkorszerűbb geonómiai szemlélet alapján.

Célunk érdekében a kollektív országos és nemzetközi lehetőségek minél szélesebb körét felhasználjuk. Ugyanakkor a lokális szakmai jelentőségű kérdéseket nem osztályszinten vizsgáljuk, hanem az illetékes szűkebb körre korlátozzuk. Még olyan nagy nemzetközi akciót, amilyen az UMP* volt, sem tekintettünk központi osztályfeladatnak, mert az szakmáink egyik, ti. főleg geofizikai ágazatának keretein belül túlnyomóan megoldható volt.

E belső kapcsolatok megvilágítása érdekében tekintsük át különböző kutatási terveinket és azok sorsát Osztályunk létesülése óta. Aktualitást ad ennek, hogy ez az év a hazai általános tudományos kutatási mérlegelések, az

* Upper Mantle Project

akadémiai és egyetemi kutatóhelyek 3 éves beszámolóinak és 4 éves tervalkotásainak esztendeje.

Mindössze 7 éves Osztályunk létrehozásához lényegesen hozzájárult, hogy a megalakulást megelőző 1964. évben „Az ország természeti erőforrásainak kutatása és feltárása "c. téma az Akadémia akkori nyolc kiemelt feladatának egyikévé vált.

Világszerte jelentkezett már ez időben a tendencia a földtudományok szorosabb elvi integrációja felé. Addig a földtudományokon belül a kapcsolatok főleg két elkülönülő csoportban jelentkeztek, egyrészt a bányászati termelést biztosító földtani-geokémiai-geofizikai tudományokban, másrészt a Földünk kutatásának inkább a közvetlen társadalmi problémáival kapcsolatos meteorológiai és földrajzi ágazataiban. Most viszont a teljes földtudományi egység vált célkitűzéssé. Ez nyert kifejezést a geonómia kifejezés újraéledésében is, noha a földtudományok minden ágára kiterjedő összefoglaló konkrét valódi geonómiai kapcsolatok még alig voltak kimutathatók.

Osztályunk tehát országos szükségletnek és nemzetközi tendenciáknak megfelelően alakult meg 1965-ben és első fő munkakörét a kiemelt téma meg is határozta. E témában kezdetben 4 fő kutatási irányt különítettünk el: 1. a hazai nagyszerkezeti és a kapcsolatos mélységi kőzetátalakulási, 2. az üledékes fáciesvizsgálati, 3. az általános és speciális szénhidrogén-migrációs és 4. a gazdaságos kitermelés kutatási irányát. Később a négy témát a földrajzi területrendezési és a meteorológiai energiai vonatkozású témával egészítettük ki, miáltal Osztályunk egész tudományköre érdekeltté vált a kiemelt feladatban. Az elvégzett kutatások sok szép eredményéről főleg Osztályközleményeink 1967—1969. évi kötetei adtak összefoglalást.

Az ország természeti erőforrásainak kutatása és feltárása tárcaszintű feladatunk célkitűzéseinek nagy része szerepel a Kárpát—Balkáni Asszociáció és a KAPG, ill. a KGST kutatások hazai feladatkörébe is és így ezek a különböző feladatkörök az adminisztratív vonatkozásokon túl nem jelentenek lényeges külön terhelést.

Az alapkutatási kérdések szükségképpen mindinkább konkrét fejlesztési, ill. alkalmazott kutatássá válnak. Így az Akadémia 1970. évi átszervezésekor az addig elsősorban alapkutatási jellegű kiemelt témánk a laboratóriumi, ill. helyszíni részletes vizsgálatokkal kapcsolatos részt magába foglaló, tehát jelentős mértékben a két nagy, ún. ipari kutatóintézetünk, a MÁFI és az ELGI által végzett része a KFH tárcaszintű témája lett, alapvonásaiban a még osztálykeretben kidolgozott terv szerint.

A probléma alapkutatás jellegű elvi kérdéseinek megoldásához azonban mindinkább szükségessé vált a Föld és így a hazai kéreg fejlődését elsősorban létrehozó migrációs, ill. szelektív migrációs folyamatok regionális vizsgálata. Természeti erőforrásaink képződésének mintegy in statu nascendi állapotú megvilágítása érdekében az átszervezés előtt már 3 évvel, 1967-ben felvetettük

egy magyarországi geokémiai-geofizikai áramlási megfigyelési hálózat gondolatát. Minthogy nyilván rendkívül komplex módon egymásra ható áramlásokból felépített rendszer megvilágításáról van szó, az ilyen irányú kutatás megindítására különösen alkalmasnak ígérkezett — meglehetősen zárt kárpáti medencéken belüli helyzete alapján — hazánk földje, ahol a komplex áramlási rendszer legbonyolultabb, szilárd földfelszínközeli része többé-kevésbé tisztán, a távolabbi környezettől bizonyos mértékig elszigetelten tanulmányozható. 1968. évi Osztályközleményeink már tartalmazzák ezt az elgondolást és a kapcsolatos vitát.

Biztosnak láttuk, hogy amíg Földünk egy-egy mélységi övezetét elszigetelten egyedül a meteorológia vagy a hidrológia, földrajz, földtan, geokémia, geofizika szemüvegén keresztül világítjuk meg, csak limitált érvényű és viszonylag kis hatásfokú eredményekhez juthatunk. Ha azonban megtaláljuk a közös fő tényezőt vagy fő tényezőket, amelyek a földtudományok által tanulmányozott szférák eddig nem, vagy alig ismert kölcsönhatásait előidézik, nemcsak minden egyes földtudományi ágazat hatásfokát külön-külön növeljük, de ezek mellett új, nagy hatékonyságú ismeretterületet is feltárunk. Ezt a kölcsönhatást előidéző közös fő tényezőt az említett migrációs, áramlási jelenségekben láttuk megtalálhatónak, amit a továbbiakban az oknyomozó földtudomány, a geonómia keresett közös alapjelenségeként kezeltünk.

A földtudományok hatósugarának mind nagyobb mélységek és magasságok felé kiterjedése következtében ezek a közös geonómiai vizsgálatok azonban nomenklatúrailag is nehezen fértek el „Az ország természeti erőforrásai kutatása és feltárása" címet viselő kiemelt témában. Ezért „A Föld anyag- és energiaáramlásai" elnevezéssel speciális ankétsorozatot indítottunk az országos természeti erőforrás kutatása alátámasztására.

Ez ankétsorozattal célunk tehát már tudatosan a földtudományok közös oknyomozásának, a geonómiai kutatásnak megalapozása volt, elsősorban a viszonylag egységes magyarországi terület jellemvonásai példáján. 1969-ben tartott I. Ankétunkon kiindulásként a különböző földtudományi ágazatok számára különösen érthető fogalmazásban foglaltuk össze a sokféle földtudományi szak által az egyes földi szférákon megállapított legfontosabb áramlási jelenségeket. Ezek eredményeit az Osztályközlemények 1970. évi kötete tartalmazza. Már az I. Ankéton kiderült, hogy a földi áramlások legalábbis nagy részének egyik legfontosabb jellemzője azok ciklusos, ill. ritmusos jellege, ami időbeli analógiák alapján elősegíti, sőt többnyire egyáltalában lehetővé teszi a földi áramlások kozmikus kapcsolatainak korrelációs vizsgálatát is.

Ez még inkább alátámasztást nyert a múlt évi II. Ankéton. Ez az Ankét az általános áramlási kérdések új elemekkel — főleg a globális tektonika néhány alapkérdésével — való kiegészítése mellett a Föld felszínközeli hidrológiai áramlások különösen komplex rendszerének speciális megvilágítását szolgálta, természetesen most is elsősorban a magyarországi példák feldolgozása

alapján. Ez az anyag külön kötetként nyomás alatt áll és az októberben tartandó III. Ankét időpontjára megjelenik, további szerves beépítést és feldolgozást biztosítva.

Az ez év őszére tervezett III. Áramlási Ankétunk számára a Föld anyag- és energiaáramlásait közvetlenül meghatározó nyomás-, ill. potenciálkülönbségek vizsgálatát és a nagyon is heterogén vonatkozó nomenklatúra egyeztetését tűztük ki fő tárgyként.

A jövő évi IV. Áramlási Ankétunknak már nemzetközi jelleget kívánunk adni, annál inkább, mert közben a közös geonómiai problematika hatására a nemzetközi szervezet az International Geodynamics Project (IGP) alakjában megalakult. Ez az IGP az UMP felváltójaként működik majd körülbelül 1978-ig.

Ebben a nemzetközi munkában Osztályunk — az ország szélesebb körű föld- és bányászati kutatógárdájával, különösen a KFH-val együttműködve — teljes intenzitással kíván részt venni. Az IGP eszmeileg Áramlási Ankétjainkkal azonos célkitűzésű. Az IGP nemrég megválasztott magyar nemzeti bizottsága a hazai előzetes programot kidolgozta. E programban nem nehéz felismerni az ország természeti erőforrások kutatása és feltárása c. feladatunk, valamint az áramlási ankétsorozatunk problematikáját. Ezt azonban az IGP munkacsoportja felosztása szerint rendszereztük és az azóta megvalósíthatónak ígérkező új szempontokkal egészítettük ki.

Ez a program még előzetes jellegű, azt a nemzeti bizottságnak mindössze 3 tagjával együtt készítettük határidős megkötéssel. Az előzetes tervet a nemzeti bizottság minden tagjának, továbbá Osztályunk tudományos bizottságai vezetőinek és a nagyobb kutatóintézetek igazgatóinak megküldtük, hozzászólás, ill. bizottsági tárgyalás céljából. Azonban nincs akadálya annak, hogy mai vitánk e kérdésre is kiterjedjen.

IGP nemzeti tervezetünk és Áramlási Ankét-sorozatunk közt a párhuzam természetesen nem teljes. Áramlási Ankétsorozatunkon nagy szerepet játszik — ez idő szerint talán világviszonylatban egyedül — a külső mobilis öv (hidrosztféra + atmoszféra) és a szilárd Föld magjáig terjedő összefüggések kutatása, amihez a biológiai tényezőkkel való korrelációk is kapcsolódnak. Viszont az IGP programunkban ez idő szerint a nemzetközileg meghatározott beosztásnak megfelelően még inkább a szilárd földkutatás van túlsúlyban.

Kívánatosnak látjuk azonban, és előzetes nemzeti tervünk szerint lépéseket is tettünk annak érdekében, hogy az IGP is fokozottabb mértékben terjessze ki figyelmét a szilárd Föld és a külső mobilis övezetek közti kapcsolatokra.

Nagymértékben szükséges a paleobiológiai jelenségeknek a külső földi övezetek időbeli változásával való fokozottabb korrelálása is. Örömmel állapíthatjuk meg, hogy a holnap kezdődő nyilvános üléseinken két előadás is kapcsolatban áll az ilyen irányú célkitűzéssel.

Ezt a paleobiológiai irányt mielőbb ki kell egészítenünk a geonómiai hatásoknak az élő emberrel kapcsolatos jelenségeire, elsősorban tehát az „orvosmeteorológiai"-nak nevezett tárgykörre is. E téren is élnünk kell azzal a lehetőséggel, hogy szerződéses megbízásokat adjunk a vonatkozó hazai és nemzetközi kutatások rendszeres dokumentálására geonómiai aspektusból. (A megfelelő személyt illető javaslatokat örömmel vennénk.)

A földtudományoknak a geonómia kialakításához a végső lökést talán az ún. új globális tektonika, a lemeztektonika adta. Ezzel kiegészülve ért meg igazán a földtudományok összessége az összföldtudományi oknyomozásra, a valódi geonómiai kutatásra. Ennek az új helyzetnek értelmében Osztályközleményeinknek eddigi szokványos elnevezését a „Geonómia és Bányászat" új főcímmel egészítettük ki. Hazánkban az ilyen irányú aktív kutatások már a múlt 3 évben is viszonylag mélyrehatóak voltak. Ezzel többek közt Akadémiánk múlt évi közgyűlésén, majd egy külön vitaülésen — ekkor már előzetesen kiküldött anyag alapján — is foglalkoztunk. A vitaindító tanulmány a Geonómia és Bányászat I. füzetében, az azt követő élénk vita anyaga pedig a jelenleg nyomás alatt álló füzetében jelenik meg. Kívánatos, hogy az új szemlélet mielőbb megtermékenyítése a hazai általános földtudományi gondolkodást, ezért hasznos volna az akadémiai szervezéseken kívül a METESZ társulatokban is előadások, viták rendszeresítése e tárgykörben.

Az ilyen kivételes gyors és nagyhatású szellemi áramlat idején, amilyen most a földtudományokon végigsöpör, nagymértékben szükség van az előző tervek átértékelésére, fejlesztésére. Azok a szilárd földtudományi kutatási tervek, amelyek a lemeztektonika kialakulása előtt születtek, még alapjában sztatikus felfogást tükröznek. Az így „régivé" vált, de nem elavult feladatok fő részének kivitele, konkrét vizsgálata változatlan marad ugyan, de a szemlélet, mely a konkrét munkát eszmeileg akaratlanul is áthatja, majd mélyrehatóan változik: hasonlíthatatlanul nagyobb általános litoszféra mobilitással, a jelenlegi térképeinkről eltűnt nagy kiterjedésű horizontális felületekkel, a felszínen többé nem létező kőzettömegekkel, eredetileg messzefekvő más klímájú területeken képződött üledékekkel, egymástól eredetileg távol fekvő lepusztulási területek termékeinek közvetlen érintkezésbe kerülésével számol.

Az új forradalmi eredmények így friss életet lehelnek a „régi" tervekbe, azokat szellemükben megfiatalítják. Az állandó nagy célkitűzés szerinti különböző tervezeteink tehát e közös új szempontok szerint is kapcsolódnak. Tervezeteink megvalósítása nem akadályozza, hanem erősíti, fejleszti egymást.

A forradalmi fejlődés miatt még inkább állandóan ellenőriznünk kell, hogy tervezeteink összefüggő rendszeréből az idők folyamán mi hagyható el és mi jelenti a nagy célkitűzést mindenkor korszerűvé tevő új kutatási részfeladatot.

Látszólag sokféle feladatot kell tehát gyakorlatilag egymás mellett megoldanunk. De a felsorolt témacsoportokban elért eredményeket megfelelő szö-

vegű, ill. szerkesztési módosítással különböző programjainkban értelemszerűen felhasználjuk, hivatkozva a mindenkori részletes publikációkra.

Meglátnunk és megláttatnunk kell bármely témakörünben elért eredményeknek más témakörökben felhasználható, potenciálisan segítő jellegét. Ehhez az új geonómiai egység felismerése ad fokozott lehetőséget.

A komplex munkákban működő kutatóknak rendszeresen be kell kapcsolniok a fiatalabb kutató gárda mennél több tagját és ezzel is lehetővé tenni újabb részletek megoldását.

Két fontos körülményt kell ezzel kapcsolatban is hangsúlyozni. A geonómia kialakulásával a föld- és bányászati tudományok általában és így Osztályunk feladatköre hatalmasan megnövekedett. Tudományterületeinken eddigi feladataink mellett új társadalmi vonatkozású kapcsolatok is kialakulnak. (Ezeket részben a holnap kezdődő nyilvános ülésszakunk előadásaiban igyekszünk megrajzolni.) Fokozódó mértékben feladatunkká vált tehát, hogy a geonómiai tényezők igen jelentős, eddig nagyrészt észrevétlenül maradt társadalmi hatásainak kutatását — pl. a környezetvédelem, az orvosmeteorogia, a civilizatorikus filozófiai-ismeretelméleti hatások terén — tudományos szintre emeljük és tudománycsoportunk ilyen irányú társadalmi hasznosítását is mielőbb és mennél nagyobb mértékben biztosítsuk. Ezért közművelődésünkben is tudatosítani kell ezeket az új nagy eredményeket. Nem kerülhetjük ki most az új eszméknek újság- és társadalmi folyóirat-cikken, rádión és televízión keresztül történő széles körű terjesztését. Az ebben való részvételre Osztályunk, ill. Bizottságaink tagjait ismételten kérem.

Az új feladatokkal kapcsolatos a másik megjegyzésem is. Ezek elvégzéséhez nem elegendő a korábban is már szűkre szabott földtudományi kutatókeret. A szükséges létszámnövelésre az egyetemi oktatás vonalán már örvendetes előrehaladásról, ill. a mélypontról való kiemelkedésről tehetünk említést.

Az eddigiekkel kapcsolatban javaslatainkat Osztályunk belső és külső munkatársaihoz, a következőkben foglalom össze. 1. Nevezzék meg a különböző programjainkban véleményük szerint elhagyható, vagy ki nem vitelezhető témákat. 2. Egészítsék ki tervezésünket a nagy közös célunk érdekében hasznos új témákkal és kutatói személyi javaslatokkal. 3. Vonjanak be munkásságukba minél több fiatal kutatót. 4. Vegyenek részt a szorosabb szakmai működésen kívül a geonómiának a közművelődésben betöltendő feladatai terjesztésében, társadalmi hasznosításában.

Tudományos Bizottságaink kollektíváinak rendkívül fontos munkájával kapcsolatos néhány alapvető kérdést akadémiánk elnöke a nyilvános akadémiai közgyűlésen megvilágította. Osztályunk, ill. Bizottságaink múlt évben végzett munkájának összefoglaló ismertetésére TATÁR JÁNOS tudományos titkárt kérem fel. Saját bizottságaink egyes további kérdéseit pedig ülésünkön is maguk a bizottsági vezetők, ill. tagok körvonalazhatják legcélszerűbben.

JELENTÉS A FÖLD- ÉS BÁNYÁSZATI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK TEVÉKENYSÉGÉRŐL

TATÁR JÁNOS
A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA

Alapszabályaink értelmében a testületek feladata 5 pontban foglalható össze:

a) Részvétel a tudományos kutatások országos irányításában, tervezésében.
b) Iránymutató állásfoglalás elvi és módszertani kérdésekben.
c) A tudományos munka és a gyakorlati élet alkotó együttműködésének erősítése.
d) Kutatási eredmények gyakorlati hasznosításának előmozdítása.
e) Tudományágak előrehaladásának fejlesztése.

E feladatok megoldásához az elvi alapokat megtaláljuk a Párt Központi Bizottságának tudománypolitikai irányelveiben és a X. Kongresszus tudományt érintő határozataiban. Ezek értelmében:

— Erősíteni kell a tudomány kapcsolatát a termeléssel.
— Fel kell készülni az új társadalmi szükségletek kielégítésére.
— Alapkutatással biztosítani kell tudományágazatainkban a magasabb színvonalat, az élretörés lehetőségét.

Ma, midőn kormányzatunk jóváhagyta az új Országos Távlati Kutatási Tervet, az elvi szempontok konkretizálhatók:

Tudományterületeinken összpontosítani kell az erőt az ország nyersanyag- és energiabázisának kiszélesítésére, a természeti erőforrások felkutatására és feltárására irányuló munkával. Az országos célprogramok szerint részt kell vállalnunk: Az alumíniumprogramból, mely bauxit kincsünkre épül fel; a petrolkémiai programból, mely a kőolajra és földgázra, mint alapanyagra támaszkodik; az építőipar-fejlesztés programjából az építőipar igényein át, és a talajtermékenység növelésének programjából, a tervezési és adatszolgáltatási segítségnyújtással.

Testületi tevékenységünk értékelését elősegíti a Közgyűlés elnökségi és főtitkári beszámolója, mely megállapítja, hogy a tudományos osztályok többségének tevékenységében helyet kapott — ha nem is kielégítően — az egyes tudományágazatok helyzetének, ill. az egyes konkrét tudományos kér-

déseknek az elemzése, megvitatása és ajánlásoknak, ill. javaslatoknak kidolgozása az akadémiai kutatási bázison kívüli területekre is.

Az elnökségi beszámoló tudományos osztályokra bontott részletező elemzésbe nem bocsátkozhat, hanem csak érintheti a legfontosabbnak ítélt testületi tevékenységeket:

Az Országos Távlati Kutatási Terv munkájában való részvételt,

Az oktatás korszerűsítésére való törekvéseket,

Külső megkeresésekre adott állásfoglalásokat,

Középtávú kutatási beszámolók és tervek bírálatát.

Megállapítja, hogy az OTTKT kormány-jóváhagyása a tudomány hazai fejlesztését hosszú időre megszabja és megindítja a terv megvalósításának munkáját, mely a következő években áldozatos munkát kíván az Akadémia tudományos testületeitől is.

Jelentékeny tevékenységet vár társadalmunk az egyes tudományágazatok fejlődésének és helyzetének értékelése, valamint ajánlásokkal való befolyásolása tekintetében, továbbá tudományfejlesztési prognózisok és koncepciók kidolgozásában is. A konkrét feladatokat, ill. megbízásokat tudományos osztályaink és bizottságaink általában lelkiismeretesen teljesítik, kevés azonban az önálló kezdeményezés, a saját elhatározásból származó koncepciók, ill. ajánlások kidolgozása.

A X. Osztály testületi tevékenységének részletes értékelése jelen nyilvános osztályülés feladata. Jelentésem célja, hogy ezt az értékelő munkát adatszolgáltatással elősegítsem.

Az Osztály munkáját összefogó osztályülés 11 akadémikussal, 3 iparági vezetővel és 3 bizottsági elnök részvételével tanácskozik. Tudományos bizottságainkat így 2—2 fő képviseli az osztályülésen, kivéve a Bányászati Tudományos Bizottságot, mivel 4 bányászati szakember működik közre. A testületi munka alapját 8 tudományos bizottság 137 bizottsági taggal biztosítja. A tagok

14%-a dolgozik akadémiai kutató intézményben,

34%-a felsőoktatás területén, és

52%-a ipari ágazatokban, irányításban és kutatásban.

Akadémiai testületek személyi összetételének elemzésénél természetszerűen felmerül a tudományos minősítések kérdése. A tudományos minősítés a testületek szervezésénél nem jelentett előfeltételt. A tagok 12%-a nem rendelkezik tudományos minősítéssel. Sok jelentős feladat megoldásában kérte az Osztály minősítéssel nem rendelkezők közreműködését és azt minden esetben elismerésre méltóan meg is kapta. Az elmúlt évek közgyűlési elnökségi beszámolóiban lapozgatva azonban meglepő statisztikai adatokhoz jutunk. Tudományterületeink kandidátusi létszámában 6 év alatt semmiféle fejlődés nem volt, míg a többi tudományos osztály kandidátusainak létszáma átlagosan 40%-kal emelkedett. A doktori minősítések létszámfejlődése valamivel kedvezőbb. Tudományterületeinken a létszámnövekedés 11%, míg más osz-

tályok átlagában 42%. Ismét idéznem kell az elnökségi beszámolóból: a tudományos káderutánpótlás és az azt elősegítő tudományos minősítés nagy társadalmi jelentőségére való tekintettel, az elnökség fontosnak tartja a minősítési eljárás folyamatos javítását és fejlesztését. Ennek érdekében a tudományos osztályoknak fokozottabban kell bekapcsolódniuk e munkába. Külön kiemeli az elnöki beszámoló azokat az osztályokat, melyek elősegítették a tézisek, ill. az alkotások alapján történő doktori védések lehetőségét.

A testületi munka a tudományos minősítéssel rendelkezők és a nem minősített szakemberek társadalmi munkája mellett 1971-ben már díjazott szakértői munkára is támaszkodott. Az új anyagi ösztönzésen alapuló testületi előkészítő tevékenység különösen fellendült ez év első negyedében, midőn a 3 éves kutatási tervbeszámolók és 4 éves tervek bírálatában 56 opponenst vontunk be 130 ezer Ft szakértői díj biztosításával.

A beszámolók és tervek bírálatában 4 akadémiai kutatóintézet és 40, részben Akadémia, részben Művelődésügyi Minisztérium által támogatott egyetemi kutatóhely 124 témáját, illetve témacsaládját elemezték bizottságaink. A részletes elemzéseket az illetékesek rendelkezésére bocsátottuk és itt csupán az osztály átfogó állásfoglalását ismertetem:

1. Az Osztályhoz tartozó kutatóhelyek a beszámolási időszakban túlnyomóan *eredményes munkával* a hazai földtudományi és bányászati kérdések ismeretét lényegesen előrevitték.

2. *Gyengébb hatásfok* főleg azokon a kutatóhelyeken volt észlelhető, amelyek témákat halmoztak, ill. főleg „egyszemélyes" témákat irányoztak elő.

3. *Az ipari szerződések* túlnyomóan termékenyítőek voltak: a témákat gyakorlati irányba terelték és lehetővé tették a káder- és felszerelés-fejlesztést. Kívánatos, hogy a kutatóhelyek személyi és felszerelési problémáik megoldásában fokozottan támaszkodjanak az ipari szerződések biztosította anyagi lehetőségekre. Egyes esetekben azonban nem hoztak érdemleges tudományos eredményt, pedig a nem titkos szerződéses vizsgálatok eredményei is beletartoznak a beszámolóba. A látszólag eredménytelen szerződéses vizsgálat gyakran arra vezethető vissza, hogy a megbízó leszűkített feladatot tűzött ki, melynek távolabbi összefüggéseit csak maga látja. Ilyen esetekben Osztályunk erkölcsi támogatást biztosít a kutató számára ahhoz, hogy kutatási eredményét általános formában — a konkrét előfordulási viszonyok felsorolásának teljes mellőzésével — publikálja. Ezekre tekintettel is a szerződéseket lehetőleg hosszútávú keretbe és feltétlenül a kutatóhely profiljának megfelelően kell rögzíteni.

4. Egyes kutatóhelyeken a korszerű földtudományi kutatás komplex jellegének tekintetbevétele még nem elégséges. Az Osztály határozatai tehát gyakran a kooperációs lehetőségekre hívják fel a figyelmet. Ugyancsak ennek érdekében az Osztály kívánatosnak tartja, hogy a tudományos bizottságok

helyezzenek súlyt a rokon témákban a különböző kutatóhelyek együttes beszámolóira.

5. Az adatgyűjtéssel összefüggő kutatási munka megkönnyítése érdekében az Osztály javasolja, hogy a kutatóhelyek fokozott mértékben vegyék igénybe a számítógépes adatfeldolgozás lehetőségét.

6. A nagy *geonómiai* forradalom szelleme még viszonylag kevéssé érvényesült a kutatóhelyek eddigi munkájában, sőt terveiben. Az Osztály tagjai utaljanak írásaikban, a központi rendezvényeken, ill. közvetlen megbeszéléseken az ilyen irányú konkrét kutatási feladatokra.

7. A kutatóhelyek beszámolóiban néha hiányzik az eredmények tömör és geonómiailag *közérthető megfogalmazása*, sőt egyes esetekben a publikációk címeinek a felsorolása is. (Ilyen esetekben kívánatos — A Geokémiai Tudományos Bizottság példáját követve — megfelelő kiegészítést kérni a kutatóhelyektől és azokat a következő hónapokra tervezett témavezetői részletes beszámolók értékelésébe beépíteni.)

8. A kutatóhelyek beszámolói nem adnak *arányos képet* az eredményekről: a kisebb kutatóhelyek és kisebb jelentőségű témák eredményei túlsúlyt kaptak a nagyobb kutatóhelyekkel, ill. nagyobb kutatási eredményekkel szemben. Másrészt elvileg megkülönböztetendő a rendszerint többszemélyes kísérleti, vagy beható önálló elméleti munkán alapuló kutatás, az oktatási és tudományos munkát előkészítő, többnyire egyszemélyes adaptációs, ill. dokumentációs jellegű vizsgálódástól. E nehézségek a beszámolói utasításoknak a kutatóhely, ill. a téma típusa szerinti differenciálásával, valamint a kérdőpontok átfedéseinek és formálisabb elemeinek kiküszöbölésével csökkenthetők.

9. Kívánatos, hogy az Osztály a tudományos bizottságaival együttműködésben a 3 éves kutatási fő eredményekről *tömör összefoglalót* adjon az Osztályközleményekben.

10. Az Osztály javasolja a kutatóhelyek felettes hatóságainak, hogy a kutatások *gyakorlati eredményeiről* a népgazdaság megfelelő ágazatait *tájékoztassák.*

11. A tervkészítést a meglevő *lehetőségekre* és nem a bejelentett igényekre *kell alapozni.* A földtudományok regionális jellege következtében különösen nagy súlyt kell helyezni a rokon témák kutatásában a belföldi kooperációra. Ennek érdekében is a tématervek megnevezésében az általánosságok mellőzésével *konkrét fogalmazás* szükséges. A tervkészítésnél kívánatos a szabad kapacitás biztosítása, pl. váratlan megbízásos munkák számára.

12. A bizottsági és opponensi munka *kritikai* szellemében határozott *előrehaladás* észlelhető. Ezért az Osztály bizottságai, ill. opponensei nagy részének elismerését fejezi ki.

Grasselly Gyula professzornak körültekintő, alapos szervező munkájáért jegyzőkönyvi köszönetet mond.

13. Az értékelés munkáját a szűk határidők rendkívül megnehezítették. (Javasolja az Osztály ennek jövőbeli elkerülését.)

14. A káderigények rangsorolására az Osztály csak abban az esetben tesz javaslatot, ha azt valamilyen adminisztratív szerv kifejezetten igényli.

*

Az Osztály átfogó tevékenységének keretében kell megemlékeznünk a f. évre biztosított kongresszusi és nem akadémiai státusban dolgozó tudományos minősítettek tanulmányúti kiutazásának biztosításáról is. Elnökségünk megkeresésére a főhatóságoktól 49 kiutazási igény érkezett Osztályunkra. Tőkés országokba irányuló utazási terv realizálását 5 esetben deviza-, ill. forinttámogatás útján biztosítottuk, 11 esetben pedig támogató levéllel devizavásárlás formájában tettük realizálhatóvá. Szocialista viszonylatban 15 fő kért, és kapott kiutazást. A beérkezett igények közül 8 tengerentúli utazási igényt nem realizálhattunk, 10 igény továbbításánál a főhatóságok nem vették figyelembe, hogy a lehetőségek, kedvezmények tudományos minősítéshez vannak kötve. Az igények 63%-os teljesítése első próbaként kielégítő. Jó előkészítés és reális tervezés esetén ma már nincs akadálya, hogy minden tudományos minősítettünk külföldi kongresszusi részvételét biztosítsuk és indokolt tanulmányútjait elősegítsük.

Az Osztályülés fontos feladatának tekintette, hogy a nem akadémiai kutatószervek főhatóságaival kooperációs tárgyalásokat kezdeményezzen. Megbeszélések folytak a *Központi Földtani Hivatallal*, melynek eredményeként a Hivatal magára vállalta (a korábbi akadémiai fő feladatot) tárcaszintű kiemelés formájában „Az ország természeti erőforrásainak kutatása és feltárása" c. témát.

Tárgyalások folytak az *Országos Műszaki Fejlesztési Bizottsággal* egyrészt a műszerkutatás és -gyártás komplex problémáiról, másrészt a meteorológiai tudományok kérdéseiről, minthogy az OMFB tölti be az Országos Meteorológiai Szolgálat főhatósági feladatkörét.

A *Nehézipari Minisztérium*mal, illetve a Műszaki Fejlesztési Főosztályával folytak tárgyalások a nagy mélységben előforduló ásványi nyersanyagok kutatásának és feltárásának új technikai eljárásáról, melyek megkövetelik a tudományos kutatások irányításának és az ipari tevékenység kutatásra fordítható gazdasági és technikai bázisának teljes összhangját.

Osztályülésünk napirendjén folyamatosan szerepelt egy-egy tudományos *bizottság beszámolója*. A nyilvános értékelés minden esetben pozitív hatással volt a testületi munka alakulására. A közgyűlés előkészítéseként egységes felmérést kapott az Osztály a tudományos bizottságoktól. A terjedelmes anyagból szintetizáló törekvés nélkül, rövid kivonatot közöl az Elnökségi beszámoló melléklete. Kéri az Osztály a tudományos bizottságokat, hogy az anyag ta-

nulmányozásával gyűjtsenek tapasztalatokat és észrevételeiket közöljék. Kérjük, hogy a javaslatok különösen fordítsanak figyelmet az Akadémia elnökének expozéjában jelzett *új típusú bizottsági rendszer* kialakítására.

A bizottságok körében különleges szerepet tölt be az Osztály és a Művelődésügyi Minisztérium Egyetemi és Főiskolai Főosztályának közös *Földtudományi Koordináló Bizottsága*. A bizottság egyik legfontosabb feladatát képezte a „földtudományok helye a ma és a holnap műveltségében" c. vitaindító referátum összeállítása. A referátum foglalkozott a földtudományok tudományos és gyakorlati kérdéseivel és kereste az utat az elmaradás felszámolására. A témafelvetés gondolatébresztően hatott majdnem minden tudományos bizottságunkra és többször foglalkozott a kérdéssel az Osztály ad hoc ülése.

A *Nemzetközi Geodéziai és Geofizikai Unió Magyar Nemzeti Bizottsága* a moszkvai közgyűlés előkészítésére helyezte a hangsúlyt. A közgyűlésen kapcsolódott be tudományterületünk a nemzetközi szervezésű Geodynamics Project munkálataiba.

A *Nemzetközi Földrajzi Unió Magyar Nemzeti Bizottsága* az Európai Regionális Konferencia lebonyolítására összpontosította erejét. A tanácskozás 34 országból 737 regisztrált és jelenlevő taggal folytatta munkáját. A 300 előadás $^1/_3$ része magyar szerzőktől származott.

A *Nemzetközi Geológiai Unió* tevékenységében mindazok a törekvések tükröződtek, melyekről részletesen beszámolt Osztályelnökünk.

A *Magyar Földrajzi Társaság* — mely 100 esztendeje tölti be kulturális hivatását — az elmúlt évben rendezvénysorozattal, tanulmányi kirándulásokkal és kiállításokkal tette emlékezetessé a centenáriumi évet. Az ünnepségsorozat mellett végezte rendszeres munkáját 6 budapesti és 4 vidéki szakosztály 40 ülés keretében.

Az Osztály folyóiratai az elmúlt év folyamán tervszerűen megjelentek. Az *Osztályközlemények* új profiljának megfelelően a GEONÓMIA és BÁNYÁSZAT címet vette fel. Olyan értekezések közlését tűzte ki célul, amelyek előmozdítják az egységes földtudomány művelését. Az Osztály *könyvkiadási* kerete 150 ív, melynek 50%-át földrajzi kiadvány, 25%-át egy őslénytani mű vette igénybe. Az ívkeret 25%-nyi megjelenése szerkesztés technikai okok miatt késik. Meg kell állapítani, hogy a leadott és régebbről kiadásra váró kéziratok ívszáma meghaladja az Osztály keretét. Az elmaradások felszámolása és az elévülés veszélyének elkerülése érdekében az Osztály igényének megfelelő ívkeret biztosítása kívánatos.

Jelentésem befejezéséül legyen szabad felhívnom a figyelmet az elnökség által közzétett, a tudományos testületek *soron levő fő feladataira:*

Az elnökség fontosnak tartja, hogy az osztályok és bizottságok munkájában nagyobb helyet kapjon a *tudományágazatok fejlődésének és helyzetének elemzése*. Ennek a feladatnak elvégzésére osztályunk ütemtervet készített és a munkát ez év végéig le kell zárnunk. Bizottságaink folytassák a most lezárult

hároméves kutatási tervidőszak eredményeinek értékelését, a munkát ki kell terjeszteni a nem akadémiai kutatóhelyeken elért eredményekre is és a jövő évi közgyűlésig beszámoló előterjesztést kell biztosítani.

Fordítsanak gondot a tudományos bizottságok és az osztályok az országos és tárca szintű fő irányok és programok tudományterületeinket érintő kutatások *koordinálására*.

Éljenek azzal a lehetőséggel, hogy a *jelentősebb eredmények jutalmazására* nagyobb pénzügyi alap áll rendelkezésre. A jutalmazás feltételei a pályázatokon olvashatók.

Meg kell találni a megfelelő módszert, hogy a bizottságok *folyamatosan figyelemmel kísérjék*, kritikájukkal támogassák a tudományágazatokban folyó nagyobb horderejű kutatásokat. Ezzel elő kell készíteni a kutatások eredményeiről 1973-ban a kormány részére adandó országos tájékoztatást.

Elő kell készíteni a tanszéki kutatások *kapcsolatkiépítését* a kutatóintézetekkel.

Bátran kell kezdeményezni a *tudománypolitikai* ajánlásokat és igényelni minden szervtől a szükséges *információkat*.

Az Osztály kéri a tudományos bizottságokat, hogy az elkövetkező időszak munkaterveinek kialakításánál az elnökség ajánlásait messzemenően vegyék figyelembe.

HOZZÁSZÓLÁSOK AZ OSZTÁLYBESZÁMOLÓHOZ

PÉCSI MÁRTON

AKAD. LEV. TAG

Az 1972. évi osztályelnöki beszámoló feletti vita kezdeményezésére kért fel Elnökünk. Ezért, továbbá az Osztály középtávú munkatervének kiegészítésére vonatkozó javaslatok s végül az Osztály munkájával kapcsolatos néhány ajánlás megtétele érdekében szólok hozzá. Teszem ezt abból a célból is, hogy a Föld- és Bányászati Tudományok Osztályának tudományágai részéről, a természet és társadalom viszonyának kutatása, törvényszerűségeinek vizsgálata is fokozottabban előtérbe kerüljön.

Ismeretes, hogy a földtudományok (geológia, geográfia, a földmérés, bányászat stb.) gyökerei évezredes múltra nyúlnak vissza. Fejlődésük serkentője mindig a gyakorlat volt. Először a tájékozódás, távolságmérés, telephelykeresés, az ásványi kincsek gyűjtése, majd a városépítés, bányászat stb. követelte meg az információ-gyűjtést. Ezekből összegezte minden egyes társadalom a maga korában és a maga szükségleteinek megfelelően az általános törvényszerűségeket, alkotta meg sajátos világképét stb. A különböző korok szemüvegén keresztül nézve a földtudományok a természet és a társadalom közötti összefüggéseket is feltárták a Föld és a világ keletkezésének biblikus képeitől kiindulva egészen a mai történelmi és dialektikus materialista képig. Úgy vélem tehát, a földtudományoknak a természeti és társadalmi oldalát a mi középtávú kutatási terveinkben, ma is egyensúlyban kell tartani, mert egyik a másikat serkenti és előbbre viszi.

Voltak időszakok, amelyekben a földrajz nem tudta a vele szemben támasztott társadalmi igényt kielégíteni, vagy éppen nem állítottak vele szemben olyan jelentős társadalmi igényt, mint például a nagy földrajzi felfedezések, vagy a kapitalizmus kifejlődése és térhódítása idején. Akkor új földrészeket kellett felfedezni, ill. új területek természeti viszonyait kellett feltárni. Ma gyökeresen más a helyzet, az ember által birtokba vett és átalakított földrajzi környezetet, a Föld egészének törvényszerűségeit kell behatóbban megismerni, a globális méretű és mikrorégiókat egyaránt, a földrajzi tájak védelme, erőforrásainak és adottságainak optimális gazdasági hasznosítása érdekében. A természeti környezet és adottságai geológiai évmilliók során alakultak ki, de ebbe a hosszú természettörténeti fejlődésbe egyszer csak belépett az ember, és relatíve rövid idő alatt technikai eszközeivel, egyre bonyolultabb kapcsolatba került azzal. A természeti erőforrások és adottságok értéke min-

den korban attól függött, hogy az adott társadalomnak mi volt a célja, milyen feltételek mellett és milyen szinten tudta azokat kiaknázni. Egyes bányakincsek, vagy természeti adottságok csak most lépnek a társadalom fejlődésének szolgálatába, vagy a jövőben válnak azokká, korábban rejtve maradtak. A szén pl. hosszú időn keresztül nem volt rugója a társadalom fejlődésének; egy időre pedig magához vonzotta az iparvidékeket, vele a társadalom és technika további fejlődését. De erre csak a társadalmi termelés bizonyos szintjén kerülhetett sor. Földünk természeti erőforrásait, a geofolyamatok törvényszerűségeit tehát ember-centrikusan is kell kutatni, elemezni.

Ezzel arra kívántam felhívni a figyelmet, hogy a földtudományoknak általában és nem csak a földrajznak, kutatási feladatai bőven akadnak mind a természeti környezet, mind pedig a társadalmi szféra köréből.

Javasolom, hogy az Osztály középtávú munkatervébe iktasson be valamely hazai bánya- és iparvidék (pl. Ózd környéke) komplex földtudományi elemzését és értékelését. A földrajzi környezet jövőbeli optimális fejlődését ugyanis nem mindenütt az határozza meg, hogy milyenek az adott helyen a természeti erőforrások és potenciálok, hanem hogy milyenek a természeti és társadalmi potenciálok együttesen. Ezért ajánlom ennek a metodikai témának kidolgozását, amelyben geofizikus, geológus, bányász, geomorfológus, agrárföldrajzos, ipar- és agrár-geográfus, urbanista, mind részt tudna venni.

Második javaslatom az előbbiekből adódik. Rendeztünk már két nagyon fontos, igen eredményes anyag- és energiaáramlási ankétot. Ilyen ankétokon helyet kellene biztosítani a természet és a társadalom közötti egymásra hatásból, ill. a termelésből eredő munkaerő-népesség és a termelési anyagok áramlását feltáró folyamatok megvitatásának is. Ezeknek az áramlásoknak törvényszerűségei is figyelemre méltóak.

Továbbiakban felvetem az osztályelnöki beszámolóban szereplő „geonómia" kifejezés fogalmi-tartalmi kérdését. A korábbi megfogalmazásokból[1,2] a geonómia tematikusan már lehatárolt tudományterületet foglal magában. A geonómia Szádeczky-Kardoss E. beszámolója nyomán inkább tudományszemléletnek, új szinoptikus irányzatnak, mint tematikusan lehatárolt tudománykörnek értelmezhető. Irodalmunkban tehát szinonim fogalmak is és azonos alakú megnevezések is különböző értelemben szerepelnek. A konkrét definíció hiányában félreértések támadnak. Ha a geonómiát a földtudományokon belüli — határszférák közötti — legáltalánosabb törvényszerűségek megállapítására, feltárására szolgáló tannak tekintjük — ilyennek érzem Szádeczky-

[1] Belusov szerint: „Geonomie": Die Wissenschaft der tieferen Erdzonen (Kruste bis oberen Mantel) die nur mittels komplexer geologischer, petrologischer, geochemischer und besonders ge ophysikalischer Methoden erforderlich egsakt untersucht werden kann und deren Anwendung Voraussetzung für die Erkenntnis vieler Vorgänge in der Erdkruste ist. (Die Entwicklungsgeschichte der Erde. Brockhaus Verl. 1970.)

[2] Geonomie, die Lehre vom Bau der Erde, umfaßt Geophysik und höhere Geodesie. Der Große Brockhaus. Vierter Band. Fba-Goz. Brockhaus Wiesbaden. 1954, p. 504.

KARDOSS E. osztályelnökünk sorok közötti kifejtését —, akkor az eddigi több, de eltérő tartalmú megfogalmazás mellett újabb, szinonim terminuszt kapunk.

Végül a társadalmi gyakorlati igénynek megfelelően a földtudományoknak a közművelődésben való fokozottabb érvényesítése érdekében elnökünk és titkárunk által javasolt lépéseket magam is messzemenően támogatom. Ajánlom, hogy az Osztály javasolja a Művelődésügyi Minisztériumnak, hogy az egyetemi főosztály mellett működő Földrajzi Szakbizottság munkájába geológus és meteorológus képviselők is vegyenek részt, mivel az új tantervi anyag reformja így eredményesebben alakítható ki. Az Osztály szintén kísérje figyelemmel, sőt segítse elő koncepcionálisan is a földtudományoknak a közművelődésben való kiszélesedését a szakfolyóiratok és a tömegkommunikációs eszközök felhasználásával is.

Az osztályelnöki beszámolót a javasolt kiegészítésekkel elfogadom.

FÜLÖP JÓZSEF
AKAD. LEV. TAG

hozzászólásában tömören megemlítette az általa vezetett intézmény egész országot átfogó munkájának fő irányait és célkitűzéseit.

BARTA GYÖRGY
AKAD. LEV. TAG

Elsősorban a minősítések kérdéséhez kívánok gyakorlati oldalról hozzászólni. Tudományunk területén a minősítettek számának fejlődése nem kielégítő; sajnos, az anyagi serkentés úgy látszik, nem eléggé hatásos. Ez egymagában még nem olyan nagy baj, hiszen a törekvést tudományos eredményekre anyagiakban úgyis nehéz lemérni és honorálni. Nagyobb baj az, hogy a gyakorlati munkahelyeken nincs meg a tudományos fokozatok szükséges tekintélye. Az Akadémia intézeteiben és az egyetemeken ebből a szempontból kedvező a helyzet, mert tudományos fokozat a megfelelő hivatali előmenetelhez feltétlenül szükséges. Ezért az ifjúság törekvése tudományos fokozatok megszerzésére itt kielégítő.

Ezzel szemben a gyakorlati intézményekben az alacsonyabb szintű vezetőség részéről határozott ellenállás mutatkozik a tudományos minősítésre törekvőkkel szemben. Nyilvánvaló, hogy ennek objektív okai is vannak. Az ipari tevékenység megkívánja a fegyelmezett, sablonizált munkát, amely gyakran szemben áll a tudományos kutatás újra törő jellegével. Nehézséget okoz továbbá az úttörő jellegű tudományos kutatásra fordított munkaidő termelékenységének a megállapítása és elszámolása.

Mit tehetünk ennek az ellentmondásnak a feloldására? Nyilván méltányolnunk kell tudományos minősítések elismerésével is az újra törő ipari jellegű munka tudományos vonatkozásait. Törekednünk kell továbbá arra, hogy ez a munka közvetlenül gazdasági hasznot is hajtson. De fel kell kérnünk az ipari intézmények vezetőit is arra, hogy a tudományos fokozattal rendelkező vagy arra törekvő munkaerőiket támogassák és a hivatali rangsorolásban megfelelő és méltányos előnyben részesítsék.

A másik kérdés, amivel foglalkozni kívánok, a földtudományok szerepe közoktatásunkban. A geofizika területén érezzük — és ez a felismerés a tiszta fizikusok körében is mind általánosabbá válik —, hogy a fizika és a földtudományok közelítése mindkét tudományterület hasznára válik. A fizika területén a jelenkori szemléletre erősen rányomja a bélyegét egy bizonyos laboratóriumi szemlélet. A vizsgált jelenségrendszer valóban akkor ismerhető meg a legalaposabban, ha azt laboratóriumban tervszerűen változtatott feltételek mellett akárhányszor megismételhetjük és így a különféle feltételek hatásait különválaszthatjuk.

A földtudományok nagy idő-, tér- és anyagméretei azonban lehetetlenné teszik a jelenségek megismétlését laboratóriumban. A földtudományokban a folyamatok és jelenségek sajátságait mérjük és ezeket a jelenségeket egyéb természettudományi ismereteink alapján magyarázzuk.

A nagy tér-, idő- és anyagméretek miatt azonban a jelenségeknek bizonyos speciális sajátságai kerülnek előtérbe. A folyás jelensége például egészen más jellegű a fizikában, mint a földtudományokban. A számunkra szilárdnak tűnő földtest például a maga egészében cseppfolyósnak tekinthető.

A nem laboratóriumi fizikának pozitív hatása a laboratóriumi fizikára jól érzékelhető a magnetohidrodinamika kialakulása esetében. Ez a tudományág csillagászati és földtudományi megfigyelésekből indul ki és ezeknek a jelenségeknek a magyarázatából gyorsan alapvető tudományággá fejlődött. A laboratóriumi fizika hatása a földtudományokra annyira nyilvánvaló, hogy ennek bizonyítására nem is érdemes példákat felhozni.

Sajnos, a földtudományok szemléletalakító hatását oktatásunkban nem használjuk ki eléggé. Erre vonatkozólag szomorú tapasztalatokat szereztem akkor, amikor nemrég a televízió „Ki miben tudós" adásának zsürijében működtem. A verseny folyamán két geofizikai jellegű, a zsüri által általában könnyűnek tartott kérdés merült fel: mi a a földmágneses deklináció és hogy milyen mennyiségeket mér az Eötvös-inga. Érdekes módon a könnyűnek tartott kérdésekre a versenyzők nem tudtak válaszolni, pedig egyébként kiváló tudásról tettek tanúságot sokkal bonyolultabb atomfizikai kérdésekben. Nyilvánvaló, hogy földtudományi oktatásunkban súlyos hibák vannak.

A földtudományok az emberiség egyetlen lehetséges lakhelyének objektív megismerését tűzik ki célul és kutatásuk tárgyának fontossága és módszereik fejlettsége miatt bármely természettudománnyal egyenlő rangot igé-

nyelnek. Oktatási és szemléletfejlesztési fontosságukra jellemző, hogy a kultúrtörténelemben ennek a tudományrendszernek szemléletátalakító hatása egyedülálló volt; gondoljunk KOPERNIKUSZ, KEPLER, GALILEI, NEWTON és GAUSS működésére.

Az egységes földtudományi szemlélet — geonómia — nemcsak általános szemléletalakító hatásával lényeges, hanem nyersanyagkutató rendszerünk alapjait érintő fontos új felismerésekhez is vezet. Az utóbbi hónapokban — Tanszékem egy munkatársa — HORVÁTH FERENC részt vett a Newcastle upon Tyne egyetem által rendezett lemeztektonikai konferencián. Itt közhelyként emlegették, hogy geológiai korokkal ezelőtt mintegy 200 millió éve Európának az Alpok és Kárpátok alatti területe Afrikához tartozott. Ez közvetlenül kapcsolódik SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR megállapításához, hogy hazánk területe lemeztektonikai szempontból szubdukciós övezetet képez és ezt a tényt nyersanyagkutatási koncepciónk kialakításakor figyelembe kell venni. Az egész Földre kialakított általános lemeztektonikai eredmények egyes területekre lebontva tehát közvetlen gazdasági következményekkel járhatnak. A lemeztektonika (a laboratóriumi fizika bizonyos elveit a földtestre helyesen alkalmazva) jutott el ezekhez az eredményekhez.

BÉLL professzor szerint a földtudományokra adatgyűjtő jellegük jellemző. Ez igaz, de kiegészíteném azzal, hogy a gyűjtött anyagmennyiség tömege és minősége az utóbbi időben annyira megnőtt, hogy elérkezett az ideje általános földtudományi koncepciók kialakításának. A földtudományok új szemlélete általános természettudományos szemléletünkre is befolyást gyakorolhat. Gravitációs terünk jelenlegi mikrogal pontosságú mérésével pl. belátható időn belül remélhetjük a gravitációs konstans állandó vagy változó voltának kimutatását.

A laboratóriumi fizikában ez az alapvető konstans természetesen állandó; geológiai korok távlatában azonban kételyek merülhetnek fel és így a dinamikus földtudományi szemlélet betör a laboratóriumi fizika területére és az egyik legalapvetőbb állandó jellegével kapcsolatban alapos kételyeket támaszt. Természetes, hogy ha a gravitációs konstans geológiai korok során változhat, akkor ezt a lehetőséget nem zárhatjuk ki a többi fizikai alapállandóval kapcsolatban sem. Láthatjuk tehát, hogy a földtudományok és a fizika szoros egységet képeznek és egymásra hatásukból kölcsönös előnyök származnak.

BÉLL BÉLA
AKAD. LEV. TAG

Az osztályelnöki beszámoló az MTA 1972. évi közgyűlésének általános szempontjaival összhangban hangsúlyozta a földtudományok egységét biztosító geonómiai szemlélet fontosságát, valamint a földtudományok társadalmi jelentőségét.

A helyes geonómiai szemlélet — véleményem szerint — nem csak összekapcsolja és egyégbe foglalja a földtudományokat, hanem elősegíti egy-egy szűkebb tudományterületen elért részeredménynek a globális földi folyamatokba való beillesztését, az összefüggésekből következő kölcsönhatások számbavételét. A geonómiai szemlélet kialakításához nyilván azon földi hatók, hatások, törvényszerűségek és kutatási módszerek áttekintésén át vezet az út, amelyek valamennyi földtudományban azonosak vagy csak megnyilvánulásaik méreteiben, alkalmazási módjaikban különböznek. Így valamennyi földtudományban az ismeretszerzés lényegében azonos, nélkülözhetetlen módszere a földi jelenségek egymásutánjának megfigyelése a fizika, kémia inkább kísérletező módszereivel szemben. A megfigyelt jelenségeknek — akár a légkörben, akár a szilárd Földben vagy a hidroszférában mennek végbe — közös jellemzője az anyagnak és az energiának valaminő áramlása s az áramlást befolyásoló erőterek azonossága. Ezek az erőterek: a Föld gravitációs erőtere, az ezzel kapcsolatos nyomástér, a mozgás relatív szemléletekor figyelembe veendő CORIOLIS-erőtér, a súrlódási erő, a Föld elektromágneses terében az ionizált közegre ható elektromos és mágneses erőtér.

Az erőterek folytonosságában az egyes földi szférák határának átlépésekor ugrásszerű változások léphetnek fel (ilyen pl. a nyomástér ugrásszerű változása a légkör és a tenger határfelületén), de a felsorolt erőterek minden szférában hatnak és jellegzetesen nyilvánulnak meg az anyag mozgásában, áramlásában. Például a tengerszinti légnyomás globális méretű változásai, a ciklonok és anticiklonok nagy nyomáskülönbsége nemcsak a légtömegeket hozzák mozgásba, hanem a szilárd Föld rugalmas kéregmozgásaihoz is hozzájárulnak, mégpedig a geodéziai méréseknél figyelembe veendő mértékben. A légkör alsó, néhány dekaméter vastag rétege, az ún. planetáris határréteg belső súrlódási folyamatai, a földfelszín érdességétől függő felületi súrlódás, a hőenergiában, latens hőtartalomban rejlő labilis energiakészlet olyan áramlási, sűrűségi inhomogenitásokat hoz létre, amelyek pl. az ultrarövid rádióhullámok terjedését, a geodéziában felhasznált fénysugarak útját nem elhanyagolható mértékben befolyásolják, de ezen túlmenőleg közvetítik a szilárd Föld, a felszíni vizek, az óceánok és a légkör anyagcseréjét is. A planetáris határréteg folyamatai, a földi erőterek itt tapasztalt diszkontinuitásai, a sűrűsödő kölcsönhatások ebben a rendkívül érdekes, a bioszférát, az embert és környezetét lényegében burkoló légköri tartományban geonómiai szemlélet nélkül nem tanulmányozhatók.

Ugyancsak közös, a földtudományok mindegyikében sikerrel alkalmazható, de úgy is mondhatjuk, hogy föltétlenül alkalmazandó geonómiai módszer az energia és a mozgó, áramló anyag globális kontinuitásának, egyes tudományterületek szóhasználatával: mérlegegyenlegének, háztartási egyenlegének megfogalmazása, számszerű meghatározása, belső tényezői megváltozásának, átcsoportosulásainak kutatása. Például a földi vízkészlet, a hidroszféra

anyaga első közelítésben 4 rezervoárban halmozódik fel. Ezek: a világóceán vízkészlete (V_1), a sarkvidékek és magas hegységek hó- és jégtömege (V_2), a földi vízkészlet (V_3) és a légkör víztartalma (V_4). A 4 rezervoár kapcsolatát, kölcsönhatásait a vízkészlet folytonossági egyenlete fejezi ki (víztérfogatban):

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 \approx 1{,}4 \cdot 10^9 \text{ km}^3$$

A mérlegegyenleg átrendeződésekor, pl. a geológiai negyedkor jégtakarójának kiterjedésekor és összehúzódásakor jelentős vízkészletek cseréltek helyet az egyenlet V_1 és V_2 komponenseiben anélkül, hogy a globális vízkészlet lényegesen megváltozott volna. Számos hasonló kontinuitási és mérlegegyenleg köti össze a Föld szféráinak globális méretű kölcsönhatásait, egyúttal azonban korlátokat szabnak és számszerű rendszert írnak elő a változásokat követni szándékozó hipotézisek számára is.

Az osztályelnöki beszámoló mindnyájunk meggyőződését tükrözi, amely szerint a Föld hovatovább maradéktalan igénybevétele, természeti kincseinek, erőforrásainak ésszerű felhasználása kötelezően előírja Földünk jobb megismerését. Ez pedig átfogó geonómiai szemlélet nélkül sikertelen próbálkozás lenne.

A geonómiai szemlélet kialakítása megkívánja az iskolai, egyetemi, általános és szakmai műveltség lényeges kibővítését földtudományi ismeretekkel s képzett szakemberek, kutatók nevelését. Ha a jelenlegi helyzetet pl. a tudományos minősítések tükrében megvizsgáljuk, tanulságos megállapításokat, de komoly figyelmeztetést is kaphatunk. Pl. a meteorológia területén a kandidátusok átlagos életkora túl magas, ami egyik oldalról az aspiránsok ösztönzésével és a fiatal kandidátusok számának növelésével, másrészről a kandidátusok magas fokú tudományos fejlődésével és a doktori fokozatba történő átlépésükkel orvosolható. Hasonló hiányosságok ismerhetők fel bizonyára más tudományterületeken is a kutatók és minősítettek igen tanulságos számbavételekor.

Befejezésül az osztályelnöki beszámolóval egyetértve szeretném tudományos bizottságaink figyelmét fokozottan felhívni a földtudományok oktatásának időszerű fontosságára az alsó, közép és felső fokon egyaránt, valamint a kutatók utánpótlásában mutatkozó hiányosságokra és az ezzel kapcsolatos kötelezettségeinkre.

A VITA ÖSSZEFOGLALÁSA

SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR
AKADÉMIKUS OSZTÁLYELNÖK

Köszönöm a hozzászólásokat, amelyek értékesen egészítik ki a beszámolót, egyben előkészítik az Osztály holnap kezdődő tudományos előadásainak fő témáját, a földtudományok és az ember kapcsolatának vizsgálatát.

Egyetértek PÉCSI M. l. tag osztályelnök-helyettes valamely hazai bánya- és iparvidék komplex földtudományi elemzésének a középtávú tervekbe való felvételére vonatkozó javaslatával. Kérem őt, hogy ezt a kérdést előkészíteni szíveskedjék a Földrajzi, a Földtani és a Bányászati Tudományos Bizottságok együttműködésében. Ugyancsak örömmel várjuk, hogy a népesség és a termelési anyagok áramlásának kérdését lehetőleg már az ez év őszén tartandó III. Anyag- és Energiaáramlási Ankét tárgykörébe beillessze. A geonómia fogalmával holnapi előadásom foglalkozik, pálcát törve e fogalom eredeti és ma is elterjedtebb értelmezése *mellett*, tehát az említett BELOUSOV-féle és BROCKHAUS lexikonban is szereplő leszűkítéssel *szemben*.

A földtudományi minősítések több oldalról való megvilágítása annál is inkább időszerű, mert ez a kérdés már megkezdett előkészítéssel Osztályunk ez évi szeptemberi ülésén kerül részletes megvitatásra.

Itt is megismétlem, hogy az Osztály nagy megelégedéssel veszi tudomásul azoknak az országos munkálatoknak irányait és eredményeit, amelyekről FÜLÖP J. l. tag mint a Központi Földtani Hivatal elnöke itt tömör, értékes tájékoztatót adott.

BARTA GY. l. tag a földtudományok — Osztályunkon ismételten tárgyalt — speciális szemléletének jellemzését újabb finomításokkal egészítette ki, ezzel is alátámasztva, milyen szükség van a közműveltségünknek és középiskolai közoktatásunknak ezzel a szemlélettel való kiegészítésére. Magamat külön is megelégedéssel tölt el, hogy a méréstechnika alapvetően földi kiindulásának és így nem konstans alapjainak általam felvetett kérdését a geofizikus szemével is alátámasztja.

Kívánatos, hogy a III. Anyag- és Energiaáramlási Ankétunkon részletesebben kifejtést nyerjenek azok a gondolatok, amelyeket BÉLL B. l. tag az áramlások ugrásszerű megváltozásával és az áramlási mérleg-egyenlegekkel kapcsolatban említett.

TUDOMÁNYOS RÉSZ

GEONÓMIA ÉS TÁRSADALOM

SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR

AKADÉMIKUS

A környezetvédelem viharosan, 5—6 év alatt országos és nemzetközi szervezetek, szakmunkák ezrei és a napi sajtó által sűrűn tárgyalt világkérdéssé vált. Ennek *közvetlen* fő oka, hogy a termelés fokozódása csaknem szabályszerűen a környezet rovására, annak károsításával, ill. szennyeződésével oldódik meg. *Végső fokon* azonban a környezet károsodása arra vezethető vissza, hogy az ember a tudományos és műszaki forradalom során már igen jelentős földtani tényezővé vált anélkül, hogy ennek távolabbi következményeit felmérni tudta volna.* (Lábjegyzet a dolgozat végén.)

A geológiai tényezőként az ember nemcsak a növény- és állatfajok arányát, hanem elsősorban a hidrológiai rendszer megváltoztatása útján a földfelszín közelének kvázi egyensúlyát befolyásolja. A felszíni víztárolók, mesterséges tavak és tengerek, kavics- és egyéb bányák helyén keletkező vízfelhalmozódások növelik az alattuk fekvő rétegek és tektonikus repedésrendszerek különböző kötésjellegű víztartalmát, tehát csökkentik a kőzet belső súrlódását, növelik a szeizmotektonikus mozgékonyságot, sőt új földrengés-fajtát — „man made earthquakes" — is kiváltanak (MÜLLER, 1970). Típusos szeizmikus területek, pl. Dél-Afrika, India Bombaytól DK-re, észak-amerikai területek váltak így szeizmikussá. Hasonló hatásokhoz vezethet a kitermelt kőolaj és földgáz helyébe szivódó, ill. termelésfokozási céllal bepréselt víz is.

Más helyeken viszont ellenkezőleg, a talaj, ill. karsztvízszint süllyesztése, a kiszáradás okoz talajbesüllyedést és épületkárokat, ugyancsak a hidrológiai rendszer megváltoztatásával. A bányaműveletek és part menti építkezések által okozott földmozgásokkal múlt évi II. Anyag- és Energiaáramlási Ankétunk is foglalkozott. A természeti környezet antropogén változásának egyes problémáit hazánkban is geográfusok, biológusok, szakminisztériumok évek óta tanulmányozzák, most Akadémiánk nyilvános közgyűlése tárgyalja sokrétűen.

A megoldás eddigi útjai világszerte egyelőre túlnyomóan tüneti kezelést jelentenek. Az általános és gyökeres megoldás feltétele a közvetlen emberi környezetet mélyrehatóan befolyásoló nagy földi dinamizmus pontosabb megismerése. Eddig azonban az ehhez szükséges alapadatok jelentős része a Föld

emberfeletti paraméterei következtében gyakorlatilag hiányzott. A Földről való ismeretek egy viszonylag vékony, szilárd földfelszínközeli övezetre szorítkoztak, de ezen belül is a felszínközel túlnyomó részének, gyakorlatilag az egész óceánfenéknek földtana ismeretlen volt, nem is szólva a nagy földmélységek és a Föld legkülső övezeteinek dinamikájáról.

Azonban a műszaki és tudományos forradalom a termelés felgyorsított iramával nemcsak károsítja a természeti környezetet, de létrehozza a károsítás tüneti kezelésén túlmenő genetikai orvoslás lehetőségét is. Ellátta ui. a szükséges alapadatokkal az oknyomozó földtudományi együttest, a geonómiát. Megvilágította a Föld legkülső övezeteit, kapcsolatait az interplanetáris térrel; a szomszédos égitestek fontos sajátságai tisztázásával részletesebb planetáris összehasonlítást tett lehetővé; óceánfenéki mélyfúrásos feltárásokkal és komplex kőzettani geofizikai kutatásokkal jellemezte a szilárd földfelszín túlnyomó óceáni területét, megvilágítva a Föld globális dinamikáját; nagynyomású, magashőmérsékletű kísérletek szintézisével kialakította a Föld mélyebb övezeteiben lehetséges folyamatok képét. A tudományos és műszaki forradalom tehát alapot nyújtott a teljesebb emberi környezet eddig nem sejtett hatalmas dinamizmusának megismeréséhez és ezzel a Föld és társadalom gyakorlatilag fel nem fogott kapcsolatainak kutatásához.

Így most a földtudományok különböző szakmájú művelői — eddigi kutatási területük fejlesztése mellett — további nagy horderejű feladatok elé kerültek. A bázisadatok meghatározásának fejlesztése mellett modelleket kell kidolgoznunk egy reális és a társadalom fejlődésére komplex módon kiható geonómia megvalósítása érdekében.

A különböző modellek a valóság sokténvezős jellegének megfelelően szükségképp mélyrehatóan különböznek majd egymástól, de éppen e dialektikus ellentmondásosság teszi lehetővé a geonómiai komplexitás feltárását, a valóság mind pontosabb tükrözését.

Osztályunk az oknyomozó összföldtudomány fejlesztése terén végzett eddigi működését folytatva, a jelenlegi nyilvános ülésen a rohamosan fejlődő föld- és bányászati tudományok újszerű társadalmi kapcsolataira kíván rávilágítani a *társadalmi haladás* érdekében, a *közművelődés* hiányzó, útmutató jelentőségű, sürgős beépítést igénylő új elemeinek meghatározásával.

Ilyen forradalmi jellegű szemléleti átalakulásnál különösen fontos az *alapvető fogalmak* tisztázása. A geonómia kifejezést először egy orosz filozófus Grot, N. Ja. K. használta 1884-ben, a földtudományok jövőben kifejlődő nagy oknyomozó egysége, a nagy földtudományi jelenségek közti összefüggések rendszere megjelölésére, lényegileg abban az értelemben, ahogy ma használjuk (Visoczkij 1970, Póka T. 1972). Ez az akkor még inkább jóslatnak minősülő tudományos előrejelzés napjainkban, tehát mintegy 85 év múlva válik valósággá. Mintegy 10 évvel ezelőtt újból, ezúttal már széles körben elterjedt a geonómia kifejezés. Egyes kutatók fogalmi tévesztéssel a 2 évszáza-

dos szokásos enciklopédikus földtudományi összefoglalások folytatására is alkalmazták ezt a kifejezést, holott ezekben a szintézis az említett bázisadatok hiányában nem lépett, nem léphetett túl néhány ma már triviálisnak tűnő meteorológiai-földrajzi, ill. földrajz-földtani kapcsolat kifejtésén. Napjaink nagy földtudományi forradalma abban áll, hogy megkezdhetjük különböző földtudományi ágazatok egymással eddig lazán összefüggő mozaikjából a valóban oknyomozó egységes geonómia kialakítását.

Abból a geonómiai irányvonalból, amelyen előadásom alapul, itt csak 3 kérdéscsoportot ragadunk ki. Az első a Föld speciális jellegét a többi égitesthez képest körvonalazza, meghatározva a geonómia néhány alapvonását. A második a geonómiai és az általuk befolyásolt kozmikus tényezők néhány hatását mutatja be közvetlen környezetükre és ezen keresztül a magas fejlettségű életre és társadalomra. A harmadik a geonómiának az általános szemléletre, az ismeretekre való hatásával foglalkozik.

I.

A geonómia szükségképpen a Föld kivételes jellegének kimutatásából indul ki. A Föld kivételes jellegének tételezése maga nem új, de különös figyelmet érdemel azért is, mert megkísérelték idealisztikus ideológiák alátámasztására felhasználni. Ezt csak annak figyelmen kívül hagyásával tehették, hogy a Föld kivételessége nem tételezi Földünk szembenállását a többi bolygó valamilyen együttes közösségével, hanem azt jelenti, hogy minden bolygó, így a Föld is külön egyéniség.

Máris elegendő adat áll rendelkezésre annak bizonyítására, hogy a többékevésbé részletesen ismert égitestek egymástól legalábbis olyan mértékben különböznek, mint bármelyikük a Földtől.

A földi legmagasabb fokú élet birtokosa, az ember számára természetesen a Föld kivételes ége és bonyolultsága a döntő. A Föld kivételességét körvonalazó geonómia az embert emberré tevő ismeretek rendszerében tehát különösen jelentős.

Modellünk a földi kivételességnek olyan konkrét formába öntését célozza, melynek alapján a kivételesség fokának, mértékének megállapítása is lehetséges. A földi kivételesség az élet, éspedig a magas fokú élet kifejlődésében kulminál és ma már tudományos kutatás tárgya e kivételesség más égitesteken való ismétlődésének valószínűsége. E kérdéssel már Walter Elsasser az 1958-ban megjelent: „The physical foundations of biology" c. műve foglalkozott, majd 1960-ban kvantummechanikai alapokból kiindulva Nobel-díjas hazánkfia Wigner Jenő, legújabban (1971) pedig konkrét planetáris tényezők figyelembevételével akadémiánk lev. tagja Marx György professzor.*

* A vonatkozó lábjegyzetek a dolgozat végéhez csatolva.

Közismert, hogy az anyag ún. kozmikus összetételében a legkisebb atomsúlyú elemek, messze túlnyomóan a hidrogén és a hélium vannak túlsúlyban. A Naprendszerben és ezen belül a külső bolygók túlnyomó tömegében, valamint a belső bolygók ún. atmoszférájában a legkönnyebb elemek, ill. azok szintén könnyenilló vegyületei, a H_2, CH_4, NH_3 és CO_2 uralkodnak. Ezek alacsony olvadás- és forráspontjuknak megfelelően a bolygókban túlnyomóan gázállapotban vannak jelen.

Egyetlen égitestet ismerünk, melynek külső övezetében tömegileg túlsúlyban folyékony halmazállapotú anyag, a víz jelenik meg és ez Földünk. Ennek fontos következményei vannak, mert a bolygók fejlődésében a renyhébb szilárd anyagokkal szemben ezek a külső övezetben felhalmozódó mobilis, aktív, könnyebben illók játsszák a döntő szerepet. A Föld esetében a külső övezetben, az atmo- és hidroszféra együttesében a víz 99,7 súly%-ot tesz ki.

A folyékony halmazállapotú anyagok a gázállapotúaktól eltérően a gravitációs mezőben a gravitációs erő irányára merőlegesen, horizontálisan szétterülnek. A szilárd földfelület 71%-át borító víztakaró áramlási rendszerének tehát a többi bolygótól eltérően igen jelentős horizontális komponense van. A víz ez áramlási rendszerével, valamint oldóképességével a szilárd Föld felületén mélyreható mechanikai és kémiai hatást fejt ki.

A számunkra legközönségesebb anyagok egyike, a folyékony H_2O szerkezetileg és sajátságaiban egyik legkülönösebb anyag. Szerkezetét számos, részben egymásnak ellentmondó elmélet igyekszik leírni. Erdey-Grúz T. a cseppfolyós víz szerkezetének 8 elméletcsoportját különbözteti meg.

A víz különleges, pl. termikus sajátságainak felsorolását mellőzve, itt csak két jellemvonást emelünk ki. Az egyik, hogy e különleges sajátságok 0 és kb. 35 °C közt, tehát abban a hőmérséklettartományban kulminálnak, amelyen a földi élet működése is a legaktívabb.

A másik, hogy a víz a bolygók legfontosabb szilárd kötésformáival, az olivinnel, piroxénnel és földpátokkal átmeneti fázisokat alkot. Ez átmeneti fázisok főképviselői a földkéregben az agyagásványok, a földköpenyben, ill. annak kőzetei mentén a szerpentinfélék. Amilyen közönségesek ezek az ásványok az ember környezetében — az agyagásványok pl. környezetünk leggyakoribb kőzetfajtájának az üledékes kőzeteknek fő elegyrészei — oly ritkák, ill. nagyobbrészt egyáltalán nem létezők — minden eddigi ismeret szerint — más égitesteken.

A Föld felületén az agyagásványok és az üledékes képződmények állandóan és a legújabb ismeretek szerint nagymértékben fokozódó sebességgel keletkeznek.

Az agyagos üledékes kőzetek a szerpentinnel együtt Földünk egyik legkülönösebb sajátságát, horizontális mozgékonyságát hozzák létre. Ez ásványok siklatási képessége valamint magas hőmérsékleten kifejtett gőzfejlesztő sajátsága segíti elő a Föld 80—100 km vastag litoszférájának a Föld mélyebb

köpenyébe való behatolását és ezzel a Föld egész litoszférájának globális mozgékonyságát, csúszóképességét a Föld belsőbb részein. E mozgékonyság főtényezőjeként a 3 évvel ezelőtt felismert gőzpárnamechanizmusról itt nem szólunk.

A szubdukciós, betolódási mechanizmus, ill. a kapcsolatos hegységképződés a Föld életében sajátos ritmusosságot valósít meg: a litoszféra és különösen üledékes takarója betolódásának és a Föld mélyében való átalakulásának egymást részben átfedő váltakozását. A Föld mélyebb öveinek kőzeteihez képest átlagban erősen oxidált üledékes fedőkőzetek a légkörből származó viszonylag nagy oxigénmennyiséget szállítják magukkal a mélybe, ásványosan megkötött alakban, majd a mélybeli átalakulás során ezt a megkötött oxigénmennyiséget újra felszabadítják. A földi légkör oxigénmennyiségének csökkenése a nagy betolódási időszakokban számos növény és állatfaj kipusztulásához, új fajok előretöréséhez vezet, ami a fajták egy részének földtanilag gyors kicserélődését, az élet fejlődésének viszonylag nagy sebességét eredményezi.

A földi légkörnek túlnyomóan oxigénből és nitrogénből álló összetétele maga is a többi bolygóétól eltérő különleges földi sajátság, amely bonyolult módon, de nagyrészt ugyancsak a víz túlsúlyával, és a földi típusú élet korrelát fejlődésével áll kapcsolatban.

A földi légkör oxigéntartalma hozza létre a kémiai elemek vegyértékváltozásainak számunkra megszokott *redox rendszerét*, amely azonban a bolygórendszer többi részében ugyancsak kivételes, valószínűleg egyedülálló földi jelenség.

A holdkőzetekben és általában a Holdon pl. semmiféle redox különbség nem mutatható ki és a többi belső és a külső bolygók elvileg ugyancsak homogén redox rendszert alkotnak. A földi redox különbségek viszont mélyrehatóak és a Föld egész geokémiai felépítését alapvetően meghatározzák.

A felsorolt és részben nem említett különleges földi sajátságok mindegyike külön nélkülözhetetlen feltétele az élet magas szintű, földi jellegű kifejlődésének. Lehetséges, sőt — különösen OPARIN okfejtése nyomán — valószínű, hogy életként minősíthető jelenség a Kozmoszban, sőt — részben esetleg éppen a Földről elszármazás eredményeként — Naprendszerünkön belül másutt is jelentkezik. Ez azonban semmiképp sem azonos az életnek azzal a rendkívül differenciált és a nooszféra magas szintjét is elérő rendszerével, amely a földi életet jellemzi. Ennek kifejlődése eddigi ismereteink szerint kizárólag a földi számos különleges körülménynek sokszorosan kivételes találkozásához van kötve.

II.

Rátérünk a második nagy kérdéscsoportra, a különleges földi, ill. kozmotellurikus tényezőknek az emberre és a fejlett társadalmi közösségre való ha-

tásai vizsgálatára. Nem azokat a régóta rendszeresen vitatott és részben jól ismert hatásokat tárgyaljuk, amelyeket a földrajzi táj, ill. az ásványi kincsek útján a földtani környezet, a legfelső kéreg gyakorol az emberre és társadalomra. Mi az ezekre, de a légkörre, a mélykéregre és köpenyre egyaránt kiterjedő eddig ismeretlen, geonómiai tényezőkről kívánunk szólni. Ezeket együttesen leginkább a szilárd felszínről a nagy mélységre kiterjedő szubdukciós, betolódási övezetek foglalják magukba.

A geonómiai hatások legfeltűnőbb megnyilvánulásait ui. nyilván a földfelszín legaktívabb területein, a hegységképződési övezetekben, tehát a cirkumpacifikus és a dél-európai—dél-ázsiai láncheggységek mentén várhatjuk, ahol az újabb földtani időkben az egész litoszféra is üledékes takarójával együtt a Föld köpenyébe nagy mélységig betolódik. Ezeket a jelenlegi aktív övezeteket a legintenzívebb földrengések, továbbá a jelenlegi vulkánosság túlnyomó része, valamint a legmagasabb hegységek és legnagyobb tengermélységek szabályos egymás melletti megjelenése, általában a felszínformálódás maximális intenzitása jellemzi.

Néhány ezzel kapcsolatos korreláció új szempontokat szolgáltathat a *történetkutatás* számára. Az aktív betolódási övezet felszínformáló hatásának intenzitása a talaj állandó felfrissítésével mezőgazdasági termékenységet biztosít. Ugyanakkor a tengerközeli hegyek, hegyszorosok olyan tagolt rendszerét hozza létre és tartósítja, amelyen az átkelőhelyek, a kereskedelmi útvonalak ellenőrzése és a különleges erődítési vonalak kiépítése könnyen kialakulhat. A jelenlegi aktív övezetek túlnyomó tengerparti vidékein emellett a hajózás fejlődésével korán megindul az új területek megismerésének és meghódításának vágya. Következésképp korán kifejlődik a lakosság kollektív katonai fegyelme, látóköre gyorsabban szélesedik. Mindez jelentősen elősegítheti az anyagi és szellemi gazdagodást. Így aligha véletlen, hogy az aktív betolódási öveknek az ember számára legkedvezőbb szubmediterrán és mérsékelt égövi szakaszán jelentek meg — úgy látszik, kivétel nélkül — a nagy ókori civilizációk.

Az aktív övek egyes negatív hatásai később serkentőleg befolyásolhatják a műszaki fejlődést. Az aktív övekben az intenzív földkéregmozgások következtében különleges műszaki meggondolásokat és megoldást igényel számos magas- és mélyépítési feladat, különösen földalatti csatorna, víz és vasúthálózatok megvalósítása. Az állandó és súlyos földrengések és talajmozgások előrejelzésének szüksége pedig speciális szeizmikus méréses és ezzel kapcsolatos egyéb műszaki technika kifejlesztését teszi szükségessé. Példa erre Japán és Kalifornia.

Másként, és a civilizáció későbbi szakában vannak hatással a társadalomra az idősebb, aktív betolódás nélkül, de a mélységi kőzetátalakítási folyamatok következtében még nem elhalt szemiaktív betolódási övek. Az ilyen szemiaktív övezetek a szénhidrogének és különböző ércesedések — magmás

színes ércek, üledékes bauxit- és mangánércek — felhalmozódására különösen alkalmasak. Magyarországon pl. a Magyar Középhegység déli peremén kell feltételeznünk a legjelentősebb ilyen szemiaktív övezetet, és itt fekszik többek közt a zalai szénhidrogénterület, a szabadbattyáni, pátkai, gyöngyösoroszi, recski és a rudabányai ércesedés. Velük párhuzamosan egy belsőbb, a szubdukció által megemelt öv mentén jelenik meg a bauxit és mangánércek túlnyomó része. A hévizek és a geotermikus energia is bizonyos korrelációt mutat ez övezettel. Ennek megfelelően számos jelentős városunk, ill. iparcentrumunk, köztük maga a főváros is e feltételezhető szemiaktív betolódási öv környezetében fejlődött ki. Ez a külön dolgozatot igénylő korreláció világszerte kimutatható.

Aki a geonómiai, vagy akár a biológiai folyamatok szükségképpeni komplexitását valamennyire is érzékeli, tisztában van azzal, hogy ilyen geonómiai hatások a civilizáció történeti fejlődésének csak egyik, bár geonómiailag valószínűleg legfontosabb tényezői. A komplex társadalmi kapcsolatok nyilván igen bonyolult rendszerét kell itt tekintetbe venni, amelyben egy újszerű tényező a szubdukciós szerkezet itt körvonalazott, magában is komplex hatása.

*

Az életet, az ember viselkedését, általában a társadalmi tevékenységet befolyásoló földi hatások más csoportját képviselik az *elektromágneses terek*. A hegységképződéshez, a litoszféra szubdukciójához és egyes még mélyebb köpeny, sőt földmagbeli anyag- és energiaáramlásokhoz közvetve és közvetlenül elektromágneses terek kapcsolódnak, amelyek nyilván kölcsönhatásban állnak a Földet övező kozmikus erőterekkel. Hatásuk kimutatása éppen az erőterek komplexitása miatt nem könnyű; hatásaik egymást részben lerontják, elkenik és látszólag ellentmondó jelenségeket is létrehoznak.

Biológiai hatásaik kimutatását pedig az nehezíti, hogy ezek az elektromágneses terek az élő szervezetekre kezdettől fogva hatnak, így túlnyomóan a tudatküszöb határa alá szorulnak. Az *orvosmeteorológiai* vizsgálatok tehát kezdetben inkább fizikai-kémiai vonatkozásban értek el eredményeket. E vizsgálatok a Föld felszínén szükségképpen elsősorban a jobban ismert kozmikus tényezők hatását mutatták ki. Az UNESCO támogatásával működő nemzetközi széles földi hálózatban meghatározták pl. egy kolloid organikus és egy kolloid anorganikus vegyület koagulációs sebességét különböző feltételek közt. Az erre vonatkozó PICCARDI-féle tesztek alapján kiderült, hogy a koagulációs sebesség és ezzel együtt az állati vérszérum TAKATA-féle értékei részben a napfolttevékenységgel (a WOLFF-féle számmal) párhuzamosan változnak, részben pedig féléves periodicitást mutatnak, márciusi és szeptemberi szélső értékekkel. Ez utóbbi féléves ciklust a Földnek a Galaktikán belüli két fő összetevőjű helikoidális mozgása sebességváltozásával korrelálják és ezt elsősorban

kísérletileg is létrehozott elektromágneses, ill. magnetohidrodinamikus hatásként értelmezik.

Függetlenül e vizsgálatoktól francia kutatók (VINCENT) ugyancsak féléves periodicitást mutattak ki a tengervíz, a folyóvíz és esővíz egyes geokémiai értékei, nevezetesen pH értéke (protonkoncentrációja) és az oxidációs potenciálja változásában. A vizsgált területen (Nantes vidékén) a tengervíz ez értékei az eső és talajvizével ellentétesen változtak.

Ezeket a töltésszám változásokat különösen intenzíveknek találták a nagy földrengések idején. A változások a földrengéseket 8—20 órával megelőzik. Ez a korreláció több más jelenséggel együtt arra mutat, hogy a földrengéseknek és a kapcsolatos vulkáni működéseknek is közvetlen kiváltói lehetnek egyes kozmikus hatások. A litoszférában fokozatosan növekvő geonómiai feszültségekhez tehát a szeizmikus jelenséget közvetlenül kiváltó utolsó addícióként kozmikus hatás adódhat.

E francia kutatók szerint a kozmotellurikus perturbációk hatására az élő szervezetek sejtjeinek dielektromos értékei is változnak, egyensúlyuk megbomlik, s így közvetlen utánuk pandémiás folyamatok, pl. pestis járványok jelentkeznek. Ezzel hozzák kapcsolatba történeti adatok alapján feltételezett 42—45 éves pandémiás ciklusokat.

E francia szakemberek magyar kutató, id. BUDAI István orvosdoktor személyében tisztelik e kutatások tudományos úttörőjét. BUDAI 1930-tól kezdve széles irodalmi és személyes megfigyelési bázisra támaszkodva rámutatott egyes járványos megbetegedéseknek a naptevékenységgel párhuzamos 11 éves periodicitására, a naptevékenységet pedig egyes bolygó-együttállásokkal hozta kapcsolatba. Azóta az a felfogás, hogy a naptevékenység a bolygók árapálykeltő hatásával kapcsolatos, többoldalú alátámasztást nyert lásd „A Föld anyag- és energiaáramlásai", I. ankét, NÉMETH T., 1966.

E téren is egy ma még igen bonyolultnak tetsző jelenségcsoporttal állunk szemben. A napfolttevékenység ui. — mint az I. és II. Anyag- és Energiaáramlási Ankétunk tanulmányaiból is kitűnik — a meteorológiai jelenségekkel és a talaj és folyóvízállásokkal áll világos, de időben és térben rendkívül változó jellegű kapcsolatban. A komplexitás BERKES Z. szerint részben abból adódik, hogy az időjárási elemek anomáliái nem a Földet körülölelő övezetek alakjában jelennek meg, hanem sejtszerkezetűek. Bonyolódik az összefüggés azáltal is, hogy a naptevékenységen kívül a Hold és egyes nagy, ill. közeli bolygók közvetlen földi árapálykeltő hatása is hozzáadódik a folyamatokhoz. Ugyanezen bolygók emellett a naptevékenységre feltehetően közvetlen hatást is gyakorolnak.

E problémakörben geonómiailag sem hagyható figyelmen kívül a sugárzások biológiai hatása. A kapcsolatos ún. kvantumbiológiai vizsgálatok részben közismerten SZENT-GYÖRGYI Albert (1960, 1964) nevéhez fűződnek.

E kérdések geonómiai szempontból jól összefogott, komplex dokumentá-

ciót igényelnek, mert társadalmi vonatkozásaiban is lényeges interdiszciplináris kutatásterület alapjává válhatnak.

A társadalom életének jelenleg egyik nyomasztó hiányossága az ember és a geonómiai környezet kapcsolatának kevéssé ismert jellegéből adódik. A civilizáció előrehaladásával az ember, akarata ellenére mind szorosabb kapcsolatba kerül geonómiai tényezőkkel. Egyrészt mint említettük, az ember a szokásos fogalmazás szerint maga is geológiai, pontosabban geonómiai tényezővé vált, másrészt a természettől elzártabb lakóhelyek kialakulásával érzékenysége is növekedett a külső geonómiai tényezőkkel szemben.

III.

Nem kevésbé kényes, de ki nem kerülhető a harmadik kérdéscsoport, az, hogy létünk geonómiai preformáltsága befolyásolja-e *gondolkodásunk jellegét ?*

E vonatkozásban is csak két problémát emelek ki. Az egyik a *mérés* kérdéséhez kapcsolódik. Minden természettudományi ismeret alapja tudvalevően a mérés. Az is közismert, hogy a Föld kerületéből indul ki a tudományos igényű hosszmérés, forgássebességéből pedig az időmérés. Más hosszméretek, mint a fényév, sőt a földbeosztáson alapuló parsec is földi kiindulásúak, mert a fokbeosztás a földi gravitációra merőleges és azzal párhuzamos derékszögből, a teljes kör 360°-os beosztása pedig, mint erre Barta György lev. tag rámutatott, feltehetően az ókori évhosszúság megállapításához kapcsolódik.

Most azonban azt is látjuk, hogy speciálisan Földhöz kötötten felhalmozódó fluidumnak, a víznek sajátságaiból indul ki a súly és tömegmérés is. Következésképp a mechanika alapfogalmai, a tömeg és erő egysége, sőt definícióik szerint az elektromágnesesség alapegységek, a coulomb és az ezekből levezetett egyéb mértékegységek is geocentrikus fogalmak. Rövid meggondolás után belátható, hogy még a hőtan, ill. a termodinamika alapfogalmai, a hőmérséklet és a nyomás mérésének bármelyik definíciója (atmoszféra, bar, kg/cm^2 stb.) ugyancsak „földi" kiindulású.

Ha olyan absztrakt mérési egységet, mint a szögmérési radiánt gyakorlatilag meghatározni akarjuk, akkor is a geocentrikus szögbeosztáshoz fordulunk. Ha pedig a mikrovilágból merítünk idő- vagy hosszméretet, pl. a kvarcóra elektromosan gerjesztett kvarckristályának rezgésidejét, vagy hosszúságmérés gyanánt, pl. a nátriumklorid D-vonalának hullámhosszát akarnánk „abszolút", azaz nem geocentrikus eredetű mérési alapként felhasználni, akkor is bizonyítani kellene, hogy ezek az értékek függetlenek a földi makrovilági tényezőktől, aminek ellenőrzéséhez ismét geocentrikus eredetű mértékegységek használata szükséges. Sőt azt is bizonyítani kellene, hogy ezek változatlanok

maradnak az idő függvényében is, beleértve a Föld korai, 3—4 milliárd éves fejlődési szakaszát, amikor pl. a DIRAC-féle meggondolás már a gravitációs konstans megváltozásával is számol.

Így a tudományos ismeretekben oly nagy szerepet játszó mérés, úgy látszik összes fajtájával együtt, eddig földi kiindulási alapokhoz kapcsolódott. A mérésen alapuló természettudományok alapfogalmait tehát bizonyos értelemben geonómiai tényezők preformálták. Ismereteink és a civilizáció legalábbis ez ideig geocentrikus szemlélettel erősen összefonódva fejlődött.

Felmerül a kérdés, hogy a természettudományi ismeretek a Földre vonatkozó mérési alapokra épülése kikerülhetetlen szükségszerűség-e, vagy lehetséges-e gyakorlatilag *nem* földi meghatározottságú mérésrendszer kialakítása.

Úgy hiszem, közvetlenül belátható és itt alig szorul külön bizonyításra, hogy ez a kérdés nem érinti az ismeret objektív jellegét. Minthogy azonban — EINSTEIN szavai szerint — a fizikus „olyan univerzális természettörvényekért küzd, amelyekből a Kozmosz tisztán deduktív úton felépíthető", egyes fizikai elméletek szempontjából indokolt lehet azoknak az esetleges korlátozásoknak világos feltárása, amelyek a mérési alapfogalmak kiindulásainak, a Föld összetételének, tömegének, gravitációs értékének, térfogatának, továbbá hőmérséklet és nyomásviszonyainak a földtani idő függvényében való változásából következő elvi változásaiból adódnak. Az elméleti fizikus illetékes annak megállapítására, hogy egy inherensen geocentrikus mérési rendszer befolyásolja-e például a különböző invariancia tételeket. Ugyancsak a fizikus problémája lehet egy kozmikus és időtlen érvényű „abszolút" mérésrendszer kialakítása. Ez PANTÓ Gábor lev. tag szellemes észrevétele szerint kb. úgy viszonylana a mai geocentrikus alapú mérésrendszerhez, mint az viszonylott a francia forradalom előtt még általánosan használt antropogén mérésegységekhez (öl, láb, hüvelyk stb.).

A másik szempont, amelyet e vonatkozásban megemlítek, a geonómiai szemlélet egyes alapvonásainak a fizikai-kémiai szemlélet megfelelő alapvonásaitól való eltérése. A fizikai-kémiai gondolkodásnak alapvető kategóriája pl. az *egyensúly*, amelyekből a perdöntő mérések jelentős része kiindul. Az egyensúlyi szemlélet a természettudományos gondolkodást nagymértékben segíti, annak alakulásában fontos vezérfonal. A geonómia eredményei szerint azonban a természetben, ott ahol talán leginkább várnánk, tehát a Föld kőzeteiben, ill. az igen lassú, hosszan tartó földtani folyamatokban, valódi termodinamikai egyensúly nem valósul meg: a kőzetek túlnyomóan metastabilis állapotban vannak. Az átlagos üledékes kőzetek leggyakoribb képviselői különböző egyensúlyi állapotokat képviselő törmelékes és nem törmelékes ásványtársulásokból állnak. Az ásványfácies elv alapján egyensúlyi képződményként felfogott metamorf kőzetekben az izotóp vizsgálatokkal mindinkább megismertük azok rendszeresen polimetamorf, tehát ugyancsak egyensúly nélküli jellegét amellett,

hogy ezek az egyensúlyok külön-külön is metastabilisak.* A vulkáni kőzetek pedig típusosan széles hőmérséklettartományhoz tartozó, nem egyensúlyi képződmények.

A fizikai-kémiai és a geonómiai szemlélet ilyen *dialektikus ellentétpárjainak* további példái felsorolását mellőzve, csak arra utalhatunk, hogy ezek megismerésének döntő szerepe van az ismeret dialektikus teljesebbé tételében.

*

A mondottakból kitűnik, hogy különböző emberi, ill. társadalmi jelenségeket közös geonómiai tényezők befolyásolnak. Eddig elszigetelten vizsgált folyamatok kölcsönhatása, együttes fejlődése sokszor megfelelő geonómiai alapból kiindulva fogalmazható meg. A geonómiai kutatás eddig véletlennek, ill. összefüggés nélkülinek minősült jelenségek közt összekötő elemeket tár fel és így egyes interdiszciplinális területek művelésének is jelentős forrásterületét, az ismeretek integrálódásának egyik hiányzó láncszemét szolgáltatja.

Minden új tudomány vitatható kérdések egész sorát veti fel. Mi itt néhányat a geonómia legkényesebb, ill. kollektív vizsgálatot leginkább igénylő problémái közül említettünk, olyanokat, amelyek részben a társadalmi haladás eddig kellő figyelemben nem részesült tényezőit közelről érinthetik. Ezeket végül a következőkben foglalom össze.

A geonómia a többi ismert égitesttől nagymértékben eltérő és komplex Föld sajátságainak és fejlődésének oknyomozására irányul. Módszerei, funkciói és szemlélete több vonatkozásban eltérnek a fizikai-kémiai és a biológiai tudományokétól. A tudományok időbeli „eltolódása" (WIGNER) értelmében így a természettudományoknak jelenleg mindinkább 3 alapvető fő iránya válik megkülönböztethetővé: a fizikai-kémiai, a biológiai és a geonómiai irány.

A Földön a kozmikus hatások is speciális alakot öltenek. Az ily módon kialakuló kozmotellurikus hatások biológiai és társadalmi jelenségeket sokoldalúan és ez idő szerint részben kikapcsolhatatlanul befolyásolnak. Az élet eredetéig visszamenően a legtöbb biológiai jelenség alapja mindinkább kimutatható geonómiai forrásokból származik.

A magasrendű életnek földi kapcsolatai következtében az embertől elválaszthatatlan ismeret és annak a tudományos rendszere is bizonyos mértékig geonómiailag preformált. A geocentrikus méréstechnika és szemlélet gondolkodásunknak — legalább is eddig — úgy látszik, elválaszthatatlan alapvonása, amelyhez a tudományos gondolkodást tudatosan alkalmazni kell.

A legfontosabb gyakorlati következtetéseink pedig a következők: A geonómiai dinamizmus pontosabb ismerete szükséges 1. a helyes távlati tervezés-

* "Any equilibrum, wether established by experiment or calculated from thermochemical data, may prove to be unstable" (F. J. TURNER: Metamorphic Petrology, 1968. p. 86.)

hez (műszaki alkotások tartóssági és lokalizációs kérdései); 2. a természetátalakítási munkálatok optimális irányának és helyének kijelöléséhez; 3. a környezetvédelem kérdésének általános és mélyreható megoldásához; 4. az előrejelzések, tervmunkálatok, a szemléletet befolyásoló információk útján a jövő hasznos befolyásolásához; 5. az emberi élet ésszerű beosztásához, a szervezéshez, a társadalmi vezetéshez, a civilizáció célszerű fejlesztéséhez.

A közművelődés fejlesztésének is elsőrendű érdeke tehát a geonómia fokozott művelése és a vonatkozó ismeretek terjesztése.

JEGYZETEK

* (a 223. laphoz) Az ember geológiai tényezővé válásának kérdésével és annak gyakorlati jelentőségével mélyrehatóan foglalkozott a SZU geológiai minisztere, SIDORENKO akadémikus.

A földtudományoknak az ember jövőjét érintő különleges feladatai alátámasztását nemzetközi szervezéssel is megkezdték. Prof. W. v. ENGELHARDT javaslatára az IUGS-ben létrehozták a „Geoscience and Man" Bizottságot (1970. február, Antwerpen). Ez a geotudomány fogalmának meghatározása után elsősorban az ember jövő földi élete javításának kérdésével foglalkozik. Megállapítja (Geol. Newsletter, 1972, p. 28—33) hogy:

"Geoscience essentially attempts to integrate both historical and dynamical approaches to a coherent theory of the earth.

Geoscience is the only science capable of providing an intellectual base to all scientific and socio-political aspects of man's life on earth, and his relationship to the environment on land, sea and in the air. It studies the development of the physicochemical environment and the evolution of life from the beginning to the present, and predicts future configurations resulting from natural development or man's own activities. It concerns man's place in nature, both physically and biologically, and his increasing power, for good or ill, as a major modifier of the environment.

Geoscience is unique in its capacity to provide perspective to man's activities in relation to his past and future.

The ultimate fate of a species is extinction. Much remains to be learned of the mechanisms that bring this about, but all are ultimately due to some imbalance between organism and environment, gradual or catastrophic."

(„A földtudomány elsősorban arra törekszik, hogy a történeti és dinamikai megközelítéseket összefüggő Föld-elméletté egyesítse.

A földtudomány az egyetlen tudomány, amely ésszerű alapot képes adni az emberi élet minden tudományos és szociál-politikai megnyilvánulásának, valamint az ember földi, tengeri és légi környezetéhez való viszonyának. Tanulmányozza a fizikai-kémiai környezet fejlődését, az élet kialakulását a kezdettől napjainkig és előrejelzi a természetes fejlődés vagy az ember tevékenysége által meghatározott jövő alakulását. Meghatározza az ember helyét a természetben fizikailag és biológiailag, és a jó és rossz fölötti fokozódó hatalmát a környezet fő átalakítójaként.

A földtudomány páratlan képessége, hogy távlatot teremt az emberi tevékenység múltja és jövője viszonylatában.

Minden faj végső sorsa az elmúlás. Sokat kell tanulnunk az ezt létrehozó mechanizmusból, amely végső soron mind valamiféle a szervezet és környezet között fennálló fokozatos vagy katasztrofális kiegyensúlyozatlanságból származik.")

** (a 225. laphoz) E nagyhorderejű kérdés kutatása — egyelőre módszertani fokon — megindult. E lábjegyzetben körvonalazott modell széles körű vitára még nem érett, s így felolvasásra sem került.

MARX GY., a független valószínűségek szorzási szabályát figyelembe véve állított fel egyenletet a technikai aktivitás állapotában levő civilizációk átlagos számának (N_a) meghatározására:

$$N_a = N_0 \cdot f_0 \cdot f_b \cdot n_b \cdot T_b^{-1} \cdot w_é \cdot n_i \cdot w_a \cdot T_a$$

Geonómiai megfontolásaink lehetővé tették a civilizációk N_a konkrét értékének kiszámítását ez egyenlet alapján. Az egyenletben szereplő paraméterek és értékük (részben MARX_I

GY., részben geonómiai megfontolásaink szerint) nagyságrendileg a következők:

N_0 — a Galaktika csillagainak száma: 2.10^{11}

f_0 — ezen csillagok közül éltető melegforrásul számbavehető, a Naphoz hasonló „G"-típusú csillagok száma: 5%

f_b — az e típusba tartozó bolygórendszerrel bíró csillagok száma: 50%

n_b — azon bolygók száma, amelyeken feltehetően megvan az élet fizikai, kémiai feltétele: 0,5%

Te — egy bolygó életfeltételeket biztosító szakaszának hossza: 5.10^9 év

$w_é$ — alkalmas körülmények között az élet megszületésének valószínűsége: 1

n_i — az intelligens fajok várható száma a bolygón: 1

w_a — az intelligens faj technikai aktivitásba kezdésének valószínűsége: 1

T_a — a technikai aktivitás korszakának időtartama. Ezt az értéket a következők szerint különbözőképpen adhatjuk meg. A civilizált emberiség fogalma is többféleképpen értelmezhető, kezdetének és végpontjának megállapításához tehát bizonytalanságok kapcsolódnak. Ennek ellenére az emberiség civilizatorikus fejlődését befolyásoló sokféle paraméter, köztük az ásványi nyersanyag fogyasztását tekintetbe vevő bonyolult komputeres közgazdasági számítások különböző modelljei meglepően egyöntetűen a 2060. körüli években határozták meg a civilizáció rohamos fejlődése megtorpanásának időpontját.

Ehhez az időponthoz közel áll a következő mágneses átcsapásnak — a földi mágneses erőtér jelenlegi csökkenése extrapolációjából számított — feltételezett időpontja (kb. 2030) is. Minthogy a mágneses pólusátfordulás idején a Föld felszínére érkező rövid hullámhosszú sugárzás erősen megnövekedik, az élőszervezetek fajtáiban jelentősebb mutációk várhatók. Ezt az is elősegítheti, hogy ugyanakkor az üledékes kőzetképződés és a szubdukciós mechanizmus intenzitása is növekedik, amihez elvben a légkör oxigéntartalmának csökkenése kapcsolódik. Ezek a még részleteiben kevéssé ismert tényezők azonban együttesen az élő szervezetekre a mutációk szaporodása és a fajták arányában történő gyorsabb változások irányába hatnak. Így a mai Homo sapiens mellett, ennek valamilyen új válfaja, egy „Homo futurus" is megjelenhet. Ezek az emberfajták korunk tanulságai alapján már aligha a műszaki és tudományos haladás sebességének további fokozását látják fő célnak, hanem a geonómiai környezettel nagyobb harmóniában álló, okosabb és szerényebb életstílus kialakítását. A következőkben tehát a jelenlegi civilizációs korszak zárulását a 2030—2060 körüli évekkel vettük számításba.

A műszakilag igen aktív civilizációnk kezdete időpontját viszont a leghelyesebben talán a műszaki tudományos forradalom megindulásával, pontosabban a földi gravitációs tér elhagyásával (1957, első szputnyik) jelölhetjük meg. Célszerű azonban egy másik időpontot is tekintetbe venni, ti. jelen civilizációnk természettudományi előzményeit beleszámítva, a Naprendszer közvetlen távcsöves vizsgálata megindulását (GALILEI, 1609). Véleményünk szerint azonban határozottan túlzás volna a technikai aktivitás korának kezdetét az ógörög „felvilágosodás"-tól számítani, ami még csak kis közösséget ideiglenesen felölelő és a középkor babonákkal telített irracionális időszaka által követett jelenség volt.

Mindezek alapján a technikailag jelentősen aktív civilizációnk első közelítésként az 1957. és 2060., ill. az 1609. és 2060. évek közti mintegy 100, ill. 450 éves időtartamot képviselhet.

A 100 éves időtartammal számolva a MARX-féle képlet alapján a technikailag aktív fejlődés szintjének valószínűségi értéke Galatikánkban ½, vagyis e műszaki fokozat ismétlődése csak minden második Galaktikán belül, tehát kb. ½ millió fényéves távolságokban várható. A Galileitől számított időtartamú civilizációs korszaknak valószínűségi értéke viszont kb. 2, tehát Galaktikánkon belül ennek megjelenése a miénkkel együtt összesen kétszer valószínűsíthető, egymástól átlagosan mintegy 5000—10 000 fényév nagyságrendű távolságban.

A valószínűségi értékeket fokozatosan idősebb, primitív életszintekre kiszámítva olyan lineáris függvényt kapunk, amely — visszafelé természetesen fokozatosan nagyobb hibával terhelten — a földi élet fejlődése bármely stádiumának megfelelő galaktikai valószínűségi értéket adja meg. Ha a földi élet kezdetének időpontját 2,7 milliárd évnek vesszük (VINOGRADOV), úgy e legprimitívebb élet megnyilvánulásának ismétlődési valószínűsége Galaktikánkon belül 10^7 nagyságrendű. Minthogy Galaktikánk csillagainak számát 2.10^{11}-re teszik, ennek a legprimitívebb életnek ismétlődési valószínűsége 10 000 állócsillagonként egységnyire tehető. A már fosszilizációra alkalmas maradványokkal jellemzett paleozoikummal megindult fejlődési állapot viszont kb. 100 000 állócsillagonként egyszer ismétlődik e függvény szerint.

(A számítások körültekintő elvégzését TÓTH MÁRIA okl. geofizikus munkatársamnak köszönöm.)

AZ ÚJ GEOFIZIKAI SZEMLÉLET TÁRSADALMI HATÁSA

BARTA GYÖRGY

AKAD. LEV. TAG

Az emberiség régi — talán legősibb — törekvése, minél alaposabban megismerni a környezetét. Ez a törekvés eleinte csak a közvetlen szomszédság megismerésére irányult, aminek közvetlen gyakorlati haszna kézenfekvő; de ez a vágy vezette a középkor végének és újkor elejének nagy felfedező utazóit is és tágabb értelemben ez okozta minden tudománynak a kialakulását.

A Földre vonatkozó ismeretek bővülése a XVI—XVII. században már elég jól kijelölte bolygónk helyét az univerzumban és a természettudományokat kialakító szellemi forradalomra vezetett. A XIX. században a felfedezendő területek már nagyon leszűkültek és a kutatás a részleteken keresztül az alaposság irányába tolódott. A technika fejlődése azonban új lehetőségeket tárt fel és 1882—83-ban, valamint az 1932—33-ban rendezett sarki évek folyamán az utolsó ismeretlen területek rendszeres kutatása is megindult.

Látványos fordulat következett be a Földre vonatkozó kutatásokban az 1957—58-ban megrendezett nemzetközi geofizikai év során. Ezzel a nagy nemzetközi tudományos vállalkozással kapcsolatban lőtték fel ugyanis az első mesterséges holdakat és indult meg a Földet körülvevő térség *in situ* kutatása.

Szeretném kihangsúlyozni, hogy a nemzetközi geofizikai év tulajdonképpen egy világméretű tudományos társadalmi megmozdulás volt. A tudományos uniókba tömörült tudós társadalom, az emberiség tudományos vezérkara, szükségét érezte annak, hogy a Földre vonatkozó kutatásokat időben és térben egyeztetve, koncentráltan hajtsák végre.

A szervezésnek ez az alapgondolata már tartalmazta azt a felfogást, hogy az alapvetően fontos tudományos problémák kutatásakor a Földet egységnek kell tekinteni és a vele kapcsolatos jelenségeket egy egységes, ellentmondásmentes magyarázó rendszerbe kell illeszteni. Elvben ezzel meg is született a *geonómia* tudományága.

A Földdel kapcsolatos szokatlanul nagy tömeg-, idő- és térméretek azonban sok nehézséget okoznak azáltal, hogy gyakran mindennapi szemléletünkkel merőben ellentétes tapasztalatokra vezetnek. A látszólag szilárd Föld például a maga egészében folyadékként viselkedik, erőtereinek anomáliáit

vizsgálva gyakran gondolkodunk térképben, pedig földi méretekben egy anomáliának bolygónk minden pontján, még az átellenes oldalon is, van megfelelő hatása; geológiai időméreteket használva a fizikában az alapvető gravitációs konstans állandósága is kérdésessé válik; a kutatásra gépiesen alkalmazott matematikai apparátus hibás ténymegállapításokra vezethet stb. A laboratóriumokban számtalanszor kipróbált, közhelynek számító fizikai-kémiai eredményeket és a matematika abszolútnak tetsző igazságait, tehát a szokatlan méretek világában csak fokozott gondossággal és körültekintéssel alkalmazhatjuk.

Minden nehézség ellenére a geonómia egységes szemlélete nagyon hamar elvezetett földgolyónk viszonylagos kicsinységének és egységének felismerésére. Szeizmikus hullámokkal szinte átvilágítottuk Földünket; obszervatóriumainkban pedig mindennapos munka a sok ezer km magasságban északi és déli féltekénk között pattogó elektromágneses jelek regisztrálása és analizálása. Földünket másfél óra alatt megkerülő mesterséges holdakról kívülről fényképezzük bolygónkat és ezeken a képeken nemcsak az időjárásjelenségeket, hanem pl. a tengerekben úszó halrajok vonulási irányát is tanulmányozhatjuk.

Nem nehéz Földünk egységére és kicsinységére vonatkozó tudományos felismerés gazdasági és politikai formáit nyomon követni. A nemzetek feletti integrációs törekvések; a társadalmi igazság országhatárokon áttörő dinamizmusa; a tágabb horizontú nemzetközi gondolkodás térnyerése a provinciális nacionalista szemléletmóddal szemben; vagy akár — személyekre bontva — a világszerte érvényesülő utazási kedv beszédes bizonyítékai ennek.

Az egy világ vagy egy se kérdésfelvetés, a technikai oldalon bekövetkezett rohamos fejlődés tragikus dilemmája és a természeti környezet megóvása az emberi tevékenység kártevéseitől főleg biológiai oldalú megfogalmazása az emberiség lét-nemlét kérdéseinek. Ezek a problémák ugyan megoldásukat tekintve jobbára gazdasági és politikai kérdések, mindkettőben bennefoglaltatik azonban a földtudományoknak a nemzetközi geofizikai év során kialakult és azóta a különböző együttműködésekben és programokban (Geofizikai együttműködés, Nyugodt Nap Éve, Felsőköpeny Program, vagy legújabban a Geodinamikai Program) számtalanszor igazolódott megállapítása Földünk általános egységéről, oszthatatlanságáról és sajnos — kicsinységéről.

Ennek a tudományos forradalomnak a jelentősége csak a kopernikuszi felismerés fontosságához hasonlítható. KOPERNIKUSZ megfosztotta a Földet és ezzel az embert a vélt kiváltságos helyzetétől a világegyetemben és hosszú, gyötrő gondolatsorokon át rádöbbentette az emberiséget a maga kicsiségére, korlátaira, sőt jelentéktelenségére, de ugyanakkor függetlenné és nagykorúvá is tette.

A mai tudományos forradalom — amelyen a földtudományok úttörő és meghatározó szerepet játszanak — bemutatta, hogy a végtelennek tűnő világegyetem a maga egészében nem otthona az emberiségnek. Mi csak ezen a

kis Földön tudunk élni, fejlődni és alkotni, csak magunktól és magunkban boldogulhatunk. Ezért otthonunkra féltő gonddal kell vigyáznunk, vagyis meg kell tanulnunk felelősséggel élni az elnyert függetlenséggel és nagykorúsággal.

Kopernikusz, Kepler, Galilei, Newton, Gauss és sokan mások az égi és földi jelenségek vizsgálatával és helyes értelmezésével rakták le a modern természettudományok alapjait és ezzel évszázadokra megszabták az emberiség sorsának alakulását. Büszkék lehetünk arra, hogy a földtudományok és a belőlük az utóbbi időben az egységes szemlélet alapján kialakult geonómia — amelynek néhány gondolatát magyar tudósok vetették fel — ma is ugyanolyan iránymutató szerepet tölt be korunk sorsdöntő nagy szellemi áramlatainak kialakításában és irányításában, mint a múltban.

Akadémiánknak féltő gonddal kell őrködnie azon, hogy a különböző tudományos megállapítások ne csak rideg tényekként, lexikálisan legyenek tárolva és számontartva az egyes tudományterületek szellemi raktáraiban, hanem azok, logikai következményeikkel együtt, mint ható tényezők irányítsák népünk minden tagjának gondolkodását, befolyásolják működését. Biztosítanunk kell, hogy népünk műveltségének emelésén keresztül hazai tudományunk is hozzájárulhasson a maga szerény eszközeivel az egész emberiség boldogulásához.

ANYAGI ÉS HATÁSTUDOMÁNYOK KÖLCSÖNHATÁSA A GEONÓMIAI SZEMLÉLETBEN

PANTÓ GÁBOR

AKAD. LEV. TAG

A cím talán bizonyos magyarázatra szorul. A Földdel foglalkozó tudományok között vizsgálati módszerükből és következtetési rendszerükből adódóan régen kialakult egy kettős csoportosulás. „Anyagi" tudományokként tárgyalom azokat a diszciplínáinkat, amelyek a Föld titkaiba kézbe fogható anyagának tüzetes vizsgálata útján kívánnak bepillantani. A Föld anyagával való ismerkedés az ősi, primitív megfigyelések óta — vargabetűktől ugyan nem mentes — óriási fejlődést futott be, a vizsgálat módszerét, eszközeit és következtetéseit tekintve egyaránt, de a középpontban mindig a birtokba vett anyaggal való közvetlen kontaktus állt.

A kristálytantól az őslénytanig terjedő, széles spektrumú tudománycsoport mintegy 250 esztendőre visszakísért tudományos szemléletfejlődése eléggé aránytalanul tagolható. 3—4 ötödét a leíró jelleg, a tulajdonságok és részletek mennél aprólékosabb számbavétele uralja. A változatosság szinte kimeríthetetlen bősége valósággal bűvöletbe kerítette a tudósokat, akik egy egész élet szorgos munkája során szakadatlanul „újat" tudtak termelni a tudomány számára puszta megfigyeléssel és annak többé-kevésbé gondos rögzítésével. A megfigyelés mind apróbb dimenziókba hatolása újabb és újabb „világokat" nyitott meg a leírás számára, így a parányfelbontó tulajdonságvizsgálat számos területen ma sem zárult le és az öncélúság vádjától mentes, jelentős perspektívákat is ígér.

A mind apróbb részletekbe és dimenziókba hatoló — mondjuk analizáló — megfigyelés és leírás földtudományágait a mainál sokkal lassúbb ütemben, de végül is ellepte, megbénította a maguk termelte információ áradat. A védekezés első lépése természetesen a rendszerezés volt, mely magától értetődően csak mesterséges lehetett és túlzásaival, erőszakoltságával nem mindig szolgálta a tudományos haladást.

Az utolsó 50—100 évre tehetjük azt a minőségi ugrást, mely a nem élő természet anyagi tudományait általánosan kiemelte leíró szemléletükből és az oknyomozó, genetikai vizsgálódás elsődlegességét biztosította. A pragmatikus szemlélet századunkban fejlesztette ki több tudományágunkban a természeti folyamatok modellezéséig, kísérleti reprodukálásáig vezető újabb minőségi ugrást.

MTA X. Osztályának Közleményei 5/3—4. 1972

A kiváltó okok a földi anyagképző és átalakító folyamatok ilyen alapos és kvantitatív ismerete már nagyfokú — nemegyszer eltúlzott — absztrakcióra és megállapításai nagy tér- és időtávlatokba történő kivetítésére tette képessé az anyagelvű földtudományokat és így jóval tágabb ívelésű áttekintéssel, a nagy változatosságú részfolyamatok egységben látásával vértezte fel. Vezérelv azonban mindmáig az anyag közvetlen, analitikus megismerése maradt és a következtetés lényegében az indukcióban, az alkotóelemekből, elemi folyamatokból bonyolultabb és távolabbi összefüggésekre utaló megállapításokban érte el maximális hatékonyságát.

A részleteknek, nagyfelbontású elemzéssel felderített finom anyagi jellemzőknek szentelt rendkívül nagy — és a deskripció szintjét gyakran túl nem lépő — figyelem ellensúlyozását csak múlt és jelen évtizedünk nagy ugrása a világűrbe, szolgálta hatékonyan. A mesterséges égitestek nyújtotta adatrögzítés tárta először az anyagi-földtudományok elé anyagi világunk rendkívül absztrahált (50, 100 milliós vagy milliárdos léptékű), mégis valósághű képét.

Ez a rendkívül nagy látószögű, de torzításmentes „rálátás" tett először lehetővé valóban „globális" léptékű, mégis a felbontás valamennyi fokozatán anyagelvűen végigvezetett megfigyelést saját égitestünkről. És talán nem hat túlzásként az a megállapítás sem, hogy az embernek el kellett szakadnia bolygója gravitációs terétől, a különböző elvű és vizsgálati módszerű tudományok tucatjainak példás összmunkájával korunk legsokrétűbb megfigyelési rendszerét kellett kiépítenie, hogy az űrprogramokban vezető helyen érdekelt földtudományok eltérő beállítottságú — sőt olykor antagonisztikus — tudománycsoportjai szemléletben és kooperációban bensőleg egymásra találjanak.

Az „űrtalálkozót" most az általam nem hivatalosan „hatástudományoknak" nevezett geo-tudománycsoport oldaláról megcélozva, ejtsünk egy újabb tudománytörténeti visszapillantást. A Föld vagy egyes részei általános fizikai (gravitációs, mechanikai, mágneses, elektromos, termikus) hatásainak számbavétele és mérése a fizika tudományos fejlődésével csaknem egyidős; a mérések és módszerek széles körű, sokágú földi adaptációja századunkban a geofizika hatalmas tudománycsoportjává terebélyesedett.

A legjelentősebb korai eredmény — egyben a legjellegzetesebb „hatástudományi" példa — a 18. sz. elejére visz vissza bennünket. NEWTON gravitációs eredő-hatásokból kielégítő pontossággal meghatározta bolygónk meglepően nagy átlagsűrűségét, de ennek anyagi konzekvenciáit távolról sem vonta le. A gravitáció szigorú anyaghoz rendelésének elmulasztása, követőinél még anyagtól független erők feltételezésének tévútjára is vezetett. NEWTON több mint 250 éve megadta a Föld sűrűségének rendkívül fontos értékét a földtudományoknak, de ennek specifikus anyaghoz rendelésével máig sem boldogultunk egyértelműen.

Hosszúra nyúlna a lista, ha csak a legfontosabb, pontosan és biztosan

meghatározott (geo)fizikai földi hatásokat kívánnám felsorolni, melyek anyagfelelőse, a geofizika nyelvén „hatója", ismeretlen, vagy csak ellenőrizetlen feltevésben foglalt. Általánosságban nem javul a helyzet a földkéreg kisebb kiterjedésű részletein végzett hatásmérések anyagi értelmezése tekintetében sem. A gravitációs tér helyi változásainak nagy precizitású meghatározásával és ebből levont földtani következtetésekkel Eötvös Loránd unk írta be nevét a nemzetközi tudomány aranykönyvébe. De a gravitációs anomáliakép még távolról sem a mélybeli szerkezeti vagy anyagi elrendeződés felszíni vetülete. A kettő közötti távolságról, a geofizikai képtől a hiteles anyagi interpretációig vezető nehéz — útvesztőktől sem mentes — útról a nyersanyagkutatás számtalan közös küzdelemben megedzett geológus-geofizikus bajnokai vallhatnak részletesen. Bár a prospekciónál — egy-egy nyersanyag specifikus előfordulási sajátságaira vonatkoztatott koncentrálásban — legpéldamutatóbban valósul meg az anyagi és hatás-geotudományok kooperációja, a mostani általános geonómiai aspektusú vizsgálódás elsősorban a globális szerkezeti rendeződés köpenybe is lenyúló nyomozásában kívánja az anyagi + hatáskutatás integrációjának prognózisát megadni.

A prognózis felvázolását legcélszerűbb a Föld exoszféráinak kutatására létrehozott terresztrikus és extraterresztrikus bázisokon kialakított példás anyagi-hatás-együttműködésen kezdenünk — már csak a legtágabb perspektíva nyerése céljából is. Az emberi és automatikus vezérlésű űrállomások éppúgy, mint a Földről végzett szondázások behatoltak az exoszférákba és megfigyeléseik, regisztrálásaik — természetesen — egyszerre ontották a vizsgált közegek anyagi minőségére és hatás-spektrumára vonatkozó információk bőségét. Nem véletlen, hogy a geofizikai indítású, világméretű geonómiai vállalkozások (Nemzetközi Geofizikai Év, Nyugodt Nap Éve stb.) startja a Föld külső övezetei kutatásának nagy fellendülésével esik egybe. Átütő sikerük záloga pedig az anyag- és hatásmegismerés egymást kiegészítő és ellenőrző gyors, párhuzamos fejlődése.

Ennek a geonómiailag elválaszthatatlan, szakadatlan kölcsönhatásnak legdinamikusabb oldalát tűzte Osztályunk vezetősége igen sokoldalú komplexvizsgálat napirendjére a nagy sikerrel megindított és sorozatossá fejlesztett „Anyag- és Energiaáramlási Ankétekkel". A sikert a legkülönbözőbb elvű és módszerű tudományok eredményeinek az anyag és energia elválaszthatatlanságát, közös törvényeknek hódolását hirdető vezérelv szerinti szembesítése hozta meg.

Az „Áramlási Ankétek" éppúgy, mint a nagy nemzetközi geológus-geofizikus közös vállalkozások (Felsőköpenykutatás, Geodinamikai Terv) zászlajukra írták az anyag — vagy energiavándorlással járó — jelentősebb változások nyomon követését a Föld belső övezeteiben. Az elmúlt évek vagy egész évtized komolyan felfogott geonómiai összefogásból származó eredményei roppant jelentőségűek és feltétlenül biztató perspektívát nyújtanak a jövőre.

A szilárd bolygóban azonban az anyag- és hatásészlelésnek a külső övezetekhez hasonló párhuzamos vezetése nem oldható meg. A dinamikát tekintve pedig óriási késleltetések választják el a hatást az anyagi effektustól, ugyanakkor belép a több milliárd éves földtani múlt rég letűnt hatásváltozásainak felderítésére irányuló igény is, pusztán a ránkmaradt anyagi effektusok alapján.

Ha sokszorosan nehezebbek is az endoszférákban jelentkező geonómiai feladatok az exoszférákban feltárultaknál, a — századunk kitermelte vagy a világűrből hozott — lényegi megértés és felelősséggel vállalt, kölcsönös előnyökért, fenntartás nélkül végzett együttműködés hatalmas lendületet kölcsönöz a geonómia anyagi és hatáselvű tudományágainak nagy közös vállalkozásai számára. Ennek első, igen pozitív jele a tudományágak közötti, korábban igen éles, demarkáció nagyarányú lebontása; ami ezzel együtt jár, a kölcsönös figyelem és érdemi érdeklődés kiterjesztése a szomszéd tudományterület egészére és kollektív felelősséggel vállalt problémamegoldás egy jelentős szélességű határövezetben.

Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy a geológus nem válik érdektelenné, ha bizonyos hatás-relációt egy differenciálegyenlet alapján kell appercipiálnia és a geofizikus sem ráncolja a homlokát, ha az együttesen vizsgált közeg anyagi jellemzése kapcsán ásvány- és kőzetnevek tucatjával kell megbarátkoznia — ezek nem csekély anyagismereti vonzatával együtt. Eddigi jelekből úgy látom, hogy a magyar geonómusok ezt a feladatok és kor-diktálta érdemi kollektivitást nagy közös vállalkozásaiknál a „világátlagnál" sokkal komolyabban veszik.

Hazai vitákban megritkult vagy el is tűnt az olyan állásfoglalás — ami külföldi rendezvény-vitáknál még igen gyakori —, hogy a geofizikus csak a hatás-értékek megállapításáért áll jót, az anyagi értelmezést már tisztán földtani problémának tekinti, azt oldja meg a geológus legjobb belátása szerint, a saját felelősségére. A közösen vállalt, egymás munkaterületének, módszereinek és következtetési rendszerének áttekintő ismeretén, benső indítású tiszteletén alapuló geonómusi felelősség rendkívüli erőket szabadít fel. Szárnyakat ad, nem a csapongó, intuitív fantáziának, hanem a fel sem ismert, vagy megközelíthetetlennek látszó problémák anyag- és hatás-oldalon hitelesített mérlegű egzakt megoldásai kidolgozásához. A geonómiai, szervezett összefogás első nagy, gyökeres szemléletváltozást jelentős eredménye bolygónk lenyűgözően nagy, egymásba fonódó külső és belső dinamikájának általános tudatosítása, ami a geonómia új érájának mottójaként GALILEIvel együtt újra mondatja velünk: „Eppur si muove".

A GEONÓMIA ÉS A GYAKORLAT KAPCSOLATA AZ EGYETEMI TANSZÉKEK KUTATÓMUNKÁJÁBAN

GRASSELLY GYULA

A FÖLD- ÉS ÁSVÁNYTANI TUDOMÁNYOK DOKTORA

Az egyetemi tanszékek mindig is számottevő bázisát jelentették a tudományos kutatásnak, a szakmai utánpótlás nevelésének, bár volt olyan időszak, amelyben a tanszékeken a tudományos munka alárendeltebbé vált, s ennek megfelelően kevésbé hathatós személyi és anyagi támogatásban részesült. A felsőoktatás korszerűsítésére irányuló törekvések azonban egyre inkább érvényesültek és ennek a folyamatnak a során kellő értékelést nyert a tanszéki kutatómunka is: a korszerű, színvonalas oktatómunkától elválaszthatatlan a korszerű, színvonalas kutatómunka. De nem csekély kihatással volt a tanszéki kutatómunka alakulására a népgazdaság fejlődése, a gyakorlatban felmerülő problémák tudományos megalapozottságú megoldásának az igénye s az a követelmény, hogy az oktatást közelebb kell vinni a gyakorlathoz.

Az egyetemi tanszéki kutatómunka fontosságát hangsúlyozza a Magyar Szocialista Munkáspárt Központi Bizottsága tudománypolitikai irányelveinek alábbi megállapítása is: „A kutatási bázison belül az egyetemi tanszékeknek a jelenleginél nagyobb súly biztosítandó. A következő tíz évben ezért — részben a tanszékeknek adott szerződéses megbízásokkal, részben az egyetemi kutatásokat biztosító állami költségvetés növelésével és a felszereltség javítását célzó beruházások fokozásával — az összes kutatási ráfordításokon belül az egyetemek jelenlegi részesedését fokozatosan növelni kell."

A felsőoktatás korszerűsítése, a tudománypolitikai irányelvek elismerték a tanszéki kutatómunka fontosságát és megnyitották az utat fejlődése előtt. Ugyanezt a fejlődést segíti a kialakuló átfogó geonómiai szemlélet térhódítása amely szemlélet meghonosításában és továbbfejlesztésében a magyar földtudományok képviselői is jelentős szerepet játszottak.

A földtudományok területén a tanszéki kutatómunka eredményességének és sajátosságainak vizsgálata két szempontból is lényegesnek tűnik. Egy részt az egyetemi tanszékek jelentős szellemi kapacitást képviselnek, másrészt ezeknek a tanszékeknek a gyakorlati élettel való kapcsolata meglehetősen erős és széles körű. Az 1971. évi akadémiai közgyűlésen a főtitkárhelyettesi beszámoló „Az ország természeti erőforrásainak kutatása és feltárása" című kiemelt távlati tervvel kapcsolatosan említette, hogy az akadémiai kapacitás

a tervezett kutatásokhoz viszonylag kicsiny, összesen mintegy 50 fő, s bár a beszámoló utalt arra, hogy a témára a Központi Földtani Hivatal intézményei és a Bányászati Kutató Intézet ennek a kapacitásnak a többszörösét fordíthatja, nem esett szó az e témára igénybe vehető tanszéki kapacitásról. Ugyanekkor a Föld- és Bányászati Tudományok Osztályának irányítása alá eső 41 kutatóhelyből mindössze 6 az akadémiai kutató intézet, laboratórium, ill. munkaközösség és 29 kutatóhely, vagyis a kutatóhelyek 70%-a, egyetemi tanszék. Ha ezek közül is csak a szorosabb értelemben vett 14 földtudományi tanszék (földtani, teleptani, ásványtani, kőzettani, geofizikai, geokémiai, térképtudományi) létszámát vesszük figyelembe, a 14 tanszék 97,5 oktatót és kutatót, valamint 115,5 segéderőt, vagyis összesen 213 fő munkaerőt jelent, azaz a tanszékek jelentős szellemi kapacitást jelentenek a kutatási profiljukba vágó témák kidolgozásában és számottevő erőt is biztosíthatnak, ha egységes és korszerű szemlélet fogja össze a különböző városokban, különböző egyetemeken elszórt tanszékeket és megfelelő koordináció kovácsolja össze tevékenységüket. A képhez az is hozzátartozik, hogy míg az Agrár-, az Orvosi és a Biológiai Tudományok Osztályához tartozó 150 egyetemi tanszéknek mintegy egyharmada az Akadémia támogatásával végzi kutatómunkáját — bár éppen az említett tudományterületeken több nagy létszámú és jó felszerelésű akadémiai kutatóintézet is működik —, addig a Föld- és Bányászati Tudományok Osztályához tartozó 29 egyetemi, 4 főiskolai tanszéki és 2 múzeumi kutatóhely közül e kutatóhelyeknek egytizede sem részesül akadémiai támogatásban, vagyis e területen a tanszékek zöme csak a Művelődésügyi Minisztériumtól adott — az eredményekkel és a tervekkel eddig különösebb összefüggésben nem álló — TKFA támogatásra és főleg saját erejére, a gyakorlati élettel való kapcsolataiból adódó lehetőségekre van utalva s e tanszékek számára az ipari kutatás, a gyakorlattal való szoros kapcsolat ezért nyer külön hangsúlyt.

Az Osztály irányítása alá tartozó egyetemi tanszékek az oktató- nevelő munka, a szakmai utánpótlás nevelése, az Osztálytól jóváhagyott kutatási tervük teljesítése mellett széles körű ipari kapcsolatokat is kiépítettek és ez irányú kutatási tevékenységük számos, népgazdasági érdekeket szolgáló probléma tudományos megalapozottságú megoldásához járult hozzá, akár a városfejlesztésnél vagy különböző létesítmények tervezésénél nélkülözhetetlen alkalmazott földtani, építésföldtani, mérnökgeológiai, kőzetmechanikai kutatásokkal, vagy az ország természeti erőforrásainak feltárása kapcsán a bauxit-, szénhidrogén-, szén-, ill. az érces ásványi nyersanyagkutatásokkal, de segíti a tanszékek munkája nyersanyagkincseink feltárását bányászati, geofizikai, geodéziai kutatásokkal, módszerek és műszerek fejlesztésével is. Előmozdítja a tanszékek tevékenysége a már ismert nyersanyagaink hasznosítását a szilikátipar nyersanyagbázisának kutatásával, az ipari melléktermékek és hulladékanyagok hasznosítására vonatkozó vizsgálatokkal. Ugyancsak szem előtt tartják a gyakorlati célokat is a különböző tanszékeken folytatott föld-

tani kifejlődési, rétegtani, faciológiai, biokronológiai, ősföldrajzi kutatások, a földtani képződmények nyomelem-eloszlására vonatkozó vizsgálatok is. De nem nélkülözheti a népgazdaság fejlődése a tanszékek által végzett népesség- és településföldrajzi, meteorológiai, mikroklimatológiai, geomorfológiai vizsgálatokat sem.

Az Osztályhoz tartozó tanszékek erejüknek és kapacitásuknak megfelelően az elmúlt tervidőszakban eredményes munkát végeztek ipari kutatásaikkal is, és remélhető, hogy a már most is fellelhető pozitív vonások a jelenlegi kutatási tervidőszakban tovább fognak erősödni, ami a tanszékeknek, de magának a kutatásnak is prominens érdeke. Kérdés, hogy miben nyilvánultak meg ezek a pozitív vonások a tanszékek kutatási tevékenységében a gyakorlati élettel kialakult szorosabb kapcsolatok nyomán?

Bár a tanszékek „hivatalos", a TKFA-ból támogatott kutatásainak beszámolóit és terveit nézve, hellyel-közzel találkozhatunk „egyszemélyes" témákkal és egyes tanszékeken belül a kutatómunka kollektivitása is még fejleszthetőnek tűnik, vagy bár nem mondható el, hogy a rokon tanszékek közötti együttműködés már kielégítő, az is tagadhatatlan tény, hogy a gyakorlatból adódó szerződéses kutatásoknál — amelyek a tanszékek jelentős kapacitását lekötötték — fokozódó mértékben találkozhatunk a kollektív kutatómunkára való törekvéssel, a további fejlődést elősegítő komplex kutatásokkal, s a különböző kutatóhelyek közötti együttműködési törekvésekkel is. Úgy tűnik, hogy a szerződéses kutatásokban legérdekeltebbek, a különböző főhatóságok, vállalatok, ipari kutató- vagy tervezőintézetek mint megbízók és a munkavállaló tanszékek a maguk részéről következetes és átgondolt munkával igyekeztek valóra váltani az MSZMP KB tudománypolitikai irányelveinek azon útmutatását, amely szerint a tanszéki kutatómunka fejlesztését részben szerződéses megbízásokkal kell elősegíteni.

A földtudományi tanszékek kutatási tevékenységére a külső megbízások ösztönzően hatottak és erősítették a tudomány és a gyakorlat kapcsolatát s bármennyire változatosak is voltak az ipari-gyakorlati témák, megfeleltek a tanszékek felkészültségének, illetve jelentősen hozzájárultak a tanszékek általános fejlődéséhez. Nemcsak a gyakorlat által felvetett kérdésekre tudott a tanszéki kutatás választ adni, de ezekből a kutatásokból tudományos eredmények is születtek, elsősorban a hosszabb távú, gondosan megtervezett megbízásokon nyugvó kutatásokból, amelyek összhangban voltak a tanszék kutatási profiljával, megfeleltek a tanszék szellemi és felszerelési kapacitásának és egyben alátámasztották a tanszék korszerű, színvonalas oktatómunkáját is.

A gyakorlat által felvetett és a tanszékek által kutatott témák jelentős része meglehetősen összetett, sokrétű problémakört fog át, amely kérdésekre kielégítő választ adni csak kutató kollektívák jól koordinált tevékenységével, a vizsgált kérdéscsoportot különböző oldalairól megközelítő komplex vizsgálatokkal lehet, az eredményeket a kialakulóban levő geonómiai szemlélet

kereteibe foglalva, összefüggésükben szemlélve és értékelve. E kutatások révén a tanszéki és a külső szakemberek közötti szorosabb együttműködés, az egymással határos, illetve az egymást kiegészítő területeken otthonos szakemberek közötti kapcsolatok elmélyülése és erősödése, a közös és átfogó jellegű problémák magukkal hozták és egyben meg is követelték a koordinált kutatások kialakítását, de hatással voltak a geonómiai szemlélet fejlődésére is, amely széles látókört követel meg az egyes kutatótól is, de megköveteli a kollektív munkát is, és nem csupán egy-egy tanszéken belül.

A gyakorlati kérdésekkel való foglalkozás, a kutatásba való bekapcsolódás igénye a tanszékek részéről érthető, hiszen a tudományos problémák megoldásának vágya nem csekély hajtóerő akár az egyén, akár egy-egy kollektíva számára, de a tanszékek számára ösztönzést jelent az ipari kutatások anyagi bázisán nyugvó tanszékfejlesztési lehetőség is. Sem az egyik, sem a másik szempont nem elhanyagolható, de legalább ilyen lényeges a geonómia és a gyakorlat kölcsönhatásának megnyilvánulása a tanszéki kutatómunkában, amelynek kiteljesedéséről talán még korai volna beszélni, de e folyamat biztató jelei már tagadhatatlanul érzékelhetők voltak.

Az egyes tanszékek tudományos tevékenysége érthetően meghatározott körben, határok között mozog, a vezető és a tanszék munkatársainak tudományos érdeklődése, beállítottsága, valamint a tanszék anyagi eszközei és műszerezettsége által meghatározva, ill. az utóbbira gondolva — olykor inkább korlátozva. A korszerű kutatás egy-egy tanszéken, a tanszék szűkebbtágabb tudományos profilján belül is korszerű szemléletet követel, de a geonómiai szemlélet a maga teljes egészében és átfogásában csak a különböző területeket reprezentáló tanszékek, kutatóhelyek együttműködésével és együttműködésében realizálódhat. S éppen e szemlélet erősítésében játszhatnak jelentős szerepet a gyakorlati kérdésekkel foglalkozó kutatások is, amelyek során a megbízók érdeke is azt kívánja meg, hogy az általuk kutatásra kiadott témakörök kidolgozásában érdekelt tanszéki kutatóhelyek között eleven és hatékony munkakapcsolat alakuljon ki, a megbízó, mint témagazda biztosítani tudja a kellő koordinációt, s a kooperáció előmozdításához is rendelkezik a megfelelő anyagi ösztönző eszközökkel is.

A földtudományi tanszékek legfontosabb megbízói, mint a Központi Földtani Hivatal, az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt, a Tatabányai Szénbányák, a Magyar Állami Földtani Intézet, az Országos Érc- és Ásványbányák — hogy csak néhányat említsünk az 52 megbízó közül, akiknek megbízásai folytán tanszékeink gyakorlati kutatásokkal foglalkoztak — a jövőben még hatékonyabban segíthetik a megindult folyamat, a tanszéki kutató kollektívák közötti együttműködés és ezzel a geonómiai szemlélet további fejlődését azzal is, ha egy-egy jelentősebb téma adott kutatási szakaszának lezárásakor vagy éppen egy új kutatás kezdetén szakmai vitaülésre, ankétra hozzák össze a kutatásban részt vevő tanszékeket, illetve azok munkatársait. Ugyan-

ezen irányba hatottak az Osztály és különböző tudományos bizottságai által rendezett ankétek, illetve a bizottsági üléseken elhangzott előadások és viták is.

A geonómiai szemlélet térnyerése és a gyakorlat előtérbe kerülése a tanszékek kutatómunkájában jelentős kihatással van a tanszékek oktató-nevelő munkájára, a szakmai utánpótlás nevelésének színvonalára és hatékonyságára, nemkülönben a fiatal oktatók szakmai fejlődésére, látókörük és tudományos szemléletük fejlődésére egyaránt. A geonómiai szemlélet és a gyakorlati témák kutatása válhat azzá az összekötő kapoccsá, amely összefoghatja az Osztály irányítása alá tartozó tanszékeket és ezzel megsokszorozhatja munkájuk hatékonyságát.

A további előrehaladás érdekében mind a tanszékek, mind pedig az irányító és koordináló főhatóságok részéről további erőfeszítések szükségesek, hogy a földtudományi tanszékek — amelyek kutatási kapacitásuknál és eddigi eredményeiknél fogva egyáltalában nem elhanyagolható kutatóbázist jelentenek — méltón tölthessék be azt a feladatkört, amelyet számukra a földtudományok hazai fejlesztésének, a gyakorlat által felvetett problémák magasszintű megoldásának igénye számukra kijelölt.

Végezetül csupán annyit még, hogy a Természet vagy a gyakorlati élet bőségesen tárja elénk a megoldandó problémák sorát, témában tehát nincsen hiány, azonban bármely kérdéssel foglalkozzunk is, bármely oldalról közelítsük is meg a problémát, nem téveszthetjük el szemünk elől a főcélt:

„Ehrfürchtig der Natur verbunden bleiben.
Kraft und Zeit finden, einmal in sich selbst hineinzulauschen.
Abwägen und zu Ende denken.
Rufen nach Verinnerlichung, nach Wahrhaftigkeit.
Das Schicksal der Menschheit hängt von dir ab — Mensch!
Aus deinem Herzen, tiefstem Herzen, komme der Quell.
Der Mensch muß das Ziel sein."

AZ ÁLTALÁNOS GEOFIZIKAI KUTATÁSOK NÉHÁNY TÁRSADALMI VONATKOZÁSA

ÁDÁM ANTAL

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK DOKTORA

Az általános (vagy „tiszta", vagy regionális) geofizika a Föld erőtereinek (pl. gravitációs, földmágneses stb.) vizsgálatával, a Föld belsejének (teljes szelvényében) és a Föld körüli térségek fizikai sajátságaival, folyamataival, jelenségeivel foglalkozik szoros kapcsolatban a rokon geotudományokkal, a földtannal, geokémiával, kozmogóniával stb. („geonómia"). Általában horizontálisan és vertikálisan is a nagyobb dimenziók jellemzik az alkalmazott, nyersanyagkutató geofizikával szemben. A tematikája igen sokrétű és a fizika szinte valamennyi fejezetét megtaláljuk benne a rugalmas hullámoktól a plazmafizikáig, tehát az „ősi" mechanikától a legkorszerűbb részecskefizikáig.

Az előadás a címének konkretizálása végett nem foglalkozhat mindezzel, így elsősorban a figyelmet a Föld belső fizikájára fordítja. Az említett nagy dimenziók meghatározzák a kutatások jellegét. A Föld országainak szellemi és anyagi összefogására van szükség egy-egy tudományos kérdés megoldása végett. Ezért szervezik a nemzetközi Projecteket. Így a közelmúltban zárult az UMP (a Felsőköpeny Terv), és máris tervezzük a Geodynamic Project kutatási programját. A sok mérés és azok analízise nagy jelentőségű földdinamikai elmélet alapjait vetette meg az UMP révén, amelynek részletekre menő kidolgozása már az új Project feladata.

Joggal kérdezi a társadalom, mire költjük pénzét. Sok esetben az általános geofizika területén is kézenfekvő a válasz. Ha a földrengés összedönti a lakóházakat, a hozzátartozók bentpusztulnak, az egyszerű ember is szorgalmazni fogja a szeizmológiai kutatást, főként az előrejelzést, az építkezések helyének megnyugtató kiválasztását, a biztonságos építkezés módjának kidolgozását. A dialektika iránt fogékony társadalmunknak meg kell mutatnunk azonban azokat az összefüggéseket is, amelyek a nagy mélységű fizikai folyamatok, a mélybeni inhomogenitások stb. és a felszínközeli földtani szerkezetek, nyersanyaglelőhelyek között fennáll és ezeknek a kutatását már ma is, de különösen a jövőben céltudatosabbá és így gazdaságosabbá is teszi, megindokolja a Projectekre, az általános geofizikai intézmények kutatásaira fordított anyagi befektetéseket.

Ezeknek a szempontoknak hangsúlyozása az utóbbi években különösen

előtérbe került. SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR akadémikus „Az új globális tektonika mozgásmechanizmusa és kapcsolatai a Föld és az élet fejlődésével" című munkájában világosan megfogalmazza ennek okát. Az új globális tektonika szerint „a litoszférának köpenybe tolódása a Föld felszínének a földi nagy mélységekkel való rendkívül intenzív kapcsolatát jelenti. Figyelmeztet arra, hogy az embernek a nagy földi mélységekhez sokkal több köze van, mint eddig sejtettük".

Az Inter-Union Commission on Geodynamics (I. C. G.) a fenti problémakör nagy gyakorlati jelentőségét felismerve, külön munkacsoportot szervezett ennek a kutatására. A 6. munkacsoport címe: „A Föld belsejének folyamatai és kapcsolatuk a felszíni tektonikával és a megfigyelt fizikai terekkel".

(Koordinátora BARTA GYÖRGY az MTA lev. tagja.) A vizsgálódás célja a földkéreg deformációinak és a kéreg, valamint a köpeny közötti anyagcsere — tehát éppen a hasznosítható ásványtelepek kialakítása szempontjából legfontosabb folyamatok — alapvető okainak vizsgálata. Az ezzel kapcsolatos kérdések megoldásához az I. C. G. megfogalmazása szerint háromféle úton közelíthetünk. Ezek:

a) a különböző fizikai terek (földmágneses, gravitációs tér, hőáramok stb.) tanulmányozása;

b) a Föld belsejében és a felszínén lejátszódó mozgások közvetlen megnyilvánulásainak vizsgálata beleértve a vulkáni tevékenység, valamint a közepes és nagy mélységű földrengések által képviselt anyag és energia (elsősorban hő) szállítást;

c) a belső köpeny horizontális inhomogenitásainak és anizotrópiájának tanulmányozása és a földkéreg fő szerkezeti vonalaihoz fűződő kapcsolataik elemzése.

Szinte valamennyi kijelölt út, haladjon bár a nagy mélységből a földfelszín, illetve innen a Föld belseje felé, a kutatásban a Föld különböző szerkezeti részeinek a kapcsolatát és ezen keresztül az egész Föld dinamizmusát hangsúlyozza. Minthogy új, előttünk jobbára ismeretlen, legfeljebb hipotetikus összefüggések kutatásáról van szó, a Project olyan kutatási területek kiválasztását javasolja elsősorban, ahol az extrém felszínközeli földtani, geofizikai jegyekből jelentős mélybeni változásokra is következtethetünk. Ezeket kívánjuk megismerni, hogy általánosítva a gyakorlat szolgálatába állíthassuk. A kutatások tehát nagy tektonikai egységek, sajátos szerkezetek belsejének vagy főként az érintkezési vonalának tanulmányozására irányulnak.

Konkrét formájukban ún. geotraverzek mentén szisztematikus, sok irányú (komplex, vagy integrált) geofizikai méréseket, többnyire nagy mélységű szondázásokat végzünk. Ezeket természetesen szervesen egészítik ki a geológiai, geokémiai, geodéziai stb. általában geonómiai kutatások. (A geotraverzeket SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR akadémikus javaslatára a KBGA keretében nemzetközi tektonofizikai szelvényeknek nevezik.)

Az elmúlt másfél-két évtizedben végzett általános geofizikai kutatások bőségesen igazolták, hogy a Kárpát-medence és ezen belül a Magyar-medence is sajátos földfizikai felépítésű terület. Különböző nemzetközi együttműködési szervezetek (UMP, KAPG, KBGA) ösztönzésére ki is jelöltek bizonyos vonalakat (szelvényeket), amelyek mentén megindultak a geofizikai mérések, főként a mélyszeizmikus szondázások. Ezért is nevezik ezeket a vonalakat nemzetközi kéregkutató szelvényeknek. A Geodynamic Project keretében kell ezeket „tektonofizikai szelvényekké" kiegészíteni. (Különösen érdekesek a Kárpátokat és a Kárpát-medencét is átmetsző szelvények, pl. a III. vagy az V.)

A teljesség igénye nélkül csak *néhány* alapvetően jellemző általános geofizikai sajátosságot, megnyilvánulási formát említenénk a Kárpát-medencéből és próbálnánk azt a gyakorlati, tehát a felszínközeli kutatás, valamint a nagy mélységű folyamatok (hipotézisek) szemszögéből interpretálni.

a) Geotermikus adatok

Stegena professzor által összeállított izoterma térképen, amely K-Európára vonatkozóan 1 km mélységben mutatja a hőmérsékletet, a legkiugróbb anomália éppen a Kárpát-medencében jelentkezik. A hőmérséklet 2—3-szorosa pl. a Szovjetunió táblás területén mért értékeknek (50—80 °C). Ezzel összhangban nagy a hőáram is (általában $2 \cdot 10^{-6}$ CGS-nél nagyobb). A magyar mérési adatokat a csehszlovák és szovjet adatok is megerősítik.

Ennek jelentőségét a népgazdaság számára nem kell külön fejtegetni. Megkezdődött hazánkban a geotermikus energia hasznosítása. Általános érdek fűződik a geotermikus kutatások folytatásához.

b) Mélyszeizmika

A mélyszeizmikus (és szeizmológiai) kutatások rámutattak a kéreg jelentős elvékonyodására a Kárpát-medencében (átlagban 25 km). Törési zóna mentén ugrásszerűen csak a Külső-Kárpátokban (flis-övben) és a Kárpátok elsüllyedékében vastagszik ki. Ma már törvényszerűnek tekintjük a vékony kérget a medencékben az „ellentétes formák" elvéből (izosztázia) kiindulva. A kéreg kivékonyodását a Kárpát-medencében összefüggésbe hozzák egyes kutatók a hőakkumulációval és ennek hatására kialakult vulkáni tevékenységgel. A Kárpát-medence kérgében olyan mérvű vető-rendszereket mint amilyent pl. a Belső- és Külső- Kárpátok között és a Szovjetunió számos területén megfigyeltek, a mélyszeizmika nem jelzett. Így ezeknek általános gyakorlati jelentőségére a későbbiekben mutatunk rá.

c) Elektromágneses adatok

A felső köpeny jól vezető rétege kisebb mélységben (átlag 80 km) van, mint a Szovjetunió táblás területén, és a kristályos pajzsain. Minthogy feltűnő a párhuzam a geotermikus adatok anomáliájával, az okot a részleges ol-

vadásban, illetve bizonyos alkáliák feldúsulásában látjuk. Jelentős regionális anizotrópia mutatkozik a magnetotellurikus adatokban. A ϱ_{min} iránya K—Ny (illetve KÉK—NyDNy). Ez elektromosan jól vezető képződményekkel kitöltött hasadékrendszerre utal.

(Ismeretes, pl. MARTOS megállapításából, hogy a karszthidrológiában ez kitüntetett irány [hosszanti törések] és a víz áramlási sebessége 2—3-szorosa annak, amit a haránttörésekben mértek.)

A globális tektonika szemszögéből a ϱ_{min} irányú vonalak jöhetnek számításba és adhatják az elmélet alkalmazásához a támpontot. Jelentős migráció is játszódhat le ezeken keresztül.

A földkéregben néhány km mélységben, feltehetően a dunántúli bazaltvulkanizmushoz kapcsolódva jól vezető képződmények jelentkeznek, amelyeknek mélysége a Somló vulkáni kúpjától távolodva megnő legújabb vizsgálataink szerint. Kérdéses, hogy ezek a vulkáni tevékenységhez anyagilag (pl. ércesedés) vagy energetikailag (hőakkumuláció révén metamorfózis, pl. grafitosodás, vagy hőmérséklettől függő vezetőképesség növekedés) kapcsolódnak-e? Kutatásuk a gyakorlat számára is érdekes lehet, általános kőzetfizikai, vulkanológiai és ércgenetikai szempontból mindenképpen figyelemre méltó. Nagyobb kiterjedésű grafitosodás esetén a földtani szintezéséhez is alapul szolgálhat.

Földmágneses indukciós nyilak a szeizmikus mélyszondázásokkal teljesen összhangban jelzik a Külső- és a Belső- Kárpátok között a hatalmas törési zónát, amelynek a neovulkanitokkal való kapcsolatát a csehszlovák kutatók perspektivikus tervei között találjuk.

Szeizmológia

A Magyar-medence jellegzetesen aszeizmikus terület. A kutatások azt mutatják, hogy rezgésfészkek 5 és 9 km mélységben fordulnak elő leggyakrabban. Ezekben a megállapításokban rajzolódik ki az a jelentős különbség, amely a nagy hőáramú, kis kéregvastagságú és kis mélységű jól vezető réteggel jellemezhető *más* területektől, pl. a Bajkálrifttől is megkülönbözteti a Magyar-medencét.

Tovább folytathatnánk felsorolásunkat a gravitációval, a geoid-undulációval és a geotermika kapcsolatával, a földmágnesség regionalitásával stb., amelynek már ma közvetlenül is megmutatkozik a nagy gyakorlati jelentősége.

Hangsúlyozzuk, hogy a Föld felszínközeli és a mélybeni földfizikai felépítése *közvetlen kapcsolatán* túl, legalább annyira fontos az általános geofizikai információknak az a szerepe, amelynek segítségével egy tektonikai egység kialakulására, jelenlegi helyzetére, belső dinamikájára vonatkozóan általános elméletet alkothatunk és ezzel a gyakorlati kutatás lehetőségeit, menetrendjét meghatározhatjuk.

Figyelemre méltóak a Kárpátokon kívül kapott általános geofizikai eredmények is. SOLLOGUB és munkatársainak kéregkutatásai számos összefüggést mutatnak a felszínközeli produktív, kitermelésre is alkalmas nyersanyagtelepek elhelyezkedése és a kéregben jelentkező nagy mélységű törési és vetőzónák között, amelyeket a mélyszeizmikus kutatásokkal határozták meg. Ezek a szerkezeti inhomogenitások a kéregben közvetlenül vezetnek el bennünket a nyersanyag-akkumulációkhoz.

Mint ismeretes, a Dnyeper—Donyeci medence (árok) határvetői egészen a felső köpenyig lenyúlnak. Ezek, valamint az árok közepe táján jelentkező mélytörés kiterjedt kőolaj- és földgázmezővel kapcsolatos (Glinszk, Rozbisebszk, Szoloch stb. környékén).

Hasonlóan gazdag földgáztelepek kísérik az Orosz tábla nagy mélységű határvetőit, például a Kaukázus előterében. A Kárpátok felé jelentkező mélytörésekhez számos kéntelep kapcsolódik. Természetesen intruzív kőzetek is jelentkeznek érctelepeikkel a törési zónákban.

SOLLOGUB rámutat arra, hogy ugyanazon mélytörés mentén a legkülönbözőbb hasznosítható ásványtelepeket találtak az ércektől a kőolajig. Ez valószínűleg arra utal, hogy egyetlen mélytörés mentén nemcsak vertikálisan, hanem horizontálisan is inhomogenitások léptek fel a konszolidálódó kéregben, feltehetően a felső köpeny inhomogenitásával összefüggésben.

A földfizikai inhomogenitásoknak a kutatása természetes elektromágneses terekkel, mesterséges és természetes rengéshullámokkal, a hőmérséklet eloszlásának vizsgálatával, gravitációs és sztatikus földmágneses térrel stb., tehát a társadalom, a Föld népei számára szellemi és anyagi befektetést érdemlő hasznos tevékenység és hazánkban az Akadémia Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézete számára is kiemelt kutatási program.

A (TERMÉSZETI) KÖRNYEZETKUTATÁS FÖLDRAJZI PROBLÉMÁI

PÉCSI MÁRTON
AKAD. LEV. TAG

I. Az ember és környezete

1. A földrajzi környezet és természeti környezet

A földrajzi környezet, amely a társadalom létének és fejlődésének nélkülözhetetlen alapja, a földrajztudománynak különböző módon, de mindenkor fontos kutatási feladata volt, napjainkban központi kérdéssé vált. A társadalmi-technikai forradalom következményeként minden eddiginél élesebben vetődik fel a természet és az ember közötti viszony mérlegelése, környezetünknek az ember számára legalább eltűrhető, de még inkább optimális egyensúlyi állapotban való tartása. Ez irányban egész sor szükségmegoldás már született, nem ritkán pánikszerű kapkodással. Éppen ezért a komplex környezetkutatás megszervezése és problematikájának kidolgozása előttünk álló szükséges feladat, melyet a többoldalú gazdasági-társadalmi igény is sürget.

A környezetkutatás helyes szemléletének és módszereinek megválasztása szempontjából tisztázni kell a földrajzi környezet konkrét anyagi tartalmát. Lényegében véve a *földrajzi környezetben megy végbe a természet és a társadalom kölcsönhatása. A földrajzi környezet* tehát nem pusztán természeti, vagy társadalmi tartalmú, hanem *önálló kategória.* Marxista tudományelméleti alapon és a társadalom mai igénye szerint is a földrajzi környezet tanulmányozásának fontossága éppen az, hogy kétoldali „természet-társadalom" kapcsolatokat kell analizálnia.

A természeti környezet nem (egészen) azonos a földrajzi környezet fogalmával. Az előbbibe beletartozik az emberi ökumené határain kívüli térség is, az ún. szűz természet, a Föld egésze és a távolabbi világ, melynek rovására azonban — a társadalom és technika gyors fejlődése révén — a földrajzi környezet egyre jobban teret hódít.[1] A földrajzi környezet tehát a szűkebb — földi — értelemben vett *természetnek az a sajátos része, amelyre a természeti folyamatok, a társadalmi termelés egyaránt hatással van, és benne megtalálhatók*

[1] Egyesek nézete szerint bizonyos értelemben a természeti környezet (a természet) a földrajzi környezeten belül magába foglalja az ember által átalakított természetet, a „mesterséges természetet" (az ún. „második természetet" a szűz természet nagy részével és az emberiséggel együtt).

a társadalmi munka tárgyiasult elemei, továbbá érvényre jut a társadalmi környezet belső összhatása magára a társadalomra. A földrajzi környezet így a természeti és társadalmi folyamatok kölcsönhatásában fejlődik tovább. Ilyen értelemben vett földrajzi környezet területi egységeit a szakirodalom egy része a (földrajzi) táj fogalmával adekválja.

2. *A táj fogalma, tájfejlődés*

A Föld egészére kiterjedő *„tájszféra"* [1] nem egészen azonos a *földrajzi környezettel* [2], mivel a tájszférán belül még megmaradt *„természeti tájak"* — a természeti környezet részeként — túlnyomó részben a *természeti folyamatok hatására fejlődnek.* De már a természeti tájak közvetett átalakulása is nagy területeken megfigyelhető. A földrajzi környezet pedig kiszélesedő tendenciát mutat, mely a tájszféra határaihoz közelít. Ezért e két fogalom [1, 2] tartalmilag is közelít egymáshoz. Nem szabatos fogalmazás esetén éppen emiatt egymással felcserélve is használják.

A földi tájszférán belül, a természeti táj (szféra) fogalmával és tartalmával szemben megkülönböztetik az ún. *kultúrtájat*[1] mely a *technogén* és *agrogén* tájtípusokból tevődik össze.

Századunkban a természet és a társadalom kölcsönhatására jellemzővé vált az a tendencia, hogy az egymásra hatás folyamatában az ember műszaki-gazdasági tevékenysége az egyes természeti faktorok kapacitásával mindinkább egyenrangúvá, legalábbis azokkal összehasonlíthatóvá válik. E kölcsönhatás során sajátos módon megszervezett szféra alakult ki, melyet különböző elnevezésekkel jelöltek: kultúrszféra, szocioszféra, antroposzféra, technoszféra, nooszféra. Újabban a szocioszféra megnevezés terjed. A nooszféra fogalmát VERNADSZKIJ töltötte meg tudományos, materialista tartalommal. Eszerint a nooszféra szerkezete magában foglalja 1. az embereket; 2. a munkaeszközöket, a technika széles értelmében; 3. a természetet, mint az emberi ráhatás tárgyát, az eredeti és az átalakított természeti környezettel együtt.

A (földi) természeti környezet geológiai időkön keresztül fejlődött, alakult ki, és csak az emberiség megjelenése óta vált az ember földrajzi környezetévé. A társadalomfejlődés korai stádiumaiban, a földrajzi környezet még túlnyomó részben ún. „természeti táj" volt, melynek alakulását, természetes egyensúlyban való fejlődését döntően a természeti folyamatok (földi és kozmikus fizikai, kémiai, biológiai) határozták meg. A geográfusok egy része —

[1] A kultúrtájat (szférát), beleértve az emberiséget, mint társadalmi, ill. biológiai lényt, egyesek *szocioszféra*, mások *antroposzféra* megjelöléssel tárgyalják. A szocioszféra használata ugyan nem annyira hagyományos, mégis helyesebbnek látszik, mert az antroposzféra értelmezése nem egyértelmű, miként az emberföldrajz (antropogeográfia) tudományág tartalmi köre is vitatott. Az antroposzférának szűkebb értelmezése is előfordul. (JEFREMOV J. K. 1968: Priroda i obscsesztvo. Nauka. Moszkva, 1968. p. 92—98). Eszerint az emberiség Földünk geokémiai egyensúlyának egy részét alkotó biológiai lény, az anyagcsere része.

az ún. regionális természeti földrajz keretében — a földrajzi környezetet mint „természeti tájat" vizsgálta és a természetes tájalakító tényezők belső dinamizmusát, fejlődését magyarázta. A társadalommal való bonyolult kölcsönhatás mechanizmusát vulgárisan vizsgálták, vagy tematikailag lényegében figyelmen kívül hagyták. Sok helyen a csaknem teljesen átalakított tájban is csak azokat a jelenségeket keresték, amellyel „rekonstruálni" lehetett az „eredeti természetes tájat". Az ember intenzív tevékenysége alá fogott földrajzi környezet azonban — kontinensünk úgyszólván egész területén — átalakított „emberiesített természet", szaknyelvünkön egyszerűen (földrajzi) *táj*, amely a hosszú természettörténeti és a rövid, de igen hatékony gazdasági-, társadalomtörténeti fejlődés együttes eredménye. A tájat tehát *természeti és társadalomtörténeti kategóriaként*, ill. komplexumként emberkoncentrikusan *kell tekinteni*, értékelni. Egyre többen hangsúlyozzák emellett azt is, hogy a (komplex földrajzi) táj napjainkban felgyorsult fejlődésének prognózisát regionális egységek és különböző tájtípusok szerint célszerű kidolgozni.

3. *Az ember és természet viszonya*

A földrajzi környezet vizsgálata során a tudomány meglátása a természet-társadalom komplexumból alapvetően a mindenkori társadalmilag kifejlesztett célok, feladatok, ill. a lehetőségek szintjétől függött, vagyis hogy milyen szemüvegen keresztül történik a vizsgálódás. Ma már egyre szélesebb tudományos és gyakorlati körben ismerik fel, hogy a földrajzi környezetben végbemenő természeti és társadalmi folyamatok összefüggéseinek figyelmen kívül hagyása mind a tudományos kutató- és feltárómunkában, mind pedig a termelőerők területi tervezésénél súlyos hibákhoz vezethet. Nem véletlen, hogy az „ember és környezete" viszonya történelmi sorsfordulók időszakában vetődik fel és eddig legkiélezettebben a mi korunkban, a természet „elemberiesítésének" folyamatában.

A természeti környezet és a társadalom sokrétű viszonyának tanulmányozásában a földrajz kétségtelenül a legtöbb hagyománnyal és módszerrel rendelkezik, de több más tudomány közreműködése is szükséges e feladat megoldásához.

A fő kérdés számunkra a földrajzi környezetnek optimális felhasználása[1] a társadalom adott, ill. elérendő fejlettségi szintjén úgy, hogy a felhasznált

[1] Szauskin és Koloszovszkij összehasonlították a különböző termelési típusokat az adott földrajzi környezet nyersanyag-, energiakészleteivel és a biomassza produktivitásával. Két fontos körülményt hangsúlyoztak ki: *a)* természetesen az őstermelés, bányászat és feldolgozás legkedvezőbb feltételei ott alakulnak ki, ahol a földrajzi környezeti, geológiai és biológiai viszonyok a legkedvezőbbek és ezek szoros kapcsolatban állnak a társadalom igényeivel; *b)* de a termelési szervezettség szintje és mennyisége nem csupán a természeti feltételektől, hanem főként a termelőerők fejlettségétől és a termelési módtól függ, figyelembe véve azt, hogy a különböző — előnyös, ill. szűkös — természeti adottságú földrajzi környezetek között szállítással, az energia, nyersanyag és a kész termékek átcsoportosításával is biztosíthatók a feltételek a társadalmi léthez és a termelés optimalizálásához.

természeti erőforrások, tartalékok pótlása biztosítható legyen, a felhasználás sem a természetet, sem pedig a társadalmat ne károsítsa. Igen fontos az ilyen irányban ható eljárásoknak és elméleteknek kiválasztása. Ennek érdekében ma különösen fontosnak tartják (TRUSZOV Ju. P., 1968) *„a természet és a társadalom kölcsönhatása elmélet"* kidolgozását, melynek birtokában elkészíthető lenne a természet regionális birtokba vételének és átalakításának konkrét intézkedési rendszere.

GRIN, M. F. (1968) szerint a természetátalakítás napjainkban, s főként a századforduló végére oly mértékben realizálódik, hogy napirendre kerül a természeti környezet (legalábbis a földrajzi környezet) „globális rekonstrukciója." Ennek megvalósításához nélkülözhetetlenné válik a „természetátalakító szolgálat" létrehozása, egyrészt a környezetoptimalizálás érdekében, másrészt, hogy kiküszöböljük az olyan károsodásokat, amelyeket a közelmúltban a nagy létesítmények felépítése és működtetése nyomán a földrajzi környezetben okoztak.

II. A környezetkutatás és tájértékelés

1. Tájökológia, tájtípusok

A földrajzi környezet kutatásában és értékelésében a hatvanas évektől mindjobban előtérbe kerül a tájökológiai szemlélet.[1]

A *tájökológiai* kutatásirányzat — iskolák szerint különböző megközelítésben és módszerekkel — *vizsgálja és jellemzi a komplex földrajzi tájakon belül* a tipológiailag egymástól eltérő, de *homogén területi egységeket*. Egyesek a természetes tájak legkisebb, önmagukban ökológiailag homogén egységeit — mint pl. a tájfácies, ökotop stb. — és a kutatásukhoz alkalmas módszereket és eljárásokat állították a vizsgálat homlokterébe. (Így alakult ki a tájgeofizika, a tájgeokémia és a biológiai aspektusú tájökológia.) Ez az irányzat a földrajzi környezet homogén egységeiben — a talajban és a felszín közelében — végbemenő energia-, hő- és vízháztartás, a biológiai produktivitás mérlegét vizsgálják, rendszerelméleti modellek megközelítésével.

Az egymáshoz szorosan kapcsolódó természeti ökológiai fáciesek és az átalakított ökotópok[2] csoportjaiból, fejlődésükben meghatározott terület-

[1] Sőt van olyan irányzat (Leeds-i Egyetem Évkönyve 1966, Anglia), amely a földrajz feladatát, az ember ökológiai problémáinak megoldásában látja. Az angol-amerikai geográfusok többször — visszatérően — és legújabban is a földrajzot az ember ökológiájának tekintik. BARROWS (1922) vetette fel először „A földrajz mint az ember ökológiája" megfogalmazást, mely alatt az emberek és a terület közötti viszony tanulmányozását értette. Ugyancsak a húszas években kezdték alkalmazni (BERG L., GLINKA SZ.) a tájértékelésben a dokucsájevi elveket. Az irányzatnak ma is használatos „tájökológia" elnevezését TROLL C. (1939) adta.

[2] Az antropogén vagy gazdasági ökotópok, a földrajzi környezet azon legkisebb homogén egységei, amelyeket az emberi tevékenység különböző mértékben átformált, vagy jelentősen befolyásolta fejlődésüket. Ezek elemzésére város- és agrárföldrajzi, újabban szociogeográfiai módszereket és eljárásokat alkalmaztak, de a fentebb említett módszereket kiegészítésül az antropogén természeti-gazdasági ökotópok vizsgálatára is használják.

típus, ún. *tájtípus* szövődik össze. A tájtípusok különböző értéket képviselnek egyrészt kiterjedésük, energia-, talaj-, víz-, növényi, általában nyersanyagpotenciáljuk, másrészt a földrajzi helyzetük, a termelőerők és a termelési módjuk szintje szerint. A különböző tájtípusok, itt csak összegezetten említett faktorainak beható felméréséhez és mennyiségi, minőségi jellemzéséhez igen fontos társadalmi-gazdasági érdek fűződik. Az e téren nyerhető tudományos információk a területi tervezés, a tájvédelem, tájrekonstrukció, a környezetfejlődés prognózisa számára feltétlenül szükségesek. Az eddigi tájökológiai vizsgálatok tapasztalatai alapján kihangsúlyozzák, hogy a számtalan részfaktor elemzése mellett, esetenként azok helyett, a tájtípusok vektorális ökológiai jellemzőinek feltárására kell a súlyt helyezni. Főleg modellszerű, skaláris jellemzők értékelik integráltan és komplexen a sokrétű adatokat.[1]

A biológiai ökorendszerekről szóló tan (TANSLEY A. G., 1935; WYNER J., 1969) példáján alakult ki az az elképzelés, hogy a földrajzi környezet különböző területi egységeit hierarchikusan egymásra épülő „georendszer"-nek tekintsék. A georendszertani szemléletű tájökológiai kutatás alapelve a területegység anyag- és energiamérlegének kiszámítása, továbbá a természetháztartás működési elvének tisztázása. Ez az irányzat TROLL C. (1938, 1968) nyomán a *geoökológia* elnevezést kapta. A geoökológia képviselői szerint a tájtípusok ökológiai tartalmuk szerinti jellemzése nyújtja a legjobban hasznosítható információt a termelési potenciál optimális megítélésére.

Az eredetileg egynemű tájtípus — ökológiai egység — az emberi tevékenység következtében történelmileg rövid idő alatt mesterségesen is differenciálódik, vagy az ökológiailag egymástól eltérő típusokat az azonos termelési ág esetenként azonos tájtípussá olvaszthatja össze.[2]

A tájökológiai vizsgálatok kifejlesztéséhez elengedhetetlenül szükségesnek tartják a legáltalánosabb tájtípusokon földrajzi obszervatóriumok, legalábbis állandó megfigyelő állomások létesítését, a földrajzi tényezők kísérleti és műszeres megfigyelését. Ezek megvalósíthatók a meglevő meteorológiai és hidrológiai, talajvédő állomásokkal való kooperáció révén is. Különösen fontosnak tartják a természetes folyamatok, az antropogén-természeti folyamatok és a környezetjellemzők helyszíni felmérését és erre alkalmas műveletek automatizálását, a törvényszerűségek statisztikai elemzése céljából.

A leggyakoribb tájtípusok szerint elhelyezett földrajzi megfigyelő állomásokon a tájökológiai szemléletű kisminta (modell) kísérletek új, előre mutató és nélkülözhetetlen módszert adnak a földrajzi környezet vizsgálatához.

[1] Az irkutszki tájökológiai iskola, a szibériai földrajzi megfigyelő állomásokon a környezetvizsgálat során a tényezők integrációs sajátságainak elemzésére az ún. „komplex koordináció módszerét" alkalmazza. Ezzel biztosítani tudták a sokoldalú természeti tényezők tömegadatainak elemzését, a közöttük levő viszonyok matematikai megfogalmazását és gyakorlati szempontból fontos összefüggések megállapítását.

[2] Pl. a szántókká alakított ármentes árterek olykor nedves rétjei ökológiailag összeolvadtak a felszántott sztyepprétekkel.

Mindezek szükségesek a termelés területi szervezése és optimalizálása szempontjából is (SZOCSAVA V., 1970).

Egyre több figyelmet fordítanak a georendszereken belül ható tényezők kritikus komponenseinek (szerkezeti-dinamikai) modell görbéken való kifejezésére. Ezeket alapul használják matematikai modellek elkészítéséhez is (SZOCSAVA V., 1970; RICHTER H., 1968). A hatékony komponensek — sugárzás, cirkulációs nedvesség, bioprodukció stb. — funkcionális kapcsolatban állnak a georendszer más elemeivel és a köztük levő viszonyok szabják meg a rendszer dinamikájának fő irányát és önszabályozó képességét. A modell jellemzők alapjául szolgáló jelenségeket és folyamatokat terepi megfigyelő állomásokon komplex munkacsoport tudja felvenni. Ehhez geográfusok és más, ökológus szakemberek részvétele szükséges. A modell elemzése sok esetben a további kutatás irányát, feladatait is jelzi, azért is kívánatos az ökológiai modell és a földrajzi modell együttes szerkesztése, mert a georendszerek jellege sem azonosítható a rendszert alkotó elemek viselkedésével. A tájökológia az ember viszonyát is vizsgálja a környezetéhez, de ez a kapcsolat nem pusztán népességföldrajzi (v. orvosföldrajzi, közegészségügyi, szociális, fiziológiai stb.) értelmezés.

Az ember természeti környezetének optimalizálására irányuló intézkedések az elkövetkező évtizedekben természethasznosítási prognózisok kidolgozását teszik szükségessé. Ebből kifolyólag több geográfus prognoszta véleménye az, hogy a társadalom igényeihez igazítandó környezetátalakításban a tájökológia (az ember geoökológiája) a földrajz egyik fontos kulcsfeladata, mely fokozatosan az *emberi környezettanná* fog fejlődni. A gazdaságfejlesztés hosszútávú prognózisa rövid idő alatt több tudományágban is kísérletezésre került. A jövő földrajzi környezetének modellezése mindenképpen megfelelő földrajzi megalapozást igényel. Az imént ismertetett koncepciók ma még inkább csak a jövőkutatásokra ösztönző gondolatsorok, kidolgozásra váró eljárások, semmint kész teóriák vagy módszerek.

2. Természeti erőforrások és adottságok értékelése

A környezet és a társadalom viszonyának egyik legfontosabb földrajzi témája a természeti erőforrások[1] és a tájpotenciál[2] értékelése. Annak a kornak a küszöbére érkeztünk, amikor az ásványi nyersanyagok felhasználása olyan méreteket öltött, hogy a meglevő készleteket korántsem tarthatjuk kimeríthetetlennek. Az utóbbi 20 évben az energia felhasználása megkétszereződött. Az anyag- és energiafelhasználás gyorsulása jóval meghaladja a népesség szaporodásának ütemét. Ha kisebb arányban is, de hasonló tendenciát mutat az

[1] A természeti adottságokkal együtt.

[2] Tájpotenciál = természeti erőforrások + adottságok + termelőerők + termelési mód + földrajzi helyzet.

élelmiszerfelhasználás is. A társadalmi élet, az anyagfelhasználás és termelés folyamatában az ember keresi és kiválasztja a környezete nyújtotta előnyöket. Bizonyos szinten azonban a környezet nyújtotta előnyök kihasználása a környezet elromlásához vezet és egy kritikus ponton túl — sajnos, egyre gyakrabban és növekvő térségben — a hátrányok kezdenek túlsúlyba jutni. Eltekintve a pánikkeltő szóbeszédektől, tény, hogy az emberiség létének, boldogulásának és életszínvonala emelésének érdekében elengedhetetlenül szükséges a földrajzi környezet rendezése, előrelátó — területi — tervezése. A területi tervezés a környezet földrajzi tanulmányozását feltételezi, mivel a földrajz annak a tájnak a kutatója, amelyet a tervező[1] fejleszteni, korrigálni kíván.

A földrajzi környezet értékelése, más szóval a *tájértékelés* a területi tervezéshez nélkülözhetetlen alapinformációkkal szolgál. Ez szintézisbe foglalja nemcsak a környezet jelenlegi természeti állagát, anyag- és energiaháztartását, ezek természetes forrásait, a természeti és az ember hatására kiváltódott természeti-antropogén geofolyamatokat [1], hanem a környezethez tartozó termelési eszközöket, az embernek a termelésben szerzett tapasztalatát, a termelési módot, a termelés során létesített berendezéseket és a lakosság részvételét a termelésben, valamint demográfiai dinamizmusát [2]. Mindezek [1, 2] integrált értékelése adja ki a környezet — az adott táj vagy körzet — természeti és gazdasági potenciálját. A környezet-potenciál komplex értékelését analitikus kutatás előzi meg a speciális tudományágak részéről, melyek az egyes részpotenciál viszonyok — ásvány- és energiapotenciál, agrárpotenciál, vagy más egyéb termelésági potenciál — elemzését, ill. kiértékelését is megadják. A környezetben — a tájtípusokban — a társadalmi-gazdasági fejlettség szintjétől, annak jövőbeli irányától függően a részpotenciálok különböző súlya és fejlődési dominenciája állapítható meg.

Az kétségtelen, hogy a földrajzi környezet állandó és nélkülözhetetlen feltétele a társadalmi létnek, de hogy a civilizációk kialakulásában, fejlődésében valamely természeti környezet földrajzi helyzete, földtani, biológiai nyersanyag- és energiakészlete mikor, milyen mértékben és hol válik relatíve időleges vagy állandó invariánssá, azt a társadalomnak és gazdaságnak fejlettségi fokától függő szükségletek szabják meg. A nemesfémek, a vas, a szén, a bauxit, a vízi energia, a tengeri és légi kikötők, a vízi és szárazföldi útvonalak, különböző földrajzi övek stb. jelentősége — egyszóval a környezet potenciálja — az emberiség szaporodása, a termelőerők és termelési mód megváltozása következtében eltérő mértékben és módon jutottak és jutnak a jövőben is érvényre. A jövő legfontosabb energiaforrásaként egyesek pl. a napenergiát és a vízi erőt, az utóbbin belül elsősorban az ár-apály-energia hasznosítá-

[1] A területi-tervezés feladata, hogy az ország bizonyos körzetének célszerű kihasználása, a lakó- és ipartelepek, mezőgazdasági és üdülőkörzetek optimális elrendezése, a települések, a közlekedés és a gazdaság egésze olyan optimálisan alakuljon és fejlődjön, hogy a területrendezés összhangban legyen a kultúrtájjal és annak potenciáljával.

sát jelölik meg (NOWLAN J. P., 1970: The Canadian Mining and Metallurgical Bulletin 63. k. 7. 1. pp. 974—978).

A tájértékelésben tehát a feladat bonyolult összetettsége miatt, a földtudományok természeti és társadalomtudományi ágazatai mellett más tudományágak is — agrár, biológiai, műszaki és gazdasági stb. — fontos szerephez jutnak. De külön-külön egyik sem képes a táj komplex értékének megfogalmazására. Az általános kialakult állásponttól eltérően véleményem szerint az előbbi megállapítás vonatkozik a mai geográfiára is, annak ellenére, hogy a földrajzostól szakmája megkövetelte igény, hogy rendelkezzen a táj komplex szemléletével. Igaz ugyan, hogy a jelenlegi felkészültséget figyelembe véve a földrajz áll legközelebb a (komplex) tájértékelés elkészítéséhez, sőt ilyen téren egyre több megbízást, felkérést kap, de a geográfusok is csak más tudományágak művelőivel konzultálva, kollektív munkaegyüttest alkotva, képesek a tervezési célnak megfelelő szintézist alkotni.

Hangsúlyoznunk kell, hogy korunk társadalmi-gazdasági igénye más problémakörökben is több olyan nagy fontosságú és sok tudományágat érdeklő célfeladat megoldására kötelezi korunk tudományát, amelyekre — kedvelt kifejezéssel élve — interdiszciplináris kutatással és integrált szintézissel adható megfelelő válasz. E tendenciát figyelembe véve úgy látszik, hogy nem a tudományágak közötti éles határmegvonás, ill. ezzel ellentétben az egyes tudománycsoportok deklaratív integrálása (nevezéktani behatárolása) a leginkább célravezető, hanem sokkal aktuálisabb az *átfogó nagy problémák* megoldása érdekében a kollaboráció módjainak és a kollektív szintézisalkotás eljárásainak a keresése, kimunkálása.

Már a mai, de még inkább a közeljövő környezetátalakító munkálatai új feladatokat, igényeket támasztanak a földrajzzal, általában a földtudományokkal szemben, megváltoznak ezek egymás közötti és más tudományokhoz való viszonyai is. De ez a körülmény egyáltalán nem zárja ki a földtudományok tradicionális irányainak továbbfejlesztését sem.

Egyesek lehetségesnek, mások szükségesnek látják, hogy a természeti környezet és a társadalom speciális kapcsolatait egy kialakítandó új tudományág fogja tanulmányozni. Bizonyos, hogy szükség van rá, és ki is fog alakulni, de addig is, amíg ez megtörténik, a földrajz- és földtudományoknak — differenciálódásukkal párhuzamosan — erősíteni kell integrálódásukat más tudományokkal is, a földrajzi környezet és a társadalom közötti kölcsönhatások törvényszerűségei és történelmi tendenciái további feltárására és szintézisére. A földrajztudományok feladatát közelebbi vagy távolabbi jövőre előre jelző szakembereknek azonban egyöntetű a véleménye abban, hogy egyrészt a jelenlegi tudományos kutatók speciális továbbképzésével, másrészt a felsőfokú szakemberképzéssel a feladatok megoldására sürgősen fel kell készülni.

Visszatérve a „természeti környezet", ill. a szűkebb, de komplexebb tartalmú „földrajzi környezet" kutatásának mai és közeljövőbeni feladataihoz, a hazai földrajz számára az alábbi fontosabb témák és módszerek feldolgozása emelhető ki.

1. A természeti erőforrások és adottságok, a környezetalakító egyéb tényezők szerepének elemzése a szocialista gazdaság anyagi-technikai bázisának fejlesztése érdekében, ezen belül előtérbe helyezendőnek tartjuk:

a) a természeti és a gazdasági tényezők kapcsolatának értékelését a mezőgazdasági vagy az ipari ágazati termelés fokozása érdekében;

b) a földrajzi környezet — tájtípusok — természeti és társadalmi hatások következtében való kialakulásának, a fejlődés törvényszerűségének és prognózisának kutatását.

Az ilyen célt szolgáló földrajzi *tájértékelés*nek a természeti erőforrások és adottságok eddigi számbavétele mellett magába kell foglalnia a társadalmi-gazdasági viszonyok, a népesség és települések állagának és változási trendjének együttes értékelését.

2. A földrajzi tájértékelés fontos része a természeti környezet — nálunk főként „átalakított, mesterséges környezet" — *tájökológiai* vizsgálata, mely a sajátos tájtípusok kijelöléséhez és tényezőik analitikus és integrált jellemzésére vezet.

3. A földrajzi környezet és a társadalmi tevékenység közötti ellentmondások, egyensúlymegbomlások vizsgálata, amelyek a társadalom és a gazdaság fejlődésének számottevő tényezői. Speciálisan ehhez kapcsolódó feladat annak feltárása, hogy az egyes tájtípusok vagy gazdasági körzetek fejlődését — vagy relatív elmaradottságát — mennyiben okozzák a természet, ill. a gazdasági-társadalmi tényezők.

4. Már a jelen, még inkább a jövő gyakorlata a geomorfológiai kutatásokkal szemben is új igényekkel lép fel, főként a műszaki-építkezés oldaláról. Bár a domborzat változása nem olyan gyors ütemű, mint a környezet egésze, mégis az agrogén és technogén környezetben végrehajtott hatalmas méretű földmunka és építkezések számottevő felszíni geomorfológiai változást, tömegmozgást idéznek elő. Az antropogén ráhatások és a műszaki létesítmények biztonságos üzemeltetésének és védelmének érdeke szükségessé tette a felszín dinamikus változásának geomorfológiai kutatását, az előtervezés számára tematikus térképek készítését a domborzat stabilitásának prognosztikus értékelésére. Ezek a feladatok ösztönzik a *mérnöki szempontú geomorfológia* kiépítését.

5. Végül valamennyi előbb említett feladat célszerű megoldását kell elősegíteni a matematikai, statisztikai és modell módszereknek a földrajzban való alkalmazásával úgy, hogy a földrajzi kutatáseredményeket a kompjúterek felhasználásával is gazdagítani és konkretizálni lehessen. Az említett feladatok nem ismeretlenek a geográfusok előtt, de fontosságuk kihangsúlyozása, előtérbe állítása — úgy látjuk — a legidőszerűbbek a jelenre és a közeljövőre nézve egyaránt.

IRODALOM

GRIN, M. F.: Problemü preobrazovanija prirodü i zadacsi geografii. Priroda i obscsesztvo. Moszkva. Izd. Nauka, 118—130, 1968.

ISZACSENKO, A. G.—PREOBRAZSANSZKIJ, V. Sz.: Metodika landsaftnüh iszledovanij. Geogr. Obscs. SzSzSzR. Leningrad, 151, 1971.

KATONA S.: Komárom megye természeti erőforrásainak gazdasági értékelése. Földr. Ért., **20,** 4, 383—407, 1971.

KONDRACKI, J.—RICHLING, A.: Synthetic Physico-geographical Research. Geographia Polonica, **22,** 13—25, 1972.

MAROSI S.—SZILÁRD J.: A természeti földrajzi tájértékelés elvi-módszertani kérdéseiről. Földr. Ért., **12,** 3, 393—417, 1963.

NEEF, E.: Die theoretischen Grundlagen der Landschaftslehre. Gotha, VEB Hermann Haack, 152, 1967.

PARSON, R.: Conserving American Resources. New York—Moszkva, 566, 1969.

PÉCSI M.: A magyar földrajztudományok útja a felszabadulás óta és időszerű kérdései. Földr. Közl., **13,** 3, 207—223, 1965.

PÉCSI M.: A mérnöki geomorfológia problematikája. Földr. Ért., **19,** 4, 369—380, 1970.

RICHTER, H.: Naturräumliche Strukturmodelle. Petermanns Geographische Mitteilungen, **112,** 1, 9—14, 1968.

SULGIN, A. U.: Meliorativnaja geografija. Moszkva. Izd. Vüszsaja Skola, 213, 1972.

SZOCSAVA, V.: Geografia i Ekologia. Leningrad. 21, (Materialü V sz'ezda Geograficseszkogo obscseszтva SzSzSzR.), 1970.

TROLL, C.: Stand der geographischen Wissenschaft und ihre Bedeutung für die Aufgaben der Praxis. Darmstadt. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 14, 1967.

TRUSZOV, JU. P.: Poniatije o nooszfera. Priroda i obscsesztvo. Moszkva. Izd. Nauka, 28—45, 1968.

VOROVJEV, V. V.: Problemü prikladnoj geografii. Irkutszk, 193, 1971.

TÁRSADALMUNK FEJLŐDÉSE ÉS A METEOROLÓGIAI KUTATÁS KAPCSOLATA

BÉLL BÉLA

AKAD. LEV. TAG

Ha a meteorológiai kutatás és társadalmunk fejlődésének kapcsolatát keressük, a társadalom anyagi létfeltételeiből indulhatunk ki. Ezek egyike a természeti környezet, amely adottságaival: erőforrásaival és káros hatásaival egyrészt elősegíti, másrészt akadályozza a társadalom fejlődését. A természeti környezet pozitív tényezőinek egyik csoportját az éghajlati adottságok, mint erőforrások alkotják, a negatív tényezők sorában pedig az időjárási károk a legjelentősebbek.

A társadalom másik létfeltételének, a településnek s az ezzel összefüggő népsűrűségnek kialakulásában az éghajlat kedvező vagy kezdvezőtlen volta nyilván ősidők óta döntő tényező. Korunkban a mezőgazdaság, az ipar, a közlekedés fejlődésével egyrészt a termelés gazdasági természetű célkitűzései, másrészt a közegészségügy szociális feladatai egyre növekvő mértékben igénylik az éghajlati erőforrások és időjárási jellegzetességek feltárását.

Éghajlati erőforrásokon — különösen hazai vonatkozásban — nemcsak a közvetlen szél-, nap- stb. energiákat értjük, hanem azokat a klimatikus adottságokat is, amelyek közvetve: tudományos kutatással és az eredmények céltudatos alkalmazásával, tehát emberi munka révén aktivizálhatók. Felhasználásuk lehetővé teszi a gazdaságos növénytermesztést, a tervszerű vízgazdálkodást, az egészséges város- és ipartelepítést, gyógy- és üdülőhelyek fejlesztését, azaz természeti környezetünknek a társadalom számára optimális hasznosítását.

A nagyüzemi mezőgazdaság az éghajlati adottságok és a növények időjárási igényeinek ismeretében a legértékesebb növényeket nyilván ott termeszti, ahol kedvező talajadottságok mellett az éghajlat a napsugárzást, a hőt és a vizet a megfelelő biológiai ritmusban leggazdaságosabban biztosítja.

Az a felismerés, hogy a növények fejlődésük egyes, fenológiailag jól elhatárolt szakaszaiban különböző mértékben igénylik a fényt, a hőt és a vizet, megalapozta a korszerű agrometeorológiát. A hazai kutatások, az országos távlati terv keretében, a termesztett növények időjárási igényeinek (elsősorban a nálunk döntő vízigénynek) megállapítására, az időjárási hatásokra érzékeny (kritikus) időszakainak elhatárolására irányulnak, az éghajlati adatsorok feldolgozásával pedig azokat a valószínűségi határértékeket állítják elő, amelyeken belül éghajlati körzeteink az egyes növények gazdaságos termesztését biztosítják.

A termesztett növények vízigényére irányuló kutatások segítséget nyújtanak (ANTAL, 1968) az öntözés terveinek kidolgozásában és abban is, hogy a tárolt öntözővizet akkor és olyan mértékben használják fel, ahogyan azt a növény leginkább igényli.

Az időjárási és éghajlati tényezőknek ez a növénycentrális szemlélete alapjaiban változtatta meg a mezőgazdaság és a meteorológia régi kapcsolatát és az adatszolgáltatáson túlmenőleg kialakította a növénytermesztési kutatásokban és kísérletekben aktívan részt vevő *agrometeorológiát.*

Kétségtelen, hogy hazánkban a természeti környezet legfontosabb eleme a víz. Mezőgazdaságunk, iparunk, egészségügyünk döntő tényezője a kielégítő és megfelelő minőségű vízellátás. Hazánk éghajlatának jellegzetessége — az ország medence jellege és változatos időjárása miatt — a szeszélyesen váltakozó csapadékbőség és vízhiány (PÉCZELY, 1971), az árvízveszély, illetőleg a szárazság. A tanulmányozandó alapjelenség: a víz körforgalma összekapcsolja a meteorológia és a hidrológia tudományterületét, közös feladataik pedig kifejlesztették a gyakorlati célú *hidrometeorológiát.*

A hidrológiai ciklus két állomásán, a felszínközeli párolgás és a magaslégköri csapadékképződés mikrofolyamataiban történtek az utóbbi évtizedek legalapvetőbb meteorológiai kutatásai hazánkban is.

A felszínnel érintkező, aránylag vékony határrétegben mennek végbe a légköri energetika legfontosabb és legváltozatosabb jelenségei: a víz belépése a légkörbe, a földfelszín és a légkör hőcseréje, a felszíni súrlódás okozta turbulens légmozgás, a gázok diffúziója, a különböző talajszármazékok átvitele a felsőbb légrétegekbe stb. Az itt uralkodó légállapot befolyásolja az ultrarövid rádióhullámok terjedését, valamint a fénysugár útját. Kutatása összeköti a meteorológiát a rádióhírközléssel és a geodéziai mérésekkel is.

Geonómiai szemlélettel *planetáris határrétegnek* nevezzük a felszínt burkoló levegőhéjat, amelyben a szilárd Föld, a planetáris vízburok és a légkör kölcsönhatásai sűrűsödnek. Ez a határzóna más vonatkozásban az ember és a növényvilág élettere, az ún. bioszféra, korunk társadalmi és természettudományi világtémájának, az „ember és környezete" egymásrahatásának méreteiben szerény, változatosságában bonyolult és gazdag színtere. Itt léptek be a légkörbe a földtörténeti korok során azok a gázösszetevők, amelyek a Föld szilárd kérgének és az óceánoknak geológiai átalakulásai során, az intenzív vulkáni tevékenység idején a litoszféra szétszakadásával és a köpenybe tolódásával kapcsolatos nagy tektonikai változások következtében felszabadultak. Innen vonták el az egyes gázösszetevőket, elsősorban az oxigént a napjainkban felfedezett nagy földi dinamizmusnak hegységképződést kísérő geokémiai folyamatai (SZÁDECZKY-KARDOSS, 1971). A levegő összetételének változásai mélyreható klímaváltozások kiinduló forrásai voltak és lehetnek (BUDYKO, 1972), ennélfogva befolyásolják a bioszféra életfolyamatait is. A planetáris határréteg ezek szerint összeköti az egységes földtudomány, a *geonómia*

egyes tudományterületeit, ezen túlmenőleg azonban a bioszférával való kapcsolata miatt a természet és a társadalom kölcsönhatásának rendkívül figyelemre méltó tartománya.

Az ember ezt az aránylag szűk környezetet tevékenységével a társadalomra nézve kedvezően, de károsan is befolyásolhatja. A növényi élettér kedvező alakítását célozzák például azok a hazai kutatások, amelyek kimutatták az állományklíma (BERÉNYI, 1958), továbbá a talaj vízgazdálkodásának megváltozását az agrotechnika, a vetéssűrűség, a sorirányítás műveletei révén. Másik példaként a levegő ipari, radioaktív stb. szennyezését említem, amely nemcsak bioszféránkat terheli, hanem a jelenlegi ütemben folytatódó fokozódása esetén a földi éghajlat még be nem látható megváltozását is előidézheti (BUDYKO, 1972).

A levegő tisztaságára irányuló hazai kutatások a légköri gázok diffúziójának, időjárás-okozta átalakulásának vizsgálatával (MÓRIK, 1970; SZEPESI, 1967) az ipartelepek tervezéséhez, rekonstrukciójához (lakótelepek elhelyezése, kémények méretezése, a szennyező anyagok megengedhető emissziója, terjedési távolságuk, hígulásuk stb.) nyújtanak ma már nélkülözhetetlen segítséget (felhasználók a legutóbbi években: Lenin Kohászati Művek, Hejőcsabai Cementgyár, Kazincbarcikai Vegyi Kombinát, Dunántúli Hőerőmű). Idesoroljuk a városklíma (RÉTHLY, 1947; BACSÓ, 1958; KÉRI, 1965; PROBÁLD, 1971), kisebb méretekben pedig a céltudatosan alakítható munkahelyklíma kutatását (PÁTER, 1960; PREDMERSZKY, 1955; WAGNER, 1959).

Ugyancsak az időjárásra érzékeny embert helyezi a kutatás előterébe az *orvosmeteorológia*, amelynek egyik ága a gyógy- és üdülőhelyek környezeti adottságainak klimatikus tényezőit kutatja, másrészt azokkal a kellőképpen még nem tisztázott kapcsolatokkal foglalkozik, amelyek az idegrendszer, az emberi szervezet különböző biológiai funkciói és az időjárásváltozások, a földi elektromos és mágneses tér ezeket kísérő vagy megelőző zavarai között kétségkívül fennállnak (KÉRDŐ, 1960; ÖRMÉNYI, 1968). Ennek a kezdeti fokon álló, de a társadalom részéről különösképpen igényelt kutatási ágnak gyakorlati vonatkozásai a gyógyászatban, a balesetmegelőzésben stb. kétségkívül igen jelentősek.

A meteorológiai kutatás és a társadalom fejlődése között szükségszerűen kialakult kapcsolat nem egyoldalú, hanem kölcsönös. A társadalom tudományfejlesztő, pozitív szerepét két gyorsan fejlődő meteorológiai tudományágban: az aerológiában és az időjárás előrejelzésében mutatom be.

A század elején, a tudományos léghajózást követő léggömbös aerológiai kutatás tipikusan alapkutatás volt. Felfedezték a sztratoszférát, a felsőbb légrétegek széljárásának törvényszerűségeit, a felhőfajták magassági zónáit, függőleges kiterjedésüket, a belsejükben lejátszódó halmazállapotváltozásokat, a víz túlhűlését, a jégképződést a felhőkben stb. A szerény eszközökkel folyó kutatás (évente általában csak 24 léggömbös felszállást végeztek) a

20-as, 30-as években meginduló légiforgalomnak már értékes alapismereteket adhatott, majd a gyorsan fejlődő *repülési meteorológiának* legfontosabb bázisává vált.

Ez idő szerint Magyarországon a legkorszerűbb időjárási hírszolgálat (speciális nemzetközi telex-hálózat, a mesterséges holdak felhőképeinek rendszeres vétele, fakszimile-időjárási térképek, időjárási radar stb.) és a Budapesten átvezető számos útvonalra adott előrejelzések segítik a légiforgalom biztonsági szolgálatát.

Az aerológia kezdeti eredményeiből kiágazó felhőfizika és levegőkémia alapvető eredményei megcsillogtatták a mesterséges esőkeltés még távoli, valamint a jégesőelhárítás jóval közelebbi lehetőségeit (WIRTH, 1967) s a légköri gázok és aeroszolok vizsgálatával a levegő tisztaságáért folyó küzdelem meteorológiai bázisává váltak (MÉSZÁROS, 1970). A várható társadalmi haszon anyagi visszaáramlása lehetővé teszi a kutatások kibővítését költséges berendezésekkel (radar, repülőgépek, rádiószondák, rakéták stb.).

A kezdetben alapkutatásokat szolgáló léggömbös mérések száma a légiforgalom megnövekedése és a sokirányú felhasználás révén — korszerűbb eszközökkel — Magyarországon évi 24-ről 2500-ra, több mint 100-szorosára nőtt. Ezzel lehetővé vált az aerológia felhasználása az időjárás előrejelzésének kezdettől fogva alkalmazott tudományterületén: a *prognosztikában* (BÉLL, 1942).

Az időjárás prognózisának alaptudománya a légköri dinamika és termodinamika. Módszere a légállapot 3 dimenziós ábrázolása és a fejlődési folyamatok követése, amelyet az aero- és hidrodinamika egyenleteit felhasználó numerikus prognosztika hivatott egzakttá tenni (BODOLAI, 1971; AMBRÓZY, 1967).

Kerek 50 évvel ezelőtt publikálta RICHARDSON az időjárás számszerű előrejelzésének alapelveit, amely szerint az aero- és termodinamika 7 alapegyenlete elvileg elegendő a légnyomási és az ezzel összefüggő áramlási mezők előrejelzésére. Az időbeli deriváltakat tartalmazó differenciálegyenletek megfelelő időlépcsőkben történő megközelítő megoldása a gyakorlatban akkor használható, ha a feladat rövidebb idő alatt végezhető el, mint amekkora időtartamra az előrejelzés készül. 50 évvel ezelőtt RICHARDSON becslése szerint ebben a versenyfutásban kb. 64 000 ember folytonos munkája tudott volna lépést tartani az idővel. A korszerű számítógépek az időjárási elemek várható 3 dimenziós eloszlását félgömbi méretben kb. 5 perc alatt képesek megszerkeszteni, ami azt jelenti, hogy az idővel való versenyfutás problémáját a kibernetika lényegében megoldotta.

Az előrejelzés alaptudományi fokon történő fejlesztését indokolja és ennek anyagi bázisát is biztosítja az előrejelzések széles körű társadalmi és gazdasági felhasználása.

A Központi Előrejelző Intézet felmérése szerint (KOPPÁNY, 1969) a félhavi előrejelzéseket mintegy 1000 előfizető igényli. Ezek között túlnyomó részben mezőgazdasági és ipari

üzemek vannak, de megtaláljuk a kereskedelem, a szállítás, vízgazdálkodás, a tanácsok, bankok, szállodák és a sport képviselőit is. A 24 órás általános előrejelzésen (rádió, televízió, újságok) kívül számos intézmény, vállalat és üzem kér és kap rendszeres speciális előrejelzést, többek között árvízveszélyes helyzetekben, nagyobb havazások, hófúvások előtt (közlekedés, útviszonyok), szélviharokat megelőzően (magas daruk, építkezés), villámveszély idején (robbanásveszélyes üzemek), fagyveszély előtt (mezőgazdasági üzemek, fagyra érzékeny anyagok szállítása), hirtelen beköszöntő záporok, zivatarok előtt (szabadtéri színpadok, szállodák, nyári vendéglők). Kiemelendő az árvízveszély idején teljesített tájékoztatás és előrejelzés, valamint a balatoni viharjelző szolgálat, amely az elmúlt évtizedben számos emberéletet mentett meg, egyúttal a veszélyes időjárási helyzetek kutatásában értékes eredményeket ért el (Götz, 1964).

A korszerű előrejelzések igénybevételével járó társadalmi és gazdasági haszon lehetővé teszi az időjárási szolgálat fejlesztését, az észlelések automatizálását, az adatfeldolgozás gépesítését, nagy kapacitású számítógépek alkalmazását mind az előrejelzésben, mind a tájékoztatásban.

Az elmúlt évtizedek tapasztalatai számszerűen is igazolják, hogy a meteorológiai kutatás eredményeinek gazdasági és társadalmi hasznosítása a felhasználók körét egyre inkább növeli és újabb igényeket támaszt a kutatással szemben. Ugyanakkor azonban anyagi bázist is teremt a tudomány számára és képessé teszi a növekvő igények kielégítésére.

A kutatásnak és az alkalmazásnak ez az önmagát erősítő körfolyamata a meteorológia területén — s nyilván a többi természettudományban is — a spontán, megismerést célzó alapkutatással kezdődött, majd az alkalmazás révén gyakorlati, komplex tudományterületeket, határtudományokat fejlesztett ki. Az utóbbiak, a már bemutatott agrometeorológia, hidrometeorológia, orvosmeteorológia, repülési meteorológia, növekvő kapacitásukkal, technikai segédeszközeikkel alkalmasak speciális feladatok megoldására és a növekvő igények kielégítésére.

Ez a fejlődési folyamat kölcsönhatásában egyre gyorsul és szerves része korunk tudományos és technikai forradalmának. Szabályozása biztosíthatja a kutatásnak és a szolgáltatásnak helyes, a társadalom fejlődését szolgáló arányát. Menet közben végrehajtandó a társadalom részéről bőven visszaáramló anyagi ellenszolgáltatásnak a fejlődést harmonikusan szolgáló elosztása is az alap- és alkalmazott kutatások csatornáiba. Mindkettő felelősségteljes, a tudományos fejlődés prognózisát elsősorban igénylő feladat.

Befejezésül még egy, kellőképpen ki nem aknázott éghajlati erőforrásra hívom fel a figyelmet. Ennek kell tekintenünk azt az értékes adatanyagot, amelyet elődeink több mint 100 évvel ezelőtt kezdtek gyűjteni és a társadalom számára országunk területéről rendelkezésre áll. A társadalom fejlődésével együtt rohamosan szaporodnak azok az igények is, amelyek a különböző társadalmi szervek, de az egyének részéről is a meteorológia felé irányulnak. Ezek megnyilvánulása lehet spontán, ötletszerű, sőt — tájékozatlanságból fakadóan — céltalan és értelmetlen is. Tervszerűen fejlődő társadalmunkban elérhető, hogy a fejlődés ütemében szükségszerűen jelentkezzenek a tudományos kutatásra vonatkozó igények, amelyeket a fejlődést előrelátó, szervezett kutatás elégít ki. Az igénylők, felhasználók és a kutatók párbeszéde a meteorológia vonatkozásában még sok kívánnivalót takar. Hiányos a szakemberek,

mezőgazdászok, mérnökök, orvosok, várostervezők és az átlagember meteorológiai (és bátran mondhatjuk, földtudományi) műveltsége s ez hiányossága általános műveltségünknek is. Így nem várható a kutatási kapacitás, adatanyag és az eredmények tervszerű igénylése, illetőleg felhasználása sem. A megoldást: a társadalom és az élet minden területével összefüggő meteorológiának a jelenleginél szélesebb körű oktatását a felső-, közép- és alsófokú tanintézményeinkben s ezzel párhuzamosan a sokoldalú meteorológusképzést a társadalom tudományfejlesztő feladatának látom, amelynek megoldása biztosítani fogja társadalmunk fejlődése és a meteorológiai kutatás harmonikus kapcsolatát.

IRODALOM

Ambrózy P.: Az időjárás dinamikus előrejelzésének alapjai. OMI Hiv. Kiadv., Budapest, **XXXI,** 1—228, 1967.

Antal E.: Az öntözés előrejelzése meteorológiai adatok alapján. Kand. ért. Budapest, 1—147, 1968.

Bacsó N.: Budapest és környékének éghajlata. In: Pécsi M. (szerk.): Budapest természeti képe. Budapest, 353—418, 1958.

Berényi D.: Az állományklímát kialakító tényezők. MTA Agrártud. Oszt. Közl., **14,** 155—193, 1958.

Béll B.: A szabadlégköri mérések és az aerológiai segédfogalmak felhasználása az időjelző szolgálatban. Időjárás, **46,** 19—31, 1942.

Bodolai I.: A csapadék előrejelzésének eredményei és lehetőségei Magyarországon. Geonómia és Bányászat. MTA Föld- és Bányászati Tud. Oszt. Közl., **4,** 167—172, 1971.

Budyko, M. I.: Stability of the Climate of our Age. Időjárás, **76,** 9—18, 1972.

Götz, G.: (szerk.) Sturmwarnung am Balatonsee. OMI Hiv. Kiadv., Budapest, **XXX,** 1—154, 1964.

Kérdő I.: A meteorológiai tényezők befolyása a szervezet immunbiológiai állapotára. Reumatológia, Balneológia, Allergológia, **1,** 123—127, 1960.

Kéri M.: A nagyvárosi jelleg tükröződése Budapest ködviszonyaiban. Időjárás, **69,** 265—270, 1965.

Koppány Gy.—Róth R.: A népgazdaság távprognosztikai igényei. Időjárás, **73** 367—368, 1969.

Mészáros E.: A légköri kondenzációs magvak kutatásának 100 éve. Időjárás, **74,** 539—546, 1970.

Mórik J.: A hazai levegőegészségügyi kutatások közel 100 éve. Időjárás, **74,** 368—375, 1970.

Örményi I.: Az orvosmeteorológiai előrejelzések 10 éve. Magyar Balneológiai Társ. Évk., Budapest, 54—80, 1968.

Páter J.: Munkahelyklíma különös tekintettel a nehézipari üzemekre. In: MMT Kiadv.: Az ipari meteorológia kérdései. Budapest, 76—81, 1960.

Péczely Gy.: A felszíni vízbevétel rendszere a Duna felső és középső vízgyűjtőjén. OMSZ Kisebb Kiadv., Budapest, **37,** 1—89, 1971.

Predmerszky T.: Munkahelyek komfortjának jellemzése. Időjárás, **59,** 268—274, 1955.

Probáld F.: Budapest városklímája különös tekintettel az éghajlat és a település kölcsönhatására. Kand. ért., Budapest, 1—210, 1971.

Réthly A.: Budapest éghajlata. Budapesti Közp. Gyógy- és Üdülőhelyi Biz. Kiad., Budapest, 1—147, 1947.

Szádeczky-Kardoss E.: Az új globális tektonika mozgásmechanizmusa és kapcsolatai a Föld és az élet fejlődésével. Geonómia és Bányászat. MTA Föld- és Bányászati Tud. Oszt. Közl., **4,** 3—89, 1971.

Szepesi D.: Légszennyező anyagok turbulens diffúziójának meteorológiai feltételei Magyarországon. OMI Hiv. Kiadv., Budapest, **XXXII,** 1—168, 1967.

Wagner, R.: Angaben zum Mikroklima der Reisfelder in Kopáncs. Acta Climat., Szeged, **I,** 1—4, 1—27, 1959.
Angaben zum Mikroklima von drei Werkstätten in Szeged. Acta Climat., Szeged, **I,** 1—4, 73—90, 1959.

Wirth E.: A jégkárok elleni védekezés lehetőségei Magyarországon. In: MMT Kiad. A jégeső elhárításának kérdései Magyarországon. Budapest, 107—114, 1967.

A GEOKÉMIAI KUTATÁSOK SZEREPE A TECHNIKA ÉS MEZŐGAZDASÁG FEJLŐDÉSÉBEN

FÖLDVÁRINÉ VOGL MÁRIA

A FÖLD- ÉS ÁSVÁNYTANI TUDOMÁNYOK DOKTORA

Napjainkban jogosan hangoztatjuk, hogy a polihisztorok kora lejárt, hiszen ma már egy emberélet megfeszített munkája egyetlen specializált szűk szakterület átfogására is alig elegendő. Mégis a fejlődés ismét fokozottabban egymásra utalja a szakterületek művelőit. Egyrészt maga a természet egy összefüggő nagy egység, melyet csak az emberi önkény — tisztán gyakorlati okokból — szabdalt fel oly módon, hogy a különböző jelenségcsoportokat másmás tudományszakba utalta. Másrészt a tudomány és a technika fejlődése egyre inkább szükségessé teszi a távolabb álló szakterületek eredményeinek kölcsönös felhasználását. Így a polihisztorok egyszemélyű sokoldalúsága helyébe az interdiszciplinárisan működő munkakollektívák sok szakágat átfogó egymásra utalt tevékenysége lép.

A gyakorlati geokémia szakterületéről két példát szeretnék bemutatni az elmondottak illusztrálására: kapcsolatunkat a korszerű technikával és kapcsolatunkat a mezőgazdasággal, pontosabban agrárbiológiával.

Az alkalmazott geokémia alapvető feladata a földtani képződmények nyomelemvizsgálata és ennek alapján nyomelemeloszlási térképek szerkesztése. A világátlagoktól eltérő nyomelemtartalmú anomáliaterületek körülhatárolásával a tájékozódó jellegű átnézetes munka befejeződik, és kezdetét veheti a hasznos telepek felkutatására irányuló, nagyobb részletességű célkutatás. A célkutatás irányulhat — többek között — hasznosítható ritkaelemelőfordulások felkutatására.

A korszerű ipar fokozódó mértékben igényli az ún. ritka elemeket, mert sajátságaikban olyan előnyöket nyújtanak, amely a klasszikusnak nevezhető ipari alapanyagokkal nem volt elérhető. A földkéregben kisebb gyakorisággal előforduló elemek szélsőséges fizikai és kémiai sajátságai éppen azon atomszerkezeti sajátságaikkal függnek össze, melyek az előfordulásuk ritkaságát is előidézi.

Kiemelhető néhány olyan fizikai tulajdonság, mely a ritka elemek sokoldalú felhasználását nagyon kedvezővé teszi.

1. *Olvadáspont.* A ritka elemek között vannak igen alacsony és igen magas olvadáspontú elemek. Megemlíthető például a 91% Hg-ból és 9% Tl-ból

készült eutektikus olvadék, melynek olvadáspontja —60 °C-ig száll le, így a sarkvidéki kutatásban és a sztratoszféra kutatásban nyerhet alkalmazást. A Ga-nak nagy előnye, hogy folyékony halmazállapotát igen tág határok között: +30 °C és 1983 °C között megtartja.

A magas olvadáspontú ötvözők közül megemlítendők a W, Re, Ta, Nb, Mo, Cr. A nyert ötvözetek általában 1700 °C felett olvadnak és a magas hőmérsékletű technikában nyernek alkalmazást.

2. *A hőtágulási együtthatók:* sok esetben fontos tényezői valamilyen technikai megoldásnak. Két ritka elemet említhetünk, melyek az átlagostól eltérő hőtágulási együtthatóikkal tűnnek ki, az egyik a Rb, melynek szélsőségesen nagy, a másik a W, melynek szélsőségesen kicsi a hőtágulási együtthatója.

3. *A vákuum technikában getter anyag*ként egyes ritka elemek rendkívül jól használhatók, mert saját térfogatuknak több-százszorosát meghaladó gázmennyiséget képesek elnyelni és getter tulajdonságuk hő hatására sem csökken. Ilyenek pl. a Ta, Ti, Zr, Nb. Ezek az elemek a pegmatofil ritka elemek geokémiai csoportjába tartoznak.

4. *Fényelektromos tulajdonságok.* Fényerők, fotocellák gyártására a legelterjedtebben a szelén cellákat használják, melyekben fedőelektródként Cd felesleget tartalmazó CdO-t alkalmaznak. Újabban igen előnyös fotoelektromos tulajdonságúnak bizonyult a nagy tisztaságú Si, melynek felületére B-t diffundáltatnak. A mesterséges bolygók áramellátását szilícium fotocellákkal oldják meg, mert hatásfoka az eddigi cellákéval szemben 20-szoros és tág hőmérsékleti határok között működőképes. A Si-tól eltekintve a *fényelektromos tulajdonság egyes szulfokalkofil ritka elemek tulajdonsága.*

5. *Félvezető tulajdonságok:* egyes elemeknek a fényelektromos jelenséggel bizonyos mértékig rokon szerkezeti tulajdonsága. A félvezetőket az jellemzi, hogy náluk az OHM törvénye egy kritikus feszültség felett az érvényességét elveszíti, mert e határfeszültségtől kezdődően a vezetőképességük a feszültséggel exponenciálisan nő. Alkalmasak egyenirányítók, erősítők és rezgéskeltők (tranzisztorhatás) előállítására, tehát szerepük pl. a híradástechnikában óriási jelentőségű. Ilyenek a Ge, a tiszta Si, továbbá egyes intermetallikus ötvözetek, pl. InAs, GaAs, InSb, GaSb stb. *A félvezető tulajdonság a Si kivételével az oxikalkofil ritka elemek tulajdonsága.*

6. *Neutronbefogási hatáskeresztmetszet.* Sok ritka elemnél a magfolyamat bekövetkezésének valószínűségi tényezője szélsőségesen nagy vagy szélsőségesen kicsi. Mindkét tulajdonság a reaktortechnikában megfelelő funkcióban kihasználható, vagy mint moderátor-, vagy mint akcelerátor-anyag. Nagy neutron-abszorpciós keresztmetszete van például a B-nak, Cd-nak, Eunak, Sm-nak, Gd-nak, Hf-nak. Kis neutronelnyelési képességgel tűnnek ki: a Zr, a Be, a Bi, a Rb, a Ce. Az itt felsorolt elemek nem képeznek geokémiai csoportot, a periódusos rendszer különböző helyein találhatók jeléül annak, *hogy ez a sajátosság magszerkezeti — és nem elektronszerkezeti — okokra vezethető vissza.*

Visszatérve a geokémikusok szempontjaihoz, a technikus szakemberekkel való együttműködés fontosságára és szükséges folyamatosságára kell még rámutatnunk. Azt gondolhatnók, hogy ha a felhasználási lehetőségeket ismerjük, akkor a geokémikus már meg tudja ítélni, hogy mely ritka elem kutatása kifizetődő, és mely ritka elemekre van népgazdaságunknak szüksége? Sajnos, a kérdés nem ilyen egyszerű. A technika rohamos fejlődése során hol az egyik, hol a másik ritka elem bizonyul fontosabbnak, hasznosabbnak és ez a ritka elemek keresettségét és áralakulását is módosíthatja. Közismert példa erre a Ge, mely a hazai alkalmazott geokémiai kutatások megindításakor a félvezetők között még igen előkelő helyet foglalt el és csak az volt vitatható, hogy kifizetődő-e a hazai szénhamukból való kinyerése vagy nem? Később a nagy tisztaságú Si a Ge-t a piacról nagyrészt kiszorította, míg végül is az intermetallikus GeAs és GeSb ötvözetek előnyös félvezető tulajdonságainak felismerésével a Ge bizonyos mértékig rehabilitálódott. Az időigényes geokémiai kutatómunka a rohamos technikai fejlődésből alakuló szeszélyes és gyors ritkafém-szükséglet alakulásával nem tud lépést tartani, ezért csak a következő kompromisszumos megoldás lehet célravezető és gazdaságos. El kell készíteni az első tájékozódó geokémiai felmérést az összes lehetséges nyomelemre az ország fontosabb képződményeiben. Ez a munka hazánkban nagyrészt elkészült és alapját képezheti egy adott ritka elemre irányuló célkutatásnak. Ez utóbbi már csak az ipari igények ismeretében lehet kifizetődő. Sajnos, az ipari szakemberekkel való szoros együttműködés ma még csak törekvés. Általában az volt a tapasztalatunk, hogy a ritkafém igényekről csak bizonyos késéssel értesültünk, holott inkább előremutató információkra lenne szükségünk. Fordított irányban is szükség lenne a jó informáltságra. Előfordulhat, hogy a technikai fejlesztésnél előnyben lehetne olyan ritka elemeket részesíteni, melyeknek hazai előfordulására több a lehetőség és esetleg egy devizaigényes import fém helyettesíthető lenne a geokémikusok által felajánlható hazai ritka elemmel.

Ezeknek a problémáknak a megoldására egy sokoldalú kooperáció és az illetékes szakemberek szorosabb összefogásával újabb, az eddiginél hatékonyabb koncepció kidolgozása napirenden van.

Az együttműködésnek egy másik lehetséges példája a *geokémia és az agrárbiológia kapcsolata.*

Régebben felismert tény, hogy a növényi, állati (sőt emberi) hiánybetegségek a talajok és a természetes vizek nyomelemtartalmával hozhatók kapcsolatba. VINOGRADOV, A. P. (1946) bevezette a biogeokémiai provinciák fogalmát, mellyel a biológiai szempontból fontos nyomelemeknek (Ag, Bi, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, Mn, Mo, Ni, Pb, Sn, Ti, V, Zn) az átlagostól eltérő koncentráció tartományait jelölte ki. Rámutatott továbbá e provinciáknak és az ott élő szervezetek helyi egészségi rendellenességeinek összefüggéseire.

Már az első, Szovjetunióban végzett felmérésekből kitűnt, hogy például

a lettországi és fehér-oroszországi mocsaras vidék feltűnő rézszegénységet mutat. A mocsárvidék kiszáradó részein egészséges növényzet és kedvező állattenyésztés csak a rézhiány pótlásával érhető el. Más vidékeken, homokos talajban Co hiányt találtak, ez is a haszonállatok megbetegedéséhez vezetett, amit a táplálékukhoz kis mennyiségben adagolt Co sókkal sikerült leküzdeni.

A kezdeti lépéseket több országban rendszeres vizsgálat követte és tudatos biogeokémiai felderítő térképezési munkák indultak meg. Kiemelkedők ezek közül TODD, J. R. észak-írországi és WEBB, I. S. és munkatársainak angliai vizsgálatai.

WEBB és munkatársainak alkalmazott geokémiai vizsgálatai 1954-ben ásványi nyersanyag kutatási céllal indultak. A legutóbbi években 1969-től kezdődően kezdték a kidolgozott eljárásukat, és részben az eddigi eredményeiket is, agrokulturális célokra is alkalmazni. Az 1969-ben megkezdett munkára egy alapítványból jelentős anyagi támogatást kaptak, 1973-ra 19 000 négyzetmérföldre készítik el a nyomelemtérképeket agrárbiológiailag értékelhető formában. A geokémiai térképeken feltüntetik:

1. a nyomelemekben hiányt mutató területeket;
2. az egyes nyomelemekből nagy felesleget mutató területeket, mely az ott élő szervezetben toxicitást okozhat;
3. az ipari szennyezések okozta olyan területi nyomelemváltozásokat, melyeknek agrobiológiai jelentősége lehet.

A ráfordított kutatási költségek sokszoros megtérülését a növénytermesztésben, de különösen a haszonállatok súlygyarapodásában, tejhozamában és a gyapjú minőségének javulásában várják.

Kísérleti állatokon ugyanis a következőket tapasztalták.

Azoknál az állatoknál, melyeket rézhiányt mutató anomália területen legeltettek, 40%-os súlygyarapodást és megnövekedett tejhozamot tudtak elérni, ha a legeltetési idő megkezdése előtt Cu injekciókkal kezelték őket, szemben azokkal a kísérleti állatokkal, melyek nem kaptak Cu injekciót.

Kimutatták, hogy a Mo anomália káros az állat szervezetére, mert sok Mo jelenléte a Cu felvételét gátolja.

A többi nyomelem biológiai hatására is vannak már adatok, de a problémák komplex módon jelentkeznek és nem minden esetben lehet az elért eredményt egyértelműen értékelni. A kérdés rendkívüli fontossága azonban megéri a további fáradságos kutatómunkát.

Az Állatorvosi Főiskola egyik tanszékével együttműködve hazánkban is tervezünk biogeokémiai gyakorlati kutatásokat és két kiválasztott mintaterületen az első kezdeti lépéseket már meg is tettük.

ÖSSZEFÜGGÉSEK AZ EMBER TERMÉSZETI TEVÉKENYSÉGE ÉS AZ AGYAGÁSVÁNYOK FELSZÍNI ELOSZLÁSA KÖZÖTT

NEMECZ ERNŐ

A FÖLD- ÉS ÁSVÁNYTANI TUDOMÁNYOK DOKTORA

Az ember természeti környezetéhez való viszonya, s vele a Földre vonatkozó ismeretek jelentősége mindig nagy szerepet játszott a történelemben. E kapcsolat tartalma és tudata azonban még sohasem ment át oly gyökeres változáson, mint az utolsó két évtizedben. A tudományos technikai forradalom kora merőben új megvilágításba helyezte az ember és természet kapcsolatát, amelynek csak szimbóluma az a tény, hogy az ember nemcsak műszereivel, de személyesen is képes elhagyni ezt a bolygót. A minőségileg teljesen új helyzet azonban itt, magán a Földön állt elő, amelyet tömören úgy jellemezhetünk, hogy a Föld elveszítette azt a szerepét, amit eddig az ember életében betöltött: a végtelen, elpusztíthatatlan és kimeríthetetlen univerzum szerepét.

Az ember technikai tevékenysége geológiai dimenziókat kezd megközelíteni, amely kihatásaiban az emberi faj túlélésének problémáját is felveti már. Bár mi természettudományokkal foglalkozunk, nem téveszthetjük szem elől, hogy az emberi túlélést fenyegető kérdések, még ha természeti jelenségeken keresztül érvényesülnek is, voltaképpen társadalmi indításúak. Az emberi nem három alapvető problémáját: a globális atomháború, a szennyezés és túlnépesedés kérdései jelentik. Nem a mi feladatunk, hogy ezek bonyolult kapcsolatának, a prognózis és elhárítás kérdésének boncolgatásába belemenjünk. A mi feladatunk azonban annak megállapítása és kimutatása, hogy a Föld számunkra legfontosabb hozzáférhető felszíne, a társadalmi jelenségek nyomán nem maradt érintetlen, s mind a nyersanyagellátás, mind pedig az élet fenntartása szempontjából súlyos kérdések merülnek fel. Természetesen ebben a helyzetben fokozódik saját bolygónk, a Föld és a földtudományok iránti érdeklődés, hogy az ember a természet benső logikájának minél mélyebb feltárásával és ahhoz való igazodással kerülje el azt, hogy amit értelmével meghódított a természettől, ne váljék ugyanannak áldozatává.

Rövid előadásomban Szádeczky-Kardoss Elemér akadémikus bevezető előadásából levezetve szeretném megmutatni, hogy a geológiai erők játékának egy, nem mindig csak a laikus számára, jelentéktelennek tűnő képződménye, mint az agyagásványok, mily bonyolult és benső összefüggésben vannak nemcsak bolygónk ezer millió évek óta zajló geológiai folyamataival,

hanem az életjelenségekkel, az ember természeti kötöttségével és az értelmi képesség folytán, a társadalom technikai előrehaladásával is.

Mielőtt az összefüggések e rendszerébe mélyebben bepillantanánk, legyen szabad néhány alapvető tényre rámutatni.

A Föld nagy felszínre kiterjedő hidroszférájának, valamint légkörének összetétele tekintetében minden — közvetve, vagy már űrhajókkal is kutatott — szomszédos égitesttől különbözik. E két adottság ugyanis kivételes geológiai helyzetet teremt a Föld felszínén. A légkör és víz napsugárzásból származó kinetikai és helyzeti energiája, valamint a vízmolekula poláros jellegére visszavezethető kitűnő oldóképessége az atmoszféra és a szilárd kéreg több kilométer vastagságú övében gyors anyagi transzport és kémiai átalakulási folyamatok szakadatlan sorát idézi elő. A szervetlen anyag e mozgásformája, amely pl. a Holdon is hiányzik, az olvadékból képződött ásványok felszínen végbemenő elbomlása révén, szemcseszerkezetét és kémiai összetételét tekintve folyton változó diszperz rendszerek, elsősorban agyagásványok keletkezéséhez vezet. Úgy látszik, hogy a szervetlen anyag ily mozgásformája egyik előfeltétele az életjelenségek kialakulásának is.

Az agyagásványok képződése tehát szorosan kapcsolódik a mállás folyamatához, amely geokémiai nézőpontból tekintve annak a termodinamikai instabilitásnak a következménye, amely akkor következik be, ha az olvadékegyensúly vagy szilárdtest-reakciók útján képződött ásványok érintkezésbe jutnak a Föld felszínén uralkodó viszonyokkal. Ekkor külső energia felhasználásával dezintegrációs folyamat zajlik le, amelynek lényege az ásvány méretének a lehető legkisebb részekig bekövetkező csökkenése. Az addig kristályosan rendezett anyag többnyire iondiszperz alakba kerül, ami együttjár a rendszer szabad energiájának növekedésével.

Az adott hőmérsékleti és koncentráció viszonyok között azonban a 3 fő elemi komponens, az O, Si, Al ismét kristályos, de fontos, hogy többnyire tökéletlenül kristályos formába megy át. E réteges és többé-kevésbé rendezetlen szerkezetű vegyületek az agyagásványok, amelyek a 3 fő elem felszíni viszonyok között (a kvarcon kívüli) stabilis formáját képviselik.

Ezek kristályszerkezetének van olyan egyetlen tényezőre visszavezethető sajátossága, amely a földfelszín morfológiájának alakulására elhatározó befolyást gyakorol. E tényező az agyagásványokat felépítő Si_2O_5 tetraéderhálók és a nála kisebb b paraméterű $Al(OH)_3$ oktaéderréteg méret-különbsége, aminek következményeképpen fellépő szerkezeti feszültség megakadályozza az agyagásvány kristályainak egy bizonyos határon túli növekedését. E méthatár ismeretes módon igen kicsi, többnyire alatta marad az 1 μm-nak, vagyis az egymással nem kapcsolódó kristályok kolloid diszperz rendszert alkotnak. Ennek a körülménynek a felszíni viszonyok kialakulása szempontjából rendkívüli jelentősége van. Ezt talán úgy látjuk be legkönnyebben, ha rámutatunk milyen geológiai viszonyok alakulnának ki akkor, ha az agyagásványok pél-

dául a gipszhez hasonlóan kristályosodva, elvben tetszőlegesen növekedő, ill. az individuális szemcsék hézagmentes összenövését biztosító sajátsággal rendelkeznének. Az Al-ionnál nagyobb sugarú Mg-iont tartalmazó szerpentinek pl. már képesek ilyen tömör pátos növekedésre. Ez a körülmény valamilyen hipotetikus kezdeti időpontban meginduló mállás után, nem túl hosszú idő elteltével, a Föld szárazulati felszínén vízben gyakorlatilag oldhatatlan, összefüggő agyagásvány-páncél kialakulására vezetett volna, megakadályozva a mállási ágensek további munkáját. Nyilvánvaló, hogy ebben az esetben mindazok a geológiai események, amelyekre ma visszatekintünk, elmaradtak volna, de nagyon valószínű, hogy az életjelenségek, legalábbis a jelenlegihez hasonlóak, sem léphettek volna színre.

E megállapításnak van egyrészt egy teoretikus értéke, ti. annak kimutatása, hogy az élet megjelenése a Földön, úgy látszik sok, egymástól független, de egyenként is kardinális geológiai feltételhez van kötve (jelen vizsgálódásunk szerint két réteg elemi cellájának néhány $^1/_{10}$ Å-ös eltéréséhez), másrészt további következtetések vonhatók le a konkrétan kialakult geológiai viszonyok és életjelenségek viszonyára vonatkozóan. Ezek körében egyik legfontosabb konklúzió, hogy az agyagásványok képviselik és biztosítják a Föld felszíni energiájával egyensúlyban levő diszperzitásfokot, amely kisebb ugyan a mállás révén előálló iondiszperz állapoténál, de igen tekintélyes a primer kőzetek ásványainak diszperzitásfokához képest. Az agyagásványok e kristályosodási sajátságának tulajdonítható tehát az a földfelszínen uralkodó szemcseeloszlás, amely mintegy átmenetet képvisel az oldat és a már említett összefüggő agyagásványkéreg között. Ez biztosítja a magasabbrendű növények számára a megtámasztás lehetőségét, másrészt az oldatok s vele a növényi tápanyagok szabad áramlását a porózus övezetben.

Mindez, s a többi ásványétól annyira eltérő egyéb sajátság az agyagásványok kristályszerkezetében leli magyarázatát. Ennek lényege, hogy a kétdimenziós erős kohézió mellett a harmadik dimenzió irányában működő gyenge kötőerők, bizonyos fajtáknál nemcsak a *c* periódus víztartalomtól függő növekedését, hanem a lemezkötegek egymástól való szétválását is megengedik. Ezáltal rendkívül nagy hidrofil felület jön létre, nagy felületi szabadenergiával, amire visszavezethető az agyagásványok feltűnő szorpciós, plasztifikáló, ioncserélő sajátsága és katalitikus hatása. Mindezek a sajátságok intenzitásukban annál inkább növekednek, minél kevésbé tökéletes a kristály, minél több a töltést visszahagyó ionhelyettesítés, szerkezeti rendezetlenség, közbéretegzettség, ami nagyjából megfelel a kandit → hidrocsillám → szmektit → vermikulit sorozatnak.

Az a finom szerkezetbeli, összetételbeli változásokra, és szervetlen ionok vagy szerves molekulák megkötésére irányuló képesség, amellyel az agyagásványok oly árnyaltan illeszkednek a helyi fizikai-kémiai viszonyokhoz, minden más ásványcsoporttól megkülönbözteti őket s talán csak az aránytalanul

ritkább zeolitok hasonlatosak részben hozzájuk. E nagy változékonyságra jellemző, hogy talajokban pl. egy illit/montmorillonit közberétegzett agyagásvány nemcsak a három szintben különbözik egymástól, hanem ezeken belül is még az évszakok által meghatározott klimatikus viszonyok szerint is állandóan változik, kristályos rendezettségi foka hol növekszik, hol pedig csökken. Összetételükben és állapotukban annyira változékonyak, hogy átvitt értelemben a szervetlen világ „élőlényeinek" is nevezhetnők őket.

Innen van, hogy a nagy és az ember számára különösen fontos geológiai folyamatokban lépten-nyomon találkozunk az agyagásványok szerepével. GARRELS nem régen ismerte fel, hogy óceáni képződésük összefüggésben van a vízben kötött CO_2 részleges felszabadításával, más szóval az agyagásványok képződése az óceánokban regulációs hatást fejt ki az atmoszféra CO_2 tartalmára is. Ez a felismerés ma különösen fontos, ha meggondoljuk, hogy a fosszilis energiahordozókra alapozott energiatermelés nyomán képződő óriási tömegű CO_2, az üvegházhatás folytán belátható időn belül klímaváltozással fenyeget. Kérdés, hogy az agyagásványok képződése az óceánokban képes-e és milyen határig kompenzálni az ember technikai tevékenységének ezt az egyoldalú beavatkozását a természeti folyamatokba.

Egy másik nagy geológiai szerep, amire SZÁDECZKY akadémikus több ízben felhívta a figyelmet, hogy a lemeztektonikában feltételezett nagy üledékes kőzetmozgások egyfelől csak az agyagásványok kenőhatása segítségével mehetnek végbe, másrészt csak az agyagásványokban levő (OH) gyökök alakjában van lehetőség arra, hogy jelentősebb mélységbe víz, ez a rendkívüli geológiai ágens jusson le, hiszen a tapadó vagy gravitációs vízzel ellentétben e kötött víztartalom, a nyomásviszonyokat is figyelembe véve, csak 700—800 °C hőmérsékleten vagy ennek megfelelő mélységben válik molekuláris vízzé. Itt csak hozzáteszem, azt az általam már exponált gondolatot, hogy a nagy mélységben végbemenő átalakulás, a rácsenergia viszonyok miatt, jelentős energiafelszabadulással is együtt jár, ami azt jelenti, hogy az agyagásványok nemcsak anyagot, hanem latens energiát is szállítanak a kéreg mélyebb részeibe.

A szorosabb értelemben vett gazdasággeológiai szerepe az agyagásványoknak rendkívül széles körű és lehet közvetett vagy közvetlen. Az elsőbe sorolhatjuk azokat az eseteket, amelyekben az agyagásványok valamely sajátsága játszik közre hasznos telep létrejöttében. Ezek körében legismertebb az anyagásványok olajgeológiai szerepe. Már két évtizede, hogy szoros korrelációt állapítottak meg az olajtelepek kialakulása és az expandáló agyagásványok jelenléte között. Az Egyesült Államokban eme összefüggések tudatos felhasználásával az 1950-es évek elején, az ismert olajkészletet az addig összesen kibányászott mennyiség mintegy 30%-ával növelték meg, miután feldolgozták a Nagy Medence agyagásványeloszlási viszonyait. Egyesek magának az olajnak képződésében is jelentős katalizátor szerepet tulajdonítanak az agyagásványoknak, de biztosabban kidolgozott elmélet az, amely az olaj felhalmozódá-

sához szükséges áramlás kialakulását vezeti vissza az expandáló agyagásványok sűrűbb interlamináris vizének felszabadulásával járó erős nyomásfokozódásra.

A másik közvetett, de igen fontosnak látszó szerep, amire itt röviden utalni szeretnék az agyagásványok szorpciós tulajdonságának hatása a talaj állapotára. A szervetlen kationok és anionok cserélődése az agyagásványok felületén, a vele a növényi tápanyagok forgalma a talajban régóta kutatott és sok részletében ismert jelenség. Még a nyomelemek adszorpciójára, ill. ennek biológiai hatására is vannak részleges ismereteink. Az Egyesült Államokban jó korrelációt találtak az agyagásványeloszlás és a gabonaneműek proteintartalma, a szarvasmarhák, sertések zsírképző hajlama, sőt emberi fogszuvasodás gyakorisága stb. között. A statisztikai adatok, bár többnyire még pontos tudományos magyarázat híján, rámutatnak a biológiai anyag és a talajagyagásvány eloszlás közötti szoros kapcsolatra, amit a jövő élelmezés tudományának is figyelembe kell vennie. Amiről azonban jóval kevesebbet vagy semmit sem tudunk az, hogy miképpen reagálnak az agyagásványok a korszerű agrokemikáliákra és milyen változáson mennek át, kiváló organokomplexképző hajlamuk következtében az agrotechnikában felhasznált vagy az ipar által termelt és levegő vagy talajvíz közvetítéssel hozzájuk jutó szennyezésekre. Lehet, hogy kiváló szorpciós képességük révén egy ideig különféle, köztük káros szennyezéseket kötnek le (pl. ismeretes, hogy a talajban a CO_2 parciális nyomása 10-szer akkora mint a felette levő szabad atmoszférában) s így ezek kedvezőtlen hatását kiegyenlítik, de számítani kell a telítődés után bekövetkező hirtelen romlásra. Mindezt fizikai-kémiai sajátságaikból következtetve sejthetjük, konkrét anyagokra és a folyamat előrehaladására vonatkozóan azonban pontos és kiterjedt kutatást kellene végezni.

E néhány közvetett, de a civilizáció szempontjából óriási jelentőségű hatáson kívül az agyagásványok közvetlen ipari alkalmazásának köre oly terjedelmes, hogy arra itt csak néhány szóval utalhatunk. A technikai feldolgozás legősibb és ma is használt módja az égetéssel nyert kerámiai termékek előállítása. Az újabb alkalmazás azonban egyre inkább az agyagok természeti viszonyok között is tanúsított és már említett sajátságainak tudatos felhasználásában áll. Széles körben alkalmazott töltőanyag, ragasztó, plasztifikáló, derítő, vízzáró hatás, radioizotópok megkötése, egyre fontosabbá váló organokomplexek (pl. mélyfúrási öblítőiszap vagy folyékony rakétahajtóanyag viszkozitásának pontos szabályozása) csak jelzik a felhasználási területek sokféleségét.

A technikai felhasználás sok más ipari tevékenységgel ellentétben nemcsak nem jár környezeti hátrányokkal, hanem gyakran éppen annak megszüntetése céljából történik. Az agyagásványok gyakorlati jelentőségének mérlegét jelenleg abban vonhatjuk meg, hogy ha sikerül elkerülni a talajok szennyeződését, az ipari szennyeződés ellen elsősorban az agyagásványok sokoldalú felhasználásával vehetjük fel a küzdelmet. Ehhez azonban mechanizmusuk

részletekbe menő kutatása, a termelési és természeti oldalon álló kapacitások és tömegviszonyok pontos felmérése szükséges. Kérdés, hogy az agyagásványok tudatos felhasználása az emberi kultúra fenntartásának céljából ugyanolyan sikerrel fog-e járni, mint amilyen sikeres volt a tudat nélküli élet és az agyagásványok 3 ezer millió évre visszatekintő együttműködése.

A RÉTEGTANI ÉS ŐSFÖLDRAJZI SZEMLÉLET MEGÚJHODÁSÁNAK VILÁGKÉPÉPÍTŐ SZEREPE

BALOGH KÁLMÁN

A FÖLD- ÉS ÁSVÁNYTANI TUDOMÁNYOK DOKTORA

A tudomány a világ felépítésére és működésére vonatkozó tudatos ismeretszerzés eszköze. Minden tudományágnak kötelessége tehát, hogy lehetőségeinek, céljainak és módszereinek tudatos felmérésével és javításával szolgálja saját jövőjét. Különösen fontos ez a technikai eszközök mai ugrásszerű fejlődésének idején. Ezeknek a kutatásba való bevezetése ui. eddig nem sejtett vagy csak lappangó összefüggések felderítésére nyújthat alkalmat. Új eljárások használata magában véve még nem teszi feltétlenül szükségessé az eredeti célok megváltoztatását. Mindazonáltal új technika gyakran új szemléleti mód kialakítására vezet. A benne összesűrített anyagi és szellemi erő ui. nemcsak az adatszerű ismeretek skáláját szélesítheti. Előmozdíthatja azonban a vizsgálati anyagban rejlő ellentmondások felderítését; ennek révén pedig új, magasabb rendű szintézis forrásává lehet. Hogy ez bekövetkezik-e vagy sem, az nem annyira az új eszközök mennyiségének, hanem azok *minőségének és bevetési területük megválasztásának a függvénye.* E kettő együttese pedig a *módszer.* A módszer mélységétől függ tehát, módosíthatja-e az új technika a tudomány alapkérdéseit, segíthet-e hidat verni más tudományok felé, előmozdíthatja-e olyan *összefüggő világkép* kialakulását, amelyben a természeti erők állapota és az emberi társadalom igényei harmóniában vannak egymással.

A földtan és társtudományai 2 évszázados múltjuk során nemcsak az evolúción alapuló materialista világkép kialakításában vállaltak történelmi jelentőségű szerepet. Ezenfelül — alkalmazott ágazataik révén — a társadalom energia- és ásványi nyersanyagszükségletét is biztosították, klasszikus példáját nyújtva az elmélet és a gyakorlat közötti helyes viszonynak. Annál fájdalmasabb tehát, hogy a magyar közvéleményben a földtani kutatás jelentőségének tudata más természettudományokénál lényegesen kisebb fokú. Gyakran találkozunk a célok, módszerek, eszközök, sőt a gyakorlati eredmények kisajátításával. Máskor egyes részdiszciplínák (pl. az őslénytan, a rétegtan vagy az ősföldrajz) fontosságát becsülik alá indokolatlanul, sőt károsan. Tudományterületünk világnézeti szerepének megítélése elszürkült, ismeretanyagának jó része pedig a közművelődésből kirekesztődött. S mindez akkor,

MTA X. Osztályának Közleményei 5/3—4. 1972

amidőn — korunk technikai forradalmához kapcsolódva — *a földtani világkép nagy megújulásának* lehetünk tanúi. Egy olyan megújulásnak, amely — részhipotézisek konglomerátuma helyett — először kecsegtet azzal, hogy a Föld és a bolygóvilág szervetlen (és szerves) fejlődését, annak az emberi társadalommal való kölcsönhatására is kiterjeszkedve, az összefüggések megvilágításával, *egészében* átfogja.

Eggyel több okunk van tehát arra, hogy a földtannak és két legklasszikusabb ágazatának — a rétegtannak és az ősföldrajznak — a jövőbeli perspektíváit megvilágítsuk.

A természettudomány alapvető diszciplínái (a fizika, a kémia és a biológia) az anyag létezési és mozgásformáinak leírásán kívül arra válaszolnak, mi *történhetik* az anyaggal, ha annak létezési feltételeit megváltoztatjuk. Mivel egyszerre számos feltétel hat, célszerű e vizsgálatokat a természet zavaró tényezőinek kiküszöbölésével kezdeni. Ezért kap e tudományokban nagy szerepet — a korlátozott időtartamú *megfigyelés* mellett — a laboratóriumi (azaz elkülönített viszonyokat teremtő) *kísérlet*.

Arra azonban, hogy az anyag létezési és mozgásformái a bolygófejlődéshez szükséges *hosszú idő* alatt, *számos feltétel* egymásra hatásának bonyolult viszonyai között, s amellett *széles térségben* t é n y l e g e s e n hogyan alakultak, már a természettudomány *történeti ágazatai* (a földtan, őslénytan, kozmológia) jogosultak válaszolni. Ezek módszereik nagy részét a fizika, a kémia és a biológia tételeire alapozzák. Bennük — legalábbis az ismeretgyűjtés stádiumában — a kísérlet helyett a *megfigyelés* dominál, s ezt csak fejlettebb fokon váltja fel a természeti viszonyokat utánozni és értelmezni kívánó *modellkísérlet*. *Történeti céljaik* következtében mégis az alapvető természettudományokkal teljesen egyenrangú diszciplínákról van szó, *amelyek fő eredményeinek beépítése nélkül egységes természettudományi világkép nem jöhet létre*. Egyébként pedig a jelenben nyert természettudományi megállapítások helyességét és általános érvényét történeti igazolódásuk csak megerősítheti.

A földtan világképalakító szerepe akkor kezdődött, amikor a szerves élet fejlődésének darwini hipotézise Lomonoszov és Lyell aktualizmusán keresztül az *általános földtörténeti evolúció elméletévé* szélesedett. Ez — mai megfogalmazásban — azt jelenti, hogy — visszafelé tekintve — a Föld jelenlegi állapota egy 4,5 milliárd éves fejlődés ránk nézve ugyan utolsó, de nem végső láncszeme, amelyen belül a szerveséleti fejlődés időtartama legalább 2 milliárd évet tesz ki. A geológusnak tehát *anyagok és energiák igen változatos szerveződési szintjeinek játékát* kell a tér és az idő négy dimenziójában szemügyre vennie. Ilyen szintek lehetnek pl.:

Atom (ion)

Szervetlen	*Szerves*
Ásvány (kristály)	Sejt
Kőzet (réteg)	Szövet
Rétegösszlet	Szerv, szervrendszer
Hegységlánc	Élőlény (egyed, faj)
Földkéreg	Életközösség
A Föld öves felépítése	Fauna vagy flóra
	Fauna- és flórabirodalom

Minden organizációs szintet megfelelő nagyságrend jellemez. Minden szint alsóbbrendű szint(ek) tagjainak meghatározott törvények szerinti társulásaiból áll. Egy alacsonyabb rendű szint szerveződési törvényei általában nem alkalmazhatók egy másik, magasabb rendű szintre, de ellent sem mondhatnak az utóbbi törvényeinek.

A geológus feladata tehát a még csak főleg tér—idő—anyag kapcsolatok felderítésére szorítkozó *hagyományos földtan* területén is hallatlanul nehéz és szövevényes. Hiszen a fizikus, a kémikus, de még a biológus is közvetlenül szemlélheti vizsgálódásának tárgyát vagy kísérleteinek lefolyását. Ezzel szemben a földtani tárgyaknak és folyamatoknak csupán kőzetbe zárt, gyakran nehezen hozzáférhető vagy összekuszált emlékei maradnak meg, sokszor csak a lepusztulás, a magmás és tektonikus működés, a diagenezis vagy a metamorfózis által meghagyott roncsokban. Előbb tehát e roncsokat kell rekonstruálnunk, hogy összefüggéseiket felderíthessük. Poligenetikus jellegük, megfigyelhetetlenségük vagy megismételhetetlenségük miatt pedig gyakran a jelen történések eredményeiből merített *aktualisztikus analógiák* sem használhatók fel kiindulásul. Ilyenkor csupán a valamennyi adat és feltevés összehasonlításán alapuló *inter-* vagy *extrapolációra* vagyunk utalva. Még bonyolultabb azonban a *modern geológus* helyzete. Az ő vizsgálatai ui. — a geofizika és a geokémia széles körű kibontakozása óta — a *tér—idő—anyag—energia* négyes kategóriáiban való gondolkodást igénylik.

Ezek a tárgy természetében rejlő nehézségek a fő okai annak, hogy a földtan fejlődése csak most kezdi valóban utolérni a jóval hosszabb múltú alaptudományokét. E nehézségek magyarázzák azt a „helytelen szerénységet" is, amellyel geológusaink — a földtörténeti szemléletnek a természettudományi világkép szempontjából való fontossága ellenére is — működésük lényegének a köztudatba vitele elől megfutamodtak.

Eleinte valóban nehéz volt a rengeteg *kvalitatív* megfigyelést *mennyiségileg* is megalapozott hipotézisek rendszerében összefoglalni. Az utolsó 20—30 évben azonban fokozatosan rájöttünk arra, hogy a földtani tárgyak és jelenségek *statisztikus törvények* szerint társulnak. A statisztikai matematikának a földtanba való bevonulása pedig annál inkább mérsékelheti az alaptudományok művelőivel szembeni kisebbrendűségi érzetünket, mert azok törvényeinek jelentékeny része szintén „csak" statisztikai . . .

A földtan fő célkitűzése a földkéreg fejlődéstörténetének rekonstruálása. Célját két lépcsőben, két diszciplínán keresztül valósítja meg: *1.* az időtényező azonos szintre állításával *ősföldrajzi pillanatképeket* készít; *2.* e képek filmszerű lepergetésével pedig azok időbeli egymásutánját, a *földtörténetet* vetíti elénk. Az előbbi tehát csak a jelenségek *térbeliségét*, az utóbbi pedig azok *tér- és időbeli lefolyását* hangsúlyozza. (A *területi földtan* csak a szűkebb területre szorítkozó hegységszerkezeti szempontok kiemelésével különbözik a történeti földtantól. Egyébként azonban az ősföldrajz és a fejlődéstörténet is annyira összefügg, hogy az angolszász irodalom egy-egy terület fejlődéstörténetét is az „ősföldrajz" címszó alatt adja elő.)

Az időtényező tekintetében mind a két tudományág a *rétegtan* viszonylagos és abszolút kormegállapításaira alapoz. Az előbbiek sorát a kőzet- és őslénytan *közvetlen* módszerein kívül újabban *közvetett eljárások* (pl. a karotázsszelvények kiértékelése) is segítik. Különösen fontos azonban, hogy a *radiometria* térhódításával ma már nemcsak a fajfejlődés ütemét, hanem más földtani folyamatok (pl. a lepusztulás, üledékképződés, a magmás és metamorf fejlődés), sőt az egész földtörténet időtartamát is meg tudjuk ítélni. Rendkívüli jelentőségű a *biometriai tömegvizsgálatnak* ősmaradványegyüttesekre való alkalmazása. Ez nemcsak a paleo- és neontológiai fajfogalmat hozta közelebb egymáshoz, hanem *a rétegtani világkorreláció irányában is jelentős lépésnek számít*. Ez irányban hat azonban a *planktonszervezetek* rétegtani kutatása is, amelyek ab ovo gyakoribbak és nagyobb elterjedésűek, fennmaradásra pedig alkalmasabbak, mint a makrofossziliák.

Új technikai eszközökkel ma már a tenger idáig hozzáférhetetlen régióiban végezhetünk nagyon pontos *aktuogeológiai és aktuopaleontológiai megfigyeléseket*. Ezek az őskörnyezettani és faciológiai kutatásokat vitték jelentékenyen előbbre. A mélytengeri zagyáramok felfedezése pl. a flis és grauwacke idáig rejtélyesnek tűnő keletkezésének kulcsát adta kezünkbe. Ezenkívül az áramló és hullámzó vízi üledékképződés jelenkori példáinak ismeretében eredménnyel vállalkozhatunk azok fosszilis fajtáinak elkülönítésére is.

Nagy fejlődésen mentek keresztül az *ősföldrajzi térképek*. Ezek — egyebek közt — a partvonal helyzete mellett már annak és a lerakott üledéknek a jellegét, a víz mélységét, a zátonyok, tengeráramlások, fauna- és flóraelemek megoszlását is feltüntetik. A szárazulatokon a domborzat, a lehordódás és a folyóhálózat irányán kívül a geokémiai provinciák megoszlása, a vulkanizmus, a paleotektonika, a növény- és állatvilág és a paleoklíma jellege is ábrázolásra kerül. A fácieselemzés — szelvény- és tömbszelvénysorozatok készítése útján — ma már nemcsak a mozdulatlannak *látszó* nagy táblák fejlődésmenetébe nyújt az egykori felszíntől a kéreg nagyobb mélységéig hatoló bepillantást, hanem a gyűrt hegységek redőinek kisimításával az azokat szülő geoszinklinálisok kiterjedését, övezeteit és felgyűrődését *mozgásában* is ábrázolni képes. Annak lehetőségét, hogy a nagy kontinensmagok korábban a maitól lényege-

sen eltérő helyzetet foglalhattak el, az orogenezis modernebb elméletei már magukba foglalták, anélkül azonban, hogy azt részleteiben kifejthették volna. Az ősföldrajzi összesítések régóta számos orográfiai, paleoklimatológiai és paleobiogeográfiai érvet sorakoztattak fel az őskontinensek már SNYDER által megálmodott szétdarabolódásáról. WEGENER nevezetes kísérlete — széles alapozása ellenére — sem dönthette el a kérdést. Ez az oka, hogy — az adatok szaporodása ellenére — még a közelmúltban is jelent meg olyan nagytektonikai munka (KRAUS, E.), amely az óceánok állandóságának a vitáját a következő „békés kiegyezés"-sel igyekezett lezárni: csak az Atlanti-óceán származtatható a kontinensek eltolódásából, a Csendes-óceán ellenben a Hold kiszakadása után visszamaradt óriási sebhely. Ezt a meddőséget csak annak a *komplex új technikának* a kifejlődése számolta fel, amely a gravitációs, szeizmikus és paleomágneses kutatásokat a víz alatti mélyfúrás és bathiszkáfos megfigyelések közvetlen rétegtani ellenőrzése mellett *az óceánokra — a földtudományi kutatás eddig alig ismert területére* — is kiterjesztette. Az eredmények arra kényszerítenek bennünket, hogy a kontinensek és óceánok megoszlását — akár növekvő, akár állandó sugarú földgömbön — *a maitól erősen eltérő módon, folytonos változásban* képzeljük el. Kétségtelenné vált továbbá, hogy e mozgások gyökere a Föld mélyebb öveiben keresendő, *amelyek nagyságát* — a geofizika és a geokémia segítségével — *először van alkalmunk helyesen felmérni.* Ezzel az ősföldrajz végképpen megszűnt a Föld belső öveitől független kéregváltozások rögzítése lenni, a szárazföldek rétegtana pedig először terjeszkedett ki a Föld egész kérgére.

A rétegtan és az ősföldrajz tehát részt vett a nagy földi dinamizmust átfogó geonómiai szemlélet kialakításában. Kérdés, milyen lesz további szerepük? Meggyőződésem, hogy most kapják meg igazi értelmüket. A közeljövő számos geonómiai modell megszületését fogja hozni, s ezek jósága a rétegtan és ősföldrajz eredményeivel való egyezés tükrében lesz lemérhető. Hogy azonban ennek az ellenőrző szerepnek eleget tehessenek, az eddiginél is komplexebb munkára, s nem utolsósorban a biológiai szemlélettel megújított biosztratigráfiai, paleoökológiai és faciológiai feldolgozások széles körű kiterjesztésére van szükség.

A GEONÓMIA ÉS BIONÓMIA KÖLCSÖNHATÁSAI

KRETZOI MIKLÓS

A FÖLD- ÉS ÁSVÁNYTANI TUDOMÁNYOK DOKTORA

A tudományok fejlődésének törvényszerű velejárója és a fejlődés egyik mércéje új tudományterületek születése, mások visszahúzódása, főleg azonban korábbi ismeretelméleti egységek növekvő mértékű tagolódása és új részterületek önálló tudomány-szintre emelése. Mindeme fejlődési szimptómák mellett gyakori eset — különösen korunkban — hogy új tudományok klasszikus tudományterületek ismeretanyagának átcsoportosításából születnek. Egyszerűbb esetben ez súlypont-, ill. határeltolódásból adódik, bonyolultabb — és mind gyakoribb — esetben azonban az ismeretelemek újszerű, szemléletileg eltérő átrendezéséből születnek merőben új tudományok, rendszerint interdiszciplináris jelleggel. Ezek nemegyszer már kezdettől igen magasrendű szintézis fokán jelennek meg — átvett alapismeretanyaguk használhatóságának függvényében.

Amikor a geonomosz és bionomosz dinamikus egymásrahatását vizsgáljuk, előrebocsáthatjuk, hogy itt is interdiszciplináris átcsoportosításról van szó — bár csak annyiban, amennyiben a szokottnál átfogóbb, holisztikusabb szemléletet kísérlünk meg mindarra, amit életföldrajz, ökológia, cönogenezis, biogeokémia és agrokémia ma már klasszikus összefoglalásokban nyújt, külön-külön.

Ugyanitt meg kell jegyeznünk, hogy a nagy interdiszciplináris szintézisek szinte sohasem az egyénekből, ebben az esetben az egyes kutatókból indulnak ki, hanem globális kérdések válaszaként vetődnek fel. Itt is ez volt a helyzet. Sok-sok egyes megfigyelésre és mind hangosabban megnyilvánuló társadalmi megmozdulásra kellett a kormányzatoknak, majd végül a Nemzetek Szövetségének is az új, egyetemes emberi probléma — az ember környezetének tudatos tervezése, rendezése, sőt ma már védelme — érdekében mind hathatósabb intézkedéseket tenni, vagy legalábbis tervezni.

Így vált a bioszféra fogalma mindennapos cikktémájává a napi sajtónak az egész világon. Ez késztette a kutatót arra, hogy ökológiai és cönológiai részletvizsgálatai megszokott biztonságát mind gyakrabban a nagy nyilvánosság tájékoztatását szolgáló és az illetékes szervek növekvő felelősségét leszögező publicisztika területével cserélje fel.

MTA X. Osztályának Közleményei 5/3–4. 1972

A tudományos kutatásra nehezedő feladat felelőssége kényszerítően veti fel a bioszféra dinamikus egyensúlyának tudatos és tervszerű szabályozását célzó munkánkban az alapelvek fogalmi tisztázását, a gyakorlat megfelelő irányításának elméleti megalapozását. E munkánkban nem állhatunk meg a bioszféra fogalomkörénél, mert hiszen a bioszféra éppen a környezetével fennálló és változó kölcsönhatások eredményeképpen alakult és alakul tovább, ha nem nyúlnak bele a kérdésbe, úgy — hathatós közreműködésünkkel — az emberiség végveszélyéhez vezető úton. Azt is le kell szögeznünk, hogy az emberiség veszélyes hatását a bioszféra és benne a saját jövője alakulására nem is közvetlenül, hanem sokkal inkább közvetve, a környezeten keresztül gyakorolja.

Ha tehát a bioszféra — és benne az ember — jövőjét fenyegető veszélyt el akarjuk hárítani, vagy legalábbis elodázni, elsősorban a bioszféra és környezete — föld, víz, levegő — kapcsolatát kell ismernünk, annak történeti alakulásába kell betekintenünk, hogy a jövő alakulásába bele tudjunk avatkozni.

Ha bioszféráról beszélünk, illetve az élővilág egyetemét bioszféra néven jelöljük meg, akkor ez a Föld geo-, hidro- és atmoszférájával való konfrontációban történik. Ez természetesen bizonyos — hallgatólag tudomásul vett — következetlenség-sorozatot jelent. Először is: a bioszféra nem alkot kontinuumot, mint az említett három valódi szféra; másodszor: csak olyan nagyságrendi túlzással állítható a másik három mellé, hogy az összehasonlítás minden realitását elveszti. A legkisebb volumenű szféra, a hidroszféra 1,2 milliárd km^3 térfogata mellett az élővilág 40—60 km^3 összvolumene (amelyből az emberiség csak 0,6 km^3-t tesz ki), úgyszólván említést sem érdemel. Ha az össz-emberiséget szféraként képzeljük el, a kontinensekre egyenletesen elosztva, azokat csak 1—1,2 μ vastagságú réteggel vonná be — vessük ezt össze pl. az évi porhullással ugyanerre a felületre: az mm nagyságrendű! Ezek az összehasonlítások is mutatják, hogy a bio-, ill. az anthroposzféra voluminárisan nem állja a versenyt Földünk többi szférájával — az összehasonlítást az *aktivitásbeli* különbség indokolja!

Ez a bioaktivitás az, amely a bioszférát, sőt ezen belül az anthroposzférát magát is a geo-, hidro- és atmoszférával kölcsönhatásban az egyenrangúvá válás felé törő partnerként vonultatja fel, hogy interplanetáris expanzióját itt ne is említsem, mely már kozmoszférikus kapcsolatot nyit meg.

Talán éppen a geonomikus nagyságrendű aktivitásban jelölhetjük meg a bionomosz kialakuló mozgásforma-jellegét. Ezen az aktivitás-fokon viszont az ember kitör a geonomikus-bionomikus önreguláció hatóköréből, így aktivitása elveszti ennek kiegyenlítő-szabályozó biztosítékait is — s ez azt jelenti, hogy teremtő és pusztító lehetőségei minden eddigi képzeletet meghaladnak. Kontrollrendszere azonban még nem alakult ki. Ha ezt időben nem hozza létre, sorsa meg van pecsételve.

Az alkotást mérlegelve nem feledkezhetünk meg magáról a kozmosz kapuin dörömbölő titánról, a törékeny, tökéletlen szervezetű kis emberszabású lényről, a nagy mű alkotó és egyben szenvedő hőséről és a megtett útról, melyen ellentmondásos fejlődése elindult és a mába vezetett.

Az alapadottságok geonomikusak voltak: a Föld fizikai adottságai, geokémiai sajátosságai, a hőmérséklet-sáv, a hidroszféra és oldott ásványanyaga, fényviszonyok stb. adták az Élet létrejöttének földi kereteit. Erről itt aligha kell többet szólnom. Viszont beszélnünk kell a vízi térben szétterjedt élőanyag első jelentős visszajelzéséről, a mész kiválasztásáról, ami fokozódó mértékben szolgáltatta — elsősorban alpi geoszinklinális-rendszereink organogén mészkőtömegeinek anyagát — és vált ezzel a földkéreg újrarendeződésének jelentős tényezőjévé. A biogén kőzetképződés változó intenzitással, mezozóos és harmadkori kulminációs pontokkal ma is jelentős tényezője a geonomikus összképnek.

Közben az Élet gyorsan haladt bonyolultabb, magasabb szervezeti formák felé, miközben egy új tényező irányító hatása alá került: ez a tömegvonzás, mely kétirányú szelekciót gyakorolt az élet fejlődésére. Egyrészt: az élővilág tagjainak fajsúly szerinti szelektálásával létrehozta a plankton és a benthos fejlődési trendjeit; másrészt: korlátot szabott a nagyságnövekedésnek. Itt jelentkezik először a földi nehézségi erőnek az élet fejlődését keretek közé szorító hatása.

De alig indult el a földi nehézségi erő zóna- és nagyságszabályozó szerepe az élővilág fejlődésében, máris mutatkozott a bionomikus válasz: fajsúlykönnyítő berendezések jelentek meg (gázbuborékok, lebegő nyúlványok), majd az aktív mozgás lépett fel a nehézségi erővel szemben és igyekezett — a vízi élettér adottságai közt — leküzdeni a gravitációs akadályokat. Attól a pillanattól, hogy az élő-anyag aktívan mozogni kezdett, folyik a harc a gravitáció leküzdésére: az űrhajózás egy 3 milliárd éves küzdelmet zár le az Élet és Bolygónk közt (elméletben).

Újabb — a gravitációhoz hasonlóan a Föld planetáris jellegeiből adódó — ütközést jelentett az élővilágnak a kontinentális vizekbe való behatolása. Ahol ugyanis a földtengely ferdeségéből adódóan (évszakváltás) a növényi és állati élet az időszakos vizekkel találkozott (a szubtrópuson), elindult a harc a víz instabilitásával: az alkalmazkodás a víz időleges, majd mind állandóbb elhagyásához, vagyis a szárazföldi élethez. Túl messzire vezetne ennek a kérdésnek amúgy is eléggé ismert elvi részleteibe bonyolódnunk. Következményei viszont éppen a geo-bio-mozgásformák egymásrahatása szempontjából új, döntő lépést jelentenek. A szárazföld mind nagyobb területét fedő növénytakaró a földfelszínen addig korlátlanul hatott külső erők — mind a mechanikus erők (hőrepesztés, fagy-aprózás, lehordás, letarolás), mind pedig a vegyi bontás — munkaképességét alapvetően bénította. Emellett a gyökérzet aprózó-repesztő és a növényi anyagcsere savhatása révén jelentős kőzetaprózó

és mállasztó munkát indított el, új felszínformáló erőként, a bioszféra. Hogy ezen túlmenően a páraképződés, csapadékhullás, a felhőzet alakulása és ezen keresztül az inszoláció és helyi hőmérséklet befolyásával milyen messzemenő további hatást jelent a növénytakaró a földfelszín alakításában, azt említenem sem kell, akárcsak a növény és kőzet — a bio- és geoszféra — találkozásában keletkezett új felszínborító rendszer, a talajréteg kialakulását. Itt megint csak utalok a kölcsönhatások egész sorára — ismert fogalmakkal állunk szemben.

Közben (?) kozmikus okokból hatalmas hőmérsékletingadozások, eljegesedések következtek be — a szárazföldi élet szempontjából fontos szilurvégi, permkori és pleisztocén eljegesedéseket említem itt csak —, melyekre az élet a szárazföldre kilépéssel (szilur), jó hővédelemmel és a szaporodás-mechanizmus javításával (elevenszülés, az emlősökhöz vezető hüllőknél a permben), valamint az emberréválás akcelerált elindításával (a pleisztocén jégkorszak elején) válaszolt.

És ha már eljutottunk az emberréválás tényéhez, ill. az embernek az élet és a Föld folyamataiba való aktív bekapcsolódásához, akkor először tekintsük végig ennek a bioszférára korlátozott kezdő lépéseit.

A miocén-pliocén határán, tehát a 10—15 millió év időtávlatában az akkori emberszabásúak kevés kivétellel — ezek a kivételek lettek a ma is élő nagy emberszabású majmok — kiszorultak az erdőket körülvevő szavannákra, ahol az őket kísérő prédaállat-bőség a korábbi gyümölcs-rügy-falevélevőkből részben ragadozókat nevelt ki. Az új életmód a szervezetében igen sok primitív jelleget — ötujjú-négykezű végtagalkotás, lapos-gumós fogazat stb. — megőrzött csoport életszokásait gyökeresen megváltoztatta; ravasz, ügyes ragadozók lettek belőlük. Ezen az úton jutottak el a plio-pleisztocén határán a kő szerszámként-fegyverként való használatáig; sőt, K-Afrikából már ismerünk 2,6 millió éves, a megmunkálás nyomait mutató kőszerszámokat. Ezzel a vadászat a jóval erősebb, ügyesebb nagy ragadozókkal szemben is eredményesebb lett, a létfenntartás, életbiztonság fokozódó hatásossága a populációk erősödésére vezetett. Az előemberek gyorsan túllépték a cönológiai egyensúlyból számukra adódó keretet. Vadászatuk ezért nem egy állatfaj létszámának gyors csökkenését eredményezte. Az ember azonban újra belenyúlt a természet rendjébe: legfontosabb vadászati objektumait, fő vadjait kezdte nemcsak vadászni, hanem más konkurrens ellenségektől, ragadozóktól védeni, ellenőrizni, jobb legelők és vadászterületek felé terelni, stb. Így amikor a jégkorszak végével a vadállomány elterjedése és létszáma az embertől legsűrűbben lakott területeken alapvetően megváltozott, az ember vagy északra húzódott vadállománya nyomában, mint a rénszarvasvadász gravetti-magdaléni kultúrák hordozója, vagy létszáma táplálék-bázisával együtt hirtelen úgy megcsappant, hogy népességei majdnem kipusztultak a valaha viszonylag sűrűn lakott területeken.

Ez azonban végül mégsem következett be, hanem a korábbi gyakorlatot továbbfejlesztve, a túlélő törzsek a helybenmaradt és a felmelegedést túlélő vadakat — mint az őstulok, vaddisznó stb. — még gondosabban ellenőrizték, védték, terelték, válogatták, mígnem a vadterelés lassacskán állattartássá, állattenyésztéssé alakult át. Ez megadta az állomány-fejlesztés olyan lehetőségét, amilyet a vadászat még legszervezettebb formájában sem nyújthatott.

Az állattenyésztés kialakulása mellett a vadászó ember erdei gyűjtögetése — az állattenyésztés kialakulásánál bonyolultabb utakon — növénytermesztéssé fejlődött; a füves puszták állattenyésztő-pásztorkodó lakossága mellett az erdős-sztyepp és az erdők lakossága földművelő-állattenyésztő vadász lakossággá vált. Ezek voltak azok a népességek, amelyek — az emberiség történetében először — *jelentősen* beleavatkoztak a természet biológiai egyensúlyának környezet-szabta önregulációjába. A földművesnek megművelhető területre volt szüksége: ezt az erdős-sztyeppeken kívül legfeljebb a folyóvölgyek árveszélyes síkjain találta, tehát igen hamar elkezdte az erdők irtását. Ezzel pedig szinte ugyanolyan mértékben avatkozott bele a földfelszín-alakító erők hatás-szövevényébe, mint a szilurban-devonban a növénytakaró megjelenése. A kultúrsztyepp lassanként mind több erdőt tüntetett el a földfelszínről, annak valamennyi klimatikus és talajeróziót létrehozó hatásával. Ha ehhez még hozzávesszük a későbbi, más célú hegyvidéki erdőirtást — hajóépítéshez — nem nehéz megérteni, hogy az emberiség az őskorból az újkorig máris jelentősen befolyásolta a Föld „természetes" arculatát. Talán említenem sem kell külön, hogy az erdők kipusztulása, a lakosság rohamos növekedése miatt fokozódó vadászattal együtt az állatállomány természetes összetételének gyors megváltozásához vezetett, egyes állatfajok visszahúzódásához, mások teljes kipusztításához.

Minőségileg nem sokat változtat ezen a képen az őskortól kezdve tapasztalható urbanizációs folyamat a maga helyi (ipari) népesség akkumulációival. Lényegesen új képet a modern gyáripar hozott, nem is annyira aktív, mint inkább passzív, másodlagosan ható ténykedéseivel. A gyáripar ui. a megsokszorozódott energiaigényt a kausztobiolitok — szén, majd olaj — olyan mértékű felhasználásával elégítette ki, ill. jórészt elégíti ki ma is, hogy ezek melléktermékei — a füst, a korom, az egészségre ártalmas vegyi anyagok, valamint a mind veszélyesebben magasodó salak- és hulladékhegyek — már önmagukban is elegek egész vidékek élővilágának kipusztítására, vagy legalábbis súlyos veszélyeztetésére. Ezekhez járul még a vegyi, de lassanként egész feldolgozó iparunk levegőt, talajt, vizet egyaránt szennyező és mérgező tevékenysége, nem is beszélve a mezőgazdaság kemizálásával az élővilág más területein bekövetkezett pótolhatatlan veszteségekről (balatoni halpusztulások stb.).

Nem szeretném a t. Hallgatóságot olyan adatokkal untatni, amilyeneket a napisajtó, folyóiratok, könyvek, rádió és televízió áradatszerűen tár a

közönség elé, amelyek megjósolják, hogy mikor fogunk oxigénpalackot a hátunkra csatolni a levegő oxigéntartalmának veszélyes megcsappanása miatt, mikorra fornak fel a folyók Amerikában a hűtővíz céljára történt mértéktelen felhasználás miatt, vagy mikorra várható az új jégkorszak bekövetkezése a széndioxid katasztrofális felhalmozódása, az ultraszonikus repülőgépek kondenzcsíkjai (teljes felhőborítás) stb. miatt, és egyáltalán: mikorra válik a Föld felszíne az ember számára lakhatatlanná. A megadott időpontok igen eltérőek, egyben azonban megegyeznek: 1985 és 2010 közti határidőket szabnak jóslataik valóra válásának. Ezek mellett úgyszólván csak mellékesen említik, hogy ha mindez valamilyen okból mégis elkerülhető, úgy az említett időpontok körül az emberiségnek amúgy is éhen kell halnia, hiszen táplálására évtizedeken belül elégtelenné válik az élelemkészlet, új forrásokra pedig kevés a remény.

Ezzel szemben minden újságírói szenzáció-hajszoláson túlmenően is tény az, hogy az ember eljutott annak az időpontnak a közelébe, amikor részben a technika fejlődése alapjainak megteremtése és fenntartása közben keletkezett és folyamatosan növekvő mennyiségű káros ipari melléktermékek kiküszöbölése, energiatermelési formájának, élelembázisának gyorsan növekvő mennyiségeket követelő igénye és nem utolsósorban aggasztó népesedésrobbanása sürgős intézkedéseket kíván, mégpedig hatásos és egyetemes intézkedéseket.

Az emberiség technikája, civilizációja és kultúrája segítségével fejlődésének olyan pontjára ért el, ahonnan a *természet-adta lehetőségek fokozódó kihasználásával már nem juthat tovább*, sőt természetes életfeltételeit is fokozatosan elpusztítja. Új lehetőségeket kell teremtenie.

Ehhez azonban új útra kell térnie — akárcsak történelme folyamán két döntő alkalommal: először, amikor a szerszám és fegyver segítségével természetes vetélytársai fölé tudott emelkedni; másodszor pedig, amikor a jelenkor hajnalán kimerült élelembázisát a földművelés és állattenyésztés bevezetésével kiterjesztette és további, rohamos fejlődés alapjává tette.

Most többről van szó — de kilátásaink is biztatóbbak. Kinőttük a Föld, ill. a természet lehetőségeit; ha fenn akarunk maradni, életünket új alapokra kell fektetnünk. Konkrétan:

1. Hőenergiatermelésünk helyébe 2—3 évtized alatt teljesen az atomenergia felszabadítására épített energiarendszert kell megteremteni, technikánk alapjává tenni.

2. Az emberiség táplálék-bázisát — átmeneti megoldásaink kimerülésével — szintetikus táplálékokkal kell pótolnunk. Erre a vegyipar 4—5 évtizednél hosszabb időt nem kaphat, hacsak nem vállaljuk az emberiség létszámának emelése helyett rohamos csökkenését a jövőben.

3. Egyetemesen biztosítanunk kell az emberiség szaporodásának észszerű kontrollját, mégpedig legkésőbb két évtized alatt.

4. Egyetemleges tájrendezési terveken alapuló, megfelelőbb lakosságelosztást kell megvalósítanunk, a munkahelyi koncentráció mellett a lakóhelyi decentralizáció létrehozásával; szükség esetén átmenetileg a termelékenység rovására is.

5. Mindezek mellett — vagy felett — szükségünk van az emberiség legnagyobb természetátalakító tevékenységének sikeres végrehajtására: az *ember természetének* átalakítására!

Ha mindezt el tudjuk érni, márpedig az adottságaink megvannak rá, remélhetjük, hogy — utolsó pillanatban — megmentjük a természetet, mint nélkülözhetetlen környezetünket és benne önmagunkat . . .

És akkor a geonómia és bionómia mozgásforma-kapcsolatában is megfelelő szintézishez jutunk majd el.

A JURA FAUNAPROVINCIÁK KIALAKULÁSA ÉS A MEDITERRÁN LEMEZTEKTONIKA

GÉCZY BARNABÁS

A FÖLD- ÉS ÁSVÁNYTANI TUDOMÁNYOK DOKTORA

Bevezető

Több mint száz éve annak, hogy NEUMAYR (1871, p. 521) a Phyllocerasok és a Lytocerasok gyakorisága, illetve szórványos előfordulása alapján a mediterrán és a „közép-európai" faunaprovinciát elkülönítette. A két provincia alsó-jura Ammoniteseinek elterjedését részletesen DONOVAN (1967) ismertette. DONOVAN a mediterrán területhez sorolta Spanyolországot, Marokkót, Algériát, Szicíliát, Itáliát és Görögországot; az alpi területhez a Kárpátokat és Magyarországot is. A közép-európai faunaprovinciának megfelelő ÉNy-Európa Angliát, Németalföldet, Dániát, Dél-Svédországot, valamint Franciaország és Németország Alpokon kívüli területét foglalja magába. Hegységszerkezeti szempontból a mediterrán-alpi terület a mobilis övnek, a közép-európai a stabil Európának felel meg. Az utóbbi évek faunisztikai eredményei és a lemeztektonikai elgondolások kiegészítik és módosítják DONOVAN szintézisét.

ARKELL (1956, p. 607) az alsó-jura Ammonites faunákat univerzálisnak tekintette. DONOVAN (p. 127) összesítése szerint azonban a korlátlan elterjedésű genusok mellett egyesek csak délen, egyesek csak északon fordulnak elő. DONOVAN adatai alapján genuszok százalékos megoszlása emeletenként a következő:

Emelet	Északi	Közömbös	Déli
Toarci	7%	76%	17%
Pliensbachi	23%	26%	51%
Szinemuri	28%	35%	37%
Hettangi	—	40%	60%

Az összesítés a déli faunaprovincia faunagazdagságáról és önállóságáról tanúskodik egészen a toarciig. Kérdés azonban, vajon maga a déli faunaprovincia egységes-e?

A további elemzés példányszámra alapozott mennyiségi vizsgálatokat igényel. Ezzel kiküszöbölhetők azok a hibalehetőségek, amiket egyes Ammonitesek szórványos előfordulása okoz. Nem helyhez kötött szervezetekről lévén szó, egy-egy példány idegen élettérben fosszilizálódhatott: ezek inkább a szétszóródást (diszperzió), mintsem a tartós térfoglalást magában foglaló elterjedést (disztribúció) jelzik. A mindkét területen szórványosan előforduló ritka fajok azonban más megítélés alá esnek.

Fauna

Magyarországon a Bakony hegységet ARKELL (p. 190) a világ egyik leggazdagabb Ammonites lelőhelyének tekintette. A faunagazdagsággal együttjáró zavartalan település a mennyiségi vizsgálatok számára különösen kedvező feltételeket teremtett. Az ammonitico rosso és hierlatz mészkő fáciesből gyűjtött szinemuri, pliensbachi és toarci Ammonites faunák mennyiségi megoszlását több mint 31 000 példány alapján rögzítettem. Az eredményeket SCHWINDEWOLF (1960—1968) rendszerének megfelelően főcsaládonként ismertetem.

Phylloceratаceae

A mediterrán faunaprovincia legjellemzőbb, alsó-triász korú ősöktől származó főcsaládjának néhány nemzetsége *(Schistophylloceras, Paradasyceras)* a Keleti-Alpok és a Keleti-Kárpátok ammonitico rosso fáciesében már a hettangi emeletben megtalálható. A Bakony hegységben a hettangi rétegekből Ammonites fauna eddig nem került elő. A Phylloceratidae család első képviselői *(Geyeroceras)* az alsó-szinemuri bázisán, az első Juraphyllitidaek *(Juraphyllites)* a felső-szinemuri bázisán jelentek meg. Maga a *Phylloceras* a *Partschicerass*al egyidőben a felső-szinemuri alsó határán jelent meg. DONOVAN (1967, p. 114) a Phylloceratidaek kelettől nyugat felé irányuló fokozatos elterjedésével számol. A genusok korai megjelenése a Bakony hegységben megerősíti ezt a feltevést. A Phylloceratacеaek specializált képviselői közül a *Galaticerasok* az alsó-pliensbachi alsó részében, a *Harpophyllocerasok* és *Meneghiniceras*ok az alsó-pliensbachi középső részében, a *Calliphylloceras*ok a szinemuri/pliensbachi határán léptek fel.

A *Paradasyceras* egyetlen nagyméretű példánya a felső-szinemuri bázisából került elő, ez a nemzetség tehát a Bakony területén tovább élt, mint a tőle keletre és nyugatra eső területeken.

A Phylloceratacеaek közül a *Phylloceras* és *Calliphylloceras* az alsó-jurában mindvégig gyakori. A *Partschiceras* különösen a carixi alemeletre jellemző; a középső-doméribеn szórványosan, a felső-doméribаn nagyon ritkán még megtalálható, a toarciban azonban hiányzik. A *Juraphyllites*ek virágkora a felső-carixi Davoei Zónájában volt. Ezt követően mind az egyed- mind a fajszámuk csökkent és a középső-doméri végén nyomtalanul eltűntek. Hasonló a helyzet a *Harpophylloceras* és *Meneghiniceras* esetében is, bár ezek gyakorisága mindig a *Juraphyllites* mögött maradt.

A *Tragophylloceras*ok hiányát a mediterrán területeken DONOVAN is hangsúlyozta, bár az ÉNY-i Kárpátok foltosmárga fáciesében egy példányuk előkerült (GÉCZY, 1959). A Bakonyból e közép-európai zónajelző nemzetségnek egyetlen példánya sem ismert.

Lytoceratataceae

A mediterrán faunaprovincia másik jellegzetes főcsaládja a bakonyi alsójurában nagy példányszámban és formagazdagságban fordul elő. Különösen figyelemre méltó a *Tragolytoceras* és *Adnethiceras* korai (alsó-szinemuri; Bucklandi Zóna) megjelenése, és a kizárólag mediterrán területre korlátozódó Pleuroacanthitidae család új fajainak nagyobb száma. Az első *Lytocerasok* a felsőszinemuri alsó részében szórványosan már megtalálhatók, az alsó-pliensbachitól kezdve pedig gyakoriak. Az eredetileg a közép-európai faunaprovincia területéről (Württemberg), az Ibex Zónából leírt *Holcolytoceras* nemzetség több fajának észak-alpi és bakonyi előfordulása, és az egyik faj (*H. quadrijugum* Rosenberg, 1909) továbbélése a Davoei Zónában a csoport mediterrán eredetére utal. Az *Aegolytoceras* a Bakony hegységben az alsó-pliensbachi alemeletben jelent meg (Jamesoni Zóna). Az *Aegolytoceras? fuggeri* (Geyer, 1893) különösen a Davoei Zónára jellemző. Az *Audaxlytoceras*ok a pliensbachi középső részén (Davoei és Stokesi Zóna) a leggyakoribbak, és a Spinatum Zónában tűnnek el.

A Lytoceratataceaek toarci transzgresszióval kapcsolatos inváziója az ÉNy-európai faunaprovincia területén sajátos formák kialakulásához vezetett (*Trachylytoceras*, *Pleurolytoceras* stb.), ezeknek nagy része a Bakony hegységből mind ez ideig nem került elő.

Psiloceratataceae

A Psiloceratataceae főcsaládban jelentek meg azok az első Ammonitinák, amelyek a feltehetően bathypelágikus életmódot folytató Phylloceratataceaektől (esetleg Lytoceratataceaektől) származva először tértek át az epipelágikus életmódra. A Psiloceratataceaek a jura transzgesszió kezdetén, a triász/liász határon jelentek meg (Tozer, 1971, p. 565). A hettangi emeletben a sekélytengeri feltételek kiterjedése megkönnyítette elterjedésüket. Érthető tehát, hogy aránylag nagy részük kezdetben ubiquista volt.

A Bakony hegységben a Schlotheimiinae alcsaládot kizárólag a felsőszinemurira korlátozódó *Angulaticeras* képviseli. Az Arietitidae családból a világszerte elterjedt *Metophioceras* nemzetség a Bakonyban is megtalálható, az ÉNy-európai faunaprovinciára jellemző, nagytermetű *Coronicera*sok azonban hiányzanak. Az *Eparietites* és *Aegasteroceras* előfordulása alátámasztja Donovan (1967, p. 118) véleményét, aki ezeknek a nemzetségeknek nagy földrajzi elterjedésére utalt. A korábban csak Itáliából ismert *Protechioceras formosum* (Fucini, 1902) új alfajának előfordulása az Obtusum Zónából az ÉNy-Európában felvirágzó Echioceratinae alcsalád mediterrán származására vet fényt. Az Oxynoticeratidae családot a Bakony hegységben elsősorban a *Par-*

oxynoticeras nemzetség képviseli, amely valószínűleg az ÉNy-Európában virágzó *Oxynoticeras* mediterrán megfelelője.

A Cymbitidae család a Bakony hegységben sokkal szórványosabban fordul elő annál, semhogy elterjedéséből törzsfejlődésük központjára következtethetnénk.

A Polymorphitidae családból a *Bifericeras*, *Ophideroceras* és *Hemimicroceras* nemzetség a Bakony hegységből mind ez ideig nem került elő. Az *Eoderoceras* nemzetség nagyon ritka, a *Microderoceras*, *Hyperderoceras*, *Epideroceras*, *Apoderoceras*, *Tetraspidoceras* és *Metaderoceras* nemzetségek gyakoribbak. A *Pimelites*, *Diaphorites* és *Kondiloceras* nemzetségek hiányából arra következtethetünk, hogy ezek a mediterrán öv délibb területére korlátozódtak. A *Phricodoceras*nál feltűnő a nemzetség tág időbeli elterjedése. Amíg ÉNy-Európában a nemzetség a Jamesoni Zónát jellemzi, addig a Bakony hegységben az egész carixi-alemeleten végighúzódik. Annak azonban, hogy a *Phricodoceras* az alsó-szinemuri *Adnethicerastól* származott volna (WIEDMANN, 1970, p. 1002) semmiféle őslénytani bizonyítéka nincs. A tágabb értelemben vett *Coeloceras* időbeli elterjedése a *Phricodoceras*éhoz hasonlít. Az ÉNy-európai területen a *Coeloceras* a Jamesoni Zónára korlátozódik. A Középső-Előalpok, Kisázsia és a Bakony-hegység területén azonban az első Coelocerasok (*C. oosteri* HUG, 1899) már a Raricostatum Zónában megjelentek, és fejlettebb formában a carixi-alemelet valamennyi zónájában tovább éltek. Azok a fajok, amelyeket PINNA és LEVI-SETTI (1971, p. 60—72) részben az *Aveyroniceras*, részben a *Reynesoceras* nemzetségbe sorolt, számos *Prodactyliocerassal* együtt a Bakonyban a Davoei Zónát jellemzik, és elkülöníthetők a Margaritatus Zónára jellemző, szűkebb értelemben vett *Reynesocerastól*. A *Prodactylioceras psiloceroides* (FUCINI, 1905) több példánya a Stokesi Zóna alsó részéből került elő. Ez a faj tehát inkább a Prodactyliocerasok utolsó képviselőjének tekintendő, mintsem a Dactylioceratidaek felé vezető átmeneti alaknak. — A *Dactylioceratidaek* között a Bakonyban a mediterrán fajok az uralkodók. A család ősföldrajzi kapcsolatainak modern megvilágítása PINNA és LEVI-SETTI érdeme (1971).

A *Tropidoceras* és *Gemmelaroceras* a Bakony hegységben nagyon gyakori. Alárendelten ezek mellett a *Polymorphites*, *Platypleuroceras* és *Uptonia* is előfordul. A nyugat-mediterrán területre és Angliára jellemző *Dayiceras* a Bakony hegységből nem került elő. A *Vicininodicerastól* eltekintve a Liparoceratidae család valamennyi nemzetsége a Bakonyban megtalálható, anélkül, hogy egyetlen nemzetségük is, bármelyik rétegben, gyakori lenne. Törzsfejlődési szempontból az *Oistocerasok* szórványos előfordulása azért figyelemre méltó, mivel az Amaltheidaek feltehetően tőlük származtak. A legprimitívebb *Amaltheus* (*A. bifurcus* HOWARTH, 1959) bakonyi előfordulása alapján nincs kizárva annak a lehetősége, hogy ez a család is a mediterrán területről származott, és innen vándorolt a számára sokkal előnyösebb epikontinentális terü-

letre. Ellenkező esetben a család ÉNy-európai kialakulását általános elterjedés kísérte, anélkül, hogy ez a már sűrűn lakott mediterrán övben sikerrel járt volna. Mindenesetre az *Amaltheus* és *Pleuroceras* csaknem teljes hiánya a bakonyi faunagazdag doméri rétegek legfeltűnőbb vonása.

Hildoceratáceae

A főcsalád mediterrán származását nemcsak nagy gyakoriságuk támasztja alá, hanem korai megjelenésük is (felső-szinemuri, FISCHER, 1971) a mediterrán területen. Az első *Protogrammoceras* a Bakonyban a Jamesoni Zóna legfelső részéről került elő; a nemzetség virágkorát a Stokesi Zónában élte. Az *Eofuciniceras* az Ibex és Davoei Zónára korlátozódott, ezzel szemben a sokkal gyakoribb és fajgazdagabb *Fuciniceras* a Davoei és Stokesi Zónában egyaránt uralkodó volt. Az első *Proarieticeras*ok a Stokesi Zóna alsó részén jelentek meg, magának az Arieticerasnak a virágkora a Margaritatus Zónára rögzíthető. Az *Emaciaticeras*ok szórványosan a Spinatum Zónában találhatók.

A toarci nemzetségek közül a bakonyi fauna mediterrán jellegét a *Mercaticeras*ok gyakorisága és a *Grammoceras*ok feltűnő hiánya adja meg. A Bakonytól délre (Mecsek hegység) és keletre (Erdély; vö. PATRULIUS, POPA, 1971, p. 135, PREDA, 1971, p. 430) eső területeken a *Grammoceras* és *Pseudogrammoceras* fajok nagyon gyakoriak — igaz, hogy a bakonyitól eltérő, terrigén anyagban gazdag fáciesben!

A Hildoceratáceae főcsalád ubiquista nemzetségei (*Hildoceras*, *Harpoceras*, *Polyplectus* stb.) a Bakonyban is gyakoriak voltak.

Hammatoceratáceae

A legfejlettebb alsó-jura Ammoniteseket magában foglaló főcsalád mediterrán és ubiquista és ÉNy-európai nemzetségeket egyaránt tartalmaz. A bakonyi fauna mediterrán jellegére különösen a *Frechiellák*, *Erycitesek* és a mediterrán területre korlátozódó *Dumortieria* fajok nagy gyakoriságából következtethetünk.

Fauna és fácies

A Pannon medence hegységeiben és a környező területeken az alsó-jura Ammonitesek az alábbi litho-, illetve biofácies típusban fordulnak elő:

1. *Terrigén anyagtól mentes karbonátos kőzetek:*
   a) ammonitico rosso,
   b) hierlatz mészkő.

2. *Terrigén anyagban gazdag karbonátos kőzetek:*

a) foltosmárga

A terrigén anyagtól mentes karbonátos kőzetekre a rétegsorok redukciója és a litho- és biofáciesek gyors tér-és időbeli változása jellemző. Uralkodó biofácies az „*ammonitico rosso*" mészkő, többnyire vörös, gumós szerkezetű kalcilutit; illetve ennek különböző változata. A „*hierlatz*" típusú kalkarenit előfordulása alárendeltebb.

A terrigén anyagban gazdag karbonátos kőzetek a *foltos márga* (allgäui rétegek) típusába tartoznak, amire a nagy rétegvastagság és a fáciesek egyhangúsága jellemző.

A karbonátos kőzetek két alaptípusának Ammonites-faunaösszetétele különböző.

1. A terrigén anyagtól mentes kőzetekben a mediterrán fajok a gyakoriak, vagy a Phylloceratidae, Juraphyllitidae és Lytoceratidae családok, vagy más mediterrán csoportok, mint amilyenek a *Paroxynoticeras*ok, *Protogrammoceras*ok és *Fucinicera*sok, illetve a specializált *Coeloceras* és *Erycites* félék. Az ubiquisták száma alárendeltebb. A kifejezetten ÉNy-európai fajok ritkák vagy hiányzanak.

2. A terrigén anyagban gazdag kőzetekben a mediterrán, ubiquista és ÉNy-európai fajok csaknem egyforma arányban fordulnak elő.

Az eltérő faunaösszetétel szemléltetésére a bakonyi ammonitico rosso mészkőből gyűjtött 170 pliensbachi Ammonites faj, illetve a Bajor Alpok foltosmárgájából SCHRÖDER (1927)-től vizsgált 202 Ammonites faj elterjedési területének értékelése szolgál. SCHRÖDER adatai a teljes alsó-jurát kitöltő üledéksor faunájára vonatkoznak.

	Ammonitico rosso mészkő	Foltosmárga
Mediterrán	77%	38%
Ubiquista	11%	29%
ÉNy-európai	9%	22%
Endemikus stb.	3%	11%

Amennyiben az Ammonitesek a tengerfenéken éltek volna, az üledék eltérése a faunaösszetétel különbözőségét közvetlenül magyarázná. Az úszólebegő életmódot folytató Ammonitesek azonban érthetően függetlenek az aljzat minőségétől (HAHN, 1971, p. 62).

NEUMAYR (1871, p. 524) és DONOVAN (1967, p. 130) a mediterrán és a közép-, illetve ÉNy-európai faunaprovincia különbözőségét végső fokon hőmérséklet-eltéréssel magyarázta. A két mediterrán fácies (ammonitico rosso, foltosmárga) oxigénizotóp vizsgálatra alapozott hőmérséklet értéke (20—22,5 °C) azonban egyező (FABRICIUS et al., 1970, p. 587). A mediterrán övön

belül tehát a faunadifferenciálódás hőmérsékleteltéréssel nem magyarázható.

A tengervízzel alig elöntött ÉNy-európai területen az egyes Ammonites csoportok specializálódása a táplálékviszonyok és esetleg a hőmérséklet változásával kapcsolatos (HALLAM, 1967, p. 214).

A mediterrán területen azonban a terrigén anyagban gazdag karbonátos kőzetek a szárazföldről kétségkívül több szerves anyagot kaptak, faunájuk mégis szegényesebb, mint a terrigén anyagtól mentes karbonátos kőzeteké. A mediterrán területek faunaösszetétele HALLAM szerint is normális sótartalmú tengervízre utal.

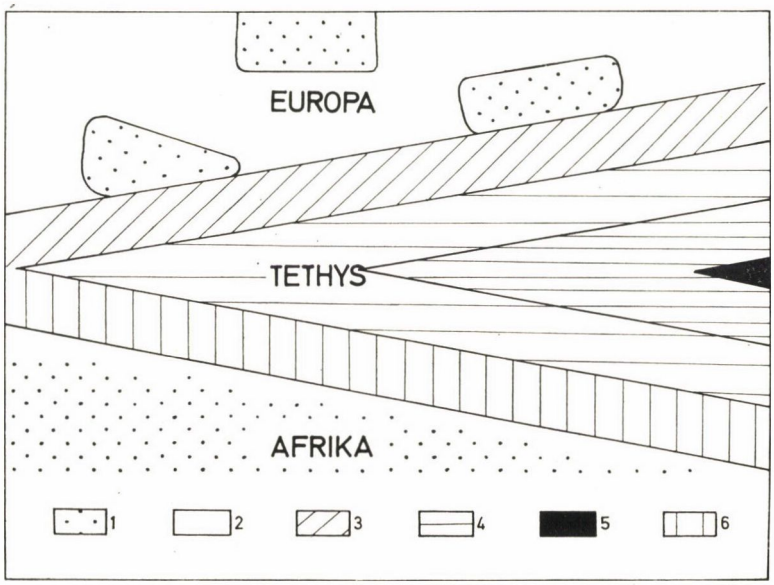
A mediterrán és a közép-európai faunaprovincia elkülönítésénél a mélységviszonyok eltérése bizonyos fokig szerepet játszik. A *Phylloceras* és *Lytoceras* féléket már HAUG (1911, p. 938) a geoszinklinális tengelyének legmélyebb árkaiban élő bathyális szervezeteknek tekintette. Azt, hogy nagy részük a többi Ammonitestől eltérően mélyebb vízben élt, egyrészt növekvő százalékos arányuk igazolja, amint a sekélyvízi üledékektől a mélyvízi üledékek felé haladunk (GÉCZY, 1958, p. 127), másrészt házuk ellenállóbb belső felépítése (WESTERMANN, 1971, p. 34). A mediterrán övön belül a Phylloceratidaek és Lytoceratidaek hiánya vagy ritkasága a tenger alatti kiemelt területeken érthető. Azonban ezeket a hátságokon nem ÉNy-európai, hanem kifejezetten mediterrán faunák gyűjthetők. Különösen figyelemre méltó ebből a szempontból FISCHER (1971, p. 116) mennyiségi vizsgálata. A Monte Cetona-i klasszikus fauna, annak ellenére, hogy a Phylloceras és Lytoceras félék csak nagyon kis százalékát alkotják, kifejezetten mediterrán jellegű. Ami a terrigén anyagban szegény és gazdag karbonátos kőzet keletkezési mélységét illeti, e kérdés vitatott. HALLAM (1971, p. 141) az ammonitico rosso mészkövet sekélyebb vízinek, az ammonitico rosso márgát és a foltosmárgát mélyebb vízinek tekinti. Valószínű azonban, hogy az ammonitico rosso mészkő különböző típusai különböző vízmélységben keletkeztek.

A terrigén anyagtól mentes és a terrigén anyagban gazdag kőzetek mindenesetre két eltérő ősföldrajzi egységre utalnak. Magyarországon a két egység egymástól jól elkülöníthető. A Pannon medence ÉNy-i részén (Bakony és Gerecse hegység) a jurát kizárólag terrigén anyagtól mentes kőzetek képviselik. Az ettől délre eső Mecsek és Villány hegységben az alsó-jurában kizárólag terrigén anyagban gazdag kőzetek (gresteni típusú kőszénösszlet és foltosmárga) fordulnak elő (FÜLÖP, 1971, p. 32). A romániai Kárpátok területén (Keleti-Kárpátok, Déli-Kárpátok, Apuseni-hegység) a terrigén anyagban gazdag kőzetek a jellemzők, az ammonitico rossónak megfelelő vörös „adnethi mészkő" a Keleti-Kárpátok transszilvániai takarójában kis, elszigetelt „olistolitok" formájában fordul csak elő (PATRULIUS-POPPA, 1971, p. 131).

Az Északi-Kárpátokban a Nagy-Fátra területén a foltos márga az északi, az adnéthi mészkő a középső területre jellemző (MISIK, RAKUS, 1964, p. 174—175), a két típus érintkezésével.

Az Alpokban a terrigén anyagtól mentes és terrigén anyagban gazdag kőzetek együttesen fordulnak elő. A bonyolult hegységszerkezet azonban megnehezíti a két fő lithofácies-típus keletkezési viszonyainak tisztázását. Az alpi geológusok a foltosmárga terrigén anyagát vagy közvetlenül a Cseh masszívumról, illetve annak nyugati folytatásában húzódó egykori „vindeliciai hátságról" vagy az „aleman szárazulat"-ról származtatják, vagy esetleg ezeknek az egységeknek a feldarabolódásából keletkezett hátságokról (HÖLDER, 1964, p. 359—372). Mindenesetre a foltosmárga lehordási területe az északi, variszkuszi stabil Európával szoros kapcsolatban állott.

A terrigén anyagot nem tartalmazó alsó-jura üledékek déli irányban nyomozhatók tovább Nyugat-Görögországban, Déli-Alpokban, Apenninekben és Szicíliában (BERNOULLI—JENKYNS, 1970, p. 516). BERNOULLI és PETERS (1970, p. 619) jelzi azt is, hogy a Bakony és Gerecse hegység „paleotektonikai evolúciója" nagyon hasonló a Déli-Alpok Trento Zónájához, az Umbriai Apenninekhez és Nyugat-Szicíliához. Ezek a területek eredetileg feltehetően a Tethys *déli* peremét határoló összefüggő, nagy kiterjedésű karbonátos platformhoz tartoztak (LAUBSCHER, 1970, p. 815). Az északi és déli ősföldrajz egység elkülönülése, majd egymás fölé, illetve egymás mellé kerülése a lemeztektonika mozgásmódja alapján érthető.



1. ábra. Az ÉNy-európai (fehér) és mediterrán (vonalazott) faunaprovincia és az eredeti tektonikai egységek kapcsolata. 1. szárazföld; 2. epikontinentális sekélytenger; 3. északi peremi süllyedék; 4. óceáni aljzat; 5. középóceáni hátság; 6. déli karbonátos peremkomplexum

Fácies és tektonika

A Tethys szétnyílását a vizsgálat tárgyát képező területen a kontinentális kéreg tartós süllyedése vezette be. A süllyedéssel lépést tartó üledékképződés nagy vastagságú sekélytengeri rétegösszletet eredményezett. Így alakult ki a triászban az a karbonátos platform, amelyhez eredetileg a Bakony hegység is tartozott. A triász/jura határon kezdődő transzgresszió elöntötte a stabil Európa alacsonyan fekvő részeit, keretet nyújtva az új faunaprovincia kialakulásához. A lényegében az egész jurát végigkísérő transzgresszió a tengerszint eusztatikus emelkedésével kapcsolatos, amit a közép-óceáni hátságok kialakulása idézett elő (vö. HALLAM, 1969, BROOKFIELD, 1970). A legalsó-jurában még meglevő fácieskapcsolatokból ítélve az óceáni hátság még kívül esett a mai alp-kárpáti területeken.

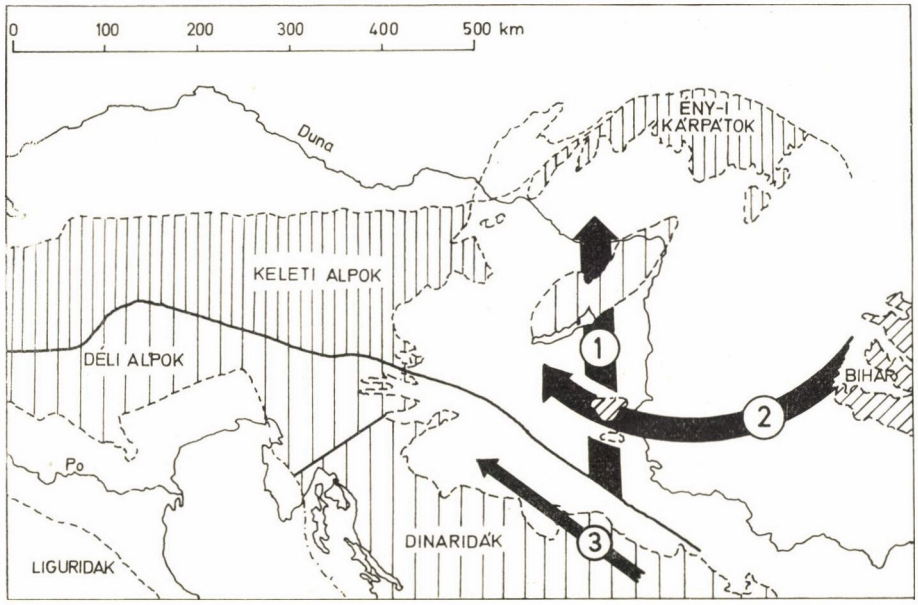
A jura transzgresszió önmagában nem magyarázza meg a mediterrán övön belüli változásokat. A mediterrán térség nem az újonnan elöntött epikontinentális sekélytengerrel bővült, hanem azzal a süllyedő területtel, ami a Tethys északi peremén, azaz a stabil Európa déli szegélyén alakult ki. Ennek a területnek a süllyedése sokkal jelentősebb volt annál, mint amit az eusztatikus tengerszintváltozás előidézhet. A Mecsek hegységben a tágabb értelemben vett gresteni fácies összvastagsága 3500 m-re becsülhető (NAGY, 1971, p. 159), az erre következő foltosmárgáé 2600 m (FÜLÖP, 1971, p. 32)! Az északi peremen a süllyedést a nagyarányú terrigén törmelékanyag szállítás kiegyenlítette. A déli karbonátos platformon azonban más volt a helyzet.

Amennyiben a karbonátos platformon a legalsó-jurában csak a szerves eredetű üledékképződés szakadt volna meg, a tengerszintváltozás ezt megindokolhatná. A vízmélység kis változása és az ezzel járó fény- és hőmérsékletcsökkenés a zátonyépítő szervezetek számára kedvezőtlen életfeltételeket teremthet. Az északi peremterület süllyedésével egyidejűleg azonban a déli területen olyan kéregmozgások figyelhetők meg, amelyek a tengerszint változásától függetlenek. Ezek a tektonikus mozgások tágulásos jellegűek és a karbonátos platform szétesését eredményezték. A platform peremével többé-kevésbé párhuzamosan keskeny medencék és köztes tenger alatti hátságok alakultak ki, helyenként tenger alatti hegyekkel vagy szigetekkel (BERNOULLI, 1967; JENKYNS, 1970; BERNOULLI, RENZ, 1970; HALLAM, 1971, b). A kéregmozgásokról a hirtelen felnyíló hasadékok, „óceáni jellegű" fáciesek megjelenése és a rétegen belüli brecciák egyaránt tanúskodnak (vö. WIEDENMAYER, 1963; AUBOUIN, 1964; CASTELLARIN, 1966; GARRISON, FISCHER, 1969; JURGAN, 1969; TRÜMPY, 1971; SCHÖLL, WENDT, 1971; WENDT, 1971 etc.). A mozgások időpontja a fauna alapján rögzíthető.

A Keleti Alpokban az üledékképződéssel egyidejű hegységszerkezeti mozgások és az üledékképződés csökkenése, azaz az „éhező medence" kialakulása már a felső-triászban elkezdődött (SCHLAGER, 1969). Az ammonitico rosso

fácies a Keleti Alpokban éppen úgy, mint a Keleti Kárpátokban helyenként már a hettangi emeletre jellemző. Ez a szegmentum tehát feltehetően korábban levált a karbonátos platformról. A Bakony hegységben az ammonitico rosso képződésének első nyoma az alsó-szinemuri alemeletben mutatható ki. Az első hasadékok pedig a felső-szinemuri üledékképződés előtt keletkeztek (KONDA, 1970, p. 234). A bakonyi szegmentum tehát később különült el a mészkő platótól, mint a tőle nyugatra és keletre eső területek, sokkal korábban azonban, mint a tőle délre elterülő szegmentumok. Nyugat-Görögországban a Tethysre nyíló déli kontinentális perem feldarabolódása a középsőliászban kezdődött meg (BERNOULLI, RENZ, 1970, p. 591), Szicíliában pedig csak a toarciban (JENKYNS, TORRENS, 1971, p. 95)! A karbonátos platform szétesése tehát heterochron folyamat lehetett. A szakaszos feldarabolódás során az egyes egységek fokozatosan távolodtak el az afrikai lemeztől, ugyanakkor a Tethys fokozatos szétnyílásával számolva az északi peremrészektől is. A süllyedő egységeken azután mindinkább az óceáni hatás érvényesült.

Az egykori lemez feldarabolódása a medencékből és hátságokból összetett szerkezet kialakulása és tartós süllyedése abból az ellentétből adódhatott, ami a lithoszféra felső merev része és az alsó, képlékenységénél fogva szétcsúszásra alkalmas része között mutatkozik (STEWART, 1971, BOTT, 1971).



2. ábra. Az egykori ősföldrajzi egységek mai helyzete a Tethys záródása és az afrikai és európai lemez közti kisebb lemezrészek vízszintes elmozdulása után. A számok az elmozdulások időrendjét jelzik. (LAUBSCHER, [1971] nyomán kiegészítve)

LAUBSCHER (1969, 1971) nagyvonalú szintézise szerint, a jurában szétnyíló óceántól elválasztott, északi és déli peremkomplexum a Tethys záródásakor, az eredeti óceáni aljzat (ofiolit) nagy részének megsemmisülésével, került ismét egymásra. Az összenyomódást jelentős vízszintes elmozdulások követték, az északi perem egy részének dél felé tolódásával, majd a Dinaridák nyugat felé csúszásával. LAUBSCHER feltevését a Pannon medence hegységeire alkalmazva a Mecsek eredetileg a Tethys északi peremi süllyedéséhez tartozott. A Villányi hegység valószínűleg ettől eredetileg északabbra fekvő epikontinentális terület kis darabja volt. Mindkét hegységet az óramutató járásának megfelelő, viszonylag fiatal vízszintes elmozdulások hozták jelenlegi helyükre. Így oldható fel az az ellentmondás, amit a Bakony hegység jura üledékeinek nyílttengeri jellege (GÉCZY, 1961, p. 544) és az egyidejű, törmelékanyagot oly nagy gazdagságban tartalmazó mecseki üledékgyűjtő jelenlegi közelsége okoz.

Tektonika és evolúció

Az Ammonoideák jura időszaki felvirágzása több tényező összhatásának eredménye:

1. A közel 20 millió éves múltra visszatekintő Phylloceratáceae főcsalád *kedvező genetikai* adottságai nemcsak a továbbélést, hanem a különböző irányú továbbfejlődést is biztosították.

2. Az epipelágikus Ceratitinák valamennyi ágának triászvégi pusztulása biológiai szempontból a *konkurrencia megsemmisülését* jelentette.

3. Az alsó-jura transzgresszió (WIEDMANN, 1970, p. 965) és az óceánosodás különféle kedvező *ökológiai fülkéket* teremtett, lehetőséget nyújtva a sokirányú alkalmazkodás és specializálódás számára.

A legalsó-jurától kezdve a környezeti lehetőségek kiszélesülésével párhuzamosan emelkedett az Ammonites csoportok száma is. A Tethys déli peremének feldarabolódása, az árkokkal és tenger alatti hátságokkal tagolt aljzat megnyitotta az utat a feltehetően eredetileg is mélyebb vízben élő, bathypelágikus Phylloceratidaek radiatív alkalmazkodásához, azaz a mediterrán faunák szétkülönüléséhez. A fokozódó óceáni hatás, a környezeti feltételek (sótartalom, hőmérséklet) állandósításával a lassú és mélyreható evolúciós folyamatoknak kedvezett. Az északi perem viszont azoknak az Ammonites csoportoknak kialakulási területe lehetett, amelyek innét kiindulva inváziószerűen hatoltak a sekélyebbvízi, változatosabb, de az Ammonitesek összességére nézve mégis csak kedvezőtlenebb ÉNy-európai területre.

A földrajzi elkülönülés másik eredménye az egyes Ammonites csoportok területenként eltérő időbeli elterjedése, *heterochroniája* volt. Újabban több példája is akadt annak (FISCHER, 1971, p. 122; GUEX, 1971. p. 240), hogy egy faunaprovinciában, illetve ugyanannak a provinciának más területén egyes

alakok korábban vagy később jelent meg. Ezek a csoportok kisebb ökológiai fülkében alakulhattak ki, és csak akkor terjedtek szét, amikor erre belső tényezők kényszerítették (pl. túlnépesedés) vagy a külső, eddig speciális környezeti feltételek váltak általánossá. A Hildoceratinaek alsó-toarci világméretű szétterjedése valószínű az utóbbival kapcsolatos. Az ökológiai fülkék a hanyatló csoportok számára nem utolsósorban reliktum-területet is jelenthettek, bizonyos ideig biztosítva a továbbélésüket.

Amennyire elősegítette az Ammonitesek törzsfejlődését a Tethys szétnyílása, annyira hátrányosak voltak a lemeztektonikai mozgások a fennmaradás szempontjából. A mindinkább óceáni hatás alá kerülő peremi területek egy része már az alsó-jurában különösen pedig a középső jurában olyan mélységbe süllyedt, ahol a mészváz a kioldás miatt részben vagy egészben megsemmisült. Maga az óceáni fenék a lysocline és az ez alatt levő kompenzációs szint mélysége alatt lehetett. Az Ammonitesek törzsfejlődésének dokumentumai tehát már az állat elhalta után közvetlenül egyre nagyobb kiterjedésű területen nyomtalanul pusztultak el. A Tethys záródásakor az óceáni aljzat elnyelődött, nagyrészt eltüntetve azokat a nyomokat, amelyek a felette fekvő víztömeg élőlényeire vonatkoztak. Valószínű ebben az óceáni térségben alakultak ki azok a csoportok, melyeknek leszármazási kapcsolatai mindmáig tisztázatlanok és amelyek látszólag közvetlen ősök nélkül jelennek meg. (NEUMAYR, 1878, p. 57) az ÉNy-európai faunaprovinciában hirtelenül fellépő csoportokat a mediterrán faunaprovinciából származóknak tekintette. A mediterrán övön belül a hiányzó láncszemek valószínű az óceán középső területére korlátozódtak.

SZÁDECZKY (1971, p. 89) és JARDINE, MCKENZIE (1972, p. 20) a lemeztektonikai mozgások és az evolúció kapcsolatára figyelmeztet. Az alsó-jura Ammonitesek törzsfejlődésében a lemeztektonika elsősorban a kedvező környezeti feltételek kiterjesztésével játszott szerepet.

Következtetések

Az alsó-jura faunaprovinciák kialakulása és tagolódása a lemeztektonikai mozgások következtében előállott földrajzi elkülönüléssel kapcsolatos, ami elősegítette az Ammonitesek széles körű alkalmazkodását és fejlődését.

A Tethys szétnyílásának eredményeként a primer mediterrán faunaprovincia fokozatosan három részre különült el:

1. déli, karbonátos peremkomplexum (ammonitico rosso és hierlatz mészkő);

2. középső, óceáni terület;

3. északi, kontinentális perem komplexum (gresteni és foltosmárga fácies).

A déli peremkomplexum az egykori karbonátos platform feldarabolódásából és süllyedéséből előállott üledékszegény terület, amelynek tenger alatti reliefje az Ammonitesek specializálódásához kedvező ökológiai fülkéket teremtett. A déli peremkomplexum mediterrán faunája mennyiségi és minőségi szempontból a leggazdagabb. Magának a szétnyíló óceán középső részének Ammonites faunáiról az utólagos kettős szelekció miatt (vázkioldás, majd az óceáni aljzat megsemmisülése) viszonylag keveset tudunk. A stabil Európához közel fekvő, gyors süllyedéssel és erős terrigén anyagrakódással jellemzett északi peremkomplexum faunájában a mediterrán, ubiquista és ÉNy-európai fajok közel egyenlő arányban vesznek részt. Az ÉNy-európai faunaprovincia kialakulásához a stabil Európa nagy részének tengeri elöntése vezetett, ami a közép-óceáni hátságok kiemelkedésével kapcsolatos eusztatikus tengerszintváltozásra vezethető vissza. A transzgresszió fokozódásával a törmelékes anyag utánpótlását biztosító lehordási terület is tengerszint alá került, és mindkét peremkomplexumon az óceáni hatás érvényesült.

Magyarországon a Magyar Középhegység eredetileg a Tethys déli peremének karbonátos platformjához tartozott. A Mecsek és a Villányi hegység viszont a tágabb értelemben vett északi peremkomplexumhoz. A mai fordított elrendeződés a stabil afrikai és európai lemezek közti kisebb lemezrészek utólagos vízszintes eltolódásából adódik.

IRODALOM

ARKELL, W. J.: Jurassic geology of the World. Edinburgh et London, 1—806, 1956.

AUBOUIN, J.: Réflexions sur le facies „ammonitico rosso". Bull. Soc. géol. France, Paris, 7, ser. 6 475—501, 1964.

BERNOULLI, D.: Probleme der Sedimentation im Jura Westgriechenlands und des zentralen Apennin. Verhandl. Naturf. Ges., Basel,, **78**, 35—54, 1967.

BERNOULLI, D.—RENZ, O.: Jurassic Carbonate Facies and New Ammonite Faunas from Western Greece. Eclogae geol. Helv., Basel, **63**, 573—607, 1970.

BOTT, M., H. P.: Evolution of young continental margins an formation of shelf basins. Tectonophysics 11. Amsterdam, 1971.

CASTELLARIN, A.: Filoni sedimentari nel Giurese di Loppio. Giorn. Geol, Bologna, **33**, 1965, 527—546, 1966.

DONOVAN, D. T.: The geographical distribution of Lower Jurassic ammonites in Europe and adjacent areas. Aspects of Tethyan Biogeographys, System. Assoc., Publ, London, **7**, 111—134, 1967.

FABRICIUS, F.—FRIEDRICHSEN, H.—JACOBSHAGEN, V.: Zur Methodik der Paläotemperatur Ermittlung in Obertrias und Lias der Alpen und benachbater Mediterran-Gebiete. Verh. Geol., Wien, B.—A. 583—593, 1970.

FISCHER, R.: Die Coeloceratinen (Ammonoidea) des Monte Cetona (Prov. Siena). Geol. Palaeont, Marburg, **5**, 93—129, 1971.

FÜLÖP, J.: Les formation jurassiques de la Hongrie. Ann. Inst. Geol. Hung., Budapest, **54**/2, 31—63, 1971.

GARRISON, R. E.—FISCHER, A. G.: Deep-Water limestones and radiolarites of the alpine Jurassic. Soc. Ecol. Paleont. Min. Spec. Publ., **14**, 20—56, 1969.

GÉCZY, B.: Quantitative Auswertung jurassisher Cephalopoden von Csernye. Földt. Közl., Budapest, **88**, 125—127, 1958.

GÉCZY, B.: Tragophylloceras vadászi (LÓCZY, 1915) emend nov. aus der Klippenzone der NW Karpaten. Geol. Prace, Bratislava, **16**, 183—187, 1959.

GÉCZY, B.: Die jurassische Schichtreihe des Tüzköves-Grabens von Bakonycsernye. Ann. Inst. Geol. Hung., Budapest, **49,** 1961.

GUEX, J. (1971): Sur la classification des Dactylioceratidae (Ammonidea) du Toarcien. Eclogae geol. Helv. **64.** Bale, p. 225—243.

HAHN, W.: Die Tulitidae S. Buckman, Sphaeroceratidae S. Buckman und Clydoniceratidae S. Buckman (Ammonoidea) des Bathoniums (Brauner Jura E) im südwestdeutschen Jura. Jh. geol. Landesamt Baden—Württemberg, Freiburg, **13,** 55—122, 1971.

HÖLDER, H. (1964): Jura. Stratigr. Geol, Stuttgart, **IV,** 1—603, 1964.

HALLAM, A.: Sedimentology and palaeogeographic significance of certain red limestones and associated beds in the Lias of the Alpine region. Scott. J. Geol, **3,** 195—220, 1967.

HALLAM, A.: Faunal realms and facies in the Jurassic. Palaeontology, London, **12,** 1—18. 1969.

HALLAM, A.: Tectonism and eustasy in the Jurassic. Earth-Sci. Rev., Amsterdam, **5,** 45—68, 1969.

HALLAM, A.: Provinciality in Jurassic faunas in relation to facies and palaeogeography. (In: Faunal Provinces in Space and Time) Geol. Journ. Spec. Iss., Liverpool N° **4,** 129—152, 1971/a.

HALLAM, A.: Mesozoic geology and the openings of North Atlantic. Journ. Geol., Chicago, **79,** 129—157, 1971/b.

HAUG, E.: Traité de géologie, Paris. Edit. Colin, 1—2024, 1911.

JARDINE, N.—MCKENZIE, D.: Continental drift and the dispersal and evolution of organism. Nature, New York, **235,** 20—24, 1972.

JENKYNS, H. C.: Growth and disintegration of a carbonate platform. N. Jb. Geol. Paläont. Monatsh., Stuttgart, 325—344, 1970.

JENKYNS, H. C.—TORRENS, H. S.: Palaeogeographic evolution of jurassic seamounts in Western Sicily. Ann. Inst. Geol. Hung., Budapest, **54,** 2, 91—104, 1971.

JURGAN, H.: Sedimentologie des Lias der Berchtesgadener Kalkalpen. Geol. Rundschau, Stuttgart, **58,** 464—501, 1969.

KONDA, J.: Lithologische und Fazies-Untersuchung der Jura-Ablagerungen des Bakony-Gebirges. Ann. Inst. Geol. Hung., Budapest. **50,** 161—260, 1970.

LAUBSCHER, H. P.: Mountain building. Tectonophysics, Amsterdam. **7,** 551—563, 1969.

LAUBSCHER, H. P.: Das Alpen-Dinariden-Problem und die Palinspastik der südlichen Tethys. Geol. Rundschau, Stuttgart, **60,** 813—833, 1971.

MISIK, M.—RAKUS, M.: Bemerkungen zu räumlichen Beziehungen des Lias und zur Paläogeographie des Mesozoikum in der Grossen Fatra. Sborn. Geol. Vied. Rad ZK. Zvazok, Bratislava, **1,** 157—184, 1964.

NAGY, E.: Der unterliassische Schichtenkomplex von Grestener Fazies im Mecsek-Gebirge (Ungarn). Ann. Inst. Geol. Hung., Budapest, **54,** 155—159, 1971.

NEUMAYR, M.: Jurastudien. II. Jahrb. k. k. geol. Reichsanst, Wien, **21,** 451—536, 1871.

NEUMAYR, M.: Ueber unvermittelt auftretende Cephalopodentypen im Jura Mitteleuropa's. Jahrb. k. k. Geol. Reichsanst, Wien, **28,** 38—81, 1878.

PATRULIUS, D.—POPA, E.: Lower and middle Jurassic ammonite zones in the Roumanian Carpathians. Ann. Inst. Geol. Hung., Budapest, **54,** 131—149, 1971.

PINNA, G.—LEVI-SETTI, F.: I Dactylioceratidae della provincia Mediterrenea (Cephalopoda Ammonoidea). Mem. Soc. Ital. Sci. Nat., Milano, **19,** 49—136, 1971.

PREDA, I.: Der Lias des Padurea Craiului. Ann. Inst. Geol. Hung., Budapest, **54,** 429—432, 1971.

SCHINDEWOLF, O. H.: Studien zur Stammesgeschichte der Ammoniten. I—VII. Abhandl. Akad. Wiss. Literat. Mainz, Math.-nat. Kl. Wiesbaden, 1—901, 1961—1968.

SCHLAGER, W.: Das Zusammenwirken von Sedimentation und Bruchtektonik in den triadischen Hallstätterkalken der Ostalpen. Geol. Rundschau, Stuttgart, **59,** 289—308, 1969.

SCHÖLL, W. U.—WENDT, J.: Obertriadische und jurassische Spaltenfüllungen im Steinernen Meer. Neues Jahrb. Geol. Paläont. Abh., Stuttgart, **139,** 82—98, 1971.

SCHRÖDER, J.: Die Ammoniten der jurassischen Fleckenmergel in den bayrischen Alpen. Palaeontographica, Stuttgart, **68,** 111—232, 1927.

STEWART, J. H.: Basin and range structure: A system of horst and grabens produced by deep seated extension. Geol. Soc. Amer. Bull., Boulder, **82,** 1019—1044, 1971.

SZÁDECZKY-KARDOSS, E.: Mechanism of the new global tectonics and its relations to the evolution of the Earth and life. Geonomia és Bányászat, Budapest, **4,** 3—89, 1971.

TOZER, E. T.: One two or three connecting links between Triassic and Jurassic Ammonoids. Nature, New York, **232,** 565, 1971.

TRÜMPY, R.: Stratigraphy in mountains belts. Quart, Journ. Geol. Soc., London, **126,** 293—318, 1971.

WENDT, J.: Genese und Fauna submariner sedimentärer Spaltenfüllungen im Mediterranen Jura. Palaeontographica, A. Stuttgart, **136,** 121—192, 1971.
WESTERMANN, G. E. G.: Form, Structure and function of shell and siphuncle in coiled mesozoic ammonoids. Life Sci. Contr. R. Ont. Mus., Toronto, **78,** 1—39, 1971.
WIEDENMAYER, F.: Obere Trias bis mittleren Lias zwischen Saltrio und Tremona (Lombardische Alpen) — Die Wechselbeziehungen zwischen Stratigraphie, Sedimentologie und syngenetische Tektonik. Eclogae Geol. Helv., Basel **56,** 529—640, 1963.
WIEDMANN, J.: Über den Ursprung der Neoammonoideen — Das Problem einer Typogenese. Eclogae geol. Helv., Basel, **63,** 923—1020, 1970.

TÁRSADALMI IGÉNYEK A GEODÉZIÁVAL SZEMBEN

HAZAY ISTVÁN

AKAD. LEV. TAG

Röviden meghatározva: a geodézia a Föld alakjának, méreteinek, valamint a természetes és a mesterséges (meglevő vagy tervezett) terepalakulatok vízszintes és magassági helyzetének meghatározására szolgáló tudomány. Így definiálva egyszerű problémakörnek látszik, de figyelembe véve azt, hogy műveletei kapcsolatosak a felszín alatti és feletti viszonyokkal, mint pl. a Föld belső struktúrája, sűrűségi eloszlása, a nehézségi erőtér, a légköri viszonyok, a különböző égitestek stb., továbbá azt, hogy a méréseket a szabálytalan terepen végzik, de az eredményeket többnyire síkra kell vonatkoztatni, a mérési eredmények pedig elkerülhetetlen véletlen jellegű hibákkal terheltek stb., a geodézia tudománya széles területet foglal magába és beleágazik vagy forrásjelleggel vagy kölcsönös kapcsolódással számos más tudomány tartományába is. Ilyen pl. a matematika és a geometria, a fizika, a geofizika, a geológia, a csillagászat, a meteorológia, az elektrotechnika, a műszertechnológia stb.

A társadalmi igény a geodéziával szemben már igen régi keletű. A régmúltból csak néhány példát említek meg. Az eddig ismert legrégibb geodéziai emlék az Anatóliában fellelt azon falfestmény, amely egy várostérképet ábrázolt. Keletkezése az i. e.-i 7. évezredre tehető. A régi egyiptomiaknál az intenzív földművelés és a Nílus áradásai folytán az akkori lehetőségekhez és ismeretekhez képest igen fejletté vált a földmérés. Az i. e.-i 4. évezredben már törvényesen megállapított hosszegységet (rőf) használtak. Említés található már a mérőkötélről is. Több olyan kép ismeretes, amely a hosszmérés gyakorlati végrehajtását mutatja be. Egy, az i. e.-i 2. évezredből származó emléken terület- és területosztási számításokat leltek. Az i. e.-i 3. században már komolyabb geodéziai műszerek is voltak használatosak, mint pl. a szögkitűző, valamint a szintező dioptrák, a tárcsás szintezőlécek, a gnomon stb.

Az egyes távoli országok között kifejlődő kereskedelmi kapcsolatok és az ezekkel fejlődő hajózás hozta létre a vetületek fokozott szükségességét, noha néhány fajta vetület — főleg tudományos igényekből — már az i.e.-i 3. századtól kezdve használatos volt. A vetületek zöme azonban az i. sz.-i 16. században és azután keletkezett. A gömb alakúnak képzelt Föld nagyságának meghatározására először ERATOSTHENES végzett mérést és számítást i. e

3. században. Az említett régi vetületek és a most említett mérés látszanak az első tudományos geodéziai igényeknek.

A valóban tudományos geodézia megindulásának idejét a 16. század végére tehetjük, és alapjainak megalkotásában a geodézia múltjának világviszonylatban is legnagyobbjai a 18. és a 19. században tevékenykedtek. Természetesen mind a tudományos, mind a gyakorlati geodézia azóta sokat fejlődött és a ma korának hatalmas technikai forradalmát követve ma is fejlődik, kapcsolódva az egyéb tudományok és a technikák robbanásszerű fejlődéséhez, felhasználva természetesen azoknak eredményeit is. Így pl. a Földre vonatkozó legkorszerűbb meghatározások manapság mennek végbe a mesterséges holdak megfigyelései alapján. Mint köztudomású, külön geodéziai célú műholdakat is bocsátanak fel.

Magyarországon már a 15. században is volt térképészet (talán kezdetlegesebb formában már korábban is). A leghíresebb régi magyar térképünk Lázár deák térképe (16. század).

Meg kell említeni, hogy Magyarországon az első mérnökök egyszersmind vízi mérnökök és geodéták voltak. Így pl. VÁSÁRHELYI PÁLnak, hogy a nagy gazdasági és egészségügyi vízszabályozásokat elvégezhesse, először hatalmas kiterjedésű geodéziai munkákat is kellett végeznie. Nyugodtan állíthatjuk tehát, hogy hazánkban sem újkeletű a geodéziai igény.

Ennyit, ha röviden is — a múltról — és most nézzük a mai legfontosabb társadalmi igényeket a geodéziával szemben. Ebből a szempontból a társadalom sokrétű. A legfontosabbak az össztársadalmi igények, amelyek a társadalom gazdasági, kulturális és honvédelmi fejlesztése érdekében lépnek fel. Ezeket elsősorban a műszaki, mezőgazdasági, földrajzi és egyéb szakemberek, a tudományok és az oktatás művelői, valamint a honvédelmi szervek támasztják. Nem kismérvűek a különböző célú — hogy úgy mondjam — egyéni igények sem, talán úgy is nevezhetném, hogy a nagyközönség igényei.

A legáltalánosabb igény — amely természetesen különböző mértékben és formában nyilvánul meg az egyes társadalmi rétegek részéről —, a térképpel szemben jelentkezik. De egyéb geodéziai értékadatokat is — mint pl. vízszintes és magassági koordinátákat, területi adatokat stb. — ugyancsak mindegyik társadalmi réteg igényel, szintén különböző formában, pontossággal és mennyiségben.

A nagyközönség leginkább a kisebb méretarányú turista- és várostérképek iránt érdeklődik, de ha telektulajdona van vagy ilyet kíván szerezni, szüksége van a nagyméretarányú térképre is (amelynek másolata a telekkönyvi térkép). Ez ma általában 1 : 2000 vagy 1 : 1000 méretarányban készül. És szüksége van területi, magassági, esetleg kitűzési adatokra is. Ugyancsak érdeklődik a nagyközönség — és itt bevonom elsősorban a tanulóifjúságot, sőt a többi kategóriát, beleértve a tudományok művelőit is — a kis méretarányú geográfiai térképek, atlaszok iránt, amelyeknek alapja általánosan a geodézia.

A közvetlenül geodéziailag készített nagyméretarányú térképek és a geodéziai értékadatok számos műszaki és gazdasági ágazatba és tudományszakban nélkülözhetetlenek. Nincs itt mód arra, hogy valamennyit felsoroljam, csupán példaként néhányat: földrendezés, település-tervezés, ipar- és lakótelepek létesítése, magas építmények (toronyházak, különböző rendeltetésű toronyépítmények, magas kémények stb.), vasút-, híd-, alagútépítés. Ez utóbbinál külön kiemelem a jelenleg Budapesten folyamatban levő, geodéziailag igen igényes számtalan építési művelet közül a metróépítést. Ez utóbbi különlegesen nagy pontosságú és végrehajtásában kimondottan nehéz geodéziai méréseket követelt és követel meg. Büszkeséggel olvassuk az újságokban pl., hogy két oldalról elindított föld alatti fúrások milyen pontossággal találkoznak, de sehol sem találunk még csak utalást sem arra, hogy ez igen nehéz körülmények között végzett gondos geodéziai munka eredménye. Ez is egy kirívó példája annak, hogy noha a geodézia igen jelentős tudomány és gyakran bonyolult, fizikailag is nehéz technológia, eredményei nem látványosak, és ezért a nagyközönség, de sokszor még az eredményeket felhasználó szakemberek sem méltányolják érdeme szerint, sőt sokan nem is tudnak róla.

E kis megszakítás után folytatom tovább még néhány szakterület megemlítését, amelyhez a geodézia nélkülözhetetlen: vízszabályozás, csatornázás, öntözési tervek készítése, bányászat, telekkönyvezés, adóztatás és nem utolsósorban, de nem is kis mértékben, hanem fokozott igénnyel a honvédelem. Csupán az érdekesség kedvéért említem meg, hogy a rakéták kilövése és a mesterséges holdak felbocsátása geodézia nélkül céljatévesztett lenne.

A térképek készítéséhez szükség van szabatos vízszintes, valamint magassági hálózatra, a felmérés különböző módozataira. A hálózatokhoz kell, hogy meg tudjuk határozni a Földet megközelítő és geodéziailag használható alapidomokat. Ilyen a geoid, amely a magassági hálózat közvetlen alapfelülete, majd a matematikailag jobban kezelhető forgási ellipszoid, amely viszont a vízszintes hálózat alapfelülete. Meg kell határozni a geoid és az ellipszoid egymáshoz képest elfoglalt helyzetét és felületi különbségeit. Mindezekhez asztronómiai és nehézségi erőmérések is szükségesek, és természetesen a mérési eredmények kiértékeléséhez tudományosan megalapozott elveket és módszereket kellett, illetve kell kidolgozni. Meg kellett határozni a tömeges vízszintes mérések alapfelületéül az ellipszoidot helyettesítő gömb helyzetét és méretét, és ki kellett dolgozni a síkra való áttérés hazánknak legjobban megfelelő módszerét. Itt említem meg, hogy mindezek a kérdések most is forrongásban vannak, mert a mesterséges holdak alapján meghatározott, az eddig használttól eltérő alakú és méretű legkorszerűbb ellipszoidhoz új gömb elhelyezését és ennek méretét kell a legmegfelelőbben meghatározni, és az első világháború előtt bevezetett vetületek helyett a megkisebbedett területhez legalkalmasabb vetületi rendszert kell megállapítani.

A szabatos mérések feldolgozásához figyelembe kell venni a végzésükkor

fennálló meteorológiai viszonyokat, valamint a mindig fellépő, elkerülhetetlen véletlen jellegű hibákat is.

Noha a most említettek és még egyéb körülmények a geodéziai adatok felhasználóit közvetlenül nemigen érintik, sőt gyakran nem is tudnak róla, a felsorolt és egyéb geodéziai műveletek mégis társadalmi igényeknek tekinthetők, mert nélkülük a köz számára közvetlenül szükséges geodéziai adatokat nem lehetne levezetni és a térképek nem lennének elkészíthetők.

Külön ki kell emelnem az egyre fokozódó igényt az ipari geodézia iránt. Ahogy sokasodik hazánkban az ipar- és lakótelepek létesítése és rekonstrukciója, olyan rohamosan nőnek a geodéziai feladatok a tervek készítéséhez, a kitűzések elvégzésében, az építkezés alatti folyamatos térképezésben, majd az elkészülés utáni végleges felmérésben. A gyárak, üzemek gépalapjainak és a géptengelyeknek, hasonlóan a hidak saruinak stb. elhelyezéséhez a legélesebb pontosságú geodéziai mérések, illetve kitűzések szükségesek. Ugyancsak ebbe a kategóriába tartozik pl. a darupályák építése, illetve üzem alatti torzulásuknak megállapítása, a korszerű építkezéseknél a panelek elhelyezése, az esetleges elferdülések és mozgások vizsgálata, a nagy teherhordású építmények süllyedésének, partfalak mozgásának vizsgálata stb.

Újabban világszerte előtérbe lépett a földkéreg mozgásának vizsgálata, főképpen a vertikális irányúaké. Ez nem csak egy-egy országra kiterjedő feladat, hanem nemzetközi együttműködést is jelent. Meg kell említenem, hogy ezen kívül a geodéziának még számos más nemzetközi kötelezettsége is van, pl. hálózatok összekapcsolása, vizsgálatok egyeztetése, illetve az ezekből nagy területekre vonatkozó következtetések levonása stb.

Felsorolásaimból természetesen a geodéziának nem egy, hanem sok mozzanata kimaradt, de itt most nincs módunk az egész tudományág és gyakorlati tevékenységének ismertetésére, vagy értékelésére, az egész társadalmi igény kimutatására.

Megállapítható azonban, hogy a geodéziával szemben a társadalmi igény különösen a felszabadulás óta egyre nőtt és nő mind rohamosabban. Az igények egyik iránya a pontosság és a gyorsaság fokozása. Ezért tovább kell fejleszteni a műszereket és a módszereket, felhasználva a más tudományok által a geodézia számára is megteremtett újabb és újabb lehetőségeket. Jobban ki kell használni pontosságának fokozásával a fotogrammetriát és az újabb kor műszereit, pl. a fizikai távmérőket, a meridiánt kijelölő giro-(pörgettyűs) teodolitot, a számítógépeket, a geodéziai és egyéb mesterséges holdak megfigyelését stb., valamint a még a jövőben létrejövő újdonságokat. Gondoskodni kell a geodéziai adatok korszerű tárolásáról és gyors kiszolgáltatásáról, pl. az adatbankról. Általában, ahol csak lehet, a geodéziai munkálatokat is automatizálni kell.

A társadalmi igény hozta létre az utóbbi évtizedekben minálunk is a külön földmérési oktatást, amely ma már három rendszeres és egy negyedik

kimagaslóbb szinten folyik. Négy földmérési jellegű szakközépiskolánk van; van felsőfokú földmérési technikumunk (fejlődve a főiskolai jelleg felé), van külön ötéves egyetemi oktatás, és a negyedik az időnként megrendezett ún. szakmérnöki egyetemi tagozat. Társadalmi igényből született meg a Tudományos Akadémia Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézete, az Országos Földügyi és Térképészeti Hivatal (OFTH), illetve a Földmérési Intézet (FÖMI) kutató intézete; hasonlóan a Honvéd Térképészeti Intézet és egyes vállalatok geodéziai kutatócsoportja. Társadalmi igényt elégít ki a műszaki egyetemek geodéziai jellegű tanszékeinek mindinkább erősbödő kutatási munkája és a gyakorlati geodézia terén egyes jelentős műszaki feladatokkal kapcsolatos tevékenysége. Társadalmi és gazdasági igény a magyar geodéziai műszergyártás minél fokozottabb fejlesztése is.

Sokszor hallottuk, hogy a geodézia már egy teljesen kiforrott tudomány, gyakorlati módszereivel együtt. Ez azonban nem így van. El kell ismerni elődeink hatalmas tudományos és gyakorlati eredményeit, de a geodéziának is tovább kell fejlődnie a többi tudománnyal együtt. Ennek tudatában kell dolgoznia a mai és a jövendő geodéta nemzedékeknek.

FOTOGRAMMETRIA, TELEPÜLÉSFEJLESZTÉS, KÖRNYEZETVÉDELEM

HOMORÓDI LAJOS

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK DOKTORA

A korunkat jellemző sokféle felfedezés és találmány, jelenség és irányzat sorából azok egyike, amely a geodézia számára a legsokrétűbb gondot okozza, a városiasodás egyre gyorsuló üteme. A legnehézkesebb felmérési-térképészeti-adattárolási munkakört, a városméréseket érinti, sőt gyökeres változásokra kényszeríti ez a világjelenség.

Mezőgazdasági államból ipari állammá alakuló országban, mint a mienk, ezt a folyamatot egyszerűen annak következményeként könyvelhetjük el, hogy 100 hektár megműveléséhez az agrotechnika klasszikus eszközeivel kb. 100 főre van szükség, míg kellő gépesítés mellett ez a szám 8—15-re csökkenhet. A felszabaduló munkáskezeket felszívja az ipar, a lakosság a városokba és az iparosodó mezőgazdasági településekbe tömörödik. Számos új ipari városunk létesülése és a többiek lélekszámának növekedése szemlélteti számszerűen ezt a folyamatot. A városi lakosság növekedése 1900—1941 között — mai területünkön — 6,5% volt és ugyanilyen mértékű 1949 és 1967 között is, ami a folyamat felgyorsulását és népgazdaságunk átalakulását a felszabadulás után jól szemlélteti: ugyanolyan arányú növekedéshez mint századunk első felében most fele annyi idő is elegendő volt. Különösen élesen jelentkezik a városok szívó hatása azoknak a településeknek adataiban, amelyeket az új településfejlesztési koncepció a kiemelt felsőfokú, illetve a felsőfokú központok kategóriájába sorolt. Ennek az 5, illetve 6 városnak a lakossága 1930-tól 1967-ig mintegy 50%-kal nőtt meg ugyanakkor, amikor az ország összlakossága mindössze 17%-kal szaporodott.

A városokba tömörödés és egyáltalán a települések jelentős részének városiasodása nemcsak új lakóépületeket igényel, de a kommunális élet egyéb tényezőinek kiterjesztését is követeli. A meglevő városmagvak szélein szinte a földből nőnek ki az új lakótelepek, de felújításra kerülnek a történelmi városmagvak is. Ezek átépítése azonban ritkán lehet annyira alapos, hogy a városon belüli közlekedés megfeleljen a megnövekvő lakosság igényeinek, s hamarosan olyan helyzet áll elő — különösen a nagy vasúti forgalom korszerűsítése nyomán —, hogy hamarabb be lehet jutni a városba akár 100 km-es távolságból is, mint a város egyik széléről elérni egy másik városszéli üzemet. Ez annyit jelent, hogy a geodétáknak a városi települések felméréseire vonatkozó előírásokat kell figyelembe venniök egy-egy nagyváros több 10 km-es

környezetének felmérésekor is, hogy valamely új alvóváros tervezéséhez megfelelő adatokat tudjanak szolgáltatni.

Ismeretes, hogy a városmérési térképek kettős feladatot látnak el: egyrészt tervezési alapul szolgálnak új lakótelepek kialakításához, a meglevő városmag korszerűsítéséhez, másrészt szemléletes leltárt jelentenek a város műszaki igazgatása részére a kommunális létesítmények fenntartása és fejlesztése céljára. A települések gyors fejlődése, a régiek átalakulása, az újak létrejötte, a tervezést és nyilvántartást szolgáló geodéziai adatok előállításának meggyorsítását is megköveteli. Ezen a ponton jut hangsúlyozott szerephez a fotogrammetria, általánosságban is szerte a világban, de nálunk különösképpen éppen azáltal, hogy a felmérés folyamatát megrövidíti és legalább 30—40%-os időmegtakarítást biztosít a klasszikus felmérés módszerével szemben. A nagy méretarányú térképezés meggyorsításának mint gazdasági szükségszerűségének köszönhető a fotogrammetriai anyagok, műszerek és eljárások rohamos fejlődése, tökéletesedése néhány évtized alatt. E kényszerítő körülmény nélkül aligha jött volna létre az a szemléleti változás, amely a Nemzetközi Fotogrammetriai Társaság 1956. évi stockholmi kongresszusa óta bekövetkezett, s amelyet az akkori fenntartásokkal szemben az ez évben rendezendő kongresszus anyagának puszta áttekintése igazol. Nálunk különösen lényeges a fotogrammetriai felmérési eljárás bekapcsolása a városmérésekbe, ha az elvégzendő munka tömegét tekintjük. Egy nem régi összeállítás szerint az 1 : 1000 méretarányban felmérendő 1640 km²-t kitevő területből mintegy 46% felmérése készült el, de 25%-ának felmérése még meg sem kezdődött, és ehhez a kb. 400 km² területhez csatlakoznak az egyes városok igazgatási egységéhez tartozó, de a város belterületéhez szorosan nem csatlakozó egyéb belterületek és a fejlesztésre kijelölt területek. Ez utóbbi tétel különösen jelentős, hiszen a fejlesztési tervek elkészítése megfelelő alaptérkép nélkül elképzelhetetlen, s ha a tervezés igényei nem is kívánják az 1 : 1000 méretarányú térképeknek megfelelő pontosságot, az ideiglenes megoldások rendszerint mégis lényegesen többe kerülnek, mint a rendszeres felmérés. Növeli a feladatot az is, hogy a domborzat ábrázolása a tervezéshez viszont elengedhetetlen, de a magassági viszonyok ábrázolását a meglevő települések kommunális berendezéseinek fejlesztése is szükségessé teszi, így a magassági adatok hiánya miatt az említett 1640 km² már felmért részének térképei sem mondhatók teljes értékűeknek, kiegészítésük pedig nyilván lassítja majd az előrehaladás jelenlegi évi ütemét, ami kb. 8—12%-ra becsülhető. Mindehhez járul, a térképeknek mint leltárnak az igénye: ezt a feladatát csak akkor töltheti be, ha mindenkor hű képe a valóságnak, azaz — épp a városiasodás gyors üteme miatt — a helyesbítési eljárások időköze is elég szűkre szabott lehet csak. S ezzel talán a legsúlyosabb városmérési feladatunkhoz jutottunk el: a naprakész állapot megközelítését biztosító szervezet megalakítása, a felújítások módszereinek leggazdaságosabb kialakítása még a jövő feladata. Sok újszerű próbálkozás, mint helikopterek

bevonása az újabb települések légi fényképezésébe, az úgynevezett adatbankok megszervezése, azaz a térkép helyett vagy mellett az adatok számszerű tárolása, egyáltalán a folyamatok egy részének automatizálása sokat tehet e feladat megoldásában. Az automatizálást említve ismét hangsúlyozni kell a fotogrammetriai módszerek előnyeit, hiszen ez az eljárás maga is a geodéziai felmérési eljárások automatizálásának egyik módja, és így a klaszszikus felmérési módszereknél alkalmasabb a további munkafázisok automatizált megoldásának megvalósítására.

A városi alaptérkép leltár szerepét természetesen csak megfelelő kiegészítésekkel töltheti be, hiszen az alaptérképen mindaz nem ábrázolható, ami a műszaki igazgatást, a kommunális üzemeket érdekli. E kiegészítések során is szóba jöhet a fotogrammetria felhasználása. Példaként lehet említeni egyik kísérletünket, amely a Fővárosi Ingatlankezelőség részére szolgáltatott adatokat az épületek tetőhéjazatának területéről, lejtési viszonyairól, szerelvényeiről légifelvételekről kimért koordináták alapján. De ugyancsak az állag-megóvási munkák tervezéséhez készültek homlokzatfelmérések földi fotogrammetriával a díszítő elemek hiányainak, a vakolathullás mérvének meghatározására.

A földi fotogrammetria említésével már át is tértünk a fotogrammetriának arra az alkalmazási területére, amely szorosabban kapcsolódik a környezetvédelemhez.

Említettük, hogy a városi lakosság lélekszámának növekedése a történelmi városmagvakat sem hagyja érintetlenül. Ha más nem, a növekvő lakosság fokozott közlekedési igénye átépítéseket tesz szükségessé. Ezek során felszínre kerülnek értékes építészeti emlékek, s meg kell oldani helyreállításukat, kiegészítésüket, ami csak a megmaradt részek pontos felmérésén alapuló tervek alapján lehetséges. A műemlék megmaradt részleteiről készült fényképek kimérése a beállványozást és az azon való aprólékos méricskélést helyettesíti, olcsóbban és gyorsabban szolgáltatja a tervezés igényelte adatokat. De a történelmi városmag átépítése során új épületeket is emelnek, s mai felfogásunk megköveteli annak megvizsgálását, hogy az új létesítmény hogyan fog beilleszkedni a műemlékek, vagy a műemlékjellegű épületek együttesébe. Ennek a vizsgálatnak az elmulasztására sok riasztó példát lehet találni, de számosat mondhatunk az ellenkezőjére is. Mindenesetre az efféle munkákon tevékenykedők egyöntetű óhaja az, hogy a vizsgálatoknak tanulságait az illetékesek akkor is megfogadják, ha negatív jellegűek, azaz a tervezett létesítmény megjelenése nincs összhangban környezetével.

A környezetbe illeszkedés fotogrammetriai vizsgálata nemcsak műemléki együttesek korszerűsítésekor a történelmi hangulat megőrzése érdekében jöhet szóba, hanem akkor is, ha a környezetvédelem általánosabb fogalmazásáról van szó. Ugyancsak a hazai munkálatok közül lehet példát említeni arra is, hogy az új létesítmény tervének a leendő környezetéről készült fényképekbe való beleszerkesztésével az új építménynek a tájba illeszkedését tették tanul-

mány tárgyává. Ha arra gondolunk, hogy a városiasodás következtében természetes környezetünk milyen mértékben pusztul, s a város zajából és füstjéből menekülő ember megnyugtató természeti környezetet csak mind messzebb és mind kevesebbet talál, a környezetvédelemnek ezt a bizonyos fokig passzívnak mondható módját is nagy jelentőségűnek kell mondanunk, hiszen arra törekszik, hogy a táj megnyugtató harmóniáját minél kevésbé bontsuk meg.

A légifelvételek információ-gazdagsága a természeti környezet számos tényezőjének védelmére szolgáltathat tájékoztató adatokat. Ahhoz, hogy a környezetünket fenyegető tényezők ellen védekezhessünk, nyilvánvalóan legelőször fel kell mérnünk e tényezők ható területét, terjeszkedésének várható irányait és sebességét. Ez a feladat elsősorban ipartelepek környezetében jelentkezhet, ahol a levegő- vagy a talajfertőzés a növénytakarót veszélyezteti. A megtámadott növényzet a légifényképeken az elszíneződés, a tónusváltozás révén jól elkülöníthető, és a veszély felismerhető már akkor, amikor külső nyoma még nincs és így tovaterjedésének megakadályozására a lehetőség még fennáll.

Sok szó esik manapság vizeink és a levegő szennyeződéséről, ennek megakadályozásáról, a szennyezettség mértékének megállapításáról. Ezért ide tartozik annak megemlítése, hogy infravörösre, vagy a színkép megfelelően kiválasztott szakaszára érzékenyített negatív színárnyalatai szerint pontosan elkülöníthető a folyóvizeknek azok a szakaszai, amelyekben a szerves fertőzés még fennáll azoktól, amelyekben a szerves anyagok lebontása már megtörtént, sőt a lebegő iszap ülepedése is előrehaladott állapotban van. Ugyanilyen felvételekkel a víz hőmérsékletének eloszlása is vizsgálható és lehetővé válik például hőerőművek hűtővizének folyóba bocsátása helyén annak megállapítása, hogy a víz élővilága nincs-e veszélyeztetve, illetve a káros hőeloszlás milyen kiterjedésű. A leendő paksi atomerőmű üzembehelyezése után jogosan merülhet fel egy ilyen vizsgálat végrehajtása. De e témakörbe sorolható a szennyeződés kiterjedésének vizsgálata a Balatonon is, amint például ennek hínár borította részeiről készült térképek alapját a légifelvételek képezték s e térképekkel a tó biológiai viszonyairól kaptak értékes tájékoztatást.

Érdekes, e témakörhöz tartozó kísérletről számolt be egyik szaklapunk. Egy ipartelep kéményeiből kiáramló füst eloszlását fotogrammetriai felvételekből mérték ki, jelezve azt, hogy ez az eljárás még a levegő szennyeződésére vonatkozó vizsgálatokba is bekapcsolható.

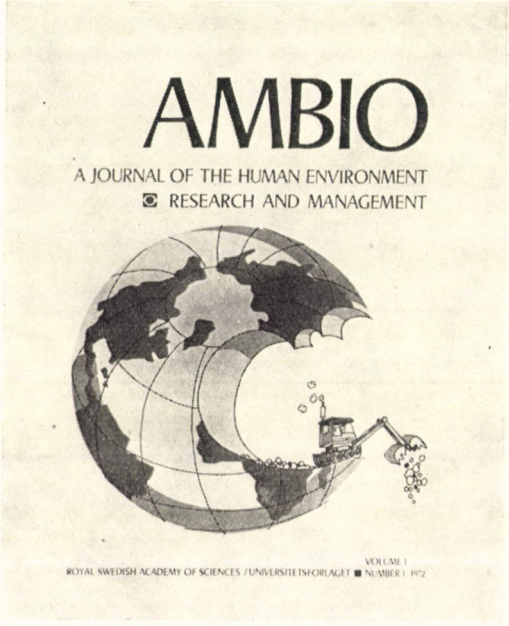
Az elmondottakkal a fotogrammetria különböző eljárásainak sokoldalúságát próbáltam bemutatni. Míg a településtervezés és -fejlesztés céljaira szolgáló geodéziai adatok, térképek előállításában a fotogrammetria nálunk is széles körű alkalmazásra talált, addig a települések üzemeltetését és környezetének védelmét elősegítő tényezők meghatározását illetően inkább csak kísérletekről beszélhetünk. Hasznos lenne ezeknek a kísérleteknek rendszeressé tétele, hogy eredményei segítségével a felhasználók gazdaságosabban jussanak sok esetben más módon elő sem állítható átfogó adatok birtokába.

KÖRNYEZETÜNK GEOMETRIAI RENDJE

ALPÁR GYULA

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA

Életünkkel — környezetünkkel — kapcsolatban egyre több figyelmeztető jelenségről kell tudomást vennünk. A környezetünk alakulásának és összefüggéseinek vizsgálatára irányuló kutatások napjainkban szerveződnek önálló tudományággá. Jól szemlélteti mindezt az 1. ábrán bemutatott új, nemzetközi folyóirat címlapja. Nem tudom, hogy csupán a véletlen játéka-e, hogy ezen a címlapon a földgömböt fokhálózattal együtt ábrázolták, de kapóra jön itt környezetünk geometriai rendjének szimbolizálására is. Környezetünkre vonatkozó információink lokalizálásában ugyanis primér szerepe van a geometriai adatoknak, mint leggyakoribb „rendezési elv"-nek. Mondhatjuk-e



1. ábra

azonban, hogy környezetünk geometriai rendje biztosítva van? Az alábbiakban néhány ezzel kapcsolatos problémára szeretném felhívni a figyelmet.

Életterünk geometriai koordinációjú információit rendszerint megfelelő tematikájú térképeken ábrázoljuk és tároljuk. A grafikus adattárolásnak azonban az egyszerű és átfogó vizuális áttekinthetőség vitathatatlan előnye mellett újabban hátrányai is jelentkeznek. Az ábrázolandó és tárolandó információk egyre növekvő tömege mellett ennek felgyorsult változásával pl. a térkép-készítés és térkép-felújítás mai technológiája a nálunk szokásos pontossági követelmények mellett nem tud lépést tartani. Ennek következtében a gyors változások által érintett területeken a térképek sok esetben már nem az aktuális geometriai rendet szemléltetik. A grafikus adattárolással kapcsolatban számolnunk kell továbbá bizonyos mértékű információ-veszteséggel is, amely különösen metrikus adatok esetében lehet számottevő az adathordozó lapok, lemezek, fóliák mérettartó tulajdonságaitól függően.

Környezetünk geometriai rendjének tulajdonképpeni hordozói a koordináta-rendszerek. A többesszám használata ez esetben — sajnos — nem szóvirágos fogalmazásból ered, hanem az e téren is fennálló problémákkal kapcsolatos. Hazai vonatkozásban éppen napjainkban folynak beható viták a legmegfelelőbb egységes polgári geodéziai koordináta-rendszer meghatározására. Min lehet itt sokat vitatkozni — gondolhatják a kívülállók. Nos, a legtöbb probléma — véleményem szerint — a geometriai renddel kapcsolatos sokrétű, de még kellőképpen nem rendszerezett (néha még meg sem fogalmazott) igényből, követelményből ered. A térképszerű grafikus adattárolás pl. együtt jár az ún. vetületi koordináta-rendszerek alkalmazásával. Ez viszont azt hozza magával, hogy a terepen végzett geometriai jellegű méréseink, ill. kitűzéseink és a megfelelő vetületi koordináták közötti összhangot egy bizonyos pontossági igényen felül már csak korrekciószámítások útján tudjuk biztosítani. Ezzel szemben ma még futurisztikusnak látszó, tisztán numerikus adattárolás esetén — ami a grafikus vagy fotografikus megjelenítést azonban nem zárja ki — ez a kettősség megszüntethető lenne.

Nagy pontossági igények esetében, mint amilyenek pl. recens geológiai mozgások, bányászati tevékenység következtében jelentkező felszíni elmozdulások, továbbá nagy építmények mechanikai feszültség felhalmozódásával járó deformációi kimutatásával kapcsolatban jelentkeznek, további problémát jelent az, hogy a szokásos módon létesített geodéziai alap-hálózatok pontjainak koordináta közép hibái a koordináta-rendszer kezdőpontjától távolodva törvényszerűen növekednek. A 2. ábrán ezt a jelenséget a holland I. rendű háromszögelési hálózat pontjainak hibaellipsziseivel szemléltethetem. Meg kell jegyeznem azonban, hogy ez a jelenség értelemszerűen érvényes a szintezési alaphálózatokra is. Minthogy a koordináta-középhibák eszerint a koordináta-rendszer kezdőpontjának kiválasztásától függő értékek és a kezdőponttól mért távolsággal arányos növekedésük a geodéziai hálózatok számítási struktúrájá-

ból eredő inherens tulajdonság, a hálózati koordináták változásaira alapozott mozgásvizsgálatok különböző szignifikanciájú (súlyú) eredményekhez vezetnek. Ez a helyzet rendkívül megnehezíti a hálózatok szélein ilyen módszerrel végzendő elmozdulásvizsgálatokat.

Az ún. szabad hálózatokban jelentkező ilyen „peremhatásokra" a szakirodalomban már több szerző felhívta a figyelmet. Az ilyen „kiegyenlítés utáni" hibahalmozódást írja le matematikailag a hálózat pontjaihoz számítható



2. ábra

varianc-kovarianc matrix, amely geometriai rendünk bizonytalansági relációit reprezentálja. Ez a varianc-kovarianc matrix egy skalár-szorzatként értelmezhető. A skalártényező az egység-súlyú mérés középhibájának négyzete, a matrixtényező pedig a hálózat struktúrája által determinált, ún. reciprok súlykoefficiensekből áll. Környezetünk geometriai rendjének ismerete tehát — legalább az alaphálózatok esetében — szükségessé teszi az itt körvonalazott variancia-analízist.

Befejezésül érdeklődésre tarthat még számot, hogy geometriai rendünk milyen számszerű értékekkel jellemezhető? Az egység-súlyú mérések középhibája a priori is becsülhető. Minthogy két pont kölcsönös helyzetének pontosságára vonatkozóan legkézenfekvőbb információnak a közöttük mérhető távol-

ság középhibáját tekinthetjük, az alábbi táblázatban néhány erre vonatkozó aktuális számadatot mutatunk be:

Mérési módszer/műszer	Hosszmérési a priori középhiba		
	mm/km	mm/10 km	mm/100 km
24 m-es invardrót-mérés	±0,8	±2,5	—
Tellurometer MA 100	±1,5	±4,7	±15,0
AGA Geodimeter Mod. 8	±6,0	±11,0	±77,0

A táblázat adatainak kiszámításánál a szakirodalomban dokumentált középhibákból indultam ki azzal a feltételezéssel, hogy az invardrót-mérést 24 m-es szakaszokban végezzük (ezért lenne gyakorlatilag illuzórikus 100 km-es távolságot így megmérni), a tellurometer MA 100 műszerrel 1 km-es szakaszokban, a AGA Geodimeter Mod. 8. műszerrel pedig max. 50 km-es szakaszokban mérjük a távolságot. Mérési gyorsaság szempontjából a megadott módszerek eltérőek.

A reciprok súlykoefficiens-matrix elemeinek számértékei a hálózat alakjától és a benne foglalt mérési elemek számától függnek. A koordináta-rendszerek legkedvezőbb kiválasztása, azaz környezetünk geometriai rendjének maximális biztosítása így tulajdonképpen egy összetett optimummeghatározási feladathoz vezet.

A JÖVŐ BÁNYÁSZATA

ZAMBÓ JÁNOS

AKAD. LEV. TAG

A jövő bányászata és a bányászat jövője összetartozó fogalmak. A bányászat jövőjét az elkövetkezendő idők igénye szabja meg, az igények kielégítésének szükségszerűsége pedig elodázhatatlanul sürgeti a perspektivikus terveket, új módszereket, kutatási és fejlesztési koncepciókat.

A bányászat legalapvetőbb jellemzője és fontosságának meghatározója az, hogy örök emberi igényeket elégít ki. A jövő évtizedek legmarkánsabb vonása lesz az energia,- a fém- és a vízigény minden korábbit meghaladó növekedése. Hasonló lesz a helyzet az építőanyagok területén is.

A világ jelenlegi energiaigénye kereken $6 \cdot 10^{10}$ Gcal/év-re tehető. A fejlődés, az igénynövekedés tendenciáját tekintve a növekedés évi 4—5%-ra becsülhető. Ezek szerint 1985—87-ben a jelenlegi energiafogyasztás 2-szerese, 2000-ben pedig a 4-szerese várható. Még tovább előre nézni bizonyos fokig illuzórikus lenne, megítélésem szerint több-kevesebb pontossággal csak 20—30 év látható előre.

Tendenciájában hasonló igénynövekedés várható a fémek, az építőanyagok, de talán — amiről elég gyakran meg szoktunk feledkezni — a vízbányászat területén is. Modern, gépesített világunknak mindinkább jellemzője lesz az embert szolgáló gépek és gépi berendezések életkorának csökkenése a hallatlanul gyorsuló ún. „erkölcsi" kopás következtében. A gépek mennyiségi növekedése mellett ez olyan tényező, amelyet számításon kívül hagyni nem lehet. Az építőanyagok termelését még sokáig — legalább még két évtizedig — a mennyiségi növekedés fogja jellemezni, hogy utána a minőségi, időálló anyagok előállítása kapjon egyre növekvő súlyt. A dinamikusan növekvő vízigény kielégítése egy-két évtized múlva elképzelhetetlennek tűnik a mélységi vizek rendszeres bányászata nélkül.

A bányászati termékek növekedését jellemzően mutatják az alábbi statisztikai adatok, amikor 1953. év jelenti a 100%-ot, ehhez viszonyítva 1967-ben, tehát 5 évvel ezelőtt a 14 év alatti százalékos növekedések az alábbiak voltak: kőszén 136%, kőolaj 267%, földgáz 206%, vasérc 214%, bauxit 303%, rézérc 180%, nikkelérc 235%, ólomérc 147%, cinkérc 176%, magnezit 264%, kálisó 242%, foszfát 352%, hogy csak a legfontosabbakat említsük.

Ezek alapján nyugodtan elmondható, hogy a világ bányászatának volumene 12—14 év alatt megkétszereződik.

A növekvő energiaigény kielégítésének ma leghatékonyabb módja a szénhidrogének (kőolaj és földgáz) termelésének és kutatásának fokozása érthetően azért, mert leggazdaságosabb, és igen sok területen legcélszerűbb is. Egyelőre a világ gazdasága nem nagyon törődik azzal, hogy a szénhidrogén készletekben elfekvő hőenergia- készlet egy nagyságrenddel kisebb, mint a világ kőszénkészleteiben elfekvő hőenergia- készlet. Amíg ugyanis a jelenlegi ismereteink szerint a legoptimisztikusabb becslés is (BENZ) a kőolaj, földgáz, olajpala elképzelhető hőenergia- készletét kereken $5 \cdot 10^{12}$ Gcal-ra teszi, a valószínű kőszénkészletek hőenergiája kb. $5 \cdot 10^{13}$ Gcal-ra becsülhető. Természetesen a ma ismert technológiák szerint ezeknek a készleteknek csak egy része termelhető ki egyáltalán vagy gazdaságosan. A mai ismereteink szerint gazdaságosan kitermelhető uránium-, tóriumkészletek hőenergiája kisebb, mint a ma ismert szénhidrogén-készletek hőenergiája.

A fenti számadatokból következik, hogy egyelőre semmi különösebb akadálya nincs annak, hogy a szénhidrogének termelése tovább növekedjék. Annyi azonban bizonyos, hogy ez a növekedés csak akkor lesz lehetséges, ha az elképzelhetőből a ténylegesen megfogható szénhidrogén-készletek felkutatása minden eddigit felülmúl, ha például az elkövetkezendő 10—12 év alatt a világ több kitermelhető kőolajkészletet fog feltárni, mint tette azt a kőolaj megjelenése óta.

Manapság sokat lehet hallani és olvasni a kőszén és a szénhidrogének párharcáról. Igaz az, hogy az európai országokban, elsősorban az európai szén- és acélközösség országaiban (Belgium, Franciaország, Hollandia, NSZK, Olaszország) az 1960-as évek első felében a széntermelés csökkent, ez a folyamat ma már lényegében megállt. A világ széntermelése az utóbbi években kereken 2%-kal növekszik, elsősorban növekszik a nagyhatalmak széntermelése: az USA-ban 4—5%-kal, a SZU-ban 2—3%-kal. A perspektivikus tervek még ennél is nagyobb növekedéssel számolnak. Ennek többrétű oka is van. Úgy tűnik, hogy a szénhidrogén- feltárások üteme egyedül nem lesz képes lépést tartani a növekvő igényekkel, a feltárás területei is egyre inkább kedvezőtlenek lesznek (zord klíma, tengerfenék). Az atomerőművek számszerű növekedése elmarad attól, amit még akárcsak egy évtizeddel ezelőtt is elképzeltek. Ugyanez a helyzet a vízi energia területén is. Világviszonylatban tehát nem lehet beszélni a szén válságáról, sőt nagyon valószínű, hogy a széntermelés nagyobb arányú növekedésével lehet számolni — ismétlem — egyszerűen és elsősorban azért, mert a szénhidrogén- bányászat a jelek szerint egymaga nem tudja kielégíteni a növekvő igényeket.

Enyhén szólva, rövidlátó elfogultság vagy túlzás lenne a kirajzolódó energiaellátási világképet a mi kis országunkra is ráilleszteni, ráhúzni. Hazai vonatkozásban is igaz az, hogy a lehetséges kőszénkészletek hőenergiája és a

lehetséges szénhidrogén-készletek hőenergiája között nagyságrendi különbség van, de a gazdaságosan lehetséges kitermelést tekintve ez az arány már nincs meg. Az is igaz, hogy a hazánkban fellelhető és gazdaságosan kitermelhető kőszénvagyon hozzávetőlegesen sem fedezheti az igényeket olyan nagy távra, mint általában világviszonylatban. Amíg ugyanis világviszonylatban évszázadokról, nálunk csak évtizedekről lehet beszélni. Az is kétségtelen, hogy hazánk területén nem várható olyan szénterületek feltárása, amelyek ezt a képet alapvetően megváltoztathatnák.

A belátható idő (20—30 év) perspektívájában a hazai energiaellátás trendjének kialakítása elhatározás kérdése. Ehhez alapvetően szükséges a helyzet tökéletes ismerete és olyan tendenciák megbízható felmérése, amelyek a későbbiekben hatni fognak. Az már ma is kétségtelen, hogy a hazai szénhidrogének, elsősorban a földgáz feltárásának és termelésének fokozása elsőrangú érdekünk. A fejlődő vegyipar alapanyag szükségletét tekintve az is kétségtelen, hogy a hazai szénhidrogén- termelés egymagában nem tudja fedezni az igényeket, a kőolaj és földgáz importja tehát szükségszerű. Amennyire egyértelmű és tiszta ez a kérdés, annyira problematikus lehet például a villamosenergia- ellátás jövő képének kialakítása. Négy lehetőség is kínálkozik: szénhidrogén, kőszén, atom bázisú erőművek létesítése és az import villamosenergia. Véleményem szerint ebben a kérdésben egyedül a legszigorúbb, objektív alapon álló vizsgálat dönthet. Ilyenek minden bizonnyal vannak, hiszen abból, hogy ilyenekkel még nem találkoztam, nem következhet, hogy nincsenek. El kell azonban ismerni, hogy ilyen vizsgálat nem egyszerű és nem könnyű.

Ha például a villamos energia importjának növelését akarjuk szembeállítani a hazai szénbázisú erőmű építésével, akkor a vizsgálat alapköve: mit tudunk többlet ellenszolgáltatásképpen nyújtani és mennyiért, más szóval van-e lehetőségünk a többletexportra és többletexporttal járó forint/rubel vagy forint/dollár viszony hogyan fog alakulni, romlik-e, javul-e? Természetesen nem lehet célunk ilyen szűk keretek között az ilyen és ehhez hasonló kérdésekbe mélyebbre hatolni, mindössze a problémára utaltunk csak. Vizsgálataink azt mutatták, hogy ezzel a kérdéssel érdemes lenne foglalkozni.

A hazai fémtermelés jövője bizonyos fokig biztatóbb, mint a széntermelésé. Itt elsősorban az alumínium és bizonyos színesfémek, elsősorban a réz termelésére gondolunk. Persze nincs szó valamiféle különlegesen nagy lehetőségekről, de hazánk nagyságrendjét tekintve ezek a lehetőségek relatíve számottevőek, legfőképpen azért, mert az újabb lelőhelyek nem annyira kizártak, mint a szénvagyon vonatkozásában. Hasonló a helyzet az építőanyagok és a víz, termálvizek bányászata területén is.

Miután a belátható időre többé-kevésbé körülhatároltuk a hazai bányászat jövőbeli lehetőségeit, kíséreljük meg legalább nagy vonásokban felvázolni a hazai bányászat előtt álló és szükséges fejlesztési feladatokat.

A szénbányászatban az elkövetkezendő évek legdöntőbb feladata az

üzem- és a fejtéskoncentráció további erőteljes fokozása. Hazánkban még találhatók a meglevő aknamezőkön belül is olyan mezők, amelyekben hosszabb kifutású, teljesen gépesített frontfejtések telepíthetők keskeny fogású jövesztőgépekkel és gépesített biztosítással. Nem nehéz megjósolni, hogy hazánkban, a mi viszonyainkban jobban megfelelő pajzsok biztosítása fog inkább érvényre jutni. Liasz vastagabb szeneinkben az ún. hálós fejtésnek lehet jövője laposabb dőlés esetében, amikor a legfelső szeletben lépegető keretes vagy pajzsos, az alsó szeletben pedig mindenképpen pajzsos biztosítás alkalmazása látszik legcélravezetőbbnek.

A nagy teljesítményű, teljesen gépesített frontfejtések csak fokozni fogják a szénbányászatnak már most is meglevő problémáját, az apró szén elhelyezését. Csak egyetlen megoldás lehetséges: olyan központosan telepített hőerőmű, amely a magyar bányák apró szenét értékesítené.

Az általunk beláthatónak ítélt időszakon belül a magyar szénbányászatban éppen adottságaink miatt nem lehet komolyabb eredményeket várni sem a hidromechanizációtól, sem pedig a föld alatti elgázosítástól. E két probléma még a legfejlettebb és kitűnő adottságokkal rendelkező széntermelő országokban sem jutott tovább a kísérletezés stádiumánál, illetve a fejlődés üteme még ez ideig nem biztosította az átütő sikert.

Az üzem- és fejtéskoncentráció fokozása, a teljesen gépesített frontfejtések számának növelése a szénbányászat fajlagos teljesítményeinek további erőteljes növekedését hozhatja meg. Ha ezt a lehetőséget összevetjük azzal a ténnyel, hogy az egy rubel vagy az egy dollár megtermeléséhez szükséges forintérték nem csökken, ellenkezőleg növekszik, úgy csak még inkább gazdaságosabb lehet a hazai szénerőmű — amely az egyébként elhelyezhetetlen apró szenet is értékesítené — telepítése és az igényeknek megfelelő lépcsőzetes fejlesztése.

Bauxitbányászatunk jövője elválaszthatatlan a víznívó süllyesztéstől. Ezen a téren az átütőerő fokozása alapvető érdekünk annál is inkább, mert komoly siker esetén a jó minőségű bauxitkészlet tekintélyes mértékben növekedhet. Hogy mást ne említsek, a Bicske környéki területen a széntelepek alatt igen reményteljes, jó minőségű vastag bauxittelepek lennének aktivizálhatók.

Ezen a területen lemélyített mélyfúrás közepes mélységben a 8,2 m széntelep alatt 13,0 m vastag bauxittelepet harántolt. A bauxit Al_2O_3 tartalma 50%, SiO_2 tartalma csupán 1—6%, azaz a modulus 6—35. Mint általában a bányászatban, itt is az előnyök mellett megjelenik a hátrány is: ennek a területnek művelése előzetes víznívó süllyesztés nélkül elképzelhetetlen, viszont a kinyert víz kitűnő ivóvízként lenne hasznosítható.

Bauxittelepeink művelésében fokozatosan át kell térni a széles homlokú, gépesített biztosítású fejtésekre.

Színesérc-bányászatunk komoly ígérete a mátrai előfordulás, amely a magyar bányászat egyik jelentős faktora lehet.

Az előfordulás legnagyobb előnye az, hogy az egy m^2 alapterületre jutó fémmennyiség még világviszonylatban is figyelemre méltó, más szóval az egy aknamező fémvagyona viszonylag nagy, így az egyszeri beruházással tekintélyes fémvagyon fogható meg. Itt alapvetően a viszonylag nagy mélységgel járó klimatikus problémákkal kell majd megküzdeni, és emellett ki kell alakítani a tömegtermelő fejtési rendszert. A kinyerési technológia forradalmasítását (kioldásos, biológiai, termonukleáris) — úgy gondolom — nem a mi kis országunk fogja megoldani, legfeljebb arról lehet szó, hogy siker esetén ezeket az eljárásokat időben és célszerűen honosítani tudjuk.

A megadott szűk keretek között igyekeztem megmaradni a realitások talaján, nem kergettem álomképeket. Hiszem azonban, hogy a magyar bányászat az elkövetkezendő néhány évtizedben is be fogja tölteni hivatását. Lehetséges, hogy profiljában változások lesznek, fontossága azonban megmarad, mert mindazt, ami az élethez kell, csak öreg földünk nyújthatja.

FÖLD ALATTI NAGYROBBANTÁSOK NÉHÁNY KŐZETMECHANIKAI ÉS ROBBANTÁSTECHNIKAI PROBLÉMÁJA

MARTOS FERENC

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK DOKTORA

A tudomány és a technika forradalmának időszakában élünk. Alapjában véve a fizika forradalma ez, de a tudományos felismerések új eredményei megjelennek és végiggyűrűznek valamennyi alaptudomány területén, hogy az alkalmazott tudományágazatokon keresztül behatoljanak az ipari, a mezőgazdasági gyakorlatba és ott a társadalom számára valóságos termelőerővé váljanak. Ez a folyamat többek között azzal jár, hogy a gazdasági élet, de a nem termelő szektorok fejlődéséhez is, egyre több ásványi energiahordozóra és nyersanyagra van szükség.

A természeti erőforrások egyes fajtái iránt mutatkozó és egyre gyorsuló ütemben fokozódó társadalmi szükséglet a legkülönbözőbb — sürgetően megoldásra váró — problémák sokaságát veti fel. E problémák, vagy — mondjuk inkább — feladatok, legfeljebb csak más természetűek, de korántsem kisebb jelentőségűek, mint az emberi társadalom ma közismerten legjelentősebb kérdései: a demográfiai fejlődés, az élelmiszer-termelés, az iparosítás és a környezet szennyeződése stb., a kifejezetten politikai jellegűeket most nem is említve. Egyébként — és ez nem szorul különösebb bizonyításra — az említett problémacsoportok között változatos és bonyolult összefüggések és egymásrahatások is jelentkeznek, inkább megnehezítve, semmint könnyítve a megoldást.

A nyersanyagok iránt mutatkozó egyre fokozódó igények kielégítése az elé a feladat elé állítja a bányászatot, hogy egyre növelje a szilárd és a folyékony vagy gáznemű nyersanyagok termelését. E törekvés ellen azonban két nehezítő körülmény hat. Az egyik, hogy a felszínhez közel települt s így viszonylag könnyen hozzáférhető nyersanyag-előfordulások sok helyen már kimerültek, másutt többé-kevésbé kimerülőben vannak. A másik pedig az, hogy egyre kevesebb a keresett anyagok nagy koncentrációjú lelőhelyeinek száma. A megoldást egyrészt az adhatja meg, hogy az eddigieknél nagyobb mélységek felé kell lehatolni és az esetleg 6—10 km mélységben települt előfordulások kitermelését kell megkezdeni [1], másrészt meg kell oldani a relatív kis mennyiségben jelenlevő ásványok, fémek előkészítését, gazdaságos dúsítását, sőt kohászatát is. Utóbbiakkal kapcsolatban ma egyre több kutatást

irányítanak a több komponensű anyagok széles körben értelmezett komplex hasznosítására.

Az említett körülmények között a bányászat termelési technológiájában egyre nagyobb szerep vár a korszerű robbantástechnikára [2]. A műszaki vonatkozásban egyre fejlődő mélyfúró-berendezések révén elérhető mélységekben települt és esetleg csekély fémtartalmú ércelőfordulások robbantásos összetörése, aprítása és fellazítása, a fém vagy fémek kioldásának megfelelő módszereivel párosítva ma már a gyakorlati alkalmazás küszöbén áll. E tekintetben leginkább a nukleáris robbantások jelzik a termelés jövőbeni technikáját. Itt van az atomenergia békés célú felhasználásának egyik legjelentősebb és egyben leghasznosabb területe is.

Az eddig ismert bányászati jellegű nukleáris robbantások 2—20 kt energiájú töltetekkel történtek és a felaprított kőzettömeg mennyisége elérte a 10^6 t nagyságrendet.

A föld alatti nagyrobbantások másik típusa az, amelyekkel a tárolókőzet áteresztőképességét kell megnövelni a folyadék (elsősorban kőolaj) vagy a gáz áramlásának lehetővé tétele céljából. Ilyen esetekben is alkalmazzák a nukleáris tölteteket, végeznek azonban ún. rétegrepesztő robbantásokat nagy hatású, de hagyományosnak mondható robbanóanyagokkal is.

A hazai kőolajbányászatban eddig két ilyen robbantást végeztünk, s az elért eredmények alapján további nagyrobbantások előkészítése van folyamatban. Még ebben az évben előreláthatólag további 4—5 kísérletre fog sor kerülni.

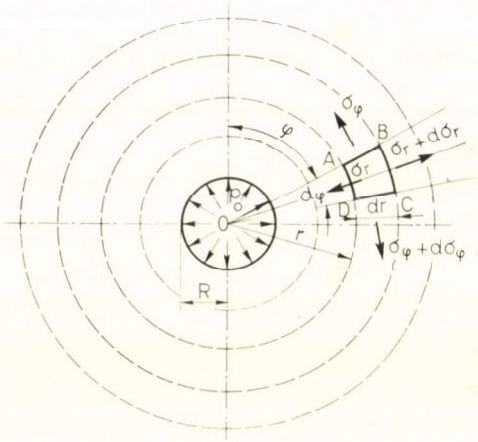
Mind a már végrehajtott, mind az ezután végrehajtandó robbantásokat „nagyrobbantás"-oknak nevezzük, bár az alkalmazott, nem-ipari robbanóanyagból készült töltet súlya eddig még nem haladta meg a 400 kp-ot. Mindenesetre ilyen mennyiségű robbanóanyagot mélyfúrásokban nálunk eddig egyszerre még nem detonáltattak. A következő sorozatoknál ez a mennyiség esetleg még növekedni fog. A 150 és 350 kp súlyú, különlegesen kialakított töltetek felrobbantásakor a kapott teljesítmény, csupán 20%-os hatásfok esetén is, 8,8—17,8 · 10^9 kW. A detonáció időtartama természetesen csekély, mindössze 0,6 ms.

Ezeket a nagyrobbantásokat nagy mélységben hajtjuk végre, amikor is a „mélység"-et nem feltétlenül a méterben kifejezett értékkel jellemezzük. Az eddigi robbantások 2100—2200 m közötti szinteken történtek. Egy több száz kp súlyú, élesre szerelt, érzékeny robbanóanyagból készített töltet biztonságos lejuttatása nem is annyira a méterek számától, mint inkább a hőmérséklet- és nyomás-paraméterektől függ. Ilyen mélységben nálunk az iszappal vagy vízzel telt fúrólyukban 110° C és több mint 200 at nyomás jellemzi a környezet fizikai állapotát.

A feladat a tároló kőzet összemorzsolása és megrepesztése, pontosabb mechanikai terminológiával: törése, a kutatónak pedig többek között arra kellene adatot szolgáltatnia, hogy egy „ismert" tulajdonságokkal rendelkező

kőzetbe mekkora energiamennyiséget kell bevezetni, hogy egy megkívánt méretű tartományon belül a törés nagy valószínűséggel kialakuljon, a repedezettség bekövetkezzék. A kőzet tulajdonságai természetesen csak a fúrómagokból készített próbatesteken végzett laboratóriumi vizsgálatok adataiból ismeretesek, s mint ilyenkor mindig, az „in situ" értékeket csak közelítik, nem is szólva a méretkülönbségekből adódó eltérésekről, amelyeket a kőzetstruktúra már jelentős mértékben befolyásolhat.

A robbantás következtében kialakuló igénybevételt, s ezzel összefüggésben magának a törésnek a folyamatát két szakaszra lehet osztani. Az elsőt egy dinamikus, a másodikat egy statikus szakasznak lehet nevezni.



1. ábra

A dinamikus szakaszt azzal lehet jellemezni, hogy a detonáció pillanatában jelentkező lökőhullám a fúrólyuk falára tengelyszimmetrikusan fellépő, egyenletesen megoszló nyomótermelést közvetít. Ennek következtében a kialakuló feszültségi állapotot — rugalmas, homogén, izotróp környezet feltételezésével — egy sugárirányú nyomófeszültség és koncentrikus körök mentén ébredő húzófeszültségek jellemzik (1. ábra).

Az O középponttól r távolságra fekvő kör mentén a gyűrűsfeszültségek állandóak, vagyis

$$d\sigma_\varphi = 0$$

$$\sigma_\varphi = \text{Const.}$$

Az ABCD felületű és egységnyi mélységű (hosszúságú) elemi tömeg egyensúlyi feltételeiből azt kapjuk, hogy [3]:

a nyomófeszültség

$$\sigma_r = - p_0 \frac{R^2}{r^2},$$

a húzófeszültség

$$\sigma_\varphi = p_0 \frac{R^2}{r^2}.$$

A kőzet törése a húzófeszültség hatására következik be, s ha

$$\sigma_\varphi = \sigma_h,$$

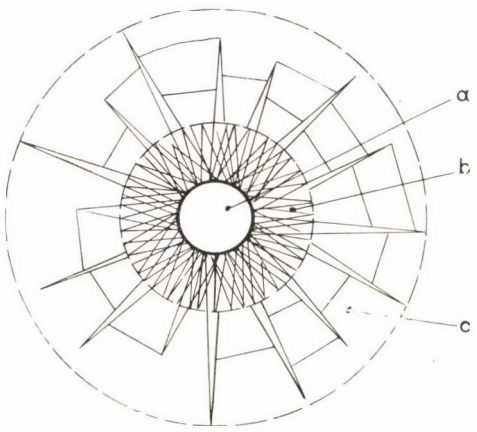
akkor az összetört hengeres test sugara

$$r = R \left(\frac{p_0}{\sigma_h} \right)^{1/2}$$

Ha ebbe a képletbe a végrehajtott robbantások megközelítő adatait helyettesítjük be, akkor:

$$r = 6 \sqrt{\frac{75\,000}{100}} \simeq 160 \text{ cm}$$

A rétegrepesztés második szakasza, amelyet tulajdonképpen csak a tárgyalás menetében választunk el az elsőtől, a valóságban a kettő egymásba folyik és együttesen zajlik le, egy lassúbb — statikus — folyamat. A kialakuló repedésekbe a fejlődő robbanási gázok behatolva expandálnak és feszítik a réseket. Ennek következtében a lyuk körül az összetört tartomány növekszik és

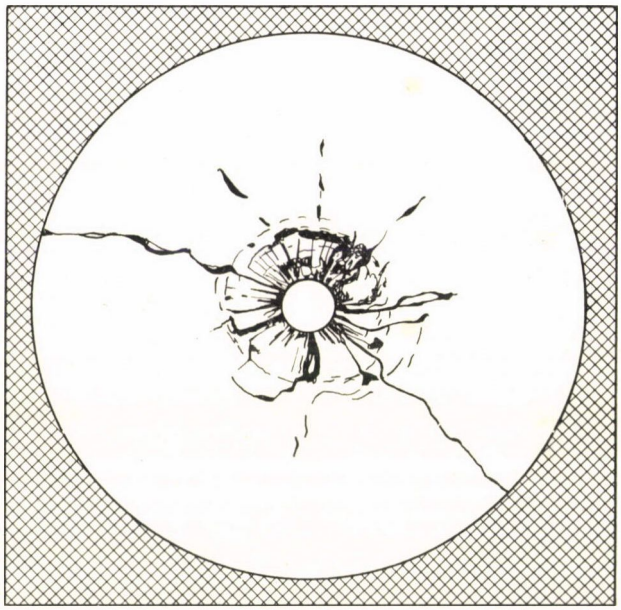


2. ábra

végül kialakul egy olyan kép, amelyben három egymástól élesen el nem különíthető gyűrűs zónát lehet feltételezni. Ezeket kívánja érzékeltetni a 2. ábra.

Az ábrán az *a* a fúrólyukat jelzi, a *b* a lyuk körüli összemorzsolt kőzettartományt, a *c* a repedezett kőzetzónát mutatja. Ezt már az eredeti (rugalmas) állapotú kőzettömeg veszi körül. A mi esetünkben a *b* és *c* tartomány együttes mérete mintegy 20—25 m lehet.

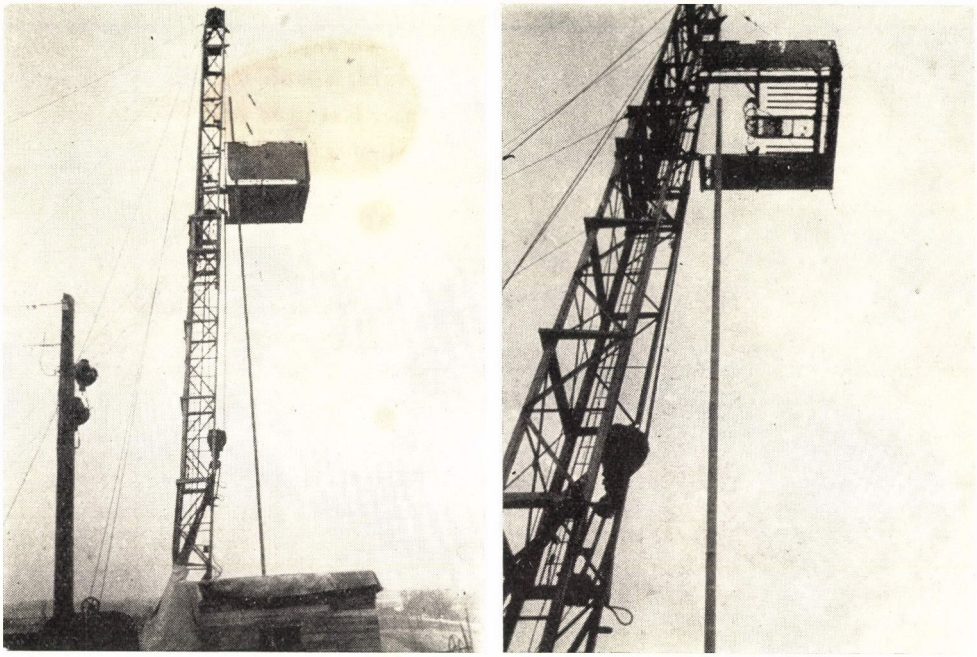
A dinamikus lökőhullám és a gázok expanziójának statikus hatását együttesen vizsgálni célszerűen első közelítésben megfelelő modelleken lenne lehetséges. E modellkísérleteket előreláthatóan csak a jövő esztendőben fogjuk



3. ábra

tudni elvégezni. Az irodalomból ismeretes néhány ilyen próbálkozás [4]. A következő ábra egy ilyen modellnek a képét mutatja (3. ábra).

A rétegrepesztő robbantások során a követelmény az, hogy a tárolókőzetben előre megjelölt szinten vagy szinteken keletkezzenek mélyen behatoló vízszintes repedések. A jobb hozzáfolyás biztosítása céljából szükség esetén egyidejűleg függőleges repedéseket is elő kell tudni állítani. Ezeket a követelményeket a töltet alakjával és a gyújtás módjával lehet teljesíteni. Az első robbantás alkalmával egy vízszintes repesztő síkot, a második alkalommal hármat állítottunk elő. Függőleges repedéseket a következő kísérletek során fogunk előállítani. Ilyenekre főleg akkor lesz szükség, amikor a robbantást a kút olyan szakaszán kell elvégezni, amely még béléscsövezve van.



4. ábra (a, b)

Az eddig végrehajtott két robbantás ugyanabban a kútban történt 1971 februárjában, ill. novemberében. A második robbantás után a savazásos kezelés a repedések nyitva maradását biztosította és az addig meddőnek bizonyult kútból a termelés megindulhatott. A kút azóta is kb. napi 32 t kőolajat ad.

A 4. ábra (a és b) mutatja a második robbantás előkészítését, a 20 m hosszú töltet leengedését a kútba.

A föld alatti nagyrobbantásoknak a bányászat gyakorlatában nagy jelentősége van. A robbanóanyag energiájának minél tökéletesebb kihasználása érdekében, a szükséges törések előidézése céljából még sok kutatásra és vizsgálatra van szükség. Biztonságtechnikai követelmények is fokozzák a feladatok bonyolultságát és nehezítik az optimális megoldások kialakítását. Az alapvető elméleti és gyakorlati kérdésekre azonban már választ tudunk adni és a folyamatban levő kutatások további eredményekkel kecsegtetnek.

Most a kőolajbányászatból szerezzük a szükséges tapasztalatokat. Ezek azonban a későbbiekben a szilárdásvány-bányászat terén is hasznosíthatók lesznek.

Ezzel a módszerrel, s majd ennek továbbfejlesztésével hazánk egyes ásványelőfordulásainak kitermelési hatékonysága lényegesen növelhető lesz.

Így újabb eredményekkel járulhatunk majd hozzá népgazdaságunk egyre fokozódó nyersanyagszükségleteinek kielégítéséhez.

IRODALOM

1. Szádeczky-Kardoss Elemér: Magyarország hasznosítható ásványi erőforrásainak perspektíváiról. Magyar Tudomány, **4**, 209—218, 1971.
2. Gyagyi-Pálffy András: A mélybányászat meghatározó szerepe a tudományos feladatok továbbfejlesztésében. Geonómia és Bányászat, **4**, 2—4, 207—211, 1971.
3. Richter Richárd: Rugalmasságtani vizsgálatok a kőzetmechanikában. Bányászati Lapok, **7—8**, 407—421, 1955.
4. Kutter, H. K.—Fairhurst, C.: On the fracture process in blasting. Int. J. Rock Mech. Min. Sci., **8**, 181—202, 1971.

SZÉNHIDROGÉNBÁNYÁSZATI KUTATÁS ÉS IPARFEJLESZTÉS

RÁCZ DÁNIEL

A tudományos kutatás, műszaki fejlesztés és az iparfejlesztés kapcsolatának vizsgálatánál olyan sajátos kérdések merülnek fel, amelyek tükrözik a kutató, fejlesztő feladatot végző és műszaki tervezéssel foglalkozó kollektíva helyzetét, és feladatát társadalmunk építésének jelenlegi szakaszában, amikor a cél az építés magasabb szintű folytatása és annak egyik fő jellemzője a gyorsuló műszaki és technikai haladás.

A közép és hosszú távú feladatok végrehajtása során a számszerű adatok mellett olyan tartalommal kell kitölteni a tervet, amely az elkövetkezendő évek technikai színvonalának, és a gazdaságossági követelményeknek a legmesszebbmenőkig megfelel. Ha nem használja fel kellő mértékben az ipar a fejlesztési módszereket hatékonyságának növeléséhez, nem tervezheti meg kellő alapossággal a gazdálkodó egységek feladatát.

Ki kell ezt hangsúlyozni azért is, mert a gazdasági tevékenység összekapcsolódik azzal a tudományos-technikai forradalommal, amely szerte a világon napjainkban végbemegy és amelyre jellemző a nemzetközi munkamegosztás; a tudományos együttműködés, a kooperáció és integráció egyre bonyolultabb és bővülő formája.

A tudományos-technikai fejlődés forradalmi ismérvei között megtaláljuk a mennyiségi és minőségi változások egész sorát, amelyek az információ tömeges feldolgozásával és a technikai fejlődés rohamos, úgynevezett generációs változásával is jellemezhetőek.

Összességében világjelenséggel állunk szemben, amely a legkülönbözőbb területen és országokban érezteti hatását, természetesen különböző formában és különböző tartalommal.

Műszaki és gazdasági szakembereink legnagyobb része felismerte a gazdasági építés meggyorsításának szükségességét. Sajnálatos módon a vezetők és a szakemberek egy kisebb hányada a műszaki fejlesztést, gyártmányfejlesztést, gépi adatfeldolgozást és a fejlettebb módszerek alkalmazását még mindig valamiféle szükséges rossznak tartja, érdektelenül, közömbösen foglal állást, csak formailag foglalkozik azok bevezetésével.

Találkozunk olyan nézetekkel is, amelyeknél a tudományos kutatást,

műszaki fejlesztést elkülönülő kategóriaként kezelik, arra hivatkozva, hogy az a kutatók és műszaki fejlesztéshez értő szakemberek feladata. Ez a felfogás figyelmen kívül hagyja, hogy a kutatás, műszaki fejlesztés, gyártmányfejlesztés, munkaszervezés, de még a beruházási tevékenység is komplex vállalatfejlesztés — amelynek eredménye a tartós vállalati és népgazdasági haszon és hatékonyabb termelés.

A tudományos kutatás, műszaki fejlesztés és a gazdasági tevékenység szoros összekapcsolódása a szénhidrogénbányászat területén különösképpen fennáll, mert a szénhidrogénbányászati tevékenység a közvetett megfigyelésekre épül, korszerű műszerekkel és fejlett elemzési módszerekkel vizsgálja a föld mélyében lejátszódó folyamatokat, irányítja a termelést. Bonyolult építési módszerek révén teremti meg a termelés feltételeit, mélyfúrásokkal és a kapcsolódó berendezések segítségével.

A kutatói, fejlesztői munka hatékonyságának vizsgálatának bő irodalma van, a szakirodalmi anyagok nem annyira tisztázzák, mint inkább keresik azokat a mérési módszereket és lehetőségeket, amelyekkel a kutatási és fejlesztési tevékenységet mérni lehet.

Meg tudná- e húzni azonban valaki azt a vonalat, amely a kutatást, műszaki fejlesztést és a szorosabb értelemben vett ipari tevékenységet elválasztaná a szénhidrogénbányászatban a geológiai kutatásnál, a szeizmikus kutatásnál, a rétegfizikai méréseknél, értelmezéseknél, fúrási tevékenységnél, a művelésterv ezéseknél, az olaj- és gáztermelésnél.

Ezek az elemek ugyanis olyan szoros kapcsolatban állnak egymással, hogy összefonódásuk révén az egyes részek fejlettségi színvonala tükrözi az ipari tevékenység színvonalát is. A szénhidrogénbányászat hatékonyságának növelése az elkövetkezendő években fokozott mértékben kerül előtérbe, mert a termelés olyan erőforrások felhasználásával történik, amelyek az adott időpontban csak korlátozott mennyiségben állnak rendelkezésünkre. Ezek között az erőforrások között szerepel a szűkös ásvány-vagyonkincs, amelynek felkutatása és megtermelése az egyik alapvető feladatunk, de szűkösek a különböző pénzeszközök és fedezeti alapok.

Jelen ismereteink szerint kb. 100 millió tonna kőolaj egyenértékű kitermelhető szénhidrogén áll a népgazdaság rendelkezésére, ennek közel egyharmad része olaj, kétharmad része gáz. Ha figyelembe vesszük, hogy hazai viszonylatban az olajkihozatal összességében alig éri el a 30%-ot, vagyis a földben az összes geológiai készlet több mint 70%-a visszamarad, akkor munkánk eredményessége egyrésze adódik abból, hogy elő tudja segíteni a veszteség csökkenését, mert a visszamaradt összmennyiség százalékai milliárd forintokat jelentenek.

Az ország jelenlegi legnagyobb szénhidrogénbázisánál Algyőn 20—24% kihozatalt értünk volna el, ha nem terveztük volna és nem alkalmaznánk korszerű termelési módszereket, amelyekkel a kihozatal közel duplájára növekszik.

A hazai mélyföldtani viszonyok mellett a kutatási feladatok egyre bonyolultabbá válnak, az ország területéből 77 000 km², ha alkalmas szénhidrogén kutatásra, a megkutatottság mértéke a sekély és középmélységű szakaszokban jelentősen előrehaladt, a további kutatásoknál a nagyobb mélységek felé is eredményt kell elérni. A mélységgel arányosan növekvő nyomás- és hőmérséklet-viszonyok egyre nagyobb problémát jelentenek az ipari kutatás és fejlesztés számára. A 200—250 °C talpi hőmérséklet 700—1000 atmoszféra nyomás melletti fúrás, kútvizsgálat komoly műszaki, technikai felkészültséget jelent. De a sekély és közepes mélységű kutatásoknál is korszerűsíteni kell az információ-feldolgozást, ki kell alakítani egy reális kockázati elvet, és gazdaságosabbá kell tenni a geológiai kutatáshoz kapcsolódó műveleteket.

Mindezekre azért is szükség van, mert a kőolaj és gázipar fejlesztésének elsőrendű feladata, hogy a IV. ötéves tervben folytassa az ország energiabázisának korábban megkezdett átalakítását, ezzel jelentős mértékben segítse elő a felhasználás növelését.

A IV. ötéves tervben és a hosszú távú kutatási munkában különböző kutatóhelyeken foglalkoznak a részlet- és összefüggő kérdések kutatásával és az eredmények szintetizálásával, de komoly nemzetközi munkamegosztás is kialakul a tudományos együttműködés keretein belül. A tárcaszintű legfontosabb kutatási feladatokat a Nehézipari Minisztérium felvette a távlati tudományos kutatási tervébe. Ezek között szerepel: A nagy mélységű szénhidrogén előfordulási, kutatási és termelési problémái c. célprogram, mely tartalmazza a nagy mélységű fúrások technológiájának fejlesztését, a hőtűrő nagy fajsúlyú stabil öblítőiszapok kikísérletezését, a hőtűrő cementtejek és adalékanyagok kutatását, a lyuk geofizikai műszerek és vizsgálati módszerek fejlesztését, a rétegnyitási eszközök fejlesztését.

A termokatalitikus kémiai reakció alkalmazása a kőolajbányászatban c. célprogram alapjában véve a föld alatti elégetés fejlettebb módszereinek kérdéseivel foglalkozik.

A Központi Földtani Hivatalhoz tartozik a geofizikai műszerek és módszerek kutatása és fejlesztése c. ágazati célprogram, amelynek megvalósítása több kutatóhelyen szerepel.

A kőolaj- és földgáztermelés hatékonyságának növelése, a nagyobb kihozatal biztosítása céljából végzett termeléstechnológiai kutatás elválaszthatatlan az egyes alap- és szaktudomány ágaktól és a határterületi tudományoktól. Ezek a kutatási feladatok is összefüggő nagy kérdéskomplexumot ölelnek fel, korszerű elgondolásokra épülő vizsgálati módszereket, értelmezéseket igényelnek. Ismeretes, hogy a gáz és víz besajtolás nagy múltra visszatekintő, a maga idejében kielégítő eredménynek bizonyult, de ezektől lényegesen jobb, nagyobb kihozatalt biztosító eljárásokra van ma már szükség.

A nem elegyedő folyadék besajtolással történő termelési irány, részben a hagyományos vízbesajtolás továbbfejlesztett, jobb hatásfokú változatait

foglalja magában, részben új, mesterségesen előállított kiszorító közegek besajtolásának módszerét és anyagkiválasztását tartalmazza.

A vízbesajtolás gazdaságos továbbfejlesztési lehetőségei közé tartozik olyan adalékanyagok alkalmazása, amelyek a kiszorító közeg fizikai tulajdonságait változtatják meg, úgy tűnik, hogy a viszkozitásnövelő eljárások fontos szerepet kapnak az elkövetkezendő években, de előtérbe kerülnek a felületaktív anyagos kiszorítási eljárások is. A nem-newtoni folyadékok porózus közegben való létrehozásaival, mikroemulziók, habok, polimeroldatok alkalmazásának lehetőségével világviszonylatban foglalkoznak és mi is kísérletezünk.

A széndioxidos kiszorítást, amely főleg átoldódási képessége alapján fejti ki hatását, mi is a korszerű eljárások közé soroljuk és alkalmazásba vettük.

A fejlett eljárásoknál a kiszorítási hatásfok lényegesen megnövekszik, a területi hatásfok azonban nagyon sok esetben leromlik, ezért még inkább előtérbe kerülnek azok az eljárások, amelyek a területi hatásfok romlását valamelyest mérsékelni képesek, ezek közé tartoznak a különleges termikus eljárások is.

Valójában az ipari felhasználások közé már bekerültek a korszerűnek nevezett kiszorítási eljárások, ezt bizonyítja az USA-ban közzétett összeállítás, mely szerint ezeknek az eljárásoknak a száma az Egyesült Államokban 1971 elejéig 148 volt, ebből 101 termikus módszer.

A fejlett olajtermelő országokban már túl vannak a kísérleti stádiumon. Alkalmazásuk döntően gazdasági probléma. Egészen kimagasló eredményekről is tudunk: Kanadában kiemelkedik Albertában a Golden-Spike mező 50,8 millió m^3 olajkészlettel, ahol a gázzal lefelé hajtott propántakaró szorítja ki 95%-os hatásfokkal az olajat.

A Szovjetunióban is széles körű felhasználást nyert a felületaktív anyagos módszer, a föld alatti elégetésnek a legkülönbözőbb formája, elsősorban azonban az ún. nedves elégetési eljárások, melyeknél a kondenzációs zóna szabályozása jelenthet jó műszaki megoldást.

A robbantási technika világszerte széles körű hasznosításáról olvashatunk, Magyarországon is beindult a nagy hatósugarú szilárd alapanyagú robbantásos kísérlet, folyamatban van a folyadék halmazállapotú robbantó anyagoknak a kutatása.

Új korszakot nyitott a szénhidrogének kitermelésében a föld alatti nukleáris robbantások bevezetése. A tömött és természetes állapotban nem termelhető rétegek leművelése. Ezek a nukleáris robbantások alapjában véve nagy hatósugarú kőzetrepesztések, ezzel együtt azonban eredményezik a kőzetfluidumoknak bizonyos átalakulását, láncszakadások révén könnyebb frakciók kialakulását. Az USA-ban nagyszámú föld alatti nukleáris kísérlet tapasztalatai után került sor a RULISON-terv megvalósítására, amely kísérletek alapján előirányozza az ipari készlet jelentős növelését, az atomrobbantás révén.

Kb. 6 évvel ezelőtt a Szovjetunióban is végrehajtottak föld alatti nukleáris repesztést két karbonát-típusú olajtárolóban, amivel a telepek termelékenységét és a kihozatalt jelentősen megnövelték, ezzel a nukleáris termelési módszerek a Szovjetunióban is bekerültek a termelési eljárások közé.

Nagyon messzire vezetne a szénhidrogénbányászat számos kutatási problémájának és feladatának a felsorolása — külön említést érdemel a fúrástechnológia fejlesztése, iszap-cement technológia fejlesztése, a fúrások műszerezettsége, kiegyensúlyozott fúrás, légöblítéses fúrás, a geofizikai műszerfejlesztés, a karottázsértelmezés, a geológiai értelmezés stb.

A kutatás és műszaki fejlesztés területén dolgozóknak az elkövetkezendő években is tanulmányozni kell a nemzetközi irodalmat, támaszkodni kell a nemzetközi munkamegosztásban rejlő eredményekre, fejleszteni kell szakmai ismereteiket.

Meg kell említeni, hogy az egyes szaktudományok területén olyan óriási információs áradattal találkozunk, hogy annak feldolgozása, hasznosítása bonyolult problémát jelent még akkor is, ha ahhoz korszerű eszközök állnak rendelkezésünkre. Nem halad megfelelően előre az a kutató és vezető, vagy az az egység, amelyik csak a szűk irodalomra, vagy valakinek, vagy valakiknek az elképzelésére támaszkodik. A kutatóknak alkotói kutatómunkára kell törekedni, több ismeretnek együttes értelmezéséhez sajátos gondolatát és saját kutatási elképzelését is hozzá kell tenni, szükség esetén gyors kísérletekkel kell tisztázni az egyes részfeladatokat, ha erre nincs lehetőség licenc vásárlásra és know-how vásárlásra kell inkább javaslatot tenni, minthogy beláthatatlan hosszú kutatásba kezdjünk, mert a technikai fejlődés olyan gyors, hogy ami ma még korszerűnek mondott kutatási eljárás, holnap már túlhaladott tevékenységnek számít.

Az iparral közvetlen kapcsolatban álló kutatóhelynél az elkövetkezendő években elsőrendű feladatok közé az egyes kutatóhelyek módszerfejlesztését helyezzük. Minden kutatórészlegnek el kell jutnia addig, hogy a számítógépes eljárást értelem és szükség szerint alkalmazásba tudja venni.

A szervezettség vonalán javítani kell a kutatóhely szervezeti felépítését, az egyes területeket mentesíteni kell a napi adminisztratív ügyek intézésétől, hogy nyugodtabb alkotói munkára is lehetőség legyen. Más területen az ipari kutatás és marketing szemléletet kell előtérbe helyezni, amibe beletartozik a hazai iparfejlesztés problémáinak megoldása, a hazai és nemzetközi kooperáció kialakítása. A nemzetközi integráció vonalán elsősorban a KGST kötelezettségekre, a KGST integráció fejlesztésére gondolunk. A kooperációnál a kölcsönös előnyökre épülő nemzetközi kooperáció fejlesztését tervezzük.

Az eddiginél fokozottabb gondot kívánunk fordítani a licenc és know-how vásárlásokra és azok felhasználására, de nagyobb mértékben kell megteremteni a lehetőségét a szellemi termékeink külföldi hasznosításának.

Nem tértem még ki azokra a kutatási feladatokra, melyek az alap-

kutatással vannak kapcsolatban, vagy a prognosztika, illetve a futurológia nagy fontosságú kérdései közé tartoznak. Ennek a részaránya nálunk minimális, de fejlesztése és hasznossága az emberiség egyetemes érdekeit szolgálja és mindenképpen támogatni kell.

Véleményem szerint a Magyar Tudományos Akadémia kutatásirányítási és koordinációs munkájának felelősségteljes, magas szintű vitele biztosítéka a tudományos-technikai forradalom hazai kibontakozásának, de hozzájárul az emberiség egyetemleges problémáinak megoldásához is.

AZ ÁSVÁNYELŐKÉSZÍTÉS VÁRHATÓ FEJLŐDÉSE

TARJÁN GUSZTÁV
AKAD. LEV. TAG

A dúsabb nyersanyag előfordulások kimerülése az ásványelőkészítést egyre jelentősebb szerephez juttatja az ásványiparban. Új eljárások is alkalmazásra kerülnek, mint pl. a közelmúltban az optikai (fényvisszaverődésen alapuló) és radiometrikus eljárás, a szelektív flokulálás. Újabb és újabb ércfajtákra találnak alkalmazást a — tágabb értelemben az ércelőkészítéshez sorolható — hidrometallurgiai (oldási-lúgozási) műveletek, az ioncserélő és extrakciós eljárások, a biológiai (baktériumos) előkészítés.

A *távolabbi* (20—30 éves) jövő ásványelőkészítésének várható alakulását megjósolni természetesen nem lehet. Intő példát szolgáltat erre RICHARDS R. H. esete, aki a maga korában a legnagyobb szaktekintélynek számított (az ércelőkészítésről a századforduló tájékán 3-kötetes nagy monográfiát is írt). RICHARDS a szaksajtóban nyomtatásban megjelent nyilatkozatában kizártnak tartotta az akkor erősen elterjedt rázott szérnél jobb dúsító berendezés megjelenését, amely az üzemekből a szért a jövőben kiszoríthatná. Ma a nedves szér gyakorlatilag eltűnt az ércelőkészítésből, s a századfordulón még teljesen ismeretlen eljárás, a flotálás a legelterjedtebb ásványelőkészítő módszer. Az ásványelőkészítés távoli jövőjében is bizonyára jelentkeznek majd jelenleg még teljesen ismeretlen eljárások. S valószínűleg egyes ma már ismert, de nagyüzemben még nem alkalmazott eljárás is üzemi alkalmazásra találhat; amilyen pl. a magnetohidrodinamika, az elektro- és dielektroforézis, a nagy hőmérsékletű plazma-technológia stb., vagy a lézerjelenségek, az ultrahanggal, gőz fesztelenítéssel, az elektromos áram termikus vagy elektrohidraulikus hatása alapján való aprítás.

Elfogadható megbízhatósággal csupán az elkövetkező egy-másfél évtized ásványelőkészítésének várható alakulását lehet megjósolni, a jelen és közelmúlt fejlődési irányának „változatlan" továbbfolytatását extrapolálva. Ezt a manapság észlelhető fejlődési irányt a mind nagyobb és nagyobb teljesítményű, automatákkal vezérelt üzemek építése és ezekben nagy kapacitású, nagyméretű egyedi gépek alkalmazása jellemzi.

Az emberiség fémigényének rohamos növekedését s a kitermelt nyersércek fémtartalmának fokozatos csökkenését csupán a kibányászott nyers-

MTA X. Osztályának Közleményei 5/3—4. 1972

ércmennyiség növelésével lehet kompenzálni. A szegény ércek *gazdaságos* kitermelése és előkészítése csakis minél kisebb fajlagos beruházással létesített és kis üzemköltséggel dolgozó „nagy üzemekkel" valósítható meg. Kis fajlagos beruházási és üzemköltségre a minél nagyobb egyedi gépek alkalmazásával juthatunk. Ez a tendencia — a régebbi „lassú" fejlődéssel szemben — a közelmúltban kezdett rohamosan jelentkezni, s bizonyosra vehető, hogy a jövőben is érvényesülni és folytatódni fog. Pl. az őrlőmalmok nagyságának fokozatos növekedése a nagy rézérc-flotálóművekben: 1960-ig 3 m, a hatvanas évek közepén 3,8 m, 1969-ben 4,3 m, 1970-ben 5 m, 1971-ben 5,5 m átmérőjű volt a rézérceket őrlő „legnagyobb" golyósmalom. (1960-ban 1, 1965-ben 4, 1970-ben ~8 ezer LE-s volt e „legnagyobb" malmok motorja.)

Nagy primer autogénőrlő malmokat az amerikai *rézérc*-flotálóművekben csak újabban (1970 óta) alkalmaznak. (Európában már régebben is alkalmaztak primer autogénőrlést szulfidos ércek őrlésére.) De a jelenleg épülő vagy tervezett É-amerikai ércelőkészítőművek ~80%-a már primer autogénőrléssel dolgozik. Amerikában vasércek őrlésére kezdték a nagy primer autogénmalmokat először használni; 1961-ben 5,5 m, 62-ben 6,4 m, 63-ban 7,3 m, 66-ban 8,2 m, 67-ben 9,8 m, 71-ben 10,4 m max. átmérővel. Az 1970-ig konstruált autogénmalm ok egyike sem volt nagyobb 9,8 m átmérőnél és 7—8 ezer LE motornál. Jelenleg egy alaszkai külfejtés vasércének egy menetben flotációs finomságra való aprítására-őrlésére 12,2 m ∅, 25 000 LE autogénmalom kerül felállításra, de már szó van még nagyobb (35 000 LE !) egység kivitelezéséről is. (A ~10 m ∅ autogénmalom 7—8 ezer LE energiaszükséglettel évi 2—3 millió tonna ércet felőröl 20—30 cm darabnagyságról közvetlenül a flotálás [~0,2 mm] finomságára !)

A dobmalmok energiaszükséglete az átmérő ~2,5 hatványával, teljesítménye az átmérő 2,6—2,9 hatványával arányosan változik. Sok kis teljesítményű malom helyett kevesebb nagy teljesítményű malom alkalmazása azonban nemcsak nagyobb fajlagos teljesítményük miatt előnyös. Fajlagos beszerzési költségük, helyigényük, páncél- és őrlőtest kopásuk, kiszolgálási és karbantartási munkaigényük is egyaránt kisebb; műszerezésük és automatizálásuk egyszerűbb és gazdaságosabb. (Autogénmalmokban az acél őrlőtest-kopás is elmarad.)

Az őrlőgépekéhez hasonló rohamos növekedést mutat a közelmúlt mechanikus flotálócelláinak nagysága is: 1963-ig 1,7 m^3, 66-ban 7,1 m^3, 70-ben 11,4 m^3, 71-ben 17,1 m^3 volt a maximális egyedi cella. Bizonyosra vehető, hogy a mind nagyobb és nagyobb teljesítményű üzemekben mind nagyobb és nagyobb egyedi gépek alkalmazásának tendenciája a jövőben is folytatódik.

A 60-as évek számos 30—40 ezer t/nap (10—15 millió t/év) kapacitású nagy rézérc-flotálóműve közül kiugrik Chiquicamata 60 ezer t/nap kapacitású flotálóüzeme; 1970-ben épült Duval Sierrita 72 ezer t/nap, 1971-ben Bougainville 90 ezer t/nap kapacitású üzeme. Amerikai szerzők azzal számolnak, hogy

még a századforduló előtt ~100 ezer t/nap (~35 millió t/év) teljesítményű, nagymértékben automatizált flotálóművek lesznek a „normál" üzemek, amelyekben „egyetlen" cellasor látja el a nagy autogénmalmokkal egy menetben flotációs finomságra őrölt ércek egyes flotálási lépcsőit. Szerintük a kis üzemek a jövőben teljesen el fognak tűnni s az évi 0,5—1,5 millió tonnás „középnagyságú" ércelőkészítőművek létesítését is csak különleges adottságok indokolhatják.

Az automatizálás és műszerezettség a jövő nagy előkészítő műveiben igen magas fokú lesz. A szabályozó automatáknak a kívánt eredmény optimális és leggazdaságosabb elérése céljából szükséges vezérlését a közeljövő korszerű nagy ásványelőkészítő műveiben valószínűleg direkt digitális számítógép végzi majd. (Ilyen rendszerű automatikus szabályozással dolgozik máris néhány nagyobb amerikai ércelőkészítőmű.) Az USA-ban az ásványipar már 1966-ban a teljes beruházása 6—7%-át fordította szabályozó berendezésekre és automatikára, de voltak üzemek, ahol ez a részarány az összes beruházás 15—20 %-át is elérte. 1975-ben előreláthatólag az átlagérték lesz kb. 15% nagyságrendű. Amerikai szaklapokban hangoztatott vélemény szerint az ásványiparban az 1960-as évtizedben az automatizálás nagyobb költségmegtakarítást, ill. hasznot eredményezett, mint bármilyen más intézkedés vagy találmány.

A fokozatosan nagyobb és nagyobb üzemek létesítésének köszönhető az ércelőkészítő művek 1 munkásra eső fajlagos termelékenységének fokozatos növekedése. Pl. az USA-ban ez 1926—42—68-ban rendre 7—15—38 t/h volt. Ugyancsak a „nagy üzem" nagyobb hatékonysága az oka jórészt annak is, hogy a még gazdaságosan kitermelhető és feldolgozható nyersércek átlagos fémtartalma az évek során fokozatosan csökkenhetett. Pl. a rézércek esetében az USA-ban e kritikus Cu% érték 1900-ban 4%, 1920-ban 1,8%, 1940-ben 1,2%, 1960-ban 0,8%, 1970-ben 0,65% volt. (S a további prognózis 1980—1990—2000-re sorban 0,52—0,40—0,25% Cu.)

Az ércelőkészítő művekéhez hasonló irányzat (nagy üzemek, nagy egyedi gépek, automatizálás) jelentkezik a szénmosóművek építésében is. Pl. a Ruhr-vidék szénmosóinak átlagos teljesítménye 1929—59—69-ben rendre 170—380—600 t/h volt (460—880—1500 t/h volt az időszak legnagyobb kapacitású üzeme).

A jövő ásványelőkészítő műveinek egyes részlegeit könnyen javítható vagy cserélhető módon beton alapozásra vagy alacsony vasszerkezetre helyezve, zömmel alighanem a „szabadban" állítják majd fel, legfeljebb (levegővel felfújt) műanyag sátorral burkolva azokat. A gyártó cégek az egyes részlegeket teljesen készen, „előregyártva" szállítják, csővezetékkel, elektromos és egyéb szerelvényekkel ellátva úgy, hogy azok más alkatrészekkel könnyen és gyorsan összekapcsolhatók lesznek. A konstrukciós anyag — a jelenleg általánosan alkalmazott folytvas idomok, csövek, lemezek, ill. öntöttvas helyett — a „megfelelő" fémötvözetek mellett nagyrészt műanyag (gyanta) lesz.

A vízfolyások és a levegő tisztaságát már napjainkban is többé-kevésbé szigorú rendszabályok védik. Ennek köszönhető pl., hogy már ismét megjelentek a halak Anglia iparvidékeinek egyes folyóiban, amelyekből évtizedekkel korábban kipusztultak. Remélhetőleg hasonló változás a hazai elszennyeződött folyóink (és az európai iparvidékek folyói) esetében is mihamarább bekövetkezik. Ezek elszennyezésében egyébként az ásványelőkészítő műveknél jóval bűnösebbek az egyéb iparágak. Az iparilag fejlettebb országok előkészítőművei ui. már ma is „zárt vízkörforgalommal" dolgoznak, s az esetlegesen szabad vízfolyásokba eresztett vizet a mechanikai és kémiai szennyezésektől gondosan mentesítik.

A levegő tisztaságát az ásványiparban leginkább a szulfidos érckoncentrátumokat pirometallurgiai úton feldolgozó kohók SO_2-gáza veszélyezteti. (Az USA-rendszabályok következtében pl. egyes kisebb amerikai rézkohókat be is zártak.) Jelenleg töményebb SO_2-tartalmú kohógázokat produkáló kohósítási eljárások kifejlesztése, ill. bevezetése van folyamatban, amelyekből a kéndioxid gazdaságosan kinyerhető és eltávolítható.

A jövő nagy előkészítő műveiben termelődő óriási meddő mennyiség továbbkezelése is gondot jelent. Több lehetséges mód kínálkozik: pl. építőanyagként, vagy a bányába visszaszállítva tömedékanyagként hasznosítható a meddő termék (vagy annak egy része); a külszínen visszamaradó meddőhányókat is bizonyára rekultiválják majd: földművelésre hasznosítják, vagy erdősíteni-parkosítani fogják s a dolgozók üdültetésére használják, remélhetőleg már a minél közelebbi jövőben.

Az Osztályülés, Tárczy-Hornoch Antal akadémikus indítványára úgy határozott, hogy az elhangzott előadások vitáját az anyag megjelenése után, annak alapos áttanulmányozása alapján valósítja meg. Minthogy azonban egy szóbeli és egy írásbeli vitaanyag (Borai, Patvaros) máris beérkezett, ezeket az alábbiakban közöljük. (Főszerk.)

A TÁRSADALMI-GAZDASÁGI SZEMPONTOK ÉRVÉNYESÜLÉSE A GEONÓMIÁBAN

BORAI ÁKOS

A FÖLDRAJZTUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA

A Föld- és a Bányászati Tudományok Osztálya által rendezett közgyűlés ez évi programjának tengelyében a geonómia, mint tudományos irányzat állt, amely a természet és a társadalom koncepcionális egészének megfogalmazását tűzte ki célul.

Az elhangzott vélemények a geonómia differenciált ismeretelméleti értékelését tükrözték, mivel a geotudományok képviselői interdiszciplináris jellegű kutatási eredményeik egyeztetését különböző szinten látják megvalósíthatónak.

A természet és a társadalom kölcsönhatásának elemzését feltáró geonómiai kutatás ismeretelméleti szerepének polarizált értékelése szembetűnő. A geonómia STEGENA L. szerint a különböző földtudományok szervezeti kerete. SZÁDECZKY-KARDOSS E. akadémikus munkásságának rendkívüli jelentőségét abban látja, hogy a föld- és a bányászati tudományok osztályának megszervezésével kedvező feltételt teremtett a specializálódó földtudományok számára. Nyomatékosan hangsúlyozta, hogy a szaktudományok önálló, szuverén léte az eredményes kutatómunka egyik feltétele. Ezen értelmezés szerint differenciálódó földtudományok számára a geonómia csupán cégér. Nem vitás, hogy a tudomány önfejlődése során körülhatárolt, speciális célokat követő, hagyományos módszerekkel élő kutatás aránylag könnyen vezethet megbízható eredményre. Az interdiszciplináris értékelésen alapuló átfogó koncepció megfogalmazása viszont eleve csábít az „egyetemes tudományos módszer" kidolgozására. Ezen tudomány ugyanis „autonóm" jellegénél fogva az együttműködésre érdemesnek tartott diszciplínáknak könnyen redukciós szerepet szán. SZÁDECZKY-KARDOSS E. akadémikus „Geonómia és társadalom" címen megtartott

előadása eloszlatta ezzel kapcsolatos kétségeinket. A geofolyamatok hatalmas arányú pannóját rajzolta meg, amely a részkutatási eredmények alapján az általánosítható egész képét öltötte. A referátum ugyanis a nagy földi dinamizmus olyan koncepcióját tárta elénk, amely az egyes geotudományok (geológia, geokémia, geofizika stb.) sajátos részeredményeire támaszkodik.

A tudomány történetének mindig volt olyan időszaka, amely *egységes koncepció* megfogalmazásával szolgálta a haladást. Az újonnan felismert tények birtokában a jelenségek átfogó megmagyarázása — az analízisen felülemelkedve — olyan szintézis kialakulását látta feladatának, amely hipotetikus jellegénél fogva ösztönző hatást gyakorolt a kritikára. A földtudományok egységes fejlődési képének megrajzolása aktuális feladattá vált. A részletkutatási eredmények interdiszciplináris hasznosítása a koncepción belül az extrapoláció magasabb síkján realizálódik, amely a hipotézis jellegéből kifolyólag gyakran csak jóval később igazolható. Engedjék meg, hogy állításom alátámasztásaként a képzőművészeti alkotások szemléletében érvényesülő sajátos distancia fontosságára hívjam fel a figyelmet. Ha egy nagyméretű mozaikpannót közelről veszünk szemügyre, a részletek szépségében gyönyörködhetünk, amelynek funkcionális szerepe nyilvánvalóan más, mint a nagyobb távolságból megfigyelhető koncepcionális egészben tükröződő valóság. Ilyen értelemben lehetséges, hogy a geonómia jegyében megfogalmazott koncepció az egész és a részek közötti kapcsolat teljességével még nem mindenben rendelkezik. Mindez jelen esetben nem az antikvitásból adódó probléma, hanem az új koncepció megfogalmazásának természetes velejárója.

Meglátásom szerint a nagy földi dinamizmus koncepciója megfelel az *elvi ellenőrizhetőség* követelményének, mivel az empirikus vizsgálat tényanyagának verifikációja jól támasztja alá a hipotézis mondanivalóját. A litoszférának a köpenybe történő benyomulását ugyanis három, egymástól független vizsgálati módszer eredménye igazolja. Ezzel kapcsolatban az előadás — többek között — hitelt érdemlően tárta fel a szétszakadó litoszféra divergenciáján alapuló óceáni medence megnagyobbodási folyamatát. Bizonyíthatóan vázolta a mélytengeri árkok mentén a kontinensek alátorlódó litoszféralemezek irányulási tendenciáját geofizikai (szeizmikus) és paleomágneses mérési eredmények alapján. A betoldási övezetek nagynyomású gőzcentrumainak kialakulását, funkcionális szerepét ugyanakkor az MTA Geokémiai Kutató Laboratóriumban végzett kőzetvizsgálatok ellenőrzésével sikerült megnyugtatóan rekonstruálni.

Az összföldtudományi szemléleten alapuló hipotézist a *maximális általánosság érvénye* jellemzi, mivel nemcsak azon jelenségek megmagyarázására alkalmas, amelyet feladatául választott, hanem eredeti indítékánál jóval szélesebb körű összefüggések értelmezését is lehetővé teszi. A geonómia és a társadalom sajátos összefüggéseinek feltárásakor Szádeczky-Kardoss E. az orvosmeteorológiai jelenségek egy részét sikeresen vezette vissza a geokémiai

folyamatok hatására. A litoszféralemezek sajátos mozgásának következményeként ugyanis a bonyolult geokémiai folyamatok elektromos tereket hoznak létre, amelyek fiziológiai hatása mérhető.

A hipotézis alapvető módon támaszkodik a korábbi tudományos kutatás eredményeire. A WEGENER-elmélet bírálatakor ugyanis nemcsak az abszolút és a relatív ismeretanyag dialektikus kapcsolatrendszerének globális érvényességét vonja kétségbe, hanem a felvetett probléma megmagyarázásakor épít a korábban feltárt összefüggések használható jelentés tartalmára. A folytonos kapcsolat elvének követelménye a legplasztikusabban a nagy biológiai változások geonómiai hátterének megrajzolásakor figyelhető meg. A koncepcióból ugyanis kiderül, hogy a betoldási öv felett kiemelkedő hegységek lepusztulásából üledékes kőzet keletkezik a levegő oxigéntartalmának és a víz egy részének felhasználásával, amely a köpenybe tolódás alkalmával visszakerül a hidroszférába és az atmoszférába. A vázolt folyamat következtében az atmoszféra oxigéntartalma periodikusan hullámzik. A nagy hegységképződési időszakokban a légkör oxigéntartalma csökken, majd a betoldás időszakában lassan újra megnövekszik. A légkör oxigéntartalmának csökkenéséhez kevésbé alkalmazkodni tudó növények és állatfajták a hegységképződés idején kipusztulnak, s helyükre jobban alkalmazkodó fajták lépnek. Ezen hipotézis a nagy földi dinamizmus által keltett életritmus alakulásának megmagyarázásában jelentős szerepet játszik. A tudományos kutatás által korábban kimutatott, de hitelt érdemlően eddig még nem magyarázott jelenséget a *korrespondencia követelményének* megfelelően tárta fel. A részletkutatások által produkált tényanyag bizonyító ereje az extrapoláció olyan lehetőségét biztosítja, amelyben a korábbi megállapítások érvénnyel bíró konzekvenciái szervesen beépülnek.

A nagy hatású koncepcióban a geofolyamatok mozgásformáinak értelmezése a ténylegesnél korlátozottabb. Ismeretes, hogy a betoldási folyamatot SZÁDECZKY-KARDOSS E. hatalmas arányú geokémiai körfolyamatként jellemezte. A geológiában közismert körforgás ugyanis az anyagi mozgásformák jellegezetes megnyilvánulása. Olyan önmozgás, amely két ellentétes irányú változás egységeként jelentkezik. Eszerint a körforgásban megnyilvánuló önmozgás az adott ellentmondás állandó megoldódása és állandó újrakeletkezése. A vázolt koncepcióban azonban a körforgás értelmezése a mozgás *egyéb* irányaival is kapcsolatban van, amelynek következményeként a *körforgás a fejlődés viszonylagos mozzanata.* A fejlődés „differencia specifikája" a progresszió és a regresszió egységében fejeződik ki, amely a minőségi állapotok megváltozásának irányát tekintve meghatározott. A körforgással kapcsolatos változás azonban a koncepció esetében az ismétlődés meghaladásának formáját is jelenti. Ezen „nem ismétlődésnek" sajátos megnyilvánulása az irreverzibilis változás, amelyet a tudomány a termodinamikának köszönhet. A mechanikai hőelmélet második fő tétele ugyanis az energiaátalakulások irányát tárta

fel; s nyilvánvalóvá tette azon nézetek tarthatatlanságát, amely szerint a világegyetem alapvető állapota a változatlanság, az abszolút körforgás (ismétlődés).

A természettudományokban felismert irreverzibilis folyamatokkal részben ellentétes a filozófia által értelmezett kategória, amely szerint az irreverzibilis változás nem a reverzibilis változás ellentéte. Eszerint az irreverzibilis változás nem jelenthet egyensúly felé (izósztázia) illetve, kiegyenlítődés irányába ható haladást, amely viszont a koncepcióban az élet kialakulásának és fejlődésének bizonyos mérvű feltétele. Mivel a filozófia irreverzibilis változáson az ismétlődéstől és a körforgástól eltérő változási irányt érti, célszerű lenne a koncepcióban az egyes mozgásformák tartalmát pontosítani.

A nagy hatású koncepció a valóságban megkerüli a természeti és a társadalmi tényezők kölcsönhatásának feltárását. A földszerkezeti fejlődés szerepének a termelési viszonyokon belüli értékelése ugyanakkor könnyen félreérthető. A régi civilizációk, a föníciai, a római, görög, asszír, babiloni, perzsa, indiai, kínai, azték és maya kultúrák Szádeczky-Kardoss E. szerint az aktív betoldási övek melegebb klímájú szakaszain fejlődtek ki. A megfogalmazásból arra lehet következtetni, hogy a tenger közelségének, a gyors szintingadozásnak, a változatos geomorfológiai adottságok létrejöttének stb. meghatározó szerepe van a termelési viszonyok kialakulására. A nagy földi dinamizmusnak a társadalmi fejlődés döntő tényezőjeként való megemlítése könnyen félreértésre vezet. Meggyőződésem, hogy Szádeczky-Kardoss E. a potenciális adottságként szereplő aktív betoldási övezeteket nem tekinti a társadalmi viszonyok determináló tényezőjének.

A környezetkutatás földrajzi problémáit Pécsi M. akadémiai levelező tag a természet és a társadalom kölcsönhatásaként taglalta. Nyomatékosan hangoztatta, hogy a természet és a társadalom kapcsolata a földrajzi környezet velejárója. Eszerint a földrajzi környezet nem pusztán természeti vagy társadalmi tartalmú, hanem *önálló kategória*. Előadásában felhívta a figyelmet a természeti környezet átfogóbb értékelésére, amely az emberi ökumené határain kívüli térségeket is magában foglalja. A természeti környezet ugyanis a geológiai fejlődés eredményeként csak az emberiség megjelenése után vált az ember földrajzi környezetévé.

Az előadás jelentős segítséget nyújtott a geonómia ideológiai vonatkozásainak egyértelmű megfogalmazásához. Pécsi M. ugyanis nyomatékosan hangoztatta, hogy a „földrajzi környezet állandó és nélkülözhetetlen feltétele a társadalmi létnek, de hogy a civilizációk kialakulásában, fejlődésében valamely természeti környezet földrajzi helyzete, földtani, biológiai, nyersanyag- és energiakészlete mikor, milyen mértékben és hol válik relatíve időleges vagy állandó invariánssá, azt a társadalomnak és a gazdaságnak fejlettségi fokától függő szükségletek szabják meg."

A természeti erőforrások és adottságok gazdasági elemzésének igényét az előadás — érthetően — csak röviden érintette.

Az elhangzott referátumok nagy részéből kicsendült a társadalmi-gazdasági értékítélet figyelembevételének szükségessége.

A megoszló vélemények alapján a természeti erőforrások különböző szintű értékelése vált nyilvánvalóvá. A nemzetközi integrációs követelményeket figyelmen kívül hagyva nem egy esetben mellőzték a hozzászólók a vállalati és a népgazdasági érdekek egyeztetését. Éppen ezért időszerű lenne külön osztályülésen megbeszélni a természeti adottságok kvantitatív és kvalitatív értékelésének problémáit.

NUKLEÁRIS ROBBANTÁSOK ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI NAGY MÉLYSÉGŰ ÉRCELŐFORDULÁSOK KITERMELÉSÉRE

PATVAROS JÓZSEF

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA

Bevezetés

A fekete lőport Európában már a XIII—XIV. században használták hadászati célokra és csupán 1627-től a Selmecbányán végrehajtott első bányászati robbantástól számítjuk annak békés célú felhasználását. Az Egyesült Államok Atomenergia Bizottsága (USAEC) 1957-től már békés célú föld alatti nukleáris robbantásokat hajtott végre a Plowshare program keretében a Nevada sivatagban. Az első hadászati alkalmazástól tehát alig tíz esztendő telt el a nukleáris robbantások békés célú felhasználásának bekövetkezéséig. Napjainkig az Egyesült Államokban már több mint 500, a Szovjetunióban pedig 200-nál több, az egész világon közelítőleg 1000 föld alatti nukleáris robbantást hajtottak végre [2, 3].

A föld alatti nukleáris robbantások kiértékelésével foglalkozó nagyszámú irodalmi és kongresszusi anyag alapján valószínűsíthető, hogy a nagy mélységű, nagy mennyiségű de viszonylag kis fémtartalmú ércelőfordulások kitermelésében a jövőben az egyik leghatásosabb eszköz lehet a nukleáris robbantás.

A mátrai nagy mélységű ércesedés előzetes, nagyvonalú kutatásai, a Nagy-Alföld aljazatának regionális, geológiai-morfológiai elemzései azt valószínűsítik, hogy hazánk az 5—10 km mélységi tartományokban igen gazdag ásványi kincsekben. Ezen potenciális lehetőségeink birtokában kötelességünk a legújabb, így a nukleáris bányászati technológiával foglalkozó szakirodalmat figyelemmel kísérni és kiértékelni, hogy biztosíthassuk a magyar bányászat jövő évezredbeli fennmaradását is [6].

A nukleáris robbantásnál végbemenő folyamatok

A nukleáris robbantásra a végrehajtott kísérleti robbantások tapasztalatai szerint a következő fázisok jellemzők [4, 5, 7]:

a) a pillanatnyi energia felszabadulás, vagy más néven a magreakció fázisa (időtartama mikrosecundumokra terjed ki);

b) a hidrodinamikus fázis (millisecundumok alatt játszódik le);

c) a kvázistatikus fázis (sec-percig tart);

d) hosszú időtartamú fázis (naptól—évekig terjed).

a) *A pillanatnyi energia felszabadulás fázisában* a reakció összes energiája $4{,}2 \times 10^{21}$ erg kevesebb, mint 1 mikrosecundum alatt szabadul fel. A hőmérséklet pedig a magreakció, azaz a pillanatnyi energia felszabadulás fázisában

$$T = (1{,}37 \times 10^{7})\ ^{\circ}C$$

Ez a hőmérséklet olyan nagy, hogy hatására a nukleáris töltet közvetlen közelében, mintegy 3—5 m átmérőjű, gömb alakú tartományban a legnagyobb szilárdságú kőzetek (gránit, bazalt, diorit stb.) is gőz halmazállapotba kerülnek. A keletkező nyomás pedig

$$p_m = 1{,}15 \times 10^{15}\ \mathrm{din/cm^2}$$

b) *A hidrodinamikus fázisban* a kitáguló gázok erős ütést mérnek a kőzetfalra. Az ütő hullám ezután szuperszonikus sebességgel halad tovább. Az amplitúdó és a terjedési sebesség azonban rohamosan csökken a távolsággal. Az ütőhullámok a töltet közvetlen közelében felaprítják a kőzetet, távolabb pedig szeizmikus hatást váltanak ki.

A RAINIER-robbantással kapcsolatos megfigyelések és számítások azt mutatták, hogy a nukleáris töltet körül 2—3 m sugarú gömbben a kőzetek gőz, mintegy 3—4 m sugarú tartományban cseppfolyós halmazállapotba kerültek. A gőz halmazállapotú tartományban kb 1 millió ata, a cseppfolyósban pedig kb. 400 000 ata volt a nyomás. A töltettől mintegy 40 m távolságra a nyomás lecsökkent 1400 ata-ra s ezen a tartományon belül a kőzetek erősen összetörtek. 40—90 m távolságra a töltettől a törőhullámok átalakultak rugalmas szeizmikus hullámokká.

A kialakult üreg falát kőzetolvadék vonta be, amelynek vastagsága körülbelül 50 cm, a hőmérséklete pedig néhány ezer fok volt.

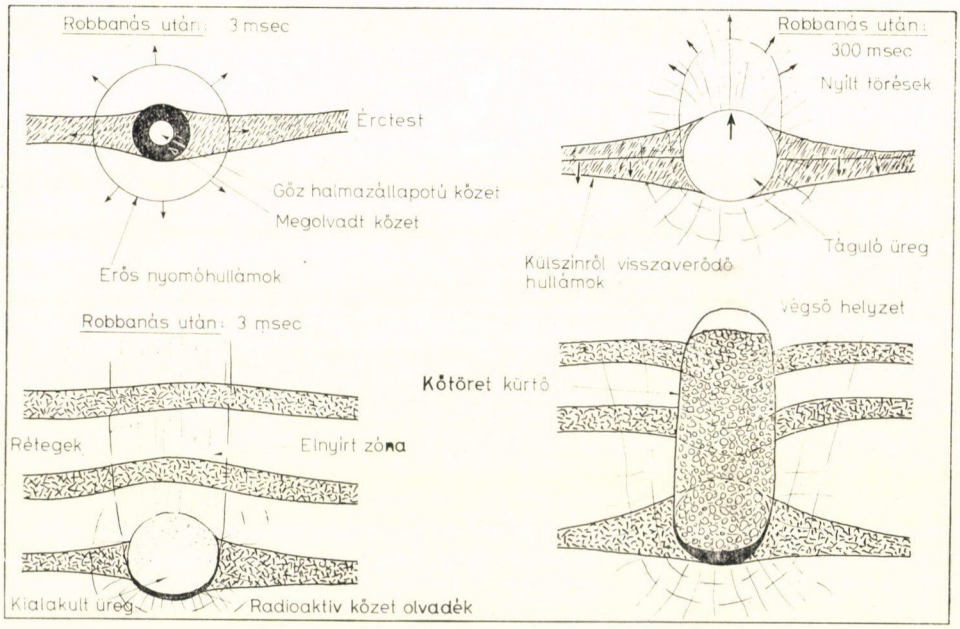
Az 1. ábra a nukleáris robbantásnál lejátszódó folyamatokat szemlélteti az idő függvényében. Jól látható, hogy a közvetlen roncsolási folyamat néhány másodperc alatt végbemegy.

c) *A kvázi-statikus fázisban* a nukleáris robbantású üregben a nyomás lecsökken a litosztatikus nyomásig (ez megfelel a fedőkőzetek és a légköri nyomás összegének). A nyomás lecsökkenésével megindul az üreg falának a leszakadása. A RAINIER-robbantásnál az üreg kb. 120 sec-ig állt meg. Ezután a megolvadt kőzet az üreg aljára folyik, ahol idővel megüvegesedik. Ez az olvadék tartalmazza egyébként szilíciumtartalmú mellékkőzetek esetén a sugárzásnak mintegy 90%-át.

Azután, hogy a nukleáris robbantással létrehozott nagy közvetlen nyomás lecsökken, létrejön az üreg falának ellentétes irányú mozgása a tufában levő víz elpárolgásából keletkezett vízgőz nyomásának hatására. A nagyarányú

beszakadás ezután az időközben a külszínről visszaverődő és húzó feszültségeket ébresztő hullámok hatására megy végbe. A húzófeszültségek hatására a képződött üreg magasabb fedőjében levő kőzetek is leszakadnak és kitöltik az üreget.

d) *A hosszú időtartamú fázisban* a robbanás által létrehozott nyomás és hőmérséklet egyenlőtlenség, amelyik a teljes energia felszabadulásának több



1. ábra. Nukleáris robbantással kialakított üreg-kürtő létrejöttének fázisai

mint a fele a kőzetekben gyűlik össze feszültség-energia vagy magas hőenergia formájában. Ennek az egyenlőtlenségnek az eredményeként hosszú időn keresztül fennmarad a hőáramlás és a gázok diffúziója, de erősen csökkent mértékben. Ha víz nincs jelen, akkor a hőmérséklet rendszerint magasabb szokott lenni.

Az említett jelenségeket igazolandó, megemlíthetjük, hogy a SALMON-kísérletnél 6 hónappal a robbanás után az üregben parciális vákuumot találtak.

A föld alatti nukleáris robbantásnál lejátszódó folyamatok rövid ismertetése után az 1. táblázatban a RAINIER-kísérlet példáján bemutatjuk, hogy az egyes kőzetroncsolási folyamatokra a felszabaduló energia hány százaléka fordítódott, valamint azt, hogy a roncsolási folyamatok sugárirányban meddig terjedtek.

1. táblázat

Energiamegoszlás a RAINIER*-robbantásnál*

Zóna	Sugár m	Energia-felszabadulás %
Párolgás	0—18,9	8,2
Olvadás	18,9—19,0	19,1
Darabolás	19,0—40,0	47,0
Repedésképződés	40,0—85,0	21,2
Rugalmas deformáció	85	4,5

Nukleáris robbantású üreg jellemző méretei

Amerikai vizsgálatok szerint a nukleáris robbantású üreg sugara a következő összefüggéssel kalkulálható:

$$R = C \frac{W^{\frac{1}{3}}}{(\varrho \cdot h)^{\frac{1}{3}\varkappa}},$$

ahol

C = a kísérleti nukleáris robbantásoknál megállapított empirikus konstans, amelynek különböző körülmények között végrehajtott robbantásoknál tapasztalt értékei a 2. táblázatban szerepelnek.

W = a robbanás energiája (kt TNT)

ϱ = a fedőrétegek átlagos sűrűsége (g/cm^3)

h = a fedőrétegek vastagsága (m)

Ha $\varkappa = \frac{4}{3}$ értéket helyettesítünk be, akkor a nukleáris robbantású üreg sugara a következő kifejezéssel számítható:

$$R = C \frac{W^{\frac{1}{3}}}{(\varrho \cdot h)^{\frac{1}{4}}} \quad [\mathrm{m}]$$

A keletkező kürtő magassága pedig:

$$H = K \cdot R$$

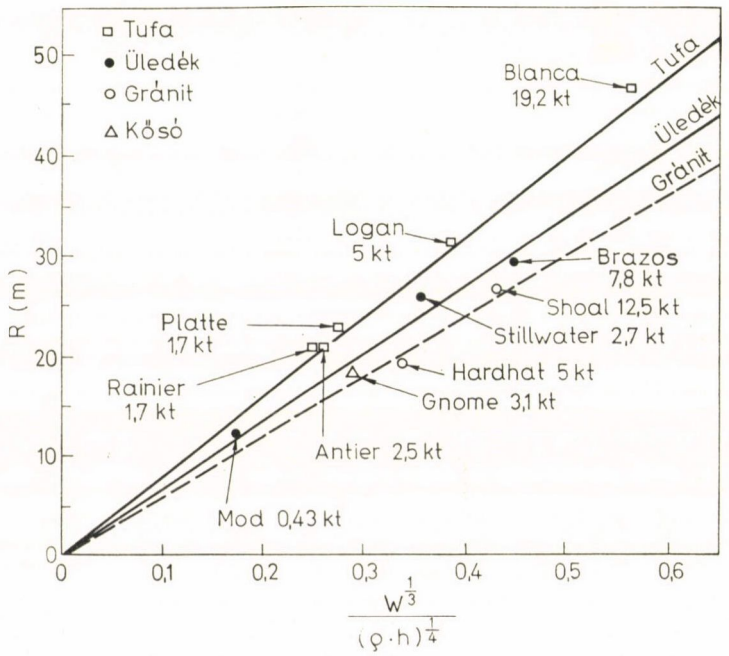
A K értékét a Nevada Test Site keretében végrehajtott nukleáris robbantásokra a 2. táblázat tartalmazza meghatározott morfológiai tulajdonságú kőzetekre.

A 2. ábra szemléletesen mutatja be a tufában, üledékben, gránitban és kősóban különböző takaróréteg vastagság mellett végrehajtott nukleáris robbantásoknál keletkezett üregek sugarának alakulását a töltet erősség függvényében. A 3. ábra pedig a különböző föld alatti nukleáris robbantású üregek sugara és magassága közötti összefüggést szemlélteti.

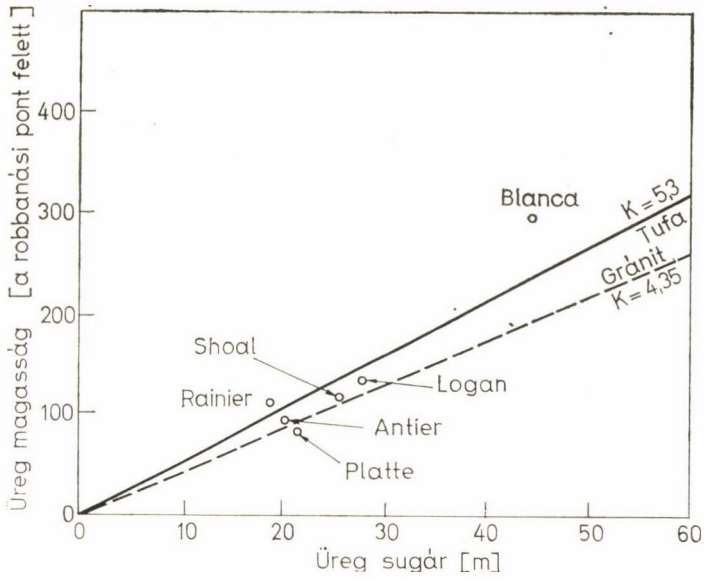
2. táblázat

Robbantás megnevezése	Kőzetek	Robbanási teljesítmény W(kt)	Robbantási mélység d(m)	Kőzetsűrűség (g)cm^3	Robbantott üreg sugara R_c(m)	Robbantott üreg magassága H(m)	C	K
Rainier	Tufa	1,8 ±0,2	274	1,9	19,8	117,7	77,8	5,9
Logan	Tufa	5 ±0,2-0,4	283,5	1,8	28,0	134,1	75,9	4,8
Blanca	Tufa	22 ±2	301,1	1,8	44,2	301,1	76,1	6,8
Entler	Tufa	2,7 ±2,3	402,0	1,9	19,8	90,5	74,8	4,6
Plett	Tufa	2 ±0,2	191,4	2,2	21,6	81,6	77,7	3,8
Med	Alluvium	0,47±0,05	181,1	1,9	11,3	nincs adat	64,3	—
Stilowter	Alluvium	2,8 ±0,3	181,1	1,9	24,7	181,1	76,4	omlási
Brazos	Alluvium	8,3 ±1	256,3	2,0	27,7	256,3	65,1	üreg a
SimarronTufa	-alluvium	12 ±1,5	304,8	2,0	32,6	304,8	70,8	külszínig
Hoosec	Alluvium	3,4 ±0,3	187,1	1,9	25,9	187,1	76,5	terjed
Hardhat	Gránit	5 ±1	286,2	2,7	19,2	85,6	57,7	4,5
Soul	Gránit	13,4 ±2	367,4	2,7	25,3	108,5	60,5	4,2
Handcar	Dolomit	12 ±1	402,3	2,3	21,3	68,0	51,3	3,2
Gnom	Galit	3,4 ±0,5	360,9	2,3	18,7	Jelentéktelen omlási üreg	66,8	—
Salmon	Galit	5,3 ±0,5	827,8	2,3	16,7	Az üreg nem omlott be	6,3	—

$$C = R_c \frac{\varrho \cdot h^{\frac{1}{4}}}{W^{\frac{1}{3}}} \qquad K = \frac{H}{R_c}$$



2. ábra. Nukleáris robbantású üreg sugara a robbanótöltet és a fedőrétegek nyomásának függvényében

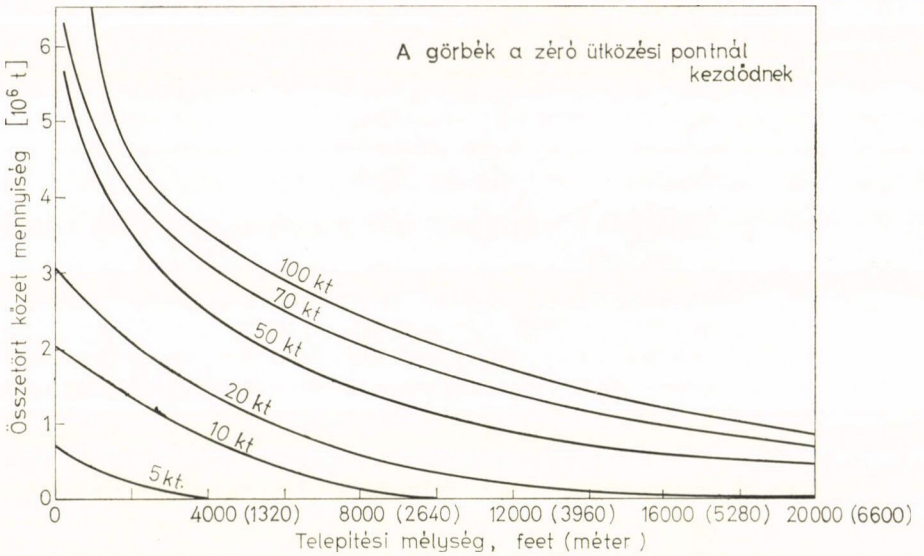


3. ábra. Föld alatti nukleáris robbantású üreg magassága az üreg-sugár függvényében

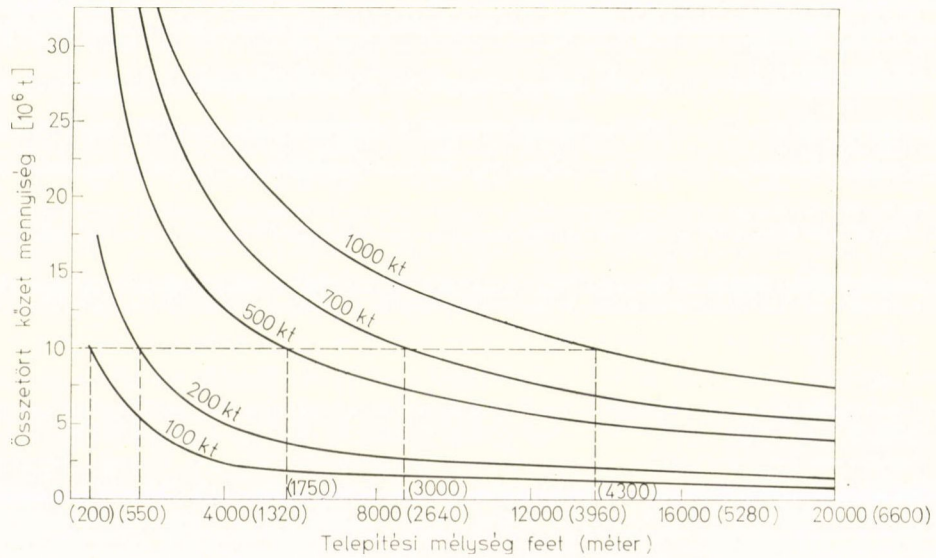
Minél nagyobb szilárdságú a robbantandó kőzet, annál kisebb a K értéke és egészen nagy mélységben az egységgel lesz egyenlő, vagyis az üreg sugara és magassága megegyezik egymással.

A töltet hatóereje, a robbantás mélysége és az összetört kőzettömeg közötti összefüggés

Az összetört kőzetmennyiség változását a telepítési mélység és a töltet-erősség függvényében jól érzékeltetik a Lawrence Radiation Laboratory-nak elméleti számításokon alapuló és gyakorlati megfigyelési adatokkal ellenőrzött diagramjai, amelyeket a 4. ábra és az 5. ábra tüntet fel belső (teljesen föld alatti hatású) nukleáris robbantásokra. A 4. ábra segítségével a kis és közepes hatóerejű töltetek esetén állapítható meg a különböző mélységekben az összetört kőzetek mennyisége. Az 5. ábra alapján viszont a nagy mélységre telepített nukleáris töltetek által összemorzsolható kőzetmennyiség határozható meg. Az ábráról jól érzékelhető, hogy azonos tölteterősség esetén az összemorzsolható kőzetmennyiség hiperbolikusan csökken. Megfordítva a kérdést, addig, amíg 10 millió tonna kőzet összetöréséhez 200—250 m mélységben 100 kt-ás töltet szükséges, 550 m mélységben már —200 kt-ás, 1700—1800 m mélységben —500 kt-ás, 3000 m mélységben —700 kt-ás, 4300—4500 m mélységben pedig 1000 kt-ás (1 Megatonnás) nukleáris töltet szükséges. A még nagyobb mélység tartományokban pl. 6000 m-nél valószínűleg 10 Mt-ás, 10 000 m mély-



4. ábra. Az összetört kőzetmennyiség változása a telepítési mélység és a nukleáris töltet nagyságának függvényében. (Lawrence Radiation Laboratory TID 7695 nyomán)

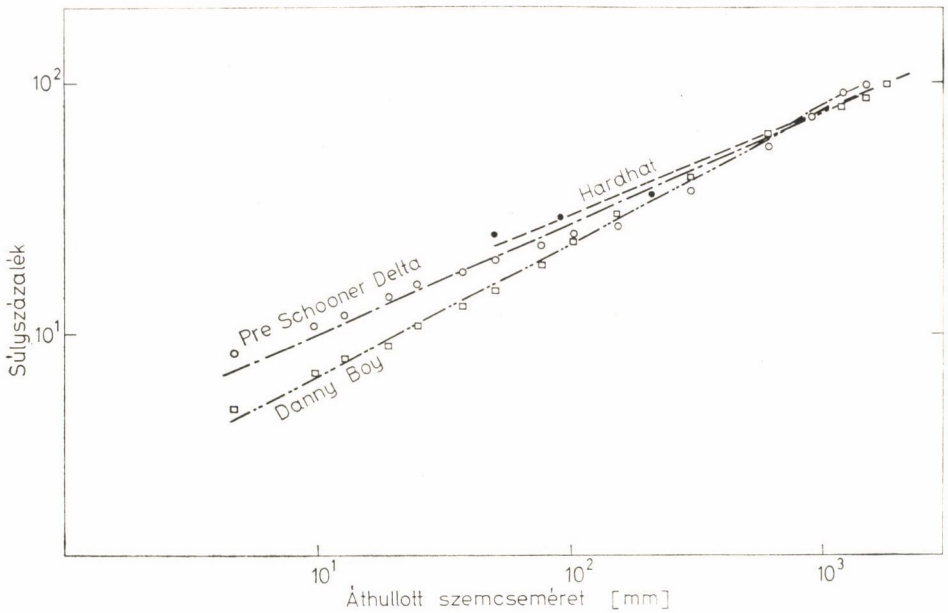


5. ábra. Az összetört kőzetmennyiség változása nagy nukleáris töltetek alkalmazása esetén telepítési függvényben. (Lawrence Radiation Laboratory TID 7695 nyomán)

ségben pedig 200—500 Mt-ás hatóerejű nukleáris töltetre van szükség $10 \cdot 10^6$ t mennyiségű kőzet felaprításához.

A kőzetroncsolás méretei és termékei

A nukleáris robbantás eredményeként inhomogén szemcseösszetételű nyersanyaghalmaz képződik. A nukleáris kürtő legalsó részén a radioaktív termékekben dús kőzetolvadék foglal helyet. E fölött először a nagyobb, majd



6. ábra. Az áthullott szemcseméret súlyszázalék szerinti eloszlása különböző nukleáris robbantásoknál

egyre kisebb szemcséjű kőzettöret rétegek, míg a kürtő tetején keletkező légzsák közelében a finom por alakú szemcserétegek helyezkednek el. Természetesen a kürtőben elhelyezkedő összetört nyersanyaghalmazban is keletkeznek kisebb-nagyobb légzsákok, amelyek jelentősebb mennyiségű radioaktív hulladékot tartalmazhatnak.

A 3. táblázat három nukleáris robbantás nagy mennyiségű mintáján végzett szitaelemzés eredményeit mutatja be. Ugyanezen adatok szerepelnek a 6. ábrán is, amelyek azt mutatják meg, hogy a szemcsenagyság és az áthullási súlyszázalék között logaritmikus koordináta-rendszerben lineáris az összefüggés, ami viszont a mintavétel véletlenszerű, azaz normális eloszlási törvényszerűségeiről tanúskodik.

3. táblázat

*Szemcseméret súlyszázalék szerinti eloszlása különböző nukleáris robbantásoknál (*HANSE *and* TOMAN, *UCRL*—12180. 1964. *nyomán)*

Danny Boy			Pre-Schooner Delta			Hardhat		
Szitaméret		Áthull. %	Szitaméret		Áthull. %	Szitaméret		Áthull. %
ft/in	m/m		ft/in	mm		ft/in	mm	
6 ft	1830	100	6 ft	1830	100	6 ft	1830	100
5 ft	1525	88	5 ft	1525	100	4 ft	1220	89,4
4 ft	1220	83	4 ft	1220	92	2 ft	610	61,1
3 ft	915	75	3 ft	915	74	1 ft	305	43,9
2 ft	610	63	2 ft	610	57	6 in	212	63,1
1 ft	305	43	1 ft	305	38	3 in	91	29,0
6 in	152,400	30	6 in	152,400	28	2 in	51	25,0
4 in	101,600	24	4 in	101,600	25			
3 in	76,200	19	3 in	76,200	23			
2 in	50,800	15	2 in	50,800	20			
$1\frac{1}{2}$ in	38,10	13	$1\frac{1}{2}$ in	38,10	18			
1 in	25,400	11	1 in	25,400	16			
$\frac{3}{4}$ in	19,050	9	$\frac{3}{4}$ in	19,050	14			
$\frac{1}{2}$ in	12,700	8	$\frac{1}{2}$ in	12,700	12			
$\frac{3}{8}$ in	9,525	7	$\frac{3}{8}$ in	9,525	11			
$\frac{1}{4}$	4,7	5	4	4,7	8			

A 3. táblázatból és a 6. ábráról látható, hogy a nukleáris robbantással felaprított nyersanyag halmaznak mintegy 40%-a 300 mm-nél kisebb szemnagyságú. Az 1 m-nél kisebb szemek mennyisége pedig mintegy 75—80 súlyszázalék. A teljes nyersanyag halmazban 1,8—2,0 m-nél nagyobb méretű anyagszemcsék nem találhatók.

A kitermelési technológiától függően a nukleáris robbantás után kialakult töret további kisebb-nagyobb mérvű felaprítására van szükség, amelynek

megvalósítási módjai az elérhető gazdasági eredményektől függően a következők lehetnek:

1. az egyszer már felaprított nyersanyagnak gyengébb nukleáris töltettel történő újbóli megrázása és tovább aprítása;

2. brizáns robbanóanyagokkal történő határozás;

3. a nukleáris kürtőkből kitermelt nagy kőzetdaraboknak a fejtési térség közelében pofás vagy egyéb törőgépekkel való felaprítása;

4. lúgozásos kitermelési technológia esetén az üzemszerű lúgozási folyamat megindulása előtt a kőzetszemcsék mállásának elősegítése agresszív savak beadagolásával.

Nukleáris robbantású fejtési módszerek

Nukleáris robbantású fejtéseket a hagyományos tömegtermelő ércbányászati fejtések helyett az alábbi esetekben feltétlenül célszerűbb alkalmazni:

a) nagy és jó minőségű, de viszonylag kis ércvagyon esetén;

b) nagy mennyiségű, de gyenge minőségű ásványvagyon esetén.

A nukleáris robbantással létrehozható fejtési módok a következők:

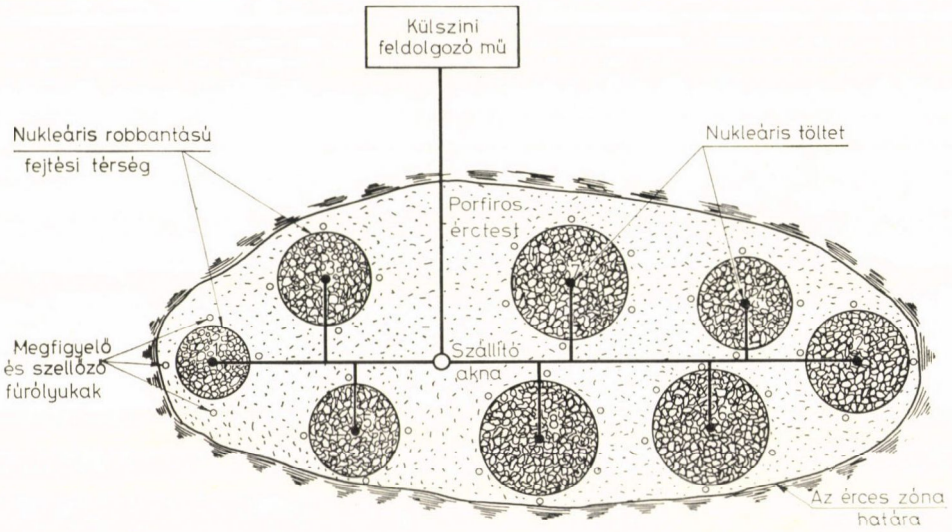
1. egyszerű nukleáris töltetek egymás utáni bizonyos várakozási idő utáni alkalmazásával;

2. vízszintes elrendezésben telepített kisebb nukleáris töltetek alkalmazásával, azok szimultán vagy mikrokésleltetésű felrobbantásával;

3. a 7. ábra vízszintes metszetben, a 8. ábra pedig függőleges metszetben mutatja be egy kürtőszerű nagy kiterjedésű porfiros érctest kombinált nukleáris fejtési módszerét. Ennél viszonylag kisebb töltetekkel perforálják az érctestet, majd ezeknek kitermelése után az üregekkel meggyengített tömböt nagy hatóerejű nukleáris töltetekkel aprítják fel. A lehetséges fejtési méreteket a 8. ábra tünteti fel. A perforáló kisebb nukleáris töltetekkel összemorzsolt készlet 1—5 millió t, míg a nagy nukleáris töltetekkel felaprított készlet 50—100 millió tonna lehet;

4. nagyméretű magazinfejtések alakíthatók ki nukleáris töltetek sorozatrobbantásával. A 9. ábra egy szinten belül mutatja be az érctároló fejtés kialakítását. A 10. ábra pedig azt az esetet vázolja fel, amikor egyidejűleg több szinten is folyik a nukleáris robbantású magazinfejtés. A 9. ábrán vázolt magazinfejtésekben a lerobbantott készlet mennyisége elérheti a 10—50 millió tonnát. Ez a mennyiség pedig egy évi 5.10^6 t termelésű bánya számára 2—10 évig jelent zavartalan üzemmenetet. Az ilyen fejtésmódoknál az újabb sorozat robbantásra csak hosszú időszakonként van szükség s ezért a radioaktív fertőzöttség veszélye lényegesen lecsökken.

A 10. ábrán bemutatott megoldásnál egy egész szint egyszerre történő felrobbantásával 100—150 millió tonna nyersanyag is felrobbantható, ami a fentebb említett termelés mellett 20—30 évi zavartalan üzemmenetet biztosít.



7. *ábra.* Nagy kiterjedésű porfiros érctest szakaszos kitermelése nukleáris robbantású fejtési térségekkel

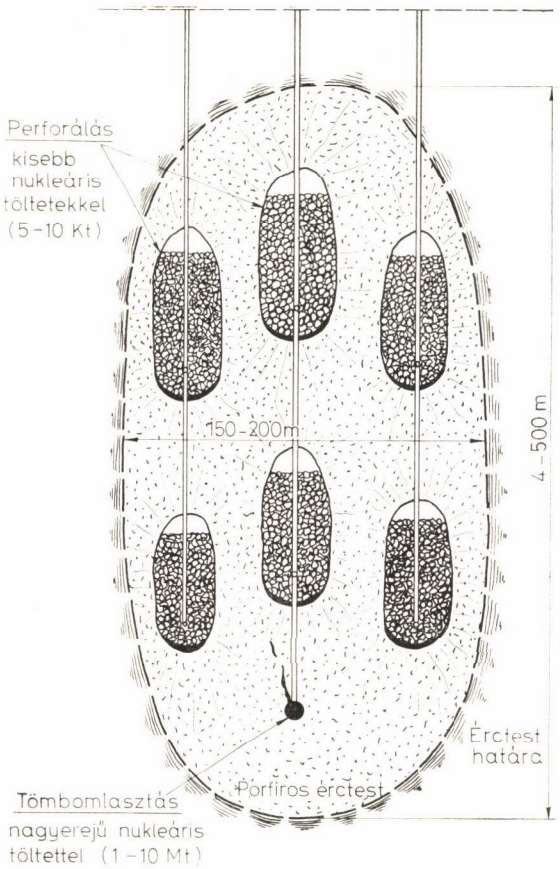
Az Egyesült Államokban már elkészültek egy olyan ércbánya lefejtési tervei, ahol 300 millió tonnás ércvagyont 15 nukleáris töltet segítségével egyszerre fognak felaprítani.

A nukleáris robbantású fejtés előkészítése

A nukleáris robbantású ércbányászati fejtésmód esetében tulajdonképpen két alapvető előkészítési módszer lehetséges:

1. a nukleáris töltet elhelyezése a külszínről mélyített fúrólyukból történik. A feldarabolandó érctestet ezenkívül a külszínről mélyített aknához csatlakozó feltáró és fejtés előkészítő vágatokkal fogják közre. A nukleáris robbantás végrehajtása után a robbanás helyéhez közel levő vágatszakaszok esetleges újrabiztosítása válik szükségessé. Az összeroncsolt hasznos ásványi anyag kitermelése a hagyományos csapológurítós fejtéssel történik és az elszállítás a bányavágatokban és az aknákon keresztül történik a külszínre. Az ilyen előkészítési módnál a nukleáris töltet elhelyezése, valamint a robbanás eredményeinek megfigyelésére szolgáló fúrólyukak kihajtása néhány hétig — esetleg néhány hónapig tart. A feltáró és az előkészítő vágatok kiképzése több hónapot, esetleg 1—2 évet vehet igénybe.

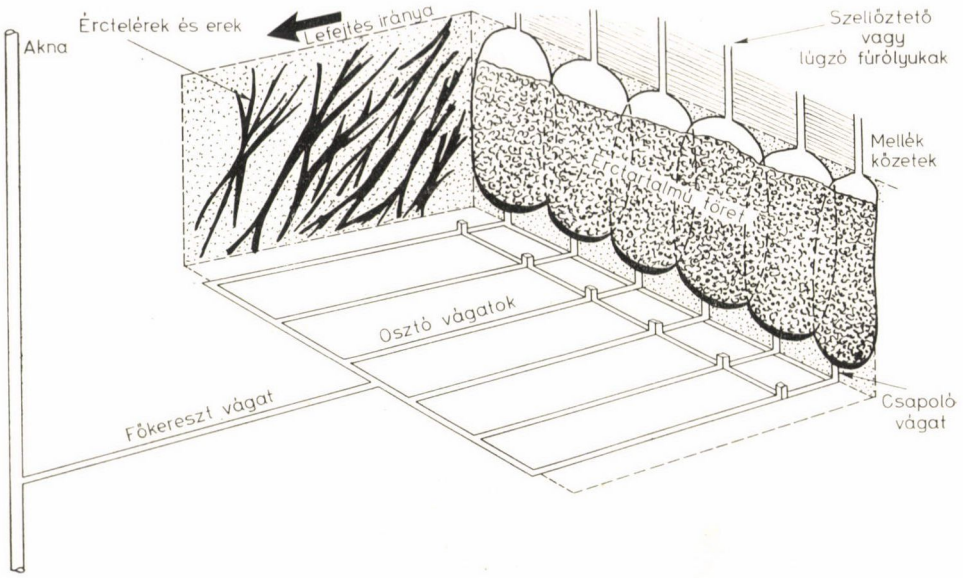
2. A nukleáris töltet elhelyezése, valamint az összemorzsolt ásványanyag hasznos komponenseinek kitermelése is fúrólyukakkal történik. Itt tulajdonképpen a hasznos fémek kifejtésére szolgáló lúgozóoldat leadása, valamint a



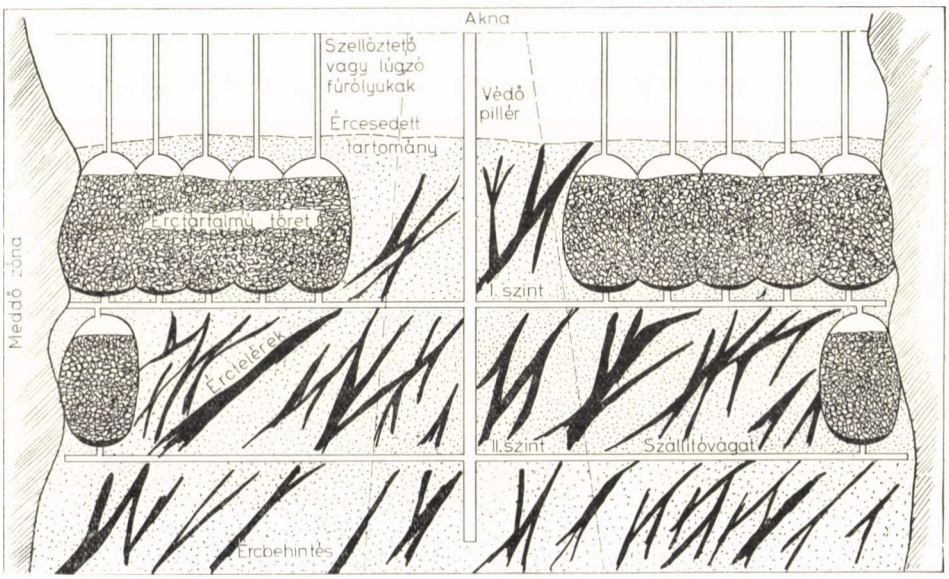
8. ábra. Kürtőszerű porfiros érctest felaprítása kombinált nukleáris töltetekkel

nukleáris üreg szellőztetése is a fúrólyukak segítségével történik. Ennek a módszernek nagy előnye, hogy az összes előkészítő bányatérség fúrásos technológiával készülhet. Emberek föld alatti tartózkodására nincs szükség. A robbantás lefojtása tökéletesebb és a fúrólyukak károsodása kisebb lehet. Hátrányos viszont, hogy az egyenletes termelés kevésbé biztosítható a fúrólyuk vagy a fúrólyukak esetleges elzáródása esetén. Nagy, 1500–2000 m körüli, vagy ennél még nagyobb mélységben települt érctestek kitermelésére hazai körülményeink között, ahol a mellékkőzetek hőmérséklete az alacsony geotermikus gradiens következtében igen nagy, valószínűleg kizárólagosan a fúrásos fejtéselőkészítés kerülhet csak szóba.

A nagy mélységű érctestek fúrásos előkészítésének megvalósítására természetesen nagy teljesítményű fúróberendezések létrehozására van szükség, valamint olyan fúrási technológiák kidolgozására, amelyekkel egyetlen fúró-



9. ábra. Nagyméretű magazinfejtések kialakításának vázlata nukleáris töltetek sorozatrobbantása esetén



10. ábra. Porfiros ércelőfordulás többszintes lefejtésének vázlata nukleáris robbantású fejtések segítségével

lyukból az érctest közelében fúrólyuk-csokor képezhető. Ezáltal ugyanis a mélység függvényében ugrásszerűen növekvő fúrási költségek jelentősen mérsékelhetők.

A fejtés haladási iránya és ütemezése

Nagy érctest nukleáris robbantásos kitermelésénél az aknamezőt kétszárnyúra célszerű kiképezni. Ezt indokolja az, hogy addig, amíg az egyik szárnyon a már kirobbantott fejtési üreg vagy üregek kitermelése folyik, addig a másik szárnyon megtörténhet az új nukleáris robbantású fejtések előkészítése, illetőleg kellő időben a nukleáris töltetek elrobbantása.

Az előkészítést és a robbantást úgy kell ütemezni, hogy az egyes nukleáris robbantások után mintegy 8—14 hónap elteltével kezdődhet csak meg az üregekben elhelyezkedő nyersanyaghalmaz kitermelése. Az említett várakozási idő alatt a radioaktív termékekből származó sugárzás olyan mértékben lecsökken, hogy a megmaradó sugárzási szint a megfelelő biztonsági intézkedések betartása esetén nem jelent különösebb veszélyt a kezelőszemélyzetre. Az említettek következtében a fejtés előkészítés és a fejtés váltakozva folyhat az aknamező egyik, illetve másik szárnyán.

Az egyes nukleáris robbantású fejtéseket az aknamező határától hazafelé haladóan kell telepíteni. Ily módon jelentősen csökkenthető a bányanyitó aknák s a fő feltáró vágatok károsodása, amelyet a robbantáskor keletkező szeizmikus hullámok keltenek.

Az egyes szintek leművelését felülről lefelé haladó sorrendben célszerű végrehajtani. Ily módon megvalósítható a hagyományos és a nukleáris robbantású ércfejtés kombinációja. A magasabb szinteken, ahol megfelelő szellőztetéssel normális bányabiztonsági feltételek biztosíthatók, a hagyományos osztószintes, tömbomlasztásos fejtésekkel történhet a termelés. A mélyebb szinteken pedig át lehet, ill. valószínűleg át is kell majd térni a nukleáris robbantású fejtések alkalmazására. A felülről lefelé haladó művelési sorrend a nukleáris robbantású fejtések alkalmazásánál is lehetővé teszi, egyrészt a nagyobb hatóerejű és drágább nukleáris robbantásoknak időben késleltetett alkalmazását, másrészt az újabb és hatékonyabb lúgzási technológiák kidolgozását.

A lejövesztett készlet hasznosítása

Jó összehasonlítást ad a hagyományos tömegtermelő ércbányászati fejtésmódok és a nukleáris robbantású fejtés munkafolyamatai között a 4. táblázat.

A nukleáris robbantású fejtési térség bányavágatokkal való feltárásánál a munkafolyamatok a rakodás és a szállítás tekintetében megegyeznek a hagyományos ércbányászati fejtés módokéval, a fokozott biztonsági előírások betartása esetén.

4. táblázat

Fajlagos termelési költségek (dollár/t) különböző ércfejtések esetén (US Bureau of Mines RI 7391. Table 5.)

Tevékenység	Osztószintes omlasztásos fejtés	Tömb-omlasztásos fejtés	70 kt-ás nukleáris robbantás
Feltárás	0,384	0,296	0,40
Fúrás és robbantás	0,335	0,004	0,19
Érccsapolás	0,275	0,338	0,30
Gurítójavítás	0,007	0,465	0,46
Bányaszállítás	0,323	0,308	0,45
Aknaszállítás	0,116	0,083	0,10
Szellőztetés	0,074	0,119	0,15
Ellenőrzés és irányítás	0,200	0,135	0,20
Egyéb	0,116	0,082	0,10
Összesen	1,83	1,83	2,35

A nukleáris robbantású üregből hagyományos technológiával kitermelt és elszállított nyersanyagnak külszíni előkészítőműben történő feldolgozása lényegében a jelenlegi urán dúsítóművek technológiáinak megfelelően történhet.

A nukleáris robbantású üregben elhelyezkedő érchalmaz kinyerésének egy másik megoldási lehetősége, amelyik különösen nagy mélységben kerülhet előtérbe, a fúrólyukak segítségével történő in-situ kilúgozás.

A szulfidos rézércek hatékony in-situ kilúgozásához alapvetően szükséges tényezők a következők:

1. hogy a rézásványt tartalmazó töret minél finomabb legyen azért, hogy a lúgzó oldat minél jobban érintkezhessen az ércszemcsékkel;

2. hogy a rézásvány kémiailag minél jobban oldható legyen a lúgzó oldat pH-ját megfelelő értékre kell beszabályozni;

3. a felaprított érctestet határoló kőzetek ne eresszék át a lúgzó oldatot;

4. a lúgzó oldat áramlása a felaprított érchalmazban szabályozható legyen;

5. olyan berendezések, amelyek az erősen savas lúgzó oldat korrodáló hatását tartósan elviselik.

Szulfidos ércbányákban legtöbbször pirit az egyik állandó kísérő érc. A pirit pedig oxigén és bányavíz jelenlétében, ha azokkal folyamatosan érintkezik, pl. perkoláció révén, akkor felbomlik és kénsav, valamint ferroszulfát képződik.

Oxigén és kénsav jelenlétében a ferroszulfát átalakul ferriszulfáttá, mely azután a legtöbb rézásványt feloldja.

A réz és a vas kettős szulfidjai, mint a bornit Cu_5FeS_4, a kubonit — $CuFe_2S_4$, kalmerit — $CuFe_2S_3$, kalkopirit $CuFeS_2$ normális lúgzó oldattal csak nehezen oldódik ki. A különböző rézásványok kilúgozhatósági fokát a szemnagyság függvényében az 5. táblázat tünteti fel. Az olyan szulfidos ércek

5. táblázat

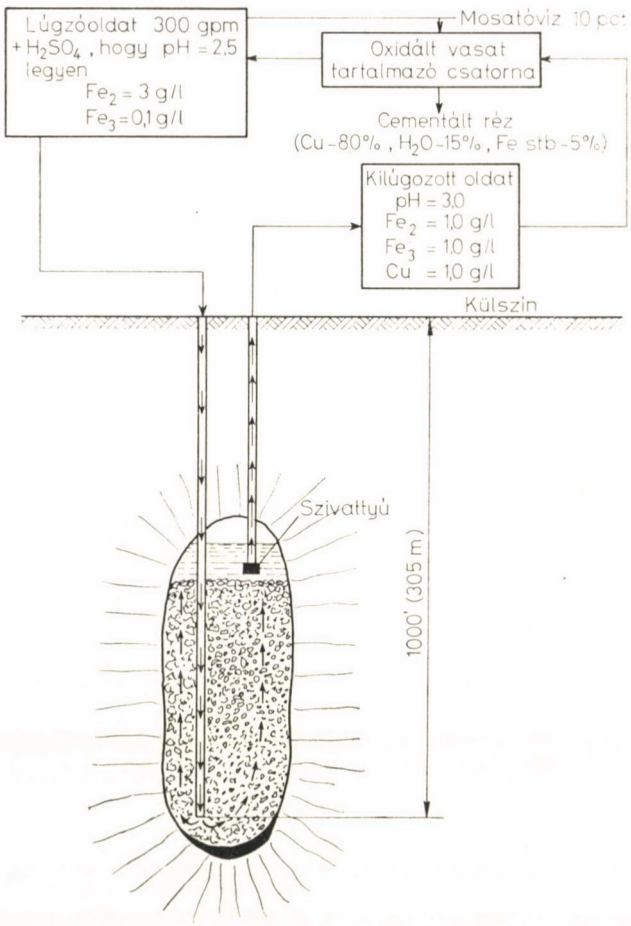
Különböző rézásványok kilúgozhatósági foka +100—200 mesh szemnagyság és 35 °C hőmérséklet esetén (US Bureau of Mines adatai szerint)

Rézásvány	Lúgozási idő	Oldószer	Kilúgozott Cu fém %
Azurit	1 óra	1 pct H_2SO_4	100
Malachit	1 óra	1 pct H_2SO_4	100
Tenorit	2 óra	1 pct H_2SO_4	98
Krizocolla	24 óra	5 pct H_2SO_4	100
Krizocolla	1 óra	2 pct vas mint $Fe_2(SO_4)_3$ + 2 pct H_2SO_4	100
Kuprit	1 óra	2 pct vas mint $Fe_2(SO_4)_3$ + 2 pct H_2SO_4	100
Kalkozin	20 nap	1 pct vas mint $Fe_3(SO_4)_3$ + 0,5 pct H_2SO_4	97
Bornit	21 nap	1 pct vas mint $Fe_2(SO_4)_3$ + 0,5 pct H_2SO_4	99
Kovellin	47 nap	1 pct vas mint $Fe_2(SO_4)_3$ + 0,5 pct H_2SO_4	57
Kalkopirit	43 nap	1 pct vas mint $Fe_2(SO_4)_3$ + 1 pct H_2SO_4	2
Kalkopirit	42 nap	5 pct vas mint $Fe_2(SO_4)_3$ + 0,5 pct H_2SO_4	30
Enargit	60 nap	1 pct vas mint $Fe_2(SO_4)_3$ + 0,5 pct H_2SO_4	2
Tennantit	30 nap	2 pct vas mint $Fe_2(SO_4)_3$ + 0,5 pct H_2SO_4	7
Tetraedrit	23 nap	1 pct vas mint $Fe_2(SO_4)_3$ + 0,5 pct H_2SO_4	95

kilúgozásához, amelyek kevés piritet tartalmaznak, fokozott mennyiségben kell kénsavat és vasat adagolni [1, 2, 3, 4, 5, 7].

A 11. ábra a réz in-situ kilúgozásának egyik legelterjedtebb megoldását az elárasztásos módszert tünteti fel. Az elárasztásos kilúgzásnál néhány fúrólyukon keresztül lúgzó oldattal kell feltölteni a nukleáris robbantással létrehozott érchalmazt. Más fúrólyukakon keresztül szivattyúk segítségével az érchalmaz tetején összegyűlt kilúgozott, fémben feldúsult oldatot a külszínre kell továbbítani. A külszínen azután oxidált vassal töltött tartályokba vezetik a kilúgozott oldatot, ahol a réz cementálódik és üledék formájában összegyűlik. A réz cementáció Cu tartalma a 80%-ot is eléri. A cementáló tartályokban a réz a következő reakció szerint csapódik ki rozsdás vas adagolás hatására:

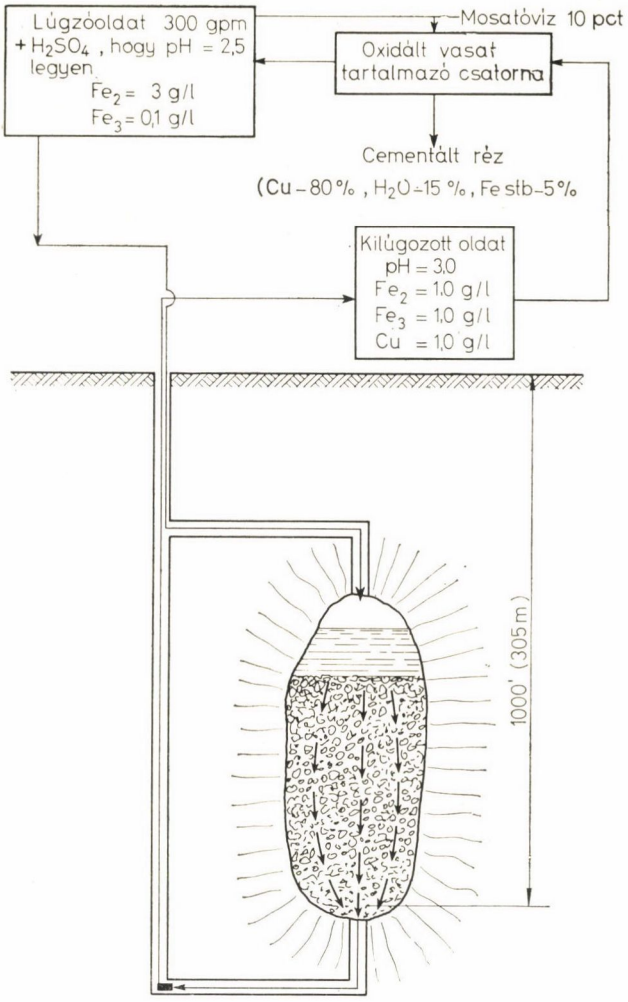
$$CuSO_4 + Fe = Cu + FeSO_4$$



11. ábra. A réz in-situ kilúgozása elárasztásos módszerrel nukleáris robbantás után

A lúgzó és a kilúgozott oldat összetételét a 11. ábrán tüntettük fel. Az elárasztásos kilúgozási módszer hátránya, hogy csak viszonylag hosszú idő alatt válik ki a fém.

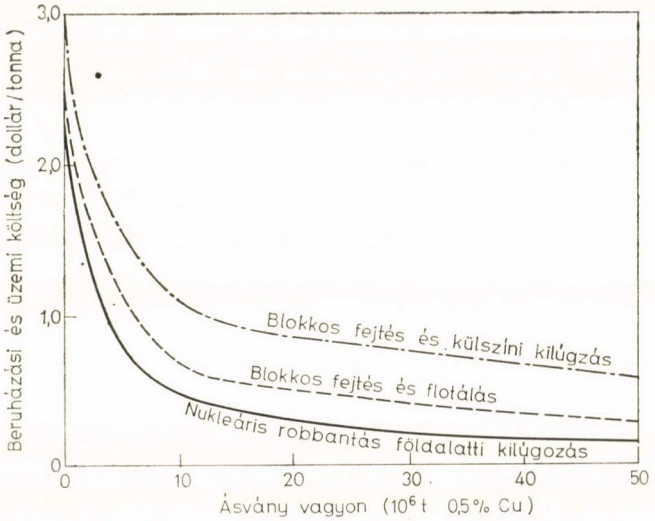
A 12. ábra a másik elterjedt lúgozási megoldást a perkolációs (cirkulációs) eljárást vázolja fel. A lúgozó és a kilúgozott oldat összetétele szintén az ábrán szerepel. Itt a kilúgozás sebessége nagyobb, mint az elárasztásos módszernél. A lúgzó oldatot bányavágaton keresztül lehet a nukleáris robbantással létrehozott üreg tetejére juttatni. Az üreg alján összegyűlő kilúgozott oldatot pedig szivattyú segítségével lehet a külszínre továbbítani a cementáló kádakba. A cementáló kádakból ezután a kohókhoz továbbítható a magas Cu tartalmú rézüledék.



12. ábra. A réz in-situ kilúgozása cirkulációs mosatással nukleáris robbantás után

A réz kinyerésére a cementálás helyett a nagyüzemekben gazdaságosabban alkalmazzák az elektrolitikus eljárást. A katódnál a Cu fém válik ki, az anódnál pedig SO_4, amely a vízzel kénsavat és oxigént képez [1, 7].

Az in-situ lúgzásnál a reakció sebességét *Thiobacillusok* és *Ferrobacillusok* jelentősen megnövelhetik. A baktériumok hatékony működéséhez azonban a lúgzó oldathoz megfelelő tápanyagokat is kell adagolni. A szulfidos érceket oxidáló baktériumok autotrófok, vagyis a fennmaradásukhoz szükséges C-t és N_2-t a levegő CO_2-jéből és nitrogénjéből vonják el. A baktériumok eredményes működéséhez szükséges, hogy a pH = 2,5 – 3,0 között, a lúgzó oldat hőmérsék-



13. ábra. Fajlagos beruházási és üzemi költségek a művelési és az előkészítési mód függvényében

lete 30—35 C° legyen. A baktériumok azonban a környezeti feltételek jelentős változásához is alkalmazkodnak és pH 1,5—5,0 között is eredményesen működnek. Azonban 20 °C hőmérséklet alatt ill. 50 °C felett a baktériumok működése gyakorlatilag megszűnik. A nukleáris robbantás után megmaradó sugárzás a baktériumok működésére serkentőleg hat. Ezt bizonyítja az is, hogy jelenleg a világon a baktériumos kilúgozást legeredményesebben az uránbányáknál alkalmazzák.

A 13. ábra az USAEC kalkulációi alapján különböző bányaművelési és ásványelőkészítési eljárások fajlagos költségeinek változását tünteti fel különböző nagyságú 0,5% Cu tartalmú ásványvagyonok esetén. Jól látható, hogy már viszonylag kis mennyiségű és alacsony fémtartalmú ásványvagyon esetén is gazdaságosan alkalmazható a nukleáris robbantás és az in-situ kilúgozás [3, 4, 7].

A fejtés szellőztetési és biztonsági kérdései

Kiterjedt mérési szolgálattal állandóan ellenőrizni kell a radon és az egyéb gáz halmazállapotú radioaktív származékok koncentrációját és gondoskodni kell megfelelő szellőztetéssel, hogy azok mindig a megengedett szint alatt maradjanak.

Az Egyesült Államok Atomenergia Bizottsága a nukleáris robbantású érctestek kitermelésénél az uránbányák tapasztalatai alapján a következőket ajánlja:

1. az egész bánya egyetlen munkahelyén sem haladhatja meg a radon és egyéb származékok koncentrációja az $1{,}3 \cdot 10^5$ MeV alfa energia/liter értéket

2. minden dolgozóra 1000 ft^3/perc (28,831 m^3/perc) légmennyiségnek kell jutni. A légcső a vájvégtől 30 feetnél (9—10 m-nél) nem lehet távolabb;

3. a fővágatokban a légsebesség nem lehet kisebb mint 30 feet/sec (9,15 m/sec);

4. minden munkahelyen, ahol radon, toron vagy egyéb radioaktív származék szabadul fel a teljes légmennyiséget legalább 4 percenként ki kell cserélni. Az emanációs hányadosnak kisebbnek kell lennie

$1 \cdot 10^{11}$ atom/perc/1000 $feet^3$-értéknél.

($1 \cdot 10^{11}$ atom/perc/28,31 m^3/perc).

Gyakorlati tapasztalatok azt bizonyítják, hogy néhány hónappal a nukleáris robbantás végrehajtása után a kőzethőmérséklet alig magasabb az eredeti hőmérsékletnél. Amennyiben a nukleáris robbantási üregben az előzetes mérések tanúsága szerint magas a hőmérséklet, akkor a felmelegedett anyaghalmaz nagy mennyiségű recirkuláltatott vízzel lehűthető. Természetesen szükség lehet emellett még a fejtési munkahelyek levegőjének lokális, vagy nagyobb mélységekben a bánya teljes légmennyiségének a lehűtésére is [3, 5, 7].

Nukleáris robbantás szeizmikus hatása

Nukleáris robbantásnál a felszabaduló energiának csupán 1%-a jelentkezik szeizmikus hullám formájában, de annak intenzitása eléggé nagy ahhoz, hogy komoly károkat okozzon a föld alatti bányatérségekben vagy a külszíni épületekben. Jelenleg a szeizmikus hullámok hatásának leküzdésére még semmiféle eszköz nem áll rendelkezésre.

A szeizmikus hullám okozta károk az előidézett maximális vibrációs sebességgel arányosak. Pl. 8—10 cm/s-nél kisebb vibrációs sebesség az épületekben és egyéb objektumokban még nem okoz károkat. Azonban 300—500 cm/s vibrációs sebességnél már komoly károk keletkezhetnek.

Gyakorlati tapasztalatok szerint a szeizmikus hatás akkor a legintenzívebb, ha a robbantás szilárd, vulkanikus kőzetekben történik és üledékes kőzetekben jóval kisebb. A szeizmikus hullámok terjedése és csillapítása tekintetében viszont fordított a helyzet [3, 7].

IRODALOM

1. Hardwick, W. R.: Fracturing a Deposit with Nuclear Explosives and Recovering Copper by the in-situ leaching Method. US Bureau of Mines RI, 6996, 1967.
2. Imenitov, V. R.—Kutuzov, B. N.: Otbojka rudu pri podzemnoj razbarotke rudnük mesztorozsgyenyj. Moszkva, 85—106, 1968.
3. International Atomic Agency: "Peaceful Uses of Nuclear Explosions". Bibliographical Series, Vienna, No. **38,** 1970. (A bibliográfiai összefoglaló füzet a nukleáris robbantások békés célú alkalmazásával kapcsolatos 1759 db munka rövid tartalmi kivonatát tartalmazza.)

4. JERSOV, N. N.—PROTOPOPOV, D. P.: Iszpolzovasnyja jagyernük vzrüvov v gornom gyele. Itogi Nauki: Techniki „Technologyija razrabotki mesztorozsgyenyij tverdüh poleznüh iszkopaemüh". Moszkva, 1969.
5. PARKER, K.: Nuclear explosives- a tool for the Mining Engineer. The Mining Engineer., **130, 123,** 133—149, 1970.
6. SZÁDECZKY-KARDOSS E.: Magyarország hasznosítható ásványi erőforrásainak perspektíváiról. Magyar Tudomány, **4,** 209—218, 1971.
7. TELLER, E.—TALLAY, W. K.—HIGGINS, G. H.—JOHNSON, G. W.: The Constructive Uses of Nuclear Explosines Mc-Graw Hill Book Comp. New York, London, Sydney, 208—211, 1968.

KANDIDÁTUSI ÉRTEKEZÉS ISMERTETÉSE

A PROTONPRECESSZIÓS FÖLDMÁGNESES TÉRERŐSSÉG-MÉRÉS

SZEMERÉDY PÁL

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA

Az utóbbi tíz évben a földmágneses kutatásban világszerte a protonprecessziós módszert fogadták el abszolút mágneses térerősség-mérő eljárásként. A módszer egyedülálló előnye gyorsaságán túlmenőleg abban van, hogy fizikai állandóhoz rögzítve, frekvenciamérésre vezeti vissza a mágneses térerősség mérőszámát. Az

$$\omega_p = \gamma_p H \tag{1}$$

egyenlet értelmében a H mágneses térerősség meghatározása egyenértékű az ω_p protonprecessziós frekvencia megmérésével. A γ_p proton-giromágneses arány fizikai állandó, amely nagy pontossággal ismert.

A protonprecesszió frekvenciájának megmérésére hidrogén tartalmú vegyületeket használunk, amelyekben a mérést megelőző fázisban a földmágneses térre merőleges irányú nukleáris mágnesezettséget hozunk létre. Ebből a célból a hidrogéntartalmú vegyületben — a protonmintában — a földi térre merőleges és nagy intenzitású mágneses teret keltünk. E mesterséges mágneses tér előállítására a protonmintát körülfogó tekercsben áramot folyatunk. Megfelelő várakozási idő elteltével a protonminta a mágneses tér irányába mágneseződik. A létrejött longitudinális nukleáris mágnesezettségnek egy része a mágnesező tér megszüntetése után — a földi térhez képest — transzverzális nukleáris mágnesezettségként jelentkezik. A protonminta térfogatában foglalt makroszkópos transzverzális nukleár-mágneses nyomaték az egyes protonok dipólusnyomaték vektorainak eredője. Mivel a protonok mágneses dipólusnyomatékához feles spin társul, minden egyes proton-nyomaték és így ezek eredője is az (1) egyenletnek megfelelő frekvenciájú precessziós mozgást végez. A precessziós mozgást végző eredő — a makroszkópos transzverzális nukleáris nyomaték — a protonmintát körülfogó szondatekercsben az (1)-gyel azonos frekvenciájú váltófeszültséget kelt. Ezen protonjel frekvenciájának megmérése után (1) segítségével a H mágneses térerősség kiszámítható.

A méréshez felhasználható protonminta-anyagok nukleáris szuszceptibilitása igen kicsiny (10^{-10} c.g.s. rendű). Ezért a mesterséges mágneses térrel

keltett longitudinális, majd az ebből nyert transzverzális mágnesezettség is jelentéktelen. Emellett a transzverzális mágnesezettség az anyagban fellépő relaxációs effektusok miatt tipikus esetben egy másodperc alatt gyakorlatilag eltűnik. Következésképpen a véges időre korlátozott frekvenciamérés hibáját elvileg a protonjel kezdeti jel/zaj viszonya határozza meg. A jel/zaj viszony növelése a mágnesező tér megszűnése után közvetlenül jelentkező — kezdeti — transzverzális mágneses nyomaték növelését kívánja meg, amely viszont a longitudinális mágneses nyomaték növelését és jó hatásfokú áttranszformálását tételezi fel. A technikai adottságokat figyelembe véve a longitudinális mágneses nyomaték növelése egy bizonyos határon túl csak a szondatekercs önindukciójának növelése árán lehetséges, ez pedig a longitudinálisból a transzverzálisba áttranszformálás hatásfokának csökkenéséhez vezet. Tehát a legnagyobb jel/zaj viszony eléréséhez két ellentétes követelmény legkedvezőbb kompromisszumát kell megkeresni, amely csak a folyamatokat leíró függvények ismeretében lehetséges.

Az értekezésben a kvantummechanikai és statisztikus mechanikai módszerekkel levezetett transzformációs hatásfok-függvény a következő:

$$\frac{M_{\perp}}{M_{\parallel}} = \frac{1}{\operatorname{ch} \frac{\pi \omega_p}{\alpha}}, \tag{2}$$

ahol $M_{\parallel}$ a longitudinális és $M_{\perp}$ a kezdeti transzverzális mágneses nyomatékot jelenti. A kifejezés a $H_s = H_{s0} \exp [-\alpha t]$ függvény szerint megszűnő mágnesező teret tételez fel, ahol t az idő és H_s a mesterséges mágnesező tér erőssége.

Ezen eredmény birtokában lehetőség adódott optimális szondák szerkesztésére, amelyekkel a jel/zaj viszonyt — a nemzetközi irodalomból ismert értékekhez képest — mintegy 100%-kal sikerült megnövelni.

Az értekezés részletesen elemzi mindazon tényezőket, amelyek a mérési hibára hatást gyakorolnak. A következtetések helyességét a szerző az általa megszerkesztett mérőberendezéssel igazolja.

A közölt alkalmazási példák közül a protonprecessziós magnetométerrel elvégzett vizsgálatok egyike meggyőzően azt bizonyítja, hogy az ionoszférának a napfogyatkozáskor bekövetkező inszoláció-változása nem tükröződik szignifikánsan a földmágneses tér variációjában.

A (2) transzformációs hatásfok-függvény ismeretének nem csupán a földmágneses kutatásoknál van jelentősége. A szénhidrogén és a víz elkülönítésére alkalmas nukleár-mágneses fúrólyukszelvényezési eljárás továbbfejlesztése terén is előrehaladást ígér.

KONGRESSZUSI BESZÁMOLÓ

A NEMZETKÖZI FÖLDRAJZI UNIÓ EURÓPAI REGIONÁLIS KONFERENCIÁJA BUDAPESTEN

ENYEDI GYÖRGY

A FÖLDRAJZTUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA

1971 augusztusában Budapesten rendezte Európai Regionális Konferenciáját a geográfusok világszervezete, a Nemzetközi Földrajzi Unió. A magyarországi konferencia volt az Unió első, nagy jelentőségű rendezvénye, melyet szocialista országban tartott. Az első valódi „Kelet—Nyugat" találkozó a földrajzi tudományokban: a csaknem 800 részvevő kb. 40%-a a szocialista országokat képviselte. A legnépesebb delegáció (114 fő) a Szovjetunióból érkezett.

A Konferencia tudományos rendezvények sorozatából állt. A fő rendezvényt nyolc, külön-külön témájú szekció előadás-ülésszakai jelentették. A szekcióülések előtt és után 3—3 (vidéki tanulmányúttal egybekötött) szimpóziumot rendeztünk. Sor került ezenkívül 7 NFU Bizottság munkaülésére, egy UNESCO—NFU szemináriumra a természeti csapások társadalmi-gazdasági hatásairól és egy földrajz-történeti kollokviumra. A Konferencia idején tartotta soron levő ülését az NFU Végrehajtó Bizottsága is.

A Konferencia — általunk meghatározott — témáinak zöme eltért a földrajzi tudományok hagyományos ágazataitól. Széles frontot kívántunk nyitni az interdiszciplináris jellegű, nagy gyakorlati fontosságú kutatásoknak. E célkitűzést elsősorban az „Ember és környezete", „A regionális fejlesztés földrajzi alapjai" és az „Európai urbanizáció" szekciók valósították meg. Témaválasztásunk helyességét igazolta, hogy e szekciókba nyújtották be a legtöbb előadást.

A konferencia előadásaiból néhány általános módszertani és tematikai következtetést vonhatunk le.

Módszertani szempontból megállapítható 1. a *tematikus térképezés* roppant fontossága a legkülönbözőbb kutatási szakterületeken. Ez a kartográfiai és geográfiai kutatások további közelítését, jobb koordinálását indokolja; 2. a *matematikai-statisztikai* módszerek alkalmazásának további terjedése és beérése. E módszerek megfelelő szerepe és helye más kutatási módszerek között kialakult, kezdünk túljutni a konzervatív idegenkedés és a divatos túlzások ellentmondásain.

Tematikus szempontból különösen figyelemre méltó a társadalom és természeti környezete kölcsönhatásainak vizsgálata. Ez magasrendű szintézisbe kapcsolja a jó ideje külön utakon járó természeti és gazdasági földrajzot. A társadalom és földrajzi környezet kölcsönös kapcsolata nemcsak a környezetvédelem kutatásainak témája, hanem a természeti erőforrások okszerű felhasználását és tervezését, a környezet szociológiai hatásainak felmérését is megkívánja.

A konferenciának nagy szerepe lehet a magyar geográfia további fejlődésében, nemzetközi kapcsolatainak alakulásában. Először nyílt alkalmunk nemzetközi fórumon a hazai földrajzi kutatások teljes skáláját bemutatni, a külföldi tudósoktól számos friss, még publikálatlan tudományos eredményről értesülnünk. Azt is megállapíthattuk, hogy középtávú (1971—74) kutatási tervünk (a hazai szükségletek és lehetőségek figyelembevételével) tükrözi a nemzetközi földrajzi tudományok korszerű irányzatait. A Konferencia nyomán tovább szélesedő nemzetközi kapcsolataink, a Nemzetközi Földrajzi Unió tevékenységében erősödő szerepünk végső soron hazai kutatásaink színvonalának emelését szolgálják.

NEMZETKÖZI SZERVEZETEK MUNKÁJÁRÓL

A NEMZETKÖZI GEOLÓGIAI SZÖVETSÉG (IUGS) HÍREI

PÓKA TERÉZ

Fontosabb nemzetközi rendezvények 1972—1973-ban:

1972. aug. 10—27.	Geográfiai Kongresszus és a Nemzetközi Geográfiai Szövetség XIII. Közgyűlése. (Montreal, Kanada.)
aug. 21.—szept. 24.	Nemzetközi Geológiai Kongresszus. (Montreal, Kanada.)
szept.	Nemzetközi Bányászati Kongresszus („Szervezés és vezetés a bányászatban") (Bukarest, Románia.)
1973. jan. 15—19.	A Föld és az óceánok geofizikája, Nemzetközi Konferencia. (Sidney, Ausztrália.)
aug. 6—11.	III. Nemzetközi Gondwana Szimpózium. (Canberra, Ausztrália.)
szept. 3—7.	A Kárpát-Balkán Geológiai Asszociáció X. Kongresszusa. (Bratislava, Csehszlovákia.)
szept.	Jura-kréta határ Nemzetközi Szimpózium (Lyon, Franciaország—Neuchatel, Svájc.)
dec. 2—10.	IX. INQUA. Kongresszus. (Christchurch, Új-Zéland.)

Kiadványok:

Mediterrán Neogén Sztratigráfiai Bizottság (CMNS):

"Proceedings of the fourth Session in Bologna, 1967". (Fd. R. Selli) Giom. di Geol., Vol. XXXV. I—IV. 1968—1971. Bologna, Italia. "Stratotypes of Mediterranean Neogene Stages." Giom. di. Geol. s. 2a. Vol. XXXV. II. 1971. Bologna, Italia. (30 szerző munkája a mediterrán területen megállapított 32 neogén szint legfontosabb új adatairól.)

Az 5 kötetes kiadványt a Bizottság lyoni 5. ülésére és kongresszusára készítették (1971. szept. 6—9.).

Sztratigráfiai Besorolások Szubkomissziója (SSC):

Az SSC. 37. és 38. Cirkuláréja (1971) előzetes jelentéseket tartalmaz a Nemzetközi Geológiai Kongresszus számára a litosztratigráfiai egységekről, a sztratotípusokról, a biosztratigráfiai és kronosztratigráfiai egységekről.

Gondwana Sztratigráfiája Szubkomisszió (SGS):

"Proceedings and Papers of the Second Gondwana Symposium, South Africa, 1970." Council for Scientific and Industrial Research, Scientia. P. O. Box. 395. Pretoria, South Africa.

Magmás kőzetek nómenklatúrája és rendszere Szubkomisszió (SNSIR):

4. Cirkuláré (1971.): 8. Közlemény: Granitoidok rendszerezése az albit-káliföldpát csoport alapján (H. DE LA ROCHE). 9. Közlemény: A kvarc-földpát tartalmú mélységi kőzetek rendszerezése és nómenklatúrája (A. STRECKEISEN). 5. Cirkuláré 1971.): 10. és 10/a. Közlemény: A charnockitok nómenklatúrája (A. C. TOBI). 6. Cirkuláré (1971.): 11. Közlemény: A kvarc-földpát tartalmú kőzetek rendszere; válasz a 8. és 9. Közleményre (A. STRECKEISEN). 12. Közlemény: A magmás kőzetek rendszere és nómenklatúrája (A. K. WELLS, M. K. WELLS). 13. Közlemény: A „magmás kőzet" szakterületi meghatározása, petrográfiai kőzetmegjelölés (Zentrales Geologisches Institut, Berlin, NDK). 14. Közlemény: Bevezetés az alkáli kőzetek nómenklatúrája és rendszerezése vitájához (H. SÖRENSEN). 15. Közlemény: A charnockitok nómenklatúrája; válasz a 10. és 10/a. Közleményre (A. STRECKEISEN). Előkészületben: 16. Közlemény: A bázisos és ultrabázisos kőzetek rendszerezése és nómenklatúrája (A. STRECKEISEN). 17. Közlemény: Az effuzív kőzetek rendszerezése és nómenklatúrája (H. PICHLER).

Upper Mantel Project (UPM):

"Recent Crustal Movements and Associated Seismicity" Bull. 9. of the Royal Society of New Zealand. — IUGS B sorozat. 2. szám. A kötet a Wellingtonban megrendezett (1970. febr. 10—18.) szimpózium 38 előadásának anyagát tartalmazza.

Az IUGS Bizottságainak 1971-es Beszámolóiból

A *Mediterrán Neogén Sztratigráfiai Bizottság* 1971. szept. 6-án tartotta kongresszusát és 5. ülését Lyonban. (Szervező: Prof. G. Demarq) (200 részvevő, 101 előadás ill. közlemény). A Bizottság új vezetőséget választott 1971—1975-re. (Elnök: J. Senes, Csehszlovákia.) A Bizottság legközelebbi ülése meghatározatlan időben Bratislavában lesz.

A *Magmás kőzetek nómenklatúrája és rendszere Szubkomisszió* keretében 1971-ben a következő munkacsoportok alakultak: Granitoidok; bázisos és

ultrabázisos kőzetek; alkáli és földpát-kőzetek; charnockit kőzetek; effuzívumok és piroklasztikumok; bazalt-dolerit-diabáz-melafir-spilit; lamprofirok; kőzetnevek. Az anyagot a Nemzetközi Geológiai Kongresszus keretében rendezendő Rendes Ülésen (1972. aug. 23–25.) elfogadásra ajánlják.

A *Geológiai adatok tárolása, automatizált gyűjtése és felhasználása Bizottság* (COGEODATA): 1971. szept. 13–16-án La Gaude-ban tartotta az „Ásványtelepek adatai" munkacsoport rendezésében ülését (Prof. P. LAFITTE). Téma: Számítógépes ásványtelep-kartotékok kialakítása. A Bizottság következő ülése a Geológiai Kongresszus keretében (1972. aug.) lesz.

Szervezeti változások

Az IUGS Végrehajtó Bizottsága 1970-ben antwerpeni ülésén javasolta a „Földtudományok és az ember" új Bizottság megalakítását a „jelenkori geológia tendenciáinak, más tudományokhoz való viszonyának és hasznosságának meghatározására". Az előterjesztést a Geological Newsletter közölte, majd az 1971. jún. 20-i ülésen, Cambridge-ben vitatták meg. A vita eredményét (a földtudományok definíciója, és jelentőségük az emberiség jövendő életére és jólétére) nyilatkozatban tették közzé a Geological Newsletter 1972. 1. számában. (Szerzők: A. ALBRITTON, USA; W. v. ENGELHARDT, NSZK; W. B. HARLAND, Anglia; D. J. MCLAREN, Kanada.)

Az új Bizottság foglalkozik a földtudományok többi tudományokra történő hatásának vizsgálatával; a földtudományok alkalmazásának szorgalmazásával az emberiség jelenlegi helyzetének javítása és jövőbeli jólétének biztosítása érdekében; a földtudományok és alkalmazásuk fontosságának hangsúlyozásával a nemzeti és nemzetközi politikai és oktatási intézményekben." Az új Bizottság alakuló ülését a montreali Geológiai Kongresszus keretében javasolják.

Unióközi Komissziót hoztak létre *a Hold tanulmányozására* (IUCM) a Nemzetközi Asztronómiai Szövetség irányításával, a Nemzetközi Geológiai Szövetség (IUGS), a Nemzetközi Geofizikai és Geodéziai Szövetség (IUGG), A Sugárzás-tudományok Nemzetközi Szövetsége (IURSI) és az Űrkutatási Bizottság (COSPAR) közreműködésével. A Komisszió fő feladata a széles körű Hold-kutatás eredményeinek interdiszciplináris értékelése. A Komisszió szabályzatát és programját 1971-ben Párizsban fogadták el. Munkacsoportot alakítottak a Hold topográfiai és geológiai nómenklatúrájának egységesítésére.

KÖNYVSZEMLE

TRÖGER, W. E. **Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale. Teil 1. Bestimmungstabellen.** (A kőzetalkotó ásványok optikai meghatározása. 1. rész. Meghatározási táblázatok). 4. neubearbeitete Auflage von H. U. BAMBAUER, F. TABORSZKY und H. D. TROCHIM (E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 1971.)

A „Meghatározási táblázatok" jelenlegi negyedik kiadása a „Kőzetalkotó ásványok optikai meghatározása" című mű 1967-ben megjelent második, szövegrészével egységet alkotva az ásvány-kőzettani mikroszkópos vizsgálatok egyik legmodernebb és legelterjedtebb segédeszköze. A korábbi kiadásokhoz képest számos változást, kiegészítést tartalmaz (nemzetközileg elfogadott ásványnevek, képletek használata, az ásványok négy, legerősebb intenzitású d-értékeinek táblázata stb.).

A táblázatokban — a határozó könnyű kezelhetősége érdekében — az ásványok csoportosítása, számozása teljesen megegyezik a szövegrész felosztásával.

Az egyes ásványokról a következő információkat kapjuk a táblázatokból: ásványnév, kémiai összetétel, szimmetria; gyakori kristálylapok, ikertörvények, habitus; hasadás, transzláció, keménység, sűrűség; optikai orientáció; törésmutatók, kettőstörés; optikai tengely — szög és diszperzió; az ásvány színe, pleochroizmusa; kémiai tulajdonságai; az optikailag hasonló ásványok megkülönböztető bélyegei; az ásvány előfordulási területei, társulásai.

Az ásványmeghatározás gyakorlati munkáját könnyítik, segítik a minden egyes ásványról megszerkesztett, ill. részben átvett, az optikai orientációt is feltüntető morfológiai ábrák, és a gyakran a kémiai összetétel meghatározására is alkalmas diagramok. A 112 diagram, 264 ábra, 2 színes sztereogram és egy Michel—Levy színskála, német, angol és francia nyelvű, a jelölések és rövidítések definícióit tartalmazó magyarázó jól használhatók.

DR. ÁRKAI PÉTER

RATH, R. **Theoretische Grundlagen der allgemeinen Kristalldiagnose im durchfallenden Licht** (Az áteső fényben végzett általános kristálymeghatározás elméleti alapjai). Springer-Verlag, Berlin—Heidelberg—New York, 1969.

A múlt századi fizika kedvelt területének, a kristályoptikának klasszikus alaptörvényeit, és ezen kívül, az első kristályoptikai kézikönyv megjelenése óta eltelt több mint fél évszázad fejlődési eredményeit is tartalmazó mű az áteső fényben végzett kristálymeghatározás során felhasznált fizikai jelenségeket tárgyalja közérthető matematikai módszerekkel.

Az egy- és háromdimenziós fénykiterjedés matematikai leírása után a szerző részletesen tárgyalja a fénytörés mikroszkópos mérésének elméletét, a síkhullámok addícióját, az intenzitás-viszonyokat meghatározó tényezőket. „A kettőstörés mikroszkópos mérése" című fejezetben a Berek-, Ehringhaus- és elliptikus kompenzátorok működési elvét, majd az optikai aktivitás kérdéseit ismerteti. Külön fejezetben tárgyalja a konvergens fényben végzett vizsgálatok elméletét (tengelyképek keletkezése), az optikai jelleg meghatározását, valamint az abszorpciós tulajdonságok kristálydiagnosztikai felhasználását.

A mű érthetőségét 120 ábra, részletes tárgymutató és irodalomjegyzék növeli.

DR. ÁRKAI PÉTER

A kiadásért felel az Akadémiai Kiadó igazgatója

Műszaki szerkesztő: Helle Mária

A kézirat nyomdába érkezett: 1972. VII. 4. — Terjdedelem: 16.45 (A/5) ív,

72.73853 Akadémiai Nyomda, Budapest — Felelős vezető: Bernát György

ACTA CHIMICA

TOMUS 74

Fasciculus 1: 1972
Fasciculus 2: 1972
Fasciculus 3: 1972
Fasciculus 4: 1972

INDEX

AZIZOV, Sh. S. s. TASMUKHAMEDOV, S. A.

BÁDER, I. s. BERECZ, E.

BADRAN, A. H. s. SAKLA, A. B.

BAKOS, J. s. DÉVAY, J.

BÁNSÁGI, T. s. SOLYMOSI, F.

BEKE, Gy. s. NAGY, M.

BERECZ, E. and BÁDER, I.: Comparative Study of the Variations in the Properties of Binary Solutions on Temperature Change or on Addition of a Third Component, and its Application to the Viscosity of Metal Chloride–HCl–H_2O Systems 213

BERNÁTH, G., GÖNDÖS, Gy., MÁRAI, P. and GERA, L.: Stereochemical Studies, XI. Studies on Cyclic 2-Hydroxycarboxylic Acids, II. Synthesis of *Cis*- and *Trans*-2-Hydroxycyclopentanecarboxylic Acid and *Cis*- and *Trans*-2-Hydroxycycloheptanecarboxylic Acid 471

BERNÁTH, G., LÁNG, K. L., GÖNDÖS, Gy., MÁRAI, P. and KOVÁCS, K.: Stereochemical Studies, XII. Cyclic Aminoalcohols and Related Compounds, VI. N → O Acyl Migration in N-Benzoyl Derivatives of *Cis*- and *Trans*-2-Aminomethylcyclopentanol and *Cis*- and *Trans*-2-Hydroxymethylcyclopentylamine 479

BHATTACHARYA, P. K., s. PANCHAL, B. R.

BOGNÁR, R. s. MAKLEIT, S.

BRUCKNER, V.: László (Ladislaus) VARGHA† 1

BURGER, M. s. KŐRÖS, E.

CSŰRÖS, Z., SALLAY, P. and DEÁK, Gy.: Synthesis of 2,4,6-Triarylpyrylium Fluoroborates from Aromatic Aldehydes and Arylmethyl Ketones, III. The Claiser-Schmidt Condensation 357

CZÁRÁN, E. and SCHNABEL, K. H.: Die Dispersität des Platins in Platin-Alumosilikat-Trägerkatalysatoren in Abhängigkeit von den Eigenschaften des Trägers. (Investigation of the Distribution and Dispersity of Platinum in Platinum-Alumosilicate Carrier Catalysts Under the Conditions of Industrial Production) ... 445

DEÁK, Gy. s. CSŰRÖS, Z.

DÉVAY, J., JANÁSZIK, F., MÉSZÁROS, L. and HORKAY, F.: Electrochemical Method for the Investigation of the Corrosion Resistance of Paint Coatings 199

DÉVAY, J., LENGYEL, B. Jr., SAYED SABET ABD EL REHIM and BAKOS, J.: Study of the A. C. Corrosion of Nickel by Linear Polarization 193

DÉVAY J., MÉSZÁROS, L. and GARAI, T.: Third Harmonic Component of the Electrode Current Due to a Sinusoidal A. C. Voltage in the Case of Diffusion and Transfer Polarization 205

DO NGOC LIEN s. KISS, L.

DUDAR, E. s. NÁRAY-SZABÓ, G.

EGRI, J., HALMOS, J. and RÁKÓCZI, J.: Synthesis of Substituted 4-Hydroxyquinoline-3-carboxylic Esters, II. Preparation of 6,7-Diisobutoxy-4-hydroxyquinoline-3-carboxylic Acid from the Nitrile and Its Esterification 345

EGRI, J., HALMOS, J. and RÁKÓCZI, J.: Synthesis of Substituted 4-Hydroxyquinoline-3-carboxylic Esters, III. A One-step Process Starting from Substituted Phenylimino Esters 351

FARKAS, J. s. KISS, L.

FARKAS, L., WOLFNER, A. and OLECHNOWICZ-STEPIEN, V.: The Synthesis of Calycosin and Calycosin-7-β-D-glucoside 367

FEJES, P. s. VARGA, K.

FODOR-CSÁNYI, P.: An Interpretation of the Behaviour of Scintillation Systems by the Spectral Properties of the Components 179

FÓTHI, A. s. KISS, L.

FRAKNÓY-KŐRÖS, V. s. VÉRTES, A.

FÜSSY, É. s. KŐRÖS, E.

GALIBA, I. s. SZABÓ, Z. G.

GARAI ,T. s. DÉVAY, J.

GARZÓ, G. s. LENGYEL, B.

GÁL, D. s. SZABÓ, Z. G.

GELENCSÉR, P. A. s. VÉRTES, A.

GERA, L. s. BERNÁTH, G.

GERGELY, A. and SÓVÁGÓ, I.: Thermodynamic Data of Transition Metal Complexes with D-Glucosaminic Acid 273

GÖNDÖS, Gy. s. BERNÁTH, G.

HALMOS, J. s. EGRI, J.

HENSEKE, G. s. WILDENHAIN, W.

HOBINKA, I. s. KARÁCSONYI, R.

HORKAY, F. s. DÉVAY, J.

HORVÁTH, G. s. NÁRAY-SZABÓ, G.

HORVÁTH-PARDAVI, M. s. LÁZÁR, K.

INZELT, Gy. s. NAGY, M.

JANÁSZIK, F. s. DÉVAY, J.

KAPOSI, O. s. KARÁCSONYI, R.

KARABAYEV, A. Sh. s. TASMUKHAMEDOV, S. A.

KARÁCSONYI, R., KAPOSI, O., RIEDEL, M., HOBINKA, I. and PODMANICZKY, I.: A Study of the Positive Ion Emission of Molybdenum by Means of a Time-of-flight Mass-spectrometer 169

KISS, Á. I. and SZŐKE, J.: Theoretical Investigation of the Electronic Spectra of Mono-substituted Benzene Derivatives 59

KISS, L., FARKAS, J. and FÓTHI, A.: Untersuchung der Ionisation von Metallen und der Neutralisation von Metallionen mit der rotierenden Ring-Scheibenelektrode, IX. (Investigation of the Ionisation of Metals and of the Neutralisation of Metal Ions on the Rotary Ring-and-Discelectrode, IX) 123

KISS, L., LAKATOS-VARSÁNYI, M. and DO NGOC LIEN: Anodic Behaviour of Iron in Formamide Solutions 135

KLIVÉNYI, F., STÁJER, G., SZABÓ, E. A., PINTYE, J. and VINKLER, E.: Aromatic Sulfenyl Chlorides, V. Reaction of Sulfenyl Chloride with N^2-Aryldithiocarbazates, O-Alkyl-Thiocarbazates and O-Aryl Substituted Phenylthiocarbamates 87

KOVÁCS, K. s. BERNÁTH, G.

KŐRÖS, E., ORBÁN, M., BURGER, M., VÖRÖS, K. and FÜSSY, É.: Iodine Exchange Between Molecular Iodine and Some Iodomethylcarbonyl Compounds in Benzene . 387

LACZKÓ, B. s. RUFF, I.

LAKATOS-VARSÁNYI, M. s. KISS, L.

LARIN, P. P. s. TASMUKHAMEDOV, S. S.

LÁNG, K. L. s. BERNÁTH, G.

LÁZÁR, K., HORVÁTH-PARDAVI, M. and VÉRTES, A.: Magnetic Properties of the Binuclear Ion $[Fe_2(OH)_2(H_2O)_8]^{4+}$ 163

LENGYEL, B. Jr. s. DÉVAY, J.

LENGYEL, B., SZÉKELY, T. and GARZÓ, G.: Study of Degradation in Dimethylsiloxane

Containing Polymers by Dynamic Thermogravimetry and Pyrolysis Gas Chromatography 253

LÉVAY, B.: New Method for the Determination of Stability Constants of Molecular Complexes from Selfdiffusion Data 143

LÉVAY, B. s. VÉRTES, A.

MAKLEIT, S., RADICS, L., BOGNÁR, R., MILE, T. and OLÁH, É.: Conversions of Tosyl and Mesyl Derivatives of the Morphine Group, X. 14-Hydroxymorphine Derivatives, I. Azido and Amino Compounds 99

MAKLEIT, S., RADICS, L., BOGNÁR, R. and MILE, T.: Conversions of Tosyl and Mesyl Derivatives of the Morphine Group, XI. 14-Hydroxymorphine Derivatives, II. Halogen Compounds 111

MÁRAI, P. s. BERNÁTH, G.

MÉSZÁROS, L. s. DÉVAY, J.

MIHÁLYI, L. s. SZABÓ, K.

MIKA, J. s. SZABÓ, K.

MILE, T. s. MAKLEIT, S.

MINK, Gy. s. MÓGER, D.

MINK, Gy. s. NAGY, F.

MÓGER, D., MINK, Gy. and NAGY, F.: Study of the Catalytic Hydrogenation (Deuteration) of Cyclohexene on a Platinum Catalyst. Aging of the Catalyst During the Reaction 27

MÓGER, D. s. NAGY, F.

NAGY, F., MINK, Gy. and MÓGER, D.: Selective Poisoning of Pt Catalysts by CO_2 Chemisorption, I. Reaction of CO_2 with Adsorbed Hydrogen 225

NAGY, F. s. MÓGER, D.

NAGY, F. s. VÉRTES, Gy.

NAGY, M., WOLFRAM, E., INZELT, Gy. and BEKE, Gy.: Effect of the Structure of Liquid Mixtures on the Equilibria of Polymer Gel–Aliphatic-Alcohol–Water Systems .. 233

NÁRAY-SZABÓ, G., DUDAR, E. and HORVÁTH, G.: Quantum Chemical Interpretation of the Spectroscopic Data of Pharmacologically Active Homopyrimidazole Derivatives 281

NYILASI, J. s. ORSÓS, P.

OLÁH, É. s. MAKLEIT, S.

OLECHNOWITZ-STEPIEN, V. s. FARKAS, L.

ORBÁN, M. s. KŐRÖS, E.

ORSÓS, P. and NYILASI, J.: Contributions to the Analysis of Osmium Compounds 267

PANCHAL, B. R. and BHATTACHARYA, P. K.: Study of Metal Exchange in Some π-Bonded Complexes, II. 399

PARAK, F. s. VÉRTES, A.

PETHŐ, Á.: Distributions in Time and Space, Respectively, in Fixed Bed Multistage Exchange Processes of Linear Kinetics (Short Communication) 71

PINTYE, J. s. KLIVÉNYI, F.

PODMANICZKY, I. s. KARÁCSONYI, R.

RADICS, L. s. MAKLEIT, S.

RANOGAJEC-KOMOR, M. s. VÉRTES, A.

RÁKÓCZI, J. s. EGRI, J.

RECENSIONES 115, 383, 499

RIEDEL, M. s. KARÁCSONYI, R.

RUFF, I. and LACZKÓ, B.: Fermi Statistical Treatment of Acid–Base Processes, II. Distribution and Acidity of Individual Proton Hydrates in Concentrated Aqueous Solutions of Perchloric Acid 335

SAKLA A. B., BADRAN, A. H. and SAYED, N. A.: Thermoelectric Microdetermination of Molecular Weights of Organic Compounds in Homogeneous Binary Solvent Systems Using Thermistors 51

SALLAY, P. s. CSŰRÖS, Z.

SAYED SABET ABD EL REHIM s. DÉVAY, J.

SAYED, N. A. s. SAKLA, A. B.

SCHNABEL, K. H. s. CZÁRÁN, E.

SIMIONESCU, Cr. et VASILIU, S.: Recherches dans le domaine des polyphénylacétylénes de polycondensation (II) 461

SOHÁR, P. s. VARSÁNYI, Gy.

SOLYMOSI, F. and BÁNSÁGI, T.: Stabilities of Ammonium Halates in the Solid Phase. Study of the Effects of Aging and Various Additives on the Thermal Decomposition of Ammonium Chlorate 35

SÓVÁGÓ, I. s. GERGELY, A.

STÁJER, G. s. KLIVÉNYI, F.

SUBA, M. s. VÉRTES, A.

SZABÓ, E. A. s. KLIVÉNYI, F.

SZABÓ, K., MIHÁLYI, L. and MIKA, J.: Effect of Mercury Impurities on the Hydrogen Overvoltage on Gallium Electrodes 185

SZABÓ, Z. G., GALIBA, I. and GÁL, D.: Study of the Oxidation of *n*-Heptane 239

SZEKERKE, M. and SZENDE, B.: The Synthesis of Methyl- and Dimethyl-Substituted Amino Acid Hydrazides, as Potential Cytotoxic Agents 371

SZENDE, B. s. SZEKERKE, M.

SZÉKELY, T. s. LENGYEL, B.

SZŐKE, J. s. KISS, Á. I.

ТАШМУХАМЕДОВ, А., ЛАРИН, П. П., КАРАБАЕВ, А. Ш., АЗИЗОВ, Ш. А., ТИЛЛАЕВ, Р. С., УСМАНОВ, Х. У.: Исследование физуко-химических свойств привитых сополимеров поливинилового спирта с поливинилпиридином ..... (TASHUKHAMEDOV, S. A., LARIN, P. P., KARABAYEV, A. Sh., AZIZOV, Sh. A., TILLAYEV, R. S. and USMANOV, Kh. U.: Physico-Chemical Properties of Poly (vinyl Alcohol)–Poly(vinylpyridine) Graft Copolymers) 453

TILLAYEV, R. S. s. TASMUKHAMEDOV, S. A.

USMANOV, Kh. U. s. TASMUKHAMEDOV, S. A.

VARGA, K. and FEJES, P.: Study of the Rate of Sorption on a Single Spherical Adsorbent Particle, III. Experimental Conformation of the Rate Equation 417

VARSÁNYI, Gy. and SOHÁR, P.: Infrared Spectra of 1,2,3,5-Tetrasubstituted Benzene Derivatives, I. 315

VASILIU, S. s. SIMIONESCU, Cr.

VÉRTES, A. and PARAK, F.: Relationship Between the Spin Relaxation and Certain Chemical Properties of Paramagnetic Iron(III)Salt Solutions 293

VÉRTES, A., FRAKNÓY-KŐRÖS, V., LÉVAY, B., GELENCSÉR, P. A. and RANOGAJEC-KOMOR, M.: Investigation of the Antimony Content of Calcium Halophosphate Luminescent Powders by Mössbauer Spectroscopy 151

VÉRTES, A. and SUBA, M.: Study of the Electron-Exchange Reaction Between Iron(II) and Iron(III) in Formamide 439

VÉRTES, A., RANOGAJEC-KOMOR, M. and SUBA, M.: Investigation of the Hydrolysis of Antimony Chloride by Mössbauer Spectroscopy 159

VÉRTES, A. s. LÁZÁR, K.

VÉRTES, Gy. and NAGY, F.: Oxidation on the Nickel Hydroxide Electrode, VI. Mechanism of the Oxidation of Primary Alcohols 405

VINKLER, E. s. KLIVÉNYI, F.

VÖRÖS, K. s. KŐRÖS, E.

WILDENHAIN, W. und HENSEKE, G.: Acide Inhaltsstoffe der Torffulvosäurefraktion. (Acidic Substances of Turfulvonic Acid Fraction) 79

WOLFRAM, E. s. NAGY, F.

A GEONÓMIA ÉS BÁNYÁSZAT 1972. ÉVI 5. KÖTETÉNEK TARTALOMJEGYZÉKE

5. kötet 1—2. füzet:

ÉRTEKEZÉSEK, HELYZETKÉPEK, ÖSSZEFOGLALÓ ISMERTETÉSEK

Balla Zoltán: Az orogenezis különböző típusairól 1
Barta György: Hozzászólás „A földtudományok helye a ma és a holnap műveltségében" c. vitához 17
Buda György: Magyarországi granitoid kőzetek genetikai és tektonikai csoportosítása, különös tekintettel a földpátok vizsgálatára 21
Hesp Vilmos: Hasznosítható ásványtelepekre és feldolgozásukra vonatkozó vizsgálatok Ausztráliában 27
Joó István: Kelet-Európa függőleges kéregmozgási térképe 35
Kisvarsányi Géza: Az Apolló—12 holdexpedíció begyűjtött kőzeteinek előzetes vizsgálata 45
Kovács Ferenc: A bányaüzem alapvető paraméterei és a vízbetörések közötti kapcsolatról 51
Ledersteger, Karl: A Föld alakjának problémája 79
Pantó Gábor: Milyen volt az Atlanti-óceán őse? 89
Rácz Dániel: A folyadékbányászat és a határterületi tudományok kapcsolata, helyzete és perspektívái az anyagok fejlesztése terén 93
Szádeczky-Kardoss Elemér: A Föld kozmikusan különleges sajátságai és a geonómiai szemlélet alapvonásai 99
Szádeczky-Kardoss Elemér: A Mediterrán típusú szubdukció és a Kárpát-Pannon-Dinarid szerkezet modellje 113
Vadász Elemér : Földismereti szakszótárunk előtörténete 123

VITA AZ ÚJ GLOBÁLIS TEKTONIKA ÁLTALÁNOS ÉS REGIONÁLIS EREDMÉNYEIRŐL

Pécsi Márton: Megnyitó, Szádeczky-Kardoss E.: A Kárpát-Dinarid terület az új globális tektonika szemszögéből c. akadémiai vitaindító előadásához 135
Bendefy László: Hozzászólás, Szádeczky-Kardoss E.: A Kárpát-Dinarid terület az új globális tektonika szemszögéből c. akadémiai vitaindító előadáshoz 139
Dank Viktor: Hozzászólás, Szádeczky-Kardoss E.: A Kárpát-Dinarid terület az új globális tektonika szemszögéből c. akadémiai vitaindító előadáshoz 149
Géczy Barnabás: Hozzászólás, Szádeczky-Kardoss E.: A Kárpát-Dinarid terület az új globális tektonika szemszögéből c. akadémiai vitaindító előadáshoz 153
Héderváry Péter: A szeizmikus tevékenység mélység szerinti eloszlása a globális tektonika szemszögéből 155
Jaskó Sándor: Pliocénkori üledékképződés a Kárpát-Balkán szegélymélységekben 163
Pantó Gábor: Hozzászólás, Szádeczky-Kardoss E.: A Kárpát-Dinarid terület az új globális tektonika szemszögéből c. akadémiai vitaindító előadáshoz 171
Szalai Tibor: Hozzászólás, Szádeczky-Kardoss E.: A Kárpát-Dinarid terület az új globális tektonika szemszögéből c. akadémiai vitaindító előadáshoz 175
Székyné Fux Vilma: Hozzászólás, Szádeczky-Kardoss E.: A Kárpát-Dinarid terület az új globális tektonika szemszögéből c. akadémiai vitaindító előadáshoz 179
Wein György: Hozzászólás, Szádeczky-Kardoss E.: A Kárpát-Dinarid terület az új globális tektonika szemszögéből c. akadémiai vitaindító előadáshoz 181
Szádeczky-Kardoss Elemér: Reflexiók az 1971. évi geonómiai vitákról 185

AKADÉMIAI DOKTORI – KANDIDÁTUSI ÉRTEKEZÉSEK FŐ EREDMÉNYEI

Bisztricsányi Ede: Sekélyfészkű földrengések felületi hullámainak kódájával kapcsolatos vizsgálatok 189
Kilczer Gyula: Az excentrikus földdipólus mágneses potenciálterének koherens multipólus sora 191
Kiss Zoltán: Robbantással keltett rövidperiódusú felületi hullámok vizsgálata 193

KONGRESSZUSI BESZÁMOLÓK ÉS KÖNYVISMERTETÉSEK

Árkai Péter—Tomschey Ottó: Beszámoló a KBGA Magmás-Metamorf Bizottságának kievi üléséről 195
Pantó Gábor: BARTHA F. et al.: A magyarországi pannonkori képződmények kutatásai .. 197
Géczy Barnabás: NOEL, D.: Coccolithes Crétacés 198
Pantó Gábor: RODGERS, JOHN: The tectonics of the Appalachians. (Az Appalache tektonikája.) 199
Szücs László: GÓCZÁN L.: A Marcal-medence talajföldrajza 199

Ára: 36,— Ft

TARTALOM

Az MTA 1972. évi közgyűlésének osztályülési anyaga

TUDOMÁNYPOLITIKAI RÉSZ

Szádeczky-Kardoss Elemér: Osztályelnöki beszámoló, 1972 201
Tatár János: Jelentés a Föld- és Bányászati Tudományok Osztályának tevékenységéről 207

Hozzászólások az Osztálybeszámolóhoz

Pécsi Márton 215
Fülöp József 217
Barta György 217
Béll Béla 219
Szádeczky-Kardoss Elemér: A vita összefoglalása 222

TUDOMÁNYOS RÉSZ

Szádeczky-Kardoss Elemér: Geonómia és társadalom 223
Barta György: Az új geofizika szemlélet társadalmi hatása 237
Pantó Gábor: Anyagi és hatástudományok kölcsönhatása a geonómiai szemléletben 241
Grasselly Gyula: A geonómia és a gyakorlat kapcsolata az egyetemi tanszékek kutatómunkájában 245
Ádám Antal: Az általános geofizikai kutatások néhány társadalmi vonatkozása 251
Pécsi Márton: A (természeti) környezetkutatásföldrajzi problémái 257
Béll Béla: Társadalmunk fejlődése és a meteorológiai kutatás kapcsolata 267
Földváriné, Vogl Mária: A geokémiai kutatások szerepe a technika és mezőgazdaság fejlődésében 273
Nemecz Ernő: Összefüggések az ember természeti tevékenysége és az agyagásványok felszíni eloszlása között 277
Balogh Kálmán: A rétegtani és ősföldrajzi szemlélet megújhodásának világképépítő szerepe 283
Kretzoi Miklós: A geonómia és bionómia kölcsönhatásai 289
Géczy Barnabás: A jura faunaprovinciák kialakulása és a mediterrán lemeztektonika 297
Hazay István: Társadalmi igények a geodéziával szemben 313
Homoródi Lajos: Fotogrammetria, településfejlesztés, környezetvédelem 319
Alpár Gyula: Környezetünk geometriai rendje 323
Zambó János: A jövő bányászata 327
Martos Ferenc: Föld alatti nagyrobbantások néhány kőzetmechanikai és robbantástechnikai problémája 333
Rácz Dániel: Szénhidrogénbányászati kutatás és iparfejlesztés 341
Tarján Gusztáv: Az ásványelőkészítés várható fejlődése 347

TUDOMÁNYOS ÉRTEKEZÉSEK VITÁJA

Borai Ákos: A társadalmi-gazdasági szempontok érvényesülése a geonómiában 351
Patvaros József: Nukleáris robbantások alkalmazási lehetőségei nagy mélységű ércelőfordulások kitermelésére 357

KANDIDÁTUSI ÉRTEKEZÉS ISMERTETÉSE

Szemerédy Pál: A protonprecessziós földmágneses térerősség-mérés 379

KONGRESSZUSI BESZÁMOLÓ

Enyedi György: A Nemzetközi Földrajzi Unió Európai Regionális Konferenciája Budapesten 381

NEMZETKÖZI SZERVEZETEK MUNKÁJÁRÓL

Póka Teréz: A Nemzetközi Geológiai Szövetség (IUGS) hírei 383

KÖNYVSZEMLE

Árkai Péter: Tröger, W. E.: Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale . 387
Árkai Péter: Rath, R.: Theoretische Grundlagen der allgemeinen Kristalldiagnose im durchfallenden Licht 387

Megjelent 1972. XII. 15. Index: 26.510