

# GEONÓMIA és BÁNYÁSZAT

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

**11. kötet 1-2. szám**  
**1978**

AKADÉMIAI KIADÓ · BUDAPEST ·



# GEONÓMIA és BÁNYÁSZAT

## A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA FÖLD- ÉS BÁNYÁSZATI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK

### KÖZLEMÉNYEI

FŐSZERKESZTŐ

MARTOS FERENC

SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

BALOGH KÁLMÁN, BARLAI ZOLTÁN, BERNÁT TIVADAR,  
CZELNAI RUDOLF, GRASSELY GYULA, HOMORÓDI LAJOS, PÉCSI MÁRTON,  
SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR, TÓTH MIKLÓS

SZERKESZTŐ

PÉCSINÉ DONÁTH ÉVA

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:

1051 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 (1363 Budapest V., Alkotmány utca 21. Pénzforgalmi jelzőszámunk: 215—11488), külföldi megrendelések a „Kultura” Külkereskedelmi Vállalat, 1900 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 *Acta Geodetica, 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 1051 (Budapest V., Münnich Ferenc u. 7.) beküldeni.

**GEONÓMIA és Bányászat**  
**A Magyar Tudományos Akadémia**  
**Föld- és Bányászati Tudományok Osztályának**  
**Közleményei**

FŐSZERKESZTŐ  
**MARTOS FERENC**

SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG  
**BALOGH KÁLMÁN, BARLAI ZOLTÁN, BERNÁT TIVADAR,**  
**CZELNAI RUDOLF, GRASSELLY GYULA, HOMORÓDI LAJOS, PÉCSI MÁRTON,**  
**SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR, TÓTH MIKLÓS**

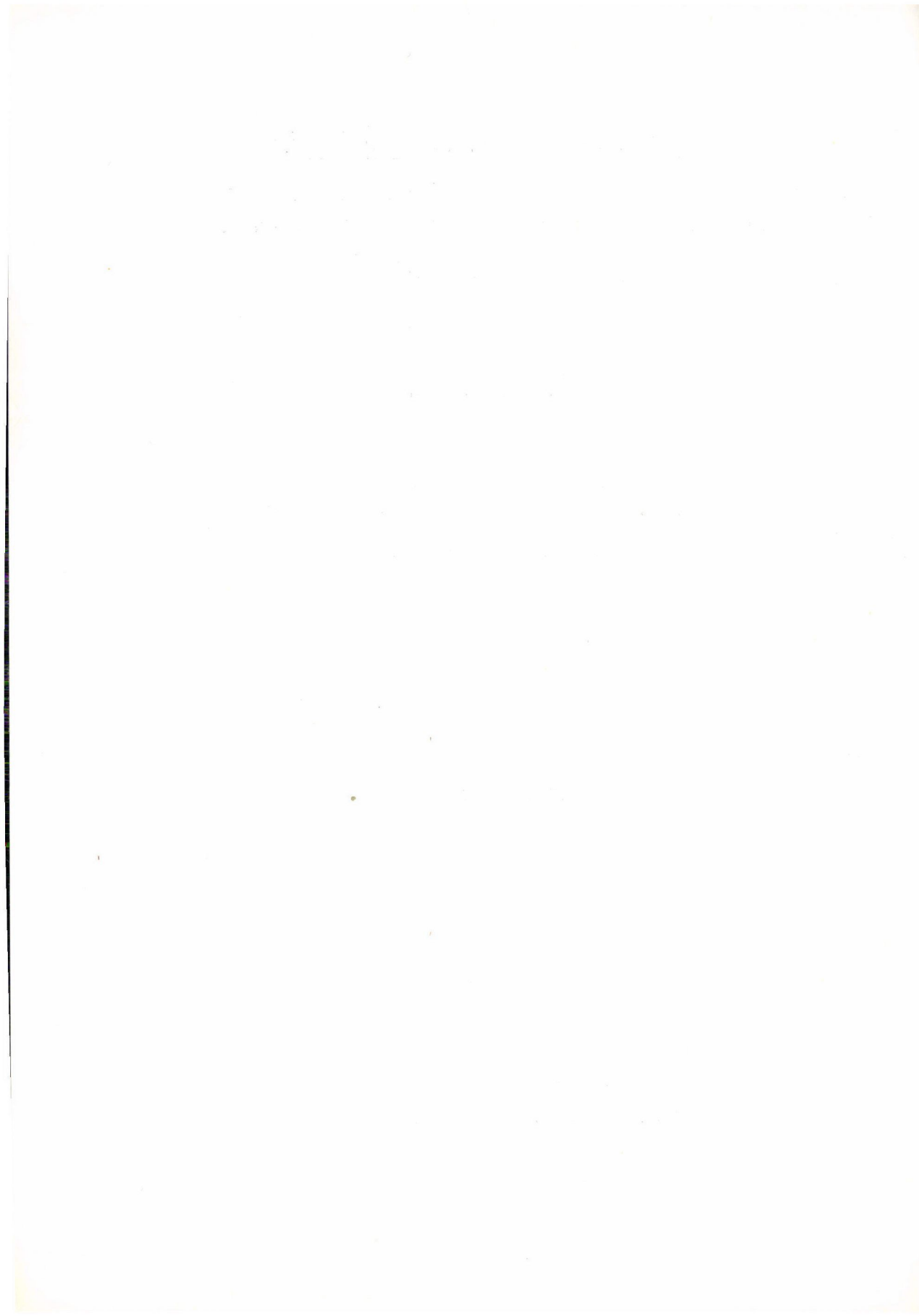
SZERKESZTŐ  
**PÉCSINÉ DONÁTH ÉVA**

**11. KÖTET**



**AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST**

1978



## AKADÉMIAI SZÉKFOGLALÓ

### FÜLÖP JÓZSEF AKADÉMIKUS SZÉKFOGLALÓJA ELÉ

MARTOS FERENC  
AKADÉMIKUS

Minden tudományágazat történetében vannak progresszív, felfelé ívelő, haladó időszakok, s vannak közöttük periódusok, amelyekre a stagnálás, vagy éppen a visszaesés jellemző. Nem volt ez másként a földtanban sem. A földtan magyarországi történetében vagy — megfordítva a szöveget — a magyar földtan történetében is többször váltogatták egymást a fejlődés és az egy helyben topogás időszakai.

Amikor „magyar földtan”-ról beszélek, teszem ezt nem azért, mintha ki akarnék szakítani egy darabot a földtudomány egyetemes ismeretrendszeréből; éppen ellenkezőleg: hangsúlyozni akarom, hogy a geológia magyar művelői, hazánk területének földtani megismerésével és megismertetésével, valami igen jelentőset adtak az összesség, az általános, az egyetemes geotudományok számára. SZABÓ JÓZSEF, HANTKEN MIKSA, HOFMANN KÁROLY, LÓCZY LAJOS, ROZLOZSNIK, SCHRÉTER, VADÁSZ és TELEGDI-RÓTH, a BÖCK-ék, a VITÁLIS-ok, a VENDEL-ek, ők a csúcsok (s persze még mások is a már nem élők közül), akik a fejlődést fémjelzik, ők akik megalapozták és továbbították számunkra tudományuk gazdagságát és még valamit: a hazai föld, a Haza szeretetét.

Az előbb „magyar földtan”-ról beszéltem és ennek a fogalmazásnak számomra kettős értelme van. Jelenti ez a magyar geológiai iskolát, de egyben némi jóleső nemzeti érzést is kelt. Így érezhettek sokan az említettek közül is, s talán ezért van az, hogy a földtan magyar tudósai között annyi az igazi hazafi. Sokan jártak közülük koruk társadalmi-politikai mozgalmának élén is. Minthogy azonban a hazai föld szerkezetének, tulajdonságainak vizsgálatát sem lehet csupán az országhatárig, s azon belül vizsgálni, úgy kapcsolódnak más és más emberi közösségekhez, így válunk hazafiakból internacionalistákká, mely utóbbi nem zárja ki, sőt feltételezi, magában hordozza az előbbit. Mindezt nem azért említem, hogy csupán kitöltsem azt a néhány percet, ami egy ilyen székfoglaló előtti bevezető számára megadatik, hanem azért, mert ezekből az összefüggésekből a ma és a jövő számára is lehet megfelelő mondanivalót fogalmazni.

Meg is fogalmazták már a feladataink lényegét mások is. Hadd idézzek

egyét a régebbiek közül, amely azonban úgy hiszem, mai interdiszciplináris szemléletünk számára sem idegen. Így szól:

„Egy van főleg, mi első helyen reánk magyarokra néz: hazánk minden oldalú megismerése és megismertetése a nagyvilággal. Ha majd e haza szent földjén minden rög ismerve lesz, minden kődarab elmondja, honnan jött, kikkel találkozott; ha minden élő, mely rajta tenyész és mozog, általunk öszszegyűjtve, a közös rendszerben foglal helyet; ha kitanultuk ege mérsékletét, a nedv- és aszályhordó fuvalmak viszonyait; ha népei egymásra temetkezett rétegeit felbúvároltuk a legmélyebbig, de kivált a ma élőknek — édes nemzetünknek — nyelvben és tettben nyilatkozó múltját, jelenét a tudomány teljes fényébe állítottuk: ez által oly politikai tőkére tettünk szert, melynek keletét legörömeztöbb ismeri el a művelt külföld. És ím, ez a honszeretet a tudományban.”

A szövegen érződik, hogy nem ma írták; valóban, 1865-ből való, s kissé költői is a fogalmazása. De hiszen ARANY JÁNOS szavai ezek, aki mindenekelőtt költő volt (s nem is akármilyen!), de mint Akadémiánk egykori főtitkára, nem csak irodalmilag szép, de egyszersmind tudománypolitikailag is szakszerű megfogalmazásban hirdette a magyar nyelv és irodalom pártolása mellett, vagy azon túl, a haza természeti környezetének, múltjának tudományos megismerését, a megismerés szükségességét. ERDEI FERENC is — ugyancsak mint főtitkár — vallja, már korszerűbb szövegezéssel, hogy: „A természeti erőforrások ésszerű felhasználása korunk egyik alapvető feladata, amelynek helyes megoldásától függ a népgazdaság eredményes fejlődése, a jelen és a jövő nemzedékek boldogulása.” S mindezt a 60-as évek kezdetén, amikor a földtani kutatás is megsínylette már a „nyersanyagokban szegény ország” tudománytalan és metafizikus álelméletét, a szinte korlátlan importlehetőségek vérmes illuzióját.

Szerencsére a földtani kutatás ma ismét a fejlődés felfelé haladó ágán halad. Abban pedig, hogy ez így van, nem kis részt vállalt — másokkal együtt — FÜLÖP JÓZSEF akadémikus is. Folytatója Ő annak a nagy elődök által megkezdett és neves kortársakkal együtt végzett küzdelmes munkának, amely egyre újabb és újabb színfoltokkal gazdagította Magyarország földtani térképeit, rárajzolva azokra Nagyegyháza, Mány, Recsk, Algyő, Iharkút és még megannyi új ásványi nyersanyag-előfordulás korábban egyáltalán nem, vagy csak alig sejtett körvonalait.

Évtizedes mulasztásokat kellett és kell még behozni. Nem csak átfogó földtani szemléletet kell kialakítani, de össze is kell kapcsolni a legelvontabb (vagy gyakran csak ilyennek látszó!) tudományos eredményeket és a természeti erőforrások gyakorlatibb célú kutatását és feltárását. El kell végezni a természettudományosabb tudatformálást és egyben a társadalmi igények tudományos megalapozottságú felmérése alapján a valóságtartalmú prognosztizálást.

Nos, mindezek a feladatok ismertek, megoldásuk, a cél elérése érdekében végzett munka folyamatban van, s e munka minden szakaszának, minden részletének valamelyikében ott találjuk FÜLÖP JÓZSEFET is, gyakran mint az irányító-szervező vezetőt, máskor mint a tudományos kutatót, ismét másutt mint az oktató professzort és nem kevészer mint tudományágazatának szakavatott és lelkes népszerűsítőjét is.

Nem hiszem, hogy munkásságának részleteiről sokat kellene mondani. A KFH elnökének, az egyetemi tanárnak, a kutató kollektívák irányítójának tevékenysége annyira a nagy szakmai (és nem is csak a szakmai) nyilvánosság előtt bontakozik ki, hogy csak a mindenki által ismert tényeket sorolhatnám. A KGST illetékes állandó bizottsága, s több más, rangos nemzetközi szervezet tagjaként munkája a külföld számára sem ismeretlen. Nem véletlen műve, hogy az UNESCO nálunk, Budapesten rendezte meg mérnökgeológiai továbbképző tanfolyamát vagy hidrogeológiai konferenciáit.

Vitathatatlan, hogy a IV. ötéves terv átütő sikerű földtani kutatásainak eredményessége a jól megalapozott geológiai és geofizikai előkészítő munka következménye, amely a korszerű fizikai, kémiai (geokémiai) elemeket sem nélkülözhetette. Magyarország ebben az időszakban 100 milliárd Ft értékű potenciális ásványi nyersanyagvagyonnal gyarapodott, s részben igen jó minőségűvel. Ebben summázódik FÜLÖP JÓZSEF akadémikus szervező, irányító, tudományos tevékenysége, s ezért várjuk megkülönböztetett érdeklődéssel mai székfoglaló előadását is.



# MAGYARORSZÁG FÖLDTANA, EGY ÚJ SZINTÉZIS IRÁNYELVEI

FÜLÖP JÓZSEF  
AKADÉMIKUS

A hazai földtani kutatás évről évre növekedő mennyiségű, részleteiben áttekinthetetlen ismeretanyagot halmoz fel. Alapvető gazdasági, gyakorlati és tudományos érdekek sürgetik a felhalmozott tapasztalatok tárgykörök, ill. területek szerinti rendszeres összefoglaló értékelését és időről időre azok átfogó, országos jellegű kritikai szintézisét, közkinccsé tételét. A földtani vizsgálatok eredményeinek országos jellegű összefoglalására — az áttekintő földtani térképeket és térképmagyarázókat nem számítva — a földtan magyarországi története során eddig alapvetően egyetlen alkalommal került sor.

Néhány vázlatos, ill. töredékes formában megvalósult kísérlet után, az Akadémiai Kiadó 1953-ban adta közre VADÁSZ ELEMÉR: Magyarország földtanát, amelyben a szerző százéves földtani irodalmunkat — közel fél évszázados szakmai tapasztalattal — megalapozott szintézisbe foglalta. Munkája a magyarországi földtan egészét átfogó, tudománytörténeti szempontból korszakzáró jellegű. Rendkívül rövid idő alatti összeállítását és közreadását — VADÁSZ felkészültsége és elhivatottsága mellett —, az ásványi nyersanyagok kutatását és hasznosítását, a Szovjetunió példája nyomán alapvető állami feladatként megvalósító új társadalmi és gazdasági rendszerünk és a geológusképzés igényei nagymértékben elősegítették. Az első nemes veretű, tömör szintézist 1960-ban jelentősen bővített második kiadás követte, amely már a szerző egységbe forrasztó erejének csökkenéséről tanúskodott.

VADÁSZ Magyarország földtanát követően napjainkig mindössze egyetlen, a Tankönyvkiadó által közreadott hasonló tárgyú egyetemi jegyzet látott napvilágot, és egy külföldiek részére összeállított áttekintő munkát publikáltak a Német Szövetségi Köztársaságban. A nagy ütemben fejlődő hazai földtani kutatás átfogóan összegező, előremutató szintézis igényének kielégítésére ez utóbbiak nem voltak sem hivatottak, sem arra alkalmasak.

Az új, országos jellegű kritikai összesítés megalkotásához ma már 25 év fel nem dolgozott termését kell számba venni, belőle az átfogóan jellemzőt, a továbbfejlesztésre érdemes „szellemi vetőmagot” kiválasztani és egyben a

korábbi irodalom új szemléletű értékelését is elvégezni. A munka méreteire jellemző, hogy a földtani kutatás szinte minden területén — akár a kutatók és a publikációk számát illetően, akár a mélyfúrások volumenét, vagy a geofizikai kutatás sokrétű és nagyarányú kibontakozását figyelembe véve — az elmúlt negyedszázad során a fejlődés nagyobb volt, mint a korábbi száz év alatt együttvéve.

Példaként megemlítem, hogy a felszabadulást követően földtani kiadványainkban mintegy 4500 tudományos tanulmányt tettek közzé, míg a korábbi évszázad során összesen mintegy 2700-at publikáltak.

A földtani megismerés új korszakát nyitotta meg a mélyfúrások és ezen belül is a magfúrások nagyarányú alkalmazása a földtani kutatás területén. A legutóbbi három évtized 10 millió métert meghaladó mélyfúrási tevékenységével szemben, azt megelőzően a mélyfúrások összes volumene nem érte el az 1 millió métert. Talán nem is kellene külön hangsúlyoznom az előbbiekkal kapcsolatban a földtani anyagvizsgálat és a geofizikai vizsgálatok terén végbement hatalmas fejlődés információnövelő szerepét. Egész földtani tevékenységünk hajtóereje: az ásványi nyersanyagok termelése és felhasználása, valamint a termelés további lehetőségét megalapozó, esetenként annak jelentős növelését lehetővé tevő ásványvagyonunk is a többszörösére, ill. egyes ásványfajtákat illetően a korábbinak sokszorosára növekedett.

A hazai természeti erőforrások kiaknázásának megnövekedett jelentősége, a földtani kutatás — nemzetközi nyersanyagellátási problémák hatására — kibontakozott új lendülete aláhúzzák a földtani áttekintés időszerűségét. A korszerű, új ismeretek felhalmozódása és a közelmúltban publikált számos tematikus és regionális monográfia ugyanakkor nagymértékben segítik annak létrehozását. Jelentős új ismeretanyagot tartalmaznak a gyakorlati célú kutatások eredményeit összefoglaló kéziratok földtani jelentések. Mindezek mellett kiváló szakemberekre támaszkodhatom, akik valamely kérdés vagy terület magas szintű, átfogó ismeretét képviselik; közreműködésük fontos tartóoszlopa az új összefoglaló munkának.

A korábbi áttekintő tanulmányok elavulását siettetette és az új időszerűségét indokolja a földtan tudományágainak gyors fejlődése. Alapvetően új felismerésekhez vezetett a földkéreg és a köpeny szerkezetének nemzetközi geofizikai vizsgálata, a tengeraljzat fúrásokkal és geofizikai módszerekkel végzett tanulmányozása. Különösen az óceánközépi hátságok földtani és geofizikai vizsgálata, a tengeraljzat paleomágneses és rétegtani feltérképezése, valamint a szárazföldi és óceáni lemezek határán kipattanó földrengések értelmezése. Mindezek az űrkutatás földtani eredményeinek figyelembevételével egy forradalmian új, dinamikus földfejlődési modell és szemlélet kialakulásához vezettek.

A tengeri üledékgyűjtőkben, különösen a selfeken végzett sokoldalú vizsgálat is egész sor földtani tudományág megújulásához vezetett. Ehhez

járul a húsz évi, nemzetközi együttműködéssel létrehozott közös rétegtani nyelv és az átfogó rétegtani szemlélet kialakulása.

A tudományos és technikai forradalom, amely az említett világméretű földtani kutatási programok műszaki bázisának létrehozását is lehetővé tette, a földtani anyagvizsgálat terén is nagy jelentőségű eredményekhez vezetett a mérhető paraméterek száma, a mérések pontossága és gyorsasága, valamint a mikroméretekre való behatolás területén.

Imponáló a földtan hazai fejlődése is. Egész sor új tudományágat alapoztak meg és fejlesztettek jelentős színvonalra. Kiemelkedő helyet foglal el közöttük a geofizika, a geokémia és az agyagásványok földtana. Jelentősen fejlődött egy sor alkalmazott földtani tudományág, mint pl. a bauxitföldtan, a szénhidrogén-földtan, a hidrogeológia, az építésföldtan és a gazdasággeológia. Új módon folyik hegységeink és medencéink részletes és átfogó földtani vizsgálata. Eredményeink közül számos váltott ki széles körű nemzetközi érdeklődést és megérdemelt elismerést. Világviszhangot kiváltó nagy rendezvényeink közül ezúttal csak az elmúlt évben a Hidrogeológusok Nemzetközi Egyesülete által Budapesten tartott: „Nagy üledékes medencék hidrogeológiája” c. konferenciára hivatkozom.

Mindezek figyelembevételével Magyarország földtanának új szintézise egyrészt a földtudományi szakemberképzés és továbbképzés igényeit kívánja kielégíteni, másrészt a geológusok, geofizikusok, bányamérnökök és földrajztanárok gondolatébresztő, vitára és továbbfejlesztésre ösztönző kézikönyvnek szerepét kívánja betölteni. A szomszédos és esetenként a távolabbi országok szakembereinek földtani viszonyaink iránti általános érdeklődését is kielégítheti. Közérthetőségre törekedve, remélem mindazok számára jól felhasználható lesz, akik hazánk geológiai viszonyai, a földtani kutatás vagy hasznosítható ásványi nyersanyagaink iránt érdeklődnek.

Az időszzerűség, a források és a cél áttekintése után a munka tartalmi kérdései érdemelnek figyelmet. Ennek középpontjában földtani viszonyaink lényeges vonásainak, alapvető törvényszerűségeinek bemutatása áll. A korábbiakhoz viszonyítva elsősorban az állásfoglalások konkrét és sokoldalú megalapozottságának növelésére, valamint a rétegtani és szerkezetföldtani tagolás differenciáltabb alkalmazására kell törekedni. Szorosabb kapcsolatot és megfelelőbb arányokat indokolt kialakítani a természetes adottságok és a gyakorlati igénybevétel, ill. a potenciális hasznosíthatóság feltételei között. Lényeges új fejezetei a munkának:

- „Az ásványi nyersanyagok magyarországi története”;
- „A földtan magyarországi története” és
- „A földtani kutatás magyarországi története”.

Ezek alapvető, szemléletalakító fejezetek. Rajtuk keresztül lehet megvilágítani a földtani kutatás kiemelkedően fontos, jövőt alapozó szerepét; a

közgazdaság, a bányászat, a műszaki és a természettudományok, valamint a földtani kutatás kölcsönhatásait.

A történetiség nemcsak tudományunk alapvető sajátossága, hanem a gyakorlati munkában is nélkülözhetetlen szemléleti alap. Nem lehet reálisan kijelölni a tennivalókat és felmérni a várható eredményeket, ha nem értékeljük megfelelően az előzményeket. A napi munkában is lépten-nyomon tapasztalható ezen alapvető követelmény figyelmen kívül hagyásának káros hatása. Számos kérdésben hangzik el indokolatlan bírálat, folyik felesleges vagy kellően meg nem alapozott munka csak azért, mert az illetők nem ismerik az előzményeket.

Földtani képződményeink tárgyalása megismerésük történetének áttekintésével kezdődik. Ezután a rétegösszletek területi rendszerében, azok elterjedésének, településének és tagolásának bemutatására kerül sor. Alapvető fejezet a földtani képződmények ásvány-, kőzettani, geokémiai, őslénytani és szerkezetföldtani kifejlődésének jellemzése. Ezt követi a bio- és a kronosztratigráfiai értékelés. Mindezek együttesen alapozzák meg a keletkezési és a fejlődéstörténeti viszonyokról kifejtett véleményeket.

Kiemelkedő fontosságú szempontnak tartom a földtani tények pontos számbavételét, közülük típusok kiválasztását, és ezek megfelelő arányú együttes szerepeltetését a belőlük levont következtetésekkel, földtani magyarázatokkal. Mindenekelőtt a jól feltárt és korszerűen megvizsgált, hivatkozási alapként, sztratotípusként felhasználható felszíni feltárásokra gondolok, amelyekhez mindenki könnyen hozzáférhet. De hasonló célt szolgálnak a folyamatos magfúrással mélyített és minél nagyobb arányban megőrzött mintaanyaggal rendelkező földtani alapfúrások szelvényei, ill. diagramjai. A földtanban csak ezek segítségével lehetséges az egzakt viszonyítás, ezekkel és ezeken mérhető le pontosan a földtani ismeretek fejlődése, ezekre alapozhatók reálisan a földtani elméletek, ill. magyarázatok.

Szeretném elkerülni a tankönyveknek és kézikönyveknek azt az eléggé gyakori hibáját, hogy minden kérdésre egyformán határozott, problémamentes magyarázatot adnak. Ez a monoton határozottság esetenként hatalmas és nehezen áttekinthető rész-ismeretanyaggal vagy bonyolult elméletekkel társulva azt a benyomást kelti, hogy a tudomány már minden lényeges kérdést megoldott. Különösen fiatal kutatókra hat bénítólag ez az alapvetően hibás beállítás. Akik behatóan foglalkoznak a földtani kutatás bármely területével, a megoldatlan vagy a vitatható megoldások légiójával találják szembe magukat. Országgrésznyi fehér foltjaink vannak, különösen a mélyföldtani felépítés ismeretét illetően. Az elért eredmények áttekintése mellett a szintézis alapvető feladata az ismereti hézagok feltárása és a további feladatok célszerű irányainak meghatározása.

Gyakran a sokféle, kellő alátámasztás nélküli állásfoglalás nehezíti a tisztánlátást. A reális alternatívák és az ugyancsak nélkülözhetetlen munka-

hipotézisek a földtani megismerés fejlődésének nélkülözhetetlen eszközei. Indokolatlan azonban, hogy lényeges új eredmények közlése helyett feleslegesen csak mást mondjunk, mint elődeink. Különösen zavaró ez a földtani fogalmak használatában, ahol szinte általános gyakorlat a következetlenség, a pontatlanság, gyakori a tájékozatlanság és nagy a lemaradás a nemzetközi fejlődéstől.

Felmerül az országhatárokkal elvágott földtani egységek tárgyalásának kérdése is. A szomszédos országok velünk határos területeinek földtani ismeretére legtöbbször nélkülözhetetlenül szükség van saját földtani problémáink megoldása érdekében. Ezt nagymértékben elősegíti, hogy a legtöbb irányban korszerű regionális monográfiák és országos jellegű áttekintő munkák állnak rendelkezésre.

A személyes eszmecserének és tapasztalatszerzésnek sincsenek elháríthatatlan akadályai szomszédaink irányában.

Magyarország geológiája három kötetre tervezett anyagából az első összeállítása van folyamatban. Ennek nyomdába adására a következő évben kerül sor. Ez a kötet a feladat időszerűségét, célját, tárgyát és a megvalósítás módját tárgyaló bevezető fejezeten kívül három fő részből áll. Az első rész a már említett történeti fejezeteket tartalmazza. A második rész Magyarország nagyszerkezeti helyzetével és ennek tudománytörténeti korszakokhoz kapcsolódó elméleteivel foglalkozik. Erre a témára a záró kötet végén a teljes földtani kép ismeretében is indokolt lesz visszatérni. A második kötet a mezozoos, a harmadik a terciér és a kvarter képződményeket tárgyalja.

A Föld, amely sokáig „a világ” volt az ember szemében, ma egyetlen égitest a milliárdnyi között, egyike a legszerényebbeknek. Az ember számára azonban továbbra is az a világ, amely alapvető életkörülményeit megszabja, és ezen a téren nem hiányoznak a baljós jelek sem a jövő horizontjáról. Nagy és felelőségteljes feladatot jelent a földtan számára az emberi tevékenységre kedvező földi környezet alapvető törvényszerűségeinek történeti szemléletű megvilágítása, a természeti erőforrások ésszerű kiaknázásának megalapozása és elősegítése. Saját természeti adottságaink optimális hasznosítására irányuló hazai földtani kutatásunk jelentős és nélkülözhetetlen hozzájárulás népünk jólétének további növeléséhez. Egyik építőköve ennek Magyarország földtanának új szintézise; amelyet az elmondottakon kívül sürget az évi 2 milliárd forintot meghaladó volumenű földtani kutatási tevékenység minél szélesebb körű tudományos megalapozásának igénye, a ráfordítás kockázatának csökkentése és hatékonyságának növelése.

A munka személyes vonatkozású feltételeit illetően szerencsésnek érezhetem magam azért, hogy 25 éves geológusi pályafutásom során mindvégig szoros kapcsolatban maradtam a budapesti geológusképzéssel, közvetlen tapasztalatból ismerem országos kutatóintézeteink munkáját és az elmúlt évtizedben módomban volt átfogó képet alkotni földtani kutatásunk egészéről,

annak népgazdasági szerepéről és jelentőségéről is. A munka legfőbb célját és értelmét abban látom, hogy a rohamosan növekvő ásványi nyersanyagszükséglet kielégítésének egyre nagyobb gondjaival szembekerülő korunkban jó alapot nyújtsak nemcsak a múlt és a jelen áttekintéséhez, de különösképpen a hazai földtani kutatás további lehetőségeinek és céljainak reális kijelöléséhez, mintegy az ezredfordulóig terjedően.

## TUDOMÁNYOS ÉRTEKEZÉSEK

# A Bányagazdasági és Ásványvagyon- Gazdálkodási Kutatások Helyzete és Néhány Fontosabb Eredménye Magyarországon

FALLER GUSZTÁV  
A MŰSZAKI Tudományok Doktora

TÓTH MIKLÓS  
A MŰSZAKI Tudományok Doktora

Hazánk ásványi nyersanyag-előfordulásait a szocialista iparosítás első szakaszában létrejött dinamikus fejlődés során oly mértékben kellett igénybe venni, hogy a telepítéspolitikai elsősorban az egyes ásványvagyon-medencék arányos igénybevételén alapuló gyors bányalétesítésre irányult, gyakran még akkor is, ha ezek a kapacitások sem földtani, sem gazdasági szempontból nem voltak megalapozottak. A gazdaságfejlődés intenzív szakaszára való áttéréssel kölcsönhatásban szükségszerűvé, és a szocialista országok gazdasági együttműködésének fejlődése révén lehetségessé vált célul tűzni ki, hogy a hazai ásványi nyersanyagigények kielégítésében a kényszermegoldásokat fokozatosan gazdaságilag kedvezőbb megoldások váltsák fel. Ennek tudományos megalapozásaként is megindult — a klasszikus földtani, bányászati és közgazdasági tudományágak differenciálódása és ezzel egyidejűleg határterületeik integrálódása révén — a szocialista bányagazdaságtan és ásványvagyon-gazdálkodás új típusú, az alapvető célkitűzésre orientált fejlődése. Felül kellett ugyanis vizsgálni a korábbi telepítéspolitikai hatására létrejött bányászati struktúrát, és ki kellett alakítani egy olyan — a komplex népgazdasági döntés-előkészítő, irányító és végrehajtó tevékenységként értelmezett — *ásványvagyon-gazdálkodás* elvi alapjait, amely a földtani kutatástól kezdve a bányatelepítési, a termelési technikai, sőt gyakran a felhasználási fázisokon keresztül, a meglevő bányákban történő ásványvagyon-visszahagyásig terjedő teljes folyamat egészét felöleli vagy érinti. Ezzel alapokat ad az egyes medencéken belül is igen heterogén földtani adottságokkal rendelkező hazai ásványi nyersanyag-előfordulásoknak a szelektív iparpolitika elvein alapuló, népgazdaságilag célszerű optimális igénybevételére.

E kutatómunka keretében — azzal szoros kölcsönhatásban — alakult ki a hazánkban mintegy két évszázados múltú bányagazdaságtan tárgykörére, tematikai elhatárolására, illetve rendszerére vonatkozó új koncepció. Eszerint a *bányagazdaságtan* olyan alkalmazott tudomány, melynek ismeretanyaga lehetővé teszi a bányászat tárgyát képező ásványi nyersanyag-előfordulások, valamint azok feltárására, kitermelésére és dúsítására alkalmas termelési eszközök optimális megválasztását, illetve a munkatárgyak és a termelőerők kapcsolatának olyan komplex megszervezését, amely elősegíti az ásványi

nyersanyagigények minimális társadalmi munkaráfordítással történő kielégítését.

A bányagazdaságtant az ipargazdaságtan egészén belül a bányászati munka tárgyának olyan sajátosságai különböztetik meg, melyekkel a többi iparágban folyó termelőtevékenység munkatárgyai nem rendelkeznek. A bányászati munka tárgya: az ásványi nyersanyag. Ennek, illetve egyes előfordulásainak négy megkülönböztető sajátosságához kapcsolódnak a bányagazdaságtan speciális vizsgálati területei: az ásványi nyersanyag a keletkezési (előfordulási) helyén tételesen nem reprodukálható, egy-egy előfordulása a kitermelést megelőzően csak reprezentatív, korlátozott pontossággal ismerhető meg, természeti adottságai a technikai fejlettség adott szintjén alapvetően meghatározzák a kitermelés gazdaságosságát, és — végül — ezek az adottságok előfordulásonként (nem ritkán ugyanazon előfordulás különböző részleteire vonatkozóan is) egymástól nagymértékben különbözhetnek. (Az előbbiekből következően nem soroljuk a bányagazdaságtan körébe azokat az általános közgazdasági, ipargazdaságtani kutatásokat, illetve problémamegoldásokat, melyeket a bányászat — mint az ipar része — is művel, alkalmaz, illetve hasznosít.)

#### *A hazai bányagazdaságtani kutatások vázlatos tematikai áttekintése<sup>1</sup>*

Áttekintésünk az előbbieknél megfelelően csak a munkatárgyi specifikumból fakadó sajátos témakörre terjed ki, és az egyes témáknál csupán a legjelentősebbeknek mondható, az utolsó egy-másfél évtizedben elért eredményekre, illetve az ezeket megalkotó kutatóhelyekre utal, így ezek az utalások nyilván nem teljeskörűek.

Az ásványi nyersanyag *tételes*, „*in situ*” *reprodukálhatatlanságához* kapcsolódnak a bányászati munkahelyek folyamatos „újratermelésének” szükségességéből fakadó speciális költség szerkezeti, a munkaerő és a termelőszközök folyamatos vándorlásának a bányatermékek „összegyűjtésével” párosuló telepítéselméleti, lokalizációs, végül pedig a kapacitás és az élettartam kényszerkapcsolatából fakadó speciális amortizációs kérdései, valamint a telepítéselmélet kapacitásoptimumot kereső problémái. Közülük világszerte ismert és elismert módon oldja meg a telepítéselméleti feladatokat a Nehézipari Műszaki Egyetem Bányaműveléstani Tanszékén kialakult magyar analitikus iskola, és elméletileg jól megalapozott gyakorlatot alakítottak ki a speciális

<sup>1</sup> Ez az áttekintés annak a helyzetképnek az alapján készült, melyet szerzők előterjesztésként — doktori téziseik munkahelyi vitája keretében — az MTA Föld- és Bányászati Tudományok Osztályának Bányászati Tudományos Bizottsága az 1973—76 közötti ciklusban kialakított helyzetképek sorában vizsgált meg. Ezért gyakorlatilag csak az 1975-ig elért eredményeket tárgyalja, és csak kivételesen utal ennél frissebb, illetve azóta folyamatba helyezett újabb kutatásokra.

költségszerkezeti és amortizációs problémák megoldására a bányászat állami irányításában tevékenykedő szakemberek.

A munka tárgya — az ásványi nyersanyag-előfordulás — *előzetes megismerhetőségének korlátozottságából* fakadnak a más iparágakét jelentőségében (elsősorban mértékében) meghaladó kockázat meghatározásával, illetve a megkutatottság optimális mértékével kapcsolatos feladatok. A feladatmegoldások elvi megalapozásában elsősorban a Központi Földtani Hivatal (illetve jogelődje) és kutatóintézete: a Magyar Állami Földtani Intézet, a Nehézipari Minisztérium és kutatóintézete: a Bányászati Kutató Intézet, valamint a Nehézipari Műszaki Egyetem Földtani-Teleptani, továbbá Bányaműveléstani Tanszéke, újabban pedig az Országos Érc- és Ásványbányászati Vállalat szakemberei értek el eredményeket. Az eredmények gyakorlati alkalmazásig vitt fejlesztése egyelőre szűk körű ugyan, de olyan fontos területre terjed ki, mint például a bányászati vízvédelem gazdaságilag indokolt mértékének megállapítása (Bányászati Kutató Intézet), vagy például az ásványvagyon ismeretessége mértékének kvantitatív jellemzése (pl. Országos Érc- és Ásványbányák, NME Bányaműveléstani Tanszék, Mecseki Ércbánya Vállalat).

Minthogy a technikai fejlettség adott szintjén a munka tárgyát képező ásványi nyersanyag tulajdonságai, általánosan fogalmazva: *a természeti tényezők alapvetően megszabják a termelés gazdaságosságának mértékét*, szükségszerűen a bányagazdaságtan feladatainak keretébe tartozik az eredmények és a természeti adottságok közötti kapcsolatok matematikai megfogalmazása, illetve leírása, az egyes művelésmódok és termeléstecnológiai megoldások gazdasági hatékonyságának a természeti adottságok hatását tekintve vevő metódika szerinti vizsgálata, megítélése, valamint a meghatározott természeti körülmények között kifejtendő emberi munkával való gazdálkodás optimális megszervezése feltételeinek és lehetőségeinek elemzése. A használati érték, illetve termékérték és a ráfordítás különbségeként értelmezett eredmény értékű tényezője és a bányatermék minősége közötti kapcsolatok eléggé megbízható matematikai leírásának tekinthetők az állami irányítás szférájában kialakított árfüggvények, illetve korábban a Nehézipari Minisztérium ércbányászati szakemberei által a többbalkotós színesércet külföldön sem alkalmazott értékelésmódja, újabban pedig azok az ún. költséghatárfüggvények, amelyek éppúgy az Országos Ásványvagyon Bizottság keretében végzett — illetve általa irányított — munka során alakultak ki, mint azok az ún. reálköltségfüggvények, melyek a ráfordítások és az őket befolyásoló természeti tényezők kapcsolatának kvantifikálására törekuszenek.

A földtani kutatás, kitermelés, ásvány-előkészítés, illetve részben az elsődleges felhasználás műszaki fejlesztésének gazdasági hatékonysága vizsgálatára a Nehézipari Minisztériumban és kutató, valamint termelő szerveinél működő szakemberek által kialakított módszerek, illetve előbbiek közreműködésével az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság keretében rendszeresen

végzett, illetve folyó vizsgálatok alapvetően tekintetbe veszik, hogy a technika a legtágabban értelmezett bányászatban azt a transzmissziót alkotja, melynek révén a természeti tényezőknek a termelés gazdaságosságára gyakorolt hatása érvényesül. A klasszikus technológiai fejlesztés gazdasági kérdéseivel foglalkozó, szinte valamennyi bányavállalat közül az újszerű megoldásokkal és azok gazdasági kérdéseivel eredményesen foglalkoznak a Tatabányai Szénbányáknál a kitermelt nyersanyagoknak minél komplexebb (valamennyi alkotójára kiterjedő) hasznosítása érdekében. Elsősorban az Országos Érc- és Ásványbányáknál, valamint a Nehézipari Műszaki Egyetem Ásványelőkészítési és Bányaműveléstani Tanszékén az ércek „in situ” halmazállapot-változtatása — illetve ennek biológiai intenzifikálása — útján való kinyerése, az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt Ipari Kutató Laboratóriumában pedig az új, másodlagos és harmadlagos kőolajtermelési eljárások kialakítására és bevezetésére irányul tudományos-fejlesztő munka.

A bányászatnak a természeti adottságokkal ugyancsak gyakorlatilag behatárolt, viszonylag nagyarányú élőmunka-igényességétől indítva, ugyancsak kialakult és szervezetté vált — korábban a Nehézipari Minisztériumban, később annak kutató intézeteiben és néhány vállalatánál (elsősorban a Borsodi, a Mecseki, az Oroszlányi és újabban a Nógrádi Szénbányáknál) — az a megfelelő munkaéletteni, munkalélektani és szociológiai alapokra támaszkodó tevékenység is, mely célszerű munkatanulmányok alapján, optimális munkamódszerek és munkarendek meghatározásával és megfelelő bérezési módok kialakításával igyekszik elősegíteni, hogy a maximális munkatermelékenység jó munkahelyi légkörben a munkások minimális igénybevétele mellett jöjjön létre.

Végül abból a körülményből, hogy a kiaknázás gazdaságosságát jórészt determináló munkatárgyi tulajdonságok, illetve *a természeti adottságok az egyes előfordulásokon általában nagyon* különbözőek, a következő — egymással sok vonatkozásban összefüggő — témakörök kerültek a hazai bányagazdaságtani kutatómunka homlokterébe: a különbözőzeti bányajáradék elvén alapuló ásványvagyon-gazdálkodási elmélet, az egyes előfordulások potenciális népgazdasági értéke, illetve azok műrevalósága alapján álló ásványvagyon-gazdálkodási gyakorlat kialakítása, a bányászat optimális termelési szerkezete (az optimális energiasztruktúra, illetve az ásványi nyersanyagforrások optimális szerkezetűje) meghatározása módszereinek kimunkálása és konkrét alkalmazása a közép- és hosszútávú tervezésben, valamint mindezekkel kölcsönhatásban a bányászat, az ásványvagyon-gazdálkodás, illetve az ásványi nyersanyag-ellátás prognosztikájára kiterjedő vizsgálódások és megállapítások. (E témakörökben főleg a szerzők által 1975-ig végzett, illetve irányított kutatások néhány téziszerű eredményét a következő fejezetekben mutatjuk be.)

A műrevalóság meghatározására vonatkozó első állami előírások — melyek az 1950-es évek végén és a 60-as évek elején a Nehézipari Minisztérium-

ban jöttek létre a szénelőfordulásokat és a legfontosabb ércek előfordulásait illetően — egyre elmélyültebb gazdasági megalapozással éppen a termelési szerkezetre vonatkozó vizsgálatokkal kölcsönhatásban fejlődtek tovább, és az ezt szolgáló, kezdetben egyéni kutatásokat az utolsó évtizedben a bányagazdasági, illetve ásványvagyon-gazdálkodási tudományos kutató munka jelentős fellendülése követte.

Az energiaszerkezet és ezen belül a szénbányászat termelési szerkezete optimalizálására 1965 táján megkezdett nagyarányú tevékenység és az ásványi nyersanyag-előfordulások gazdasági értékelésének 1970 óta államilag előírt gyakorlata azért lehetett sikeres, mert egyidejűleg kialakultak a mindezeket megalapozó tudományos tevékenység jelenlegi keretei is. A témakört rendszeresen vizsgálták az MTA és az OMFB illetékes szakbizottságai, az e vonatkozású vitákhoz rendszeresen széles fórumot biztosítottak a társadalmi-tudományos egyesületek. Átszerveződött és aktivizálódott az Országos Ásványvagyon Bizottság (OÁB), mely tárcaközi bizottság jelleggel működve, a vonatkozó egyéni és intézeti tudományos eredményeket alapul vette a gyakorlati ásványvagyon-gazdálkodás rendjének újraszabályozásához. Az OÁB módszertanfejlesztő munkájában ma már nemcsak saját szakértői apparátusára, a Magyar Állami Földtani Intézetben létrehozott Gazdaságföldtani Osztály, a Bányászati Kutató Intézet, a Bányászati Tervező Intézet, a NIM Ipargazdasági és Üzemszervezési Intézete, valamint az érintett egyetemi tanszékek — a Nehézipari Műszaki Egyetem tanszékei mellett legújabbban a Marx Károly Közgazdaságtudományi Egyetem Ipargazdaságtan Tanszéke és a Pécsi Tudományegyetem Közgazdaságtan Tanszékesoportja — szakembereinek vizsgálataira támaszkodhat, hanem a bányászati trösztöknél és vállalatoknál kialakult, valamint a Nehézipari Minisztériumban és a Központi Földtani Hivatalban dolgozó széles körű szakember gárdára is. A szakemberek ez utóbbi köre, mely egyrészt az operatív ásványvagyon-gazdálkodás helyi, illetve országos döntéselőkészítő és végrehajtó apparátusát, másrészt az elméleti és gyakorlati továbbfejlesztést elősegítő információs és konzultációs bázist alkotja. Utóbbi keretek között — a Tatabányai Szénbányáknál — alakult ki az a perspektivikus módszerfejlesztési irányzat, mely elmélyíti és kiszélesíti az ásványvagyon-gazdálkodás mai rendjében egyébként alapjaiban ugyancsak érvényesülő rendszer- és függvényszemléletet, amikor is a nyersanyag komplex felhasználási lehetőségének optimális megoldását azokra az esetekre keresi, melyekben az egyes alkotók többféle célra használhatók fel, erre alkalmas ipari vertikumokban. Ezen az alapon folynak ez idő szerint a NIM irányításával NIM — KFH, illetve NIM — OMFB együttműködésben — széles körű szakértői körre és kutató-tervező intézeti tevékenységre támaszkodva — azok a vizsgálatok, melyek az MSZMP XI. kongresszusának vonatkozó határozata, valamint ezt követően — az MSZMP Gazdaságpolitikai Bizottságának, illetve Politikai Bizottságának ásványi nyersanyagaink hatékonyabb hasznosítását szorgal-

mazó állásfoglalása szellemében tételesen hivatottak meghatározni a legjelentősebb ásványi nyersanyag-előfordulásokra telepíthető feldolgozó vertikumok gazdaságosságát, illetve azt, hogy ezek mennyiben felelhetnek meg a népgazdaság termelési szerkezete fejlesztésére vonatkozó célkitűzéseknek.

### *Ásványvagyon-gazdálkodásunk néhány alapelve*

Könnyű belátni, hogy az egyén is és a társadalom is csak az esetben képes a rendelkezésre álló javakkal racionálisan gazdálkodni, ha azok mennyiségét és értékét ismeri. Az ásványvagyon-gazdálkodás tárgyát képező, a természeti erőforrások körébe tartozó ásványi nyersanyag-előfordulások mennyiségileg ma már eléggé megbízhatóan számba vehetők (a megbízhatóság mértéke egyrészt megkutatottságuk mértékétől, másrészt kifejlődésük bonyolultságának fokától függ), gazdasági értékük megállapítása azonban mindazon problémákkal terhelt, melyek a természeti erőforrások gazdasági értékelésénél általában felmerülnek.

A klasszikus kapitalista bányagazdaságtan „bányabecslés” útján értékelte az előfordulásokat és kimutatta, hogy a bánya „becsértékének” alapja az az előkalkulált hozam, amit a kiaknázás eredményezhet. A szocializmus építésének kezdeti időszakában az ásványi nyersanyag-előfordulások kiaknázása gazdaságosságának megítéléséhez, vagyis műrevalósági minősítéséhez az előfordulás természetes mutatókban kifejezett szélső értékeit kifejező kondíciók (minimális telepvastagság, minimális fémtartalom stb.) szolgáltak alapul, melyek — általában becslésszerű vagy analógiás számítások alapján — alkalmasnak látszottak a műrevaló és a nem műrevaló vagyonrészeknek egymástól történő elhatárolására. Az „in situ” tételes reprodukálhatatlanság tényéből és abból a célból kiindulva, hogy a társadalom ásványi nyersanyagok iránti szükségleteit optimális módon, vagyis a földtani megismerés, a termelési kapacitáslétesítés, a termelés és a felhasználás szférájában felmerülő társadalmi ráfordítás minimalizása mellett kell kielégíteni, a népgazdaság extenzív fejlesztési szakaszáról az intenzívre való átmenettel kölcsönhatásban nyilvánvalóvá vált, hogy az előfordulások gazdasági értékelése nem választható el az értékelés időhorizontjára vonatkozó optimális igénykielégítési program megalkotásától.

Egy-egy ásványi nyersanyag (illetve az egymással variábilis nyersanyagok egy-egy csoportja) iránti népgazdasági összigeny valamely távlati időpontban különféle ráfordításokat igénylő (hazai és import) forrásokból elégíthető ki. Így a különféle korlátozó feltételek mellett megvalósítható, ráfordításminimumot biztosító forrásstruktúra egyben meghatározza azon, még szükséges legkedvezőtlenebb (hazai vagy import) forrást is, melynek megfelelően számba vett ráfordítása — ún. reálköltsége — a megengedhető határráfordítással — az ún. költséghatárral — azonos. Ehhez a „határforrás”-hoz képest minden olyan

forrás különbözeti bányajáradékot élvez, amelynek a társadalmilag szükségesként beléfectetett munkát is felölelő költsége kisebb a költséghatárnál. Ez a különbözeti bányajáradék (a társadalmilag szükségesként beléfectetett munka költségével együtt) alkotja azt a potenciális népgazdasági eredményt, amely alkalmas az egyes előfordulások népgazdasági értékének — ún. „in situ” értékének — jellemzésére. A távlatban várható költségek megfelelő számbavétele azt jelenti, hogy azokban — ha már ma is működő bányákról van szó — a már megtörtént kutatások és beruházások stb. költsége — mint a társadalmilag szükségesként beléfectetett munka kifejezője — nem szerepel, viszont (elsősorban a szabad területi ásvány-előfordulásoknál) az időben még előttünk álló egyszeri ráfordítások — kutatás, beruházás stb. — a megfelelő kamatos kamatokkal képzett amortizációs költséggel veendő számításba. Az így értelmezett reálköltség (mely tehát nem azonos a közgazdaságtan más jellegű vizsgálatainál alkalmazott, ugyanezen szóval jellemzett ráfordítás-kategóriájával) növekmény jellegű olyan értelemben, hogy ez az a költség, amely „elmarad”, ha a szóban forgó előfordulást nem aknázzuk ki.

Az előzőekben áttekintett módszert — az 1975. évi távlatra vonatkoztatva — első ízben 1970-ben alkalmazták a gyakorlatban Magyarországon. (Kísérleti jelleggel a szocialista országok közül elsősorban a Szovjetunióban és a Német Demokratikus Köztársaságban végeztek és végeznek hasonló értékeléseket, mert egyre inkább nyilvánvaló, hogy a szocialista országokban ez idő szerint alkalmazott „kondíciós” értékelésmód továbbfejlesztésére, a kondíciók gazdasági alapjai tökéletesítésére, ezen az úton nyílik lehetőség.) A vizsgálatot teljes részletességgel a szén-, kőolaj-, földgáz-, bauxit-, vasérc-, mangánérc-, ólom—cinkérc- és rézérc-előfordulásokra végezték el. (Az építőipari és egyéb ásványi nyersanyagokra nézve hasonló becsléseket végeztek.) Az ásványvagyon mennyiségéről minden évben (január 1-i állapotra vonatkozóan) elkészülő, ún. ásványvagyonomérleg adatainak megállapításával kölcsönhatásban, a felsorolt ásványi nyersanyagok minden egyes előfordulására és ezen előfordulások minden egyes művelési tömbjére nézve meghatározták, illetve meghatározzák.

- a műszakilag kitermelhető ásványvagyon  $Q$  (tonna) mennyiségét (a földtani vagyonnak a termelés során előálló, optimális — költségminimumot biztosító — mértékű veszteséggel és hígulással történő korrigálása révén),
- a kitermelhető ásványvagyon  $w$  (Ft/tonna) termelési költséghatárát és  $k$  (Ft/tonna) reálköltségét.

Amennyiben a kiszámított  $w$  költséghatárnál a kitermelés  $k$  reálköltsége nem nagyobb, az ásványvagyont művelőnek, ellenkező esetben pedig műre-

valótlannak kell ítélni. A műrevalóság fokát a műrevalósági mutató ( $m$ ) juttatja kifejezésre:

$$m = \frac{w}{k} \quad (\text{Ft}/\text{Ft})$$

Ha  $m \geq 1$ , az ásványvagyon műrevaló, ha  $m < 1$ , műrevalótlan minősítésű. A műrevalóhoz legközelebb eső, így az ásványvagyon-gazdálkodási feltételek kedvező változása esetén legkönnyebben műrevalóvá váló, nem műrevaló ásványvagyonrészt mint tartalékvagyonot gyakorlati ásványvagyon-védelmi szempontok miatt ásványvagyon-nyilvántartásainkban külön is szerepeltetjük. Tartalék minősítésű ez idő szerint az a nem műrevaló ásványvagyon, melynek műrevalósági mutatója 0,8 vagy annál nagyobb, de 1,0-nél kisebb. Minél nagyobb mértékben haladja meg a költséghatár a reálköltség értékét — akár a különbozoti bányajáradék, akár a már megtörtént ráfordításokkal jellemzett, társadalmilag szükségesként befektetett munka révén — annál magasabb fokon műrevaló, vagyis annál „értékesebb” a vizsgált vagyonrész. Az ennek kifejezésére szolgáló „in situ” érték ( $E$ ):

$$E = \sum_{i=1}^{n_m} Q_i (w_i - k_i) \quad (\text{Ft})$$

A summázásba természetesen csak a műrevaló minősítésű tömböket kell bevonnani (a műrevalóság csökkenő sorrendjében az utolsó  $n_m$  még műrevaló tömbbel bezárólag), mivel a költséghatárt meghatározó forráshoz képest csak azok képviselnek tényleges „pozitív” értéket.

Mint hogy a költséghatár megállapításának alapjául szolgáló forrásból nyerhető nyersanyag minősége csak kivételesen lehet azonos egy-egy minősítendő forrás nyersanyagának minőségével, ezért a gyakorlatban természetesen olyan, ún. költséghatár-függvényeket alkalmazunk, melyek — az előző fejezetben említett vizsgálatok alapján — a termékérték jellegű költséghatárt a nyersanyag minőségi paramétereinek függvényeként írják le. Mind szélesebb körben alkalmazzák a reálköltségnek az előfordulások természeti adottságaival fennálló kapcsolatát leíró függvényeket is, részben az egyedi kalkulációk ellenőrzésére, részben azok helyettesítésére. Utóbbiakhoz hasonlóan egyszerűsíti a minősítési számításokat az a legújabb gyakorlat, mely a túlzottan részletes (tömbönkénti) kalkulációkat átfogóbb (esetleg egy-egy előfordulás egészére vonatkozó) számításokkal helyettesíti.

A vázolt értékelési módszer lényegéből következik, hogy egy-egy előfordulás „in situ” értéke időről időre változik. Ennek okai egyrészt az „előforduláson belüli” változásokkal, másrészt az „előforduláson kívüli” változásokkal függenek össze. Az „előforduláson belüli” változások körébe tartoznak: az előfordulás jobb megismeréséből eredő ásványvagyon-változás, reálköltség-

prognózis-változás, a reálköltség csökkenése az egyszeri ráfordítások fokozatos megvalósítása révén stb. Az „előforduláson kívüli” változások körébe tartoznak: a bányatechnika olyan fejlődése, mely a reálköltség csökkenését eredményezheti, a költséghatár megváltozása (akár azért, mert az előbb említett reálköltség-csökkenés a „még szükséges legrosszabb” forrást érinti, akár azért, mert ez az utolsó forrás egy olyan importtétel, melynek megszerzési költsége változik) stb., stb.

Az „előforduláson belüli” okokból bekövetkező értékváltozásokat általában évente egyszer — az ásványvagyonmérleg elkészítése keretében — keresztülvezetik a nyilvántartásokon. Az „előforduláson kívüli” okokból bekövetkező értékváltozások megállapítására általában öt évenként kerül sor azzal összefüggésben, hogy hazánkban ún. középtávú tervezés öt éves periódusokat felölelően folyik.

A szocialista állami ásványvagyon-gazdálkodásnak természetesen az is feladata, hogy a különböző okok miatt csak később hasznosítható, értékes ásványvagyonot megvédje a megsemmisüléstől, illetve az olyan beavatkozástól, amely lehetetlenné tenné annak későbbi gazdaságos kiaknázását. Az ásványvagyon-védelem tárgya tehát elvileg a műrevalóként kitermelhető ásványvagyon. Gyakorlatilag viszont — mint arra a következőkben még rámutatunk — indokolt a műrevalóhoz közel álló gazdasági adottságokkal rendelkező ásványvagyon, az ún. tartalék ásványvagyon állami védelme is. A műrevaló és tartalék ásványvagyon együttesen államilag védett vagyonnak nevezhetjük. Az ásványvagyon védelmét szabályozó állami előírások lényege az, hogy a bányavállalatok minden olyan tevékenysége, mely a műrevaló vagy tartalék ásványvagyon megsemmisüléséhez vezet, állami hatósági engedélyhez kötött. A bányavállalatok azonban saját hatáskörükben határozzák meg az államilag védett vagyon igénybevételének sorrendjét, az államilag nem védett ásványvagyon pedig saját hatáskörükben felhagyhatják, vagy tetszésük szerinti mértékben kitermelhetik.

Ez a gyakorlat logikusan veti fel a kérdést, hogy a ma — értéktelen voltuk miatt — felhagyásra kerülő ásványvagyonrészletek később (a már említett rendszeres újraminősítés eredményeként) nem válhatnak-e külső okokból, a műrevalósági feltételek lazulása révén értékkessé akkor, mikor már technikailag nem termelhetők ki. A kérdés megválaszolása érdekében abból kellett kiindulni, hogy ha a földkéregben levő ásványi nyersanyagok már mind megkutatottak lennének, ha a termelési és felhasználási technológiát adottnak és változatlanok kellene feltételezni, továbbá ha nem állna fenn az egyes ásványi nyersanyagok egymással vagy mással történő helyettesítésének lehetősége, akkor a műrevalósági feltételek fokozatosan és törvényszerűen lazulnának, mégpedig annak az aránynak a függvényében, amely a kérdéses ásványi nyersanyaggal szemben várható szükségletek és a kérdéses ásványvagyon mennyisége, illetve adottsági megoszlása között fennáll. Korunkban azonban

világosan felismerhető tendencia, hogy fokozódik a földtani kutatás geológiai és technikai hatékonysága, és ennek révén növekszik a megkutatott ásványi nyersanyagok mennyisége, tehát a kiaknázásra szóba jöhető előfordulások választéka is. Emellett fejlődik az ásványi nyersanyagok bányaművelési, dúsítási és feldolgozási technológiája, és ennek révén a kitermelés és a hasznosítás gazdasági hatékonysága. Végül bővül az egyes ásványi nyersanyagok helyettesítésére alkalmas, az eredetnél gazdaságosabban termelhető vagy felhasználható, adott esetben a szükségletet, illetve a szükségletnövekedés jelentős mérséklődését eredményező ásványi nyersanyagok vagy egyéb anyagok köre és termelése is. Mindezek együttes hatására a műveletelési feltételek összességének lazulására nem lehet számítani, különösen nem olyan országban, amelyben az ásványi nyersanyagért cserébe adandó termékek előállításának költségének a világátlagot meghaladó mértékben kell csökkennie. Ez a világ-méretű és hosszú távra jellemző tendencia tehát a biztosítéka a vázolt ásványvagyon-védelmi gyakorlatunk helyességének. Az a körülmény viszont, hogy e tendencia keretében egy-egy nyersanyagra, egy-egy gazdasági régióban rövidebb távon ellentétes jelenségek is érvényesülhetnek, indokolja az ún. tartalék-vagyon állami védelmét.

A hazai ásványvagyon-gazdálkodási kutatások és az ezek alapján kialakult gyakorlat néhány év óta a szocialista országok élénkülő érdeklődésére tart számot. Az erre illetékes szovjet és magyar állami szervek 1973. évi kétoldali együttműködési megállapodásának jegyzőkönyve szerint a „szovjet fél a korábbi részletes helyszíni ismerkedés és a magyar fél által 1972-ben átadott anyagok tanulmányozása alapján úgy véli, hogy az ásványi előfordulások gazdasági értékelésére az MNK-ban kidolgozott módszerek és tapasztalatok a műveletelési megítélési módszerével együtt, lényeges hozzájárulást jelentenek a tudomány fejlődéséhez, és sikeresen oldják meg a kitűzött feladatot, teljes mértékben megalapozott és progresszív alapon”. Azóta különösen az illetékes szovjet kutatóhelyekkel kialakult intenzív együttműködés hatására a KGST Szénbányászati, valamint Földtani Állandó Bizottsága és különféle munkaszervei több olyan ajánlást dolgoztak ki, illetve fogadtak el, melynek elvi alapjai és számos részlete a hazai eredményeket, illetve megoldásokat tükrözi. Ilyen közös kutatások szovjet—magyar együttműködésben ez idő szerint is folynak, és most alakul ki az MTA *Rendszerkutatási Komplex Bizottságának* a NIM aktív, szervezői közreműködésével tevékenykedő *Természeti Erőforrások Komplex Hasznosítása Albizottsága* és a laxenburgi *Nemzetközi Alkalmazott Rendszerelemzési Intézet* közötti kooperáció is.

Végül arra kell rámutatnunk, hogy ásványi nyersanyagvagyonunk ilyen módon lehetségessé vált gazdasági értékelése módját ad azon korábbi felfogás reális bírálata, mely szerint „ásványi nyersanyagokban Magyarország igen szegény”. A módszerrel ugyanis nyersanyagokként differenciált, kvantitatív válasz adható „szegénységünk” mértékének kérdésére, nevezetesen annak bi-

zonyítására, hogy az egyes ásványi nyersanyagokban fennálló teljes hiány, illetve tényleges szegénység mellett, más nyersanyagokban sokkal „gazdagab-  
bak” vagyunk, mint azt igénybevételük jelenlegi mértéke alapján feltételez-  
hetnők. Az egyes ásványi nyersanyagok, így az egyes előfordulások igénybe-  
vételének kérdésköre már átvezet a szelektív bányászati termelésfejlesztés  
alapjául szolgáló struktúra-optimalizálás kérdésköréhez, amellyel — a szén-  
termelés, illetve az energiastruktúra tekintetében végzett vizsgálatokat és  
elért eredményeket bemutatva — a következő fejezetben foglalkozunk.

### *A széntermelési és az energiastruktúra optimalizálásának néhány módszertani kérdése és eredménye*

A hazai telepítéseméleti iskolának az önköltség kapacitásfüggvényes  
vizsgálatára vonatkozó megállapításai egyedi bányüzemekre vonatkoznak.  
Ezekből kiindulva lehetett arra a következtetésre jutni, hogy valamely bányá-  
szati alágazat helyesen kialakított termelési programjában az eltérő adottsá-  
gok következtében egymástól eltérő gazdaságosságú bányák nem a saját  
(önmagában vizsgált) optimumuknak megfelelő termelési volumennel vesznek  
részt, hanem ezektől olyan mértékben eltérővel, amilyen mértékben a kedvező-  
bb adottságú bánya, saját optimumán felül, a kedvezőtlenebb bánya saját  
optimumánál nagyobb eredménnyel megvalósítható termelési növekménye a  
kedvezőtlenebb bánya saját optimumához tartozó termelést helyettesíteni  
tudja. Ez egyben azt is jelenti, hogy valamely bányászati ágazattal vagy  
medencével szemben megnövekvő termelési igények esetén tehát — az arányos  
változtatás helyett — a legkedvezőbb adottságú bányák termelését kell fokoz-  
ni, lecsökkenő termelési igények esetén pedig a legkedvezőtlenebb adottságú  
bánya termelését kell mérsékelni vagy megszüntetni.

Az egyes bányák saját optimális termelési szintjének, valamint az attól  
műszakilag lehetséges eltérések gazdasági hatásának ismeretében tehát — a  
végrehajtási korlátok egyidejű mérlegelésével — a műrevalósági vizsgálatokkal  
kapcsolatosan vázolt módszer szerint alakítható ki az az optimális termelési  
program, amelyben az egyes bányák olyan termelési szinten vesznek részt,  
hogy a program végrehajtásaként maximális népgazdasági eredmény jön létre.  
Az így kialakított optimális termelési program egyben a műszaki fejlesztési  
eszközök és beruházási ráfordítások optimális elosztását is biztosítja, mert  
megmutatja, hogy a bányák mindegyikére kimunkált műszaki fejlesztési,  
kapacitásbővítési vagy kapacitáslétesítési elgondolások általában csak rész-  
legesen biztosítható műszaki-anyagi fedezetét mely bányákra célszerű kon-  
centrálni.

A természeti adottságok és így a gazdaságosság tekintetében a meglévő és  
lehetséges új hazai szénbányák nagyon különbözőek. Heterogenitásukat, illet-

ve az egyes bányák saját optimumai és lehetséges növekményei gazdaságossága közötti igen nagy eltéréseket — és így a programozás népgazdasági szükségletét, a termelőerőknek a kedvező adottságú bányákba történő koncentrálása feltétlen célszerűségét — jól igazolták az 1965—1966-ban végzett vizsgálatok. Ezek szerint ugyanis a legkedvezőtlenebb bánya saját optimumához tartozó fajlagos nyereség, valamint a legkedvezőbb bánya saját optimumán felül lehetséges növekményhez tartozó fajlagos nyereség különbsége megközelítette a leggazdaságtalanabb bánya saját optimumához tartozó termelési költséget. Ez azt jelentette, hogy a legkedvezőbb növekményköltség akkor is versenyképes lett volna a legkedvezőtlenebb bányaegyedi optimummal, ha annak termelési költsége gyakorlatilag 0-ra csökkent volna.

Ilyen megfontolások alapján a hazai szénbányászatra 1975 tájára vonatkozólag 1967-ben kialakított optimális termelési program szerint ugyanazt a cca. 95 Pcal/év (mintegy 31 millió t/év) széntermelést, az eredeti programhoz képest 23-mal kevesebb bánya üzemeltetésével, mintegy 15%-kal nagyobb munkatermelékenységgel, 10%-kal kisebb termelési költséggel, 5%-kal kisebb beruházási igényvel és évi cca. 2 milliárd Ft-tal nagyobb nyereséggel, illetve népgazdasági eredménytöbblettel lehetett volna biztosítani azáltal, hogy a kedvezőtlen adottságú bányákban úgy likvidálunk mintegy 6—7 millió t/év, azaz 15—20 Pcal/év gazdaságtalan termelési kapacitást, hogy egyidejűleg a kedvező adottságú bányákban ugyanilyen mértékű kapacitásbővítést hajtunk végre, mégpedig jórészt az egyes medencéken belül, részben pedig az egyes szénmedencék között az optimális program szerint végrehajtani indokolt termelési struktúra-javítás keretében.

A bányaegyedi optimumok és az ezeken felül lehetséges növekmények népgazdasági eredményeket is kifejező adatai alapján 1967-ben végzett programozás eredményeként nemcsak a különböző össztermelési volumenek optimális összetételét, hanem a hazai szénbányászat optimális termelési volumenének tartományát is meg lehetett állapítani. Az ásványi nyersanyagok műrevalósági vizsgálatával egyébként analóg alapon történő vizsgálatok ez irányú eredménye szerint — a programozásba bevont bányákból 1975 táján maximálisan nyerhető 120 Pcal/év össztermelési lehetőségen belül — az évi nyereségtömeg maximuma a 90—100 Pcal/év, illetve a 29—32 millió t/év tartományban jelezte az optimális programsor optimumát, vagyis a hazai széntermelés ez időpontra vonatkozó célszerű szintjét.

Függetlenül tehát a kőolajárak azóta bekövetkezett jelentős növekedésétől, csupán ezen az alapon is előre látható volt, hogy a hivatalos tervek szerint végül is 1975-re megvalósított hazai széntermelésnek, illetve az 1975—80-as időszakban most már gyakorlatilag nem növelhető széntermelési tervszámoknak az optimálisnál alacsonyabb volta folytán ebben az időszokban azon cca. 20 Pcal/év hazai széntermelést kell relatíve drága importtal pótolni, amely a szénbányászat differenciáltabb megítélése esetén, illetve cél-

tudatosabb ásványvagyon-gazdálkodással, a termelőerők célszerű koncentrációjával, vagyis főként a kedvező szénvagyonadottságú bányák fokozott kihasználása révén, nagyobb munkatermelékenységgel és viszonylag kedvező termelési költséggel lett volna produkálható, végeredményben jelentős népgazdasági többleteredménnyel.

A szénbányászat optimális termelési szerkezetének meghatározására kialakított módszert az optimális energiaszerkezet meghatározására is alkalmazni lehetett. Népgazdaságilag optimálisnak nyilván azt az energiaszerkezetet lehet tekinteni, amely — az energiahordozók megteremtésének és felhasználásának szintézisében — az ország energiaigényét összességében a legkisebb társadalmi ráfordítással képes kielégíteni. Az ilyen energiaszerkezet megalkotása érdekében — a módszer szerint — mindenekelőtt számba kell venni és elemekre kell bontani az egyes kiemelt hazai és import energiaforrásokból műszakilag reálisan szóba jöhető maximális energiameennyiségeket, majd meg kell állapítani az egyes mennyiségi növekményelemek hőegységre vonatkoztatott fajlagos költségét, mégpedig az átlagminőségű hazai szénhez viszonyított használati értékarányok szerint, valamint a hazai bázis előnyeinek megfelelően korrigálva. A növekményelemeket az így számba vett, a hátralevő beruházások kamatterhes leírását is tartalmazó növekményköltségek (reálköltségek) szerint sorba rakva, valamint az energiaforrásonként és összesen is kumulálva, illetve a hőigény és a növekményköltség (reálköltség) közötti függvénykapcsolatokat ábrázolva, bármely összes energiaigényhez tartozóan megállapítható az egyes energiaforrásoknak az összes energiaigényen belüli optimális mértéke.

Noha az 1971-ben végzett vizsgálatok szerint az 1985-ös távlatra akkor tervezett energiameennyiségek lényegében beleestek az optimális intervallumokba, azok középtértékeként számított forrásmennyiségek több vonatkozásban jelentősen eltértek a tervezett forrásmennyiségektől: a hazai szén 25 Pcal/év-vel, vagyis csaknem 40%-kal, az atomenergia 15 Pcal/év-vel, vagyis cca. 50%-kal nagyobbak, ugyanakkor a szénhidrogén-import 35 Pcal/év-vel, vagyis több mint 15%-kal, a villamosenergia-import pedig 5 Pcal/év-vel, vagyis csaknem 35%-kal kisebbnek adódott a távlatra akkor előirányozottnál. A számított szerkezet szerint a tervezetthez képest 25 Pcal/év célszerű hazai szénforrástöbblet egyébként a bükkábrányi külfejtés és az Oroszlány — Tatabánya környéki bányák létesítése révén a tervidőszakra elérhetőnek minősített termelési kapacitásnak felel meg. Eszerint már akkor valamennyi körülmény arra utalt, hogy — ha ennek az ellenkezőjére a további vizsgálatokkal feltárandó más nyomósabb ok nem kényszerít — a távlati energiameennyiségeket a kőolajimport és a villamosenergia-import rovására fokozottabb mértékben kívánatos hazai szénbázisra és atomenergia-bázisra terelni. Ennek tehát korábban is fennállott gazdasági indokoltságát nem megteremtette, hanem csupán felfokozta a kőolajárak azóta bekövetkezett — tőkés

relációban robbanásszerű — növekedése és prognosztikusan is magas szintje. (Az 1965—75-ös időszak szénbányászati termeléspolitikájának részletes kritikai elemzését adja meg egyébként az a közelmúltban megvédett doktori értekezés, mely a fejlődés néhány általános törvényszerűségének a bányászatban való érvényesülésével foglalkozott.) Az import forrásoknak a hazaiakkal szemben megmutatkozott túlpreferálása ugyanis egyrészt nem vette kellőképpen tekintetbe, hogy a szocialista integráció az abban résztvevők számára kölcsönös előnyökkel kell járjon, vagyis nem lehet tartósan egyoldalú előnyökre — konkrétan a partner által jogosan igényelt különbözeti bányajáradék tartós elsajátítására — törekedni, másfelől pedig nem vette teljeskörűen számításba az import ellentételezésére alkalmas csereárak előállításának ráfordításait. Utóbbi körülmény fontosságára hívja fel a figyelmet az az 1963-ban — az 1960 évi alapadatok bázisán — elvégzett vizsgálat, mely szerint az energiahordozók akkori világpiaci árát (a szállítási munkaráfordítással növelt világátlagú önköltségi munkaráfordítását) a hazai széntermelés átlagos önköltségi munkaráfordítása 2—3-szorosan haladta meg, és minthogy a hivatalosan jegyzett és a külkereskedelmi devizaárfolyamok közötti 2—3-szoros különbségek szerint az import energiahordozók fejében csereárként adott hazai termékek a világátlagnál ugyancsak 2—3-szor nagyobb termelési önköltség-ráfordítással voltak akkor (1960 táján) előállíthatók, a hazai szén átlagos termelési költsége és az energiahordozók átlagos importköltsége lényegében megegyezett egymással. Ezek szerint az energiaimport és a hazai széntermelés gazdaságossági viszonya — a hazai szénbányászat gazdaságossága javításának lehetősége mellett, azzal fordított arányban — alapvetően attól függ, hogy a csereárak hazai termelési munkafordítása milyen mértékben és milyen ütemben közeledik a kérdéses csereárak világátlagú termelési ráfordításához, illetve azok világpiaci árához.

A struktúraoptimalizálást szolgáló kutató-elemző tevékenység és a benne rejlő potenciális — ez ideig csak részben realizált — eredmények áttekintésének lezárásaként arra kell felhívni a figyelmet, hogy egy-egy meghatározott optimális forrásstruktúra természetesen csak addig helytálló, amíg a vonatkozó alapadatok és az alapul vett — például variabilitási — feltételezések további vizsgálatokkal igazolva jelentősen meg nem változnak. Ha ilyen változásokra bármely ok miatt sor kerül (s ilyen lehetőségekként a vizsgálatok alapján már 1971 táján felmerült, hogy például a szovjet kőolajimport mennyiségileg behatároltan, vagy a tőkés kőolaj a számításba vett költségeknél csak lényegesen drágábban lenne megszerezhető, a más források pedig a számbavétel azonos, vagy annál kisebb költséggel volnának igénybe vehető), akkor a vonatkozó kalkulációk eredményei nyilván lényegesen megváltoznak. Ezért, illetve annak érdekében, hogy az alapadatok és feltételezések esetleg lényeges megváltozásának hatásai a vonatkozó számításokon gyorsan keresztülvezethetők, és így a döntések még kellő időben megtehetőek, illetve módo-

síthatók legyenek, feltétlenül indokolt a távlati energiasztruktúra optimalizálását korszerű módszerekkel folyamatossá tenni. Szükséges ez annak ellenére, hogy az egyes energiaforrások optimumainak széles intervallumban való elhelyezkedése, valamint az invariabilitás esetenként indokolatlan, illetve nagyobb távlatra nem érvényes deklarálása a távlati energiasztruktúra ezen folyamatos „karbantartásának” szükségességét elhomályosítja.

## CONDITIONS AND SOME REMARKABLE RESULTS OF RESEARCHES ON MINING AND MINERAL RESOURCES ECONOMY IN HUNGARY

By

G. FALLER—M. TÓTH

### Abstract

The principles of mineral resource economy, explained as a complex people's economic activity for preparing resolutions, managing and execution, have been developed in Hungary in close interaction with the progress of socialist industrialization. This activity includes all the phases of the complete process concerning the problems of geological surveying siting of mines, methods of their exploitation and decisions as to abandoning mineral resources in the mines. The new concept regarding the topics, thematic definition and system of mining economy has developed in the frame of and in close interrelation with this research work. Thus, mining economy is an applied science, the scope of knowledge of which allows the optimal choice of the means of production suitable for exploring, exploiting and concentrating mineral raw materials, as well as the the complex organization of connections between the means and forces of production which promotes to satisfy needs for mineral resources with a minimum of social labour input.

In the first part of this study the authors review the outlined topics of the Hungarian mining economic researches and this is based on their doctoral theses supervised by the Mining Scientific Committee of the Department of Earth and Mining Sciences of the Hungarian Academy of Sciences. The review includes practically the results up to 1975 and new researches. The concept of the authors regarding the topics of mining economy is reflected by the classification given in this study. Accordingly, the object of mining activity, i.e. the mineral resources, possesses four specific feature responsible for the specific problems of mining economy:

- unproduceable “in situ”;
- preliminarily recognizable only representatively;
- workability being dependent on physical features;
- rather heterogenous physical features.

Starting first of all from the two latter features in the second part the authors demonstrate the results which have recently served as a basis of prospecting and management of mineral resources.

In the third part some methodological problems of coal mining and optimization of the energy structure resp. earlier results concerning the structure of optimization are discussed. In this respect the long-rangterm programming carried out in 1967 is mentioned according to which the optimal level of coal output in Hungary could be estimated at 90 to 100 Pcal/year for 1975.

## СОСТОЯНИЕ И НЕСКОЛЬКО ВАЖНЕЙШИХ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ГОРНОЙ ЭКОНОМИКИ И ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫМИ ЗАПАСАМИ В ВЕНГРИИ

Г. ФАЛЛЕР – М. ТОТ

### Резюме

В Венгрии принципиальные основы *хозяйствования минеральными* запасами, как комплексной народно-хозяйственной деятельности по подготовке решений, управлению и исполнению развились во взаимосвязи с развитием социалистической промышленности. Эта деятельность затрагивает все фазы комплексного процесса, который содержит в себе вопросы от геологической разведки до строительства шахт, техники разработки, а также вопросы использования минеральных ресурсов вплоть до вопросов оставления минеральных запасов в действующих шахтах. В рамках исследований в этом направлении, и в тесной взаимосвязи с ними, сложилась новая концепция предмета и тематического содержания горной экономики. Исходя из этого горная экономика является такой прикладной наукой познание которой позволяет проведение такого оптимального выбора, являющихся предметом горного дела минеральных сырьевых месторождений, и такого выбора оптимальных средств производства, вскрытия, разработки месторождений и обогащения продуктов, а также осуществление такой комплексной организации взаимоотношений производственных сил и предметов труда, которые содействуют удовлетворению потребностей в минеральных сырьевых материалах с минимальными затратами общественного труда.

В первой части данной работы авторы дают описание схематической тематики венгерских исследований в области горной экономики на базе того состояния, которое было оуждено в рамках рабочей дискуссии их докторских тезисов Научной Комиссией по горному делу в Отделении Науки Земли- и Горного Дела Венгерской Академии Наук.

Это описание обсуждает практически только результаты, достигнутые до 1975-го года и только частично указывает на более новые исследования. Примененная в ходе описания группировка отражает воззрения авторов в области предмета горной экономики. Исходя из этого минеральные сырьевые материалы, как предмет горного дела располагают четырем таким специфическими свойствами из которых исходят свойственные проблемы горной экономики:

- они на месте «ин ситу» не воспроизводимы;
- предварительно могут быть только репрезентативно опознаны;
- природные условия их детерминируются экономичность разработки;
- природные условия их сильно разнообразны.

Авторы во второй части работы описывают, исходя в первую очередь из двух последних особенностей, те результаты исследований, которые служат ныне в Венгрии основой в практике оценки минеральных запасов, а также хозяйствования минеральными запасами, а в третьей части описывают несколько методических вопросов добычи угля и оптимизации энергетической структуры проведенных на базе более ранних исследований в области оптимизации структуры производства. Среди последних подчеркивают то, что перспективное программирование, проведенное в 1967-ом году на период 1975 года задало оптимальный уровень отечественной добычи угля в размере 90—100 Пэтакалорий в год.

# VIZES POLIAKRILAMIDOLDATOK ALKALMAZÁSA A HAZAI OLAJBÁNYÁSZATBAN

(Összefoglaló tanulmány)

LAKATOS ISTVÁN

A KÉMIAI TUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA

TÓTH JÓZSEF

A KÉMIAI TUDOMÁNYOK DOKTORA

## *Bevezetés*

Közismert, hogy a világ energiafelhasználásának szerkezetében századunk első felétől kezdődően gyökeres átalakulás történik. Az átalakulás első szakaszára, mely várhatóan az ezredfordulóig tart — az a jellemző, hogy a szilárd, hagyományos tüzelőanyagokat a folyékony és gáz halmazállapotú szénhidrogének (kőolaj és földgáz) váltják fel. 1950-ben a szilárd tüzelőanyagok a világ energiatermelésének 59%-át, a szénhidrogének 35%-át biztosították. Ezek a számok 1980-ra, ma már csaknem bizonyosnak tekinthető előrejelzések szerint, 25%-ra, illetve 66%-ra módosulnak. Hasonló és szükség-szerűen jelentkező tendenciák érvényesülnek hazánkban is. E követelmények a hazai kőolajbányászat számára ma már pontosan meghatározható feladatokat írnak elő. Így az V. ötéves tervidőszakban másodlagos és harmadlagos termeléssel 1,3 M tonnát, míg a VI. ötéves tervben e mennyiségnek csaknem kétszeresét kell kitermelni. Az alkalmazott módszerek döntő többsége komplex kémiai vagy fizikai-kémiai, fűrészi stb. ismereteket is feltételező és alkalmazó eljárások, melyekkel a tárolókőzet pórusaihoz vagy repedéseikhez a felületi erők bonyolult összességével tapadó-ragaszkodó olaj jó hatásfokkal kiszorítható, kiséperhető. E módszerek kutatása éppen összetett és interdiszciplináris jellegűknél fogva, csak jól szervezett, jól összehangolt formákban lehetséges. A hazai olajbányászat ezért e feladatot csak akkor tudja megoldani, ha az új művelési eljárások bevezetéséhez még határozottabb célkutatási formákat hoz létre s a kutatási erők koncentrációját tovább folytatja. Az iparvezetés tisztában van ezekkel a feladatokkal, s eddig is kilencféle művelési eljárás kutatását finanszírozta, koordinálta és szervezte. Ezek a következők:

1. propán-bután besajtolás útján elegyedő kiszorítás;
2. szén-dioxiddal történő kiszorítás;
3. in situ égetéses eljárások;
4. felületaktív anyagok vizes oldatával történő kiszorítás;
5. polimerek vizes oldatával történő kiszorítás;
6. micelláris oldatokkal történő kiszorítás;
7. ammóniával, ill. nátrium-hidroxid oldattal történő kiszorítás;
8. mikrohullámú eljárás;

9. repedezett tárolókban mesterséges gázsapka létrehozásával történő kiszorítás.

A felsoroltak közül a 2. eljárást már sikerrel, ipari méretekben alkalmazzák, az 1. eljárás nem gazdaságos, a 8. módszer kutatása még nagyon kezdeti stádiumban van, a 9. eljárás alkalmazhatóságát pedig csak üzemi kíséreltetel lehet igazolni. A többi módszer kutatása, megfelelő szervezeti keretek között, folyamatban van. Laboratóriumunk a polimeroldatos kiszorítás kutatásának „gazdája” lett, amikor az 1969—71 évek között folytatott mélyreható alapkutatási eredmények alapján az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt 1972-ben Laboratóriumunkat bízta meg a téma intenzív, közvetlen gyakorlati célú kutatásával, irányításával, szervezésével. E munka eredményeiről a Laboratórium munkatársai eddig kilenc ipari [1] és hét tudományos [2—8] közleményben számoltak be, s az alábbiakban ezekről szeretnénk összefoglaló, általános képet adni.

## I. A polimer oldatokkal történő kőolajkiszorítás mechanizmusa

### 1. Kőolajkiszorítási célra alkalmas polimerek fizikai-kémiai tulajdonságai

A viszkozitáсарányának a kiszorítási hatásfokra gyakorolt meghatározó szerepével EVERETT és munkatársai [9] már 1950-ben részletesen foglalkoztak, a kiszorító fázis mozgékonyságának gazdaságos csökkentésére azonban csak a vízdoldható láncpolimerek megjelenésével kerülhetett sor. Ma a területi és a vertikális (összességében volumetrikus) kiszorítási hatásfok növelésének egyik legszélesebb körben alkalmazott módszere a híg polimer oldatokkal történő kőolajkiszorítás.

A kőolajkiszorításra alkalmas poliakrilamidok olyan láncpolimerek, amelyek akrilamid szegmensekből (hidrolizálatlan) vagy akrilamid és akrilsav szegmensekből (hidrolizált) épülnek fel úgy, hogy a polimer molekulásúlya  $10^6$ — $10^7$  között változik. A molekulásúly mellett a polimer minősítésének másik legfontosabb jellemzője az amid és az akrilsav csoportok aránya, az ún. hidrolizáltsági fok, amely általában 0—40% között van. E nagy molekulásúlyú anyagok híg vizes oldatának extrém tulajdonságai azok, amelyek technikai és gazdasági oldalról egyaránt alkalmassá teszik kőolajkiszorítási célra. A 0,01—0,1%-os koncentrációban a poliakrilamidok már 20—40 cP-ra is megnövelhetik az oldat viszkozitását. Ilyen mértékű viszkozitásnövelést a kis molekulásúlyú vízdoldható anyagok (pl. cukrok, glicerin, glikol) csak kb. 20—50%-os koncentrációban eredményeznek. A vízben oldott polimer nagy molekulásúlyával és a vizes fázisban felvett ún. gélgombolyag nagy méretével magyarázható, hogy a poliakrilamidok híg vizes oldata a kolloid diszperziók csoportjába tartozik.

A polimer oldatok szokványostól eltérő szerkezetével értelmezhető az is, hogy látszólagos viszkozitásuk függ az áramlási sebességtől. A poliakrilamid oldatok az ún. kritikus polimerkoncentrációig dilatáns, azon felül pszeudoplasztikus jelleget mutatnak. A kőolajtárolókban ismert sebességhatárokat alapul véve azonban (a kút közvetlen környezetétől eltekintve), ebben a nyírási sebesség tartományban a folyási tulajdonságok jó közelítéssel állandó viszkozitásértékkel jellemezhetők.

## 2. Viszkozitásnövekedés és a fizikai szorpció szerepe a kőolajkiszorításban

Bármely, az olajjal nem elegyedő fluidummal történő kiszorítás során a porózus tárolóközetben minimálisan kétfázisú áramlás valósul meg. E jelenséget leíró BUCKLEY—LEVERETT féle differenciálegyenlet legegyszerűbb esetben az alábbi összefüggés szerint határozza meg a termelés szempontjából fontos paraméter, a víz-frakció faktor ( $f_w$ ) értékét:

$$f_w = \frac{Q_w}{Q_w + Q_0} \quad (1)$$

ahol  $Q_w$  az időegység alatt kitermelt kiszorítófolyadék,  $Q_0$  pedig a termelt olaj mennyisége. A fenti összefüggés a mobilitás arányokkal is kifejezhető:

$$f_w = \frac{1}{1 + \frac{\lambda_0}{\lambda_w}} \quad (2)$$

ahol  $\lambda_0 = \frac{k_0}{\mu_0}$  és  $\lambda_w = \frac{k_w}{\mu_w}$

(2) összefüggésben  $\lambda_0$  és  $\lambda_w$  a mobilitásokat,  $k$  és  $\mu$  a megfelelő fázisra vonatkozó áteresztőképességet, illetve viszkozitást jelöli.

A fenti egyszerűsített összefüggések alapján a kiszorítási mechanizmust illetően levonható az a következtetés, hogy abban a porózus rendszerben, amelyben a polimer fizikai és kémiai szempontból egyaránt indifferensen viselkedik, a polimer oldat nagy viszkozitása önmagában is kedvező irányba tolja el a víz/olaj rendszer mobilitásarányát, s ezen keresztül javítja a kiszorítás hatékonyságát (az  $f_w$  értékét).

A poliakrilamid oldatokkal és vivőfázisokkal szemben a porózus rendszerben többnyire változó mértékű ellenállásnövekedés is fellép. Ez a kőzetfelületen lejátszódó szorpciós jelenségek következménye. A pórusok belső felületén szorbeált polimer beszűkíti a szabad áramlási csatornákat s ezáltal csökken a kőzet áteresztőképessége. E csökkenés, mint következmény, azon-

ban csak a szorpciós jelenségek beható fizikai-kémiai tanulmányozása alapján használható fel a kihozatal növelésére. Laboratóriumunk alapkutatói eredményeinek jelentős része e területre esik, és úgy véljük eredményesen járultunk hozzá az ún. hidrofil film elmélet kidolgozásához. Lényegében itt is arról van szó, hogy az adott porózus közetben fellépő átteresztőképesség-csökkenést, a szorpciós visszatartást, az adszorbeálódott polimerfilm vastagságát a vízben oldott polimer tényleges gélgombolyag méretére, illetve ennek reverzibilis változásaira vezetjük vissza. Másfelől kimutattuk, hogy a szorpciós jelenségekben a nedvesítési tulajdonságok igen lényeges szerepet játszanak. Így pl. olajnedves felületen polimeradszorpció nem jön létre, és ilyen körülmények között a polimer oldat tényleges laboratóriumi viszkozitásával, az átteresztőképesség csökkentése nélkül halad át. Végeredményben e jelenség felismerése vezetett a kettős dugós eljárás kidolgozásához [10]. Itt a polimer oldat előtt besajtott felületaktív anyagnak elsődleges feladata a nedvesítési viszonyok átfordítása, javítása, másfelől a határfelületi feszültség csökkentésén keresztül önmagában is javítja a kiszorítás hatásfokát.

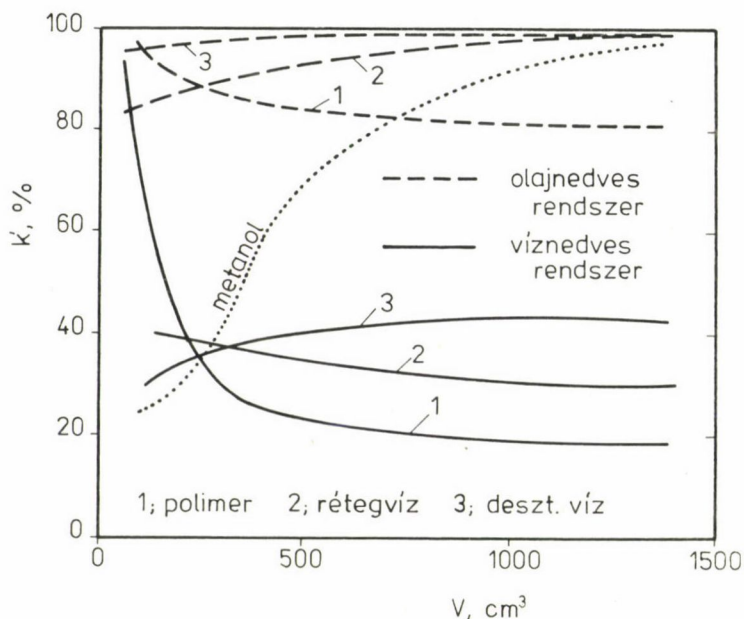
### 3. Kemiszorpció (irreverzibilis visszatartás) szerepe a kőolajkiszorításban

A közet-polimer kölcsönhatás jellemzője, hogy víznedves rendszerben a polimer elsősorban kemiszorpció útján marad vissza a felületen. Ennek az a következménye, hogy a porózus rendszerben nemcsak a polimer oldattal, hanem a polimer dugókat vivő tiszta vizes fázisokkal szemben is látszólagos átteresztőképesség-csökkenés lép fel, tehát mozgékonyága is jelentősen csökken. Igen kedvező továbbá a poliakrilamidok azon különleges tulajdonsága, hogy a vízben lévő gélgombolyag, vagy a közet falán adszorbeálódott polimerfilm vastagsága nagymértékben függ az oldószer vagy folyadékfázis minőségétől. A molekula legnagyobb méretét vízben veszi fel, míg az apoláris oldószerekben vagy szénhidrogénekben nagymértékű kontrakciót szenved. Ebből az a rendkívül nagy előny származik, hogy polimerrel telített rendszerben átteresztőképesség-csökkenés lényegében csak a vizes fázissal szemben lép fel. Az eddig ismerttetett jelenségeket összefoglalóan mutatja az 1. ábra, ahol a polimer oldattal, a vivőfázisokkal és metil-alkohollal szemben mérhető átteresztőképesség-változást láthatjuk víznedves és olajnedves porózus rendszerben.

### 4. Dinamikus visszatartás és valamennyi tényező együttes szerepe a kőolajkiszorításban

A viszkozitásnövelő hatást és a szorpciós jelenségeket általában fizikai és mechanikai folyamatok is kísérik a polimer-közet-kőolaj rendszerben. Ezek egy része abból adódik, hogy a molekula és a pórus mérete hasonló nagyság-

rendbe esik. Ha e két méret azonos, esetleg a pórusméret a kisebb, a polimer mechanikailag kiszűrődik, plug effektus lép fel. Elvileg bizonyos mértékű mechanikai kiszűrődéssel akkor is számolni kell, ha egyébként a kompatibilitás jellemző a rendszer egészére, mert egyrészt mind a porózus rendszer pórusméretét, mind a polimer molekulaszámát eloszlásgörbe írja le, s ezek át-



1. ábra. Különböző nedvesíthetőségű porózus közet átteresztőképesség-csökkenése polimer oldattal, rétegvízzel, desztillált vízzel és metilalkohollal szemben

fedhetik egymást, másrészt a polimer oldat (különösen a szilárd kiserelésű termékek) tartalmazhat térhálósodás vagy sóhatás következtében gélaggregációkat. Bizonyos keretek között a porózus rendszerben dinamikus polimer-visszatartás is létre jöhet. Ennek oka abban keresendő, hogy a polimer alakja áramló oldatban elnyújtott forgástest, amely igyekszik az áramlás irányával párhuzamos orientációt felvenni. Az áramlás megszűnésével a molekula igyekszik az energetikailag kedvezőbb gömb alakot felvenni, másrészt orientáltsága is megszűnik. Ha az adott helyen a pórusmérethez a méretváltozás elegendően nagy, a polimer „csapdába” esik. Ez azonban még nem jelenti feltétlenül az illető áramlási csatorna végleges lezárását. Elegendően nagy nyomásgradiensnél a dinamikus befogott, de plasztikus gélmolekula átpréselődik a póruson és a nagyobb csatornában ismét felveheti az áramlási sebességre jellemző alakot és orientációt.

A szorpciós polimervisszatartás, a dinamikus és az irreverzibilis mechanikai visszatartás a hatékonyságot sokszorozó hatás és az utóbbit kivéve, előnyként épül a polimer viszkozitásnövelő tulajdonságára. A polimerbesajtolás frontkiegyenlítő hatása tehát arra vezethető vissza, hogy az elvizesedett irányokba mindig nagyobb ellenállást hoz létre, mint a nagy olajtelítettségű tárolóterek irányába. Ez segíti elő a lefűzött olajtestek mobilizálását, a volumetrikus hatások javítását.

A polimeres kőolajkiszorítás mint a mozgékony szabályzás hatékony eszköze vált ismertté és került alkalmazásra. Mai ismereteink szerint azt mondhatjuk, hogy az egyszerű fizikai vagy hidrodinamikai sajátságok mellett a polimer-kőzet-kőolaj rendszerben végbemenő határfelületi tulajdonságoknak és jelenségeknek ezzel egyenértékű, olykor fontosabb szerepe van a kiszorítási folyamatokban. Legfontosabb alapkutatói eredményünknek azt tekintjük, hogy e jelenségeknek sikerült egységes fizikai-kémiai keretet és értelmezést adni.

## II. Laboratóriumi kiszorítási vizsgálatok összefoglaló értékelése

Általános tapasztalat, hogy a másodlagos, harmadlagos termelési módszerek ipari alkalmazása az eljárások laboratóriumi kipróbálása, beható tanulmányozása nélkül aránytalanul nagy kockázattal jár. A kiszorítási folyamatokat modellező, tehát a telepkörülményeket is szimuláló kísérletek eredménye olyan információkat szolgáltat, amelyek közvetlenül használhatók fel a folyamatok matematikai modellezésekor, a művelettervezéskor és a felszíni technológiák megtervezésekor. Ezen adaptációs vizsgálatok tehát szükségszerűen követték az előbbieken vázolt alapkutatásainkat.

1973–1976 között Laboratóriumunkban közel 40 értékelhető kiszorítási vizsgálatot végeztünk az algyői olajmező különböző rétegeiből származó kőzeteken, telepfolyadék felhasználásával. A telepkörülmények között végrehajtott kismagos kiszorítási kísérletek kiterjedtek mind a tiszta polimeres, mind a kettős dugós (FAA + PAA) eljárásra, és figyelembe vették az egyes rétegek jelenlegi, illetve a módszerek belépésekor várható tényleges termelési állapotát.

A számítógépes adatfeldolgozással kapott legfontosabb eredményeinket az alábbiakban foglalhatjuk össze:

### 1. A polimerdugó méretének hatása a kihozatalra

A laboratóriumi kísérleteket a Nitrokémiai Ipartelepek által kísérleti célra gyártott 116/74 azonosítási számú akrilamid-akrilsav kopolimer 1 g/l koncentrációjú oldatával hajtottuk végre. A polimer 10%-ban hidrolizált ter-

mék  $0,7-0,8 \cdot 10^6$  molekulasúllyal, az oldat viszkozitása telephőmérsékleten  $0,94$  cP volt. A polimerdugó nagyságának a másodlagos kihozatalra gyakorolt hatása az alábbiakban foglalható össze:

A polimerdugó méretének növelésével a másodlagos kihozatok kumulatív %-a, valamint a vízkiszorításhoz képest jelentkező többletolaj egyértelmű tendenciaként növekszik. Figyelemre méltó, hogy a többletolaj abszolút értékei jó egyezést mutatnak az irodalmi adatokkal, amelyek a polimeres kiszorítás hatásfokát  $7-15\%$  többletolajban jelölik meg.

A polimerbesajtolás a nagy áteresztőképességű ( $200$  mD feletti) telepekre kevésbé hatásos. Ennek oka az, hogy e kőzeteknél a polimer lényegében csak viszkozitásnövelő szerepet tölt be. Ezzel szemben a kisebb áteresztőképességű magoknál kettős hatás lép fel s nem véletlen, hogy a legnagyobb kihozatali értékek a legkisebb permeabilitású telepből származó kőzetanyagon jelentkeztek.

A kísérleti eredményekből az is kitűnik, hogy adott méretű polimerdugó alkalmazása nemcsak többletolajat eredményez, hanem azt is, hogy a visszamaradó olajteltettség mintegy  $0,4-0,5$  pórusterfogatgal hamarabb érhető el, mint vizes kiszorítás mellett.

A fenti megállapítások arra utalnak, hogy polimerbesajtolással magasabb termelési szint, jelentős többletolaj érhető el, és egyúttal a termelési idő is lényegesen csökkenthető.

## 2. A felületaktív anyagot tartalmazó dugó méretének hatása

A kettős dugós kiszorítási vizsgálatokat minden esetben a Budapesti Vegyiművek által gyártott Mavex DPX  $10$  g/l-es oldatával hajtottuk végre. Az alkilaril-szilfonát vizes oldatával szemben az olaj határfelületi feszültsége  $1$  din/cm, ugyanakkor közismerten átnedvesítő tulajdonságú. A FAA dugó méretének hatását, amelyet minden esetben a  $0,2$  pórusterfogató polimerdugó előtt sajtoltunk a modellbe, a következőkben foglalhatjuk össze:

- a FAA dugó növelésével a másodlagos kihozatok kumulatív %-a, valamint a vízkiszorításhoz képest jelentkező többletolaj egyértelmű tendencia szerint növekszik.
- A többletolaj abszolút értékeit is tekintetbe véve a nagy áteresztőképességű kőzeteken kapott adatok itt is lényegesen kisebbek, mint más mintáknál. Ezt itt is a már említett okra vezetjük vissza.
- A felületaktív anyag alkalmazása a polimeres kiszorításhoz képest nem csökkenti a termelési időt.

Összességében a laboratóriumi vizsgálatok arra utalnak, hogy  $0,1$  pórusterfogató FAA dugóval a tiszta polimeres kiszorításhoz képest  $2-5\%$  többletkihozatal érhető el.

A polimert és a felületaktív anyagot tartalmazó dugó méretének hatásán túl a laboratóriumi vizsgálatok kiterjedtek a gáztelítettség hatásának, a relatív áteresztőképességi görbék lefutásának, a polimerfrontok alakjának, a telítési módszerek hatásának, a mérések reprodukálhatóságának, a végrehajtás szerepének vizsgálatára, illetve meghatározására. Így a kisméretű, konszolidált természetes homokkőmagokon végzett laboratóriumi kiszorítási vizsgálatok értékelésének összefoglalásaként megállapíthatjuk, hogy a depresszió mérésének kivételével valamennyi fontos paraméter tendencia jellegű változására kielégítő pontosságú választ lehetett adni.

### III. Az algyői ötpontos polimeres elárasztási kísérlet előkészítése

A többéves alapkutatói és adaptációs kutatások alapján a Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat 1976-ban az MTA Olajbányászati Kutatólaboratóriumot bízta meg az algyői ötpontos polimeres elárasztás kísérleti tervének elkészítésével. Önmagában a kísérlet szerves részét képezi a NIM és OKGT azon irányelvének, hogy 1980-ig ipari alkalmazásra kell előkészíteni azokat a másodlagos, harmadlagos eljárásokat, amelyek perspektivikusan számításba vehetők a délföldi telepek leművelésénél. A kiválasztott eljárások közül (polimeres, micelláris és széndioxidos módszerek) az első üzemi kísérlet a polimeres eljárásra terjed ki. Másfelől az üzemi kísérlet szerves folytatását képezi a laboratóriumi vizsgálatoknak is: alátámaszthatja vagy módosíthatja a vizsgálatok eredményét, és új, laboratóriumi munkával nem nyerhető adatokat szolgáltat a művelettervezéshez.

A kísérlet előkészítése, az ötpontos elárasztási kísérlet megtervezése, széles körű team munka eredménye, amelyben az MTA Olajbányászati Kutatólaboratórium munkatársain kívül résztvettek az NKFV, a NIM, az OGIL és a Nitrokémiai Ipartelepek szakemberei. A másfél évig tartó együttműködés három súlypontját a kísérlethez felhasználandó — általában kiszorításra alkalmas — poliakrilamid hazai előállításának előkészítése és legyártása, a polimeres kiszorítási folyamatok matematikai modellezése és a kísérlet operatív végrehajtásának, ezen belül a felszíni berendezések és technológiák megtervezése képezte.

Az algyői ötpontos polimeres elárasztási kísérlet egyik legfontosabb feladatát a kiszorítási folyamat matematikai modellezése és ennek alapján rezervoárméchanikai tervezés képezte. Maga a modell a HEINEMANN által, vízkiszorításra kidolgozott két dimenziós három fázisú modellre [11] épült úgy, hogy a polimeres kiszorítás mechanizmusának legfontosabb elemeit, így a viszkozitásarány, a relatív áteresztőképesség megváltozását és a polimeradszorpciót alkalmas matematikai formában építették be az összefüggésekbe. E modell ismertetésével HEINEMANN és MUNKA [12] tanulmánya részletesen

foglalkozik. Megemlítjük, hogy az általuk kidolgozott matematikai modellel sikeresen szimulálták az öt pontos és a fordított öt pontos polimeres elárasztást, amelynek eredményéből hasznos következtetést vonhattak le a kísérleti elem telítés és nyomásviszonyainak alakulására, anyagmértégre, polimer telítettségére stb. Eredményeik bizonyították többek között, hogy a periferikus besajtolás ellenére a kiválasztott elem megfigyelő kútja nem határolható el a tágabb értelemben vett környezetétől (azaz folyadék áramlik az elembe) és a polimerbesajtolás eredményeként, azonos termelési periódust figyelembe véve kb. 9% többletolaj termelhető a vízkiszorításhoz képest. Ez utóbbi érték jó egyezést mutat a laboratóriumi kiszorítási vizsgálatok adataival is. Nem állítjuk, hogy a jelenleg rendelkezésünkre álló matematikai modell minden szempontból tökéletesen írja le a polimeres elárasztás kiszorítási folyamatait, alkalmasnak tartjuk azonban arra, hogy bizonyos fokú továbbfejlesztéssel megfeleljen területi elárasztások modellezésére is.

### Köszönetnyilvánítás

A hazánkban folyó alap- és alkalmazott kutatásokra épülve egy modern, intenzív kőolajtermelési eljárás üzemi méretű kísérlet stádiumába jutott, amely elsősorban az együttműködő intézmények és szakemberek lelkes, odaadó, hozzáértő munkájával valósult meg. Ezért őszinte köszönetet mondunk valamennyi munkatársunknak, akik az MTA Olajbányászati Kutatólaboratóriumában, a Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalatnál, a Nehézipari Minisztériumban, a Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutatólaboratóriumban, az Országos Kőolaj és Gázipari Trösztnél és a Nitrokémiai Ipartelepknél segítették közös célunk megvalósítását.

### IRODALOM

1. TÓTH J.—LAKATOS I.—MILLEY GY.—WAGNER O.: Összefoglaló tanulmány a poliakrilamid oldattal történő művelési eljárás algyői mezőben történő alkalmazhatóságának laboratóriumi vizsgálatáról. MTA OKL ipari jelentése, Miskolc, 1976.
2. ZOLTÁN GY.: Kiszorítási hatások növelésének elvi lehetősége. Kőolaj és Földgáz, **12**, 367, 1971.
3. LAKATOS I.—LAKATOSNÉ SZABÓ J.: A poliakrilamid oldatok szerkezetének vizsgálata. Kőolaj és Földgáz, **10**, 309, 1973.
4. LAKATOS I.—LAKATOSNÉ SZABÓ J.: A folyadék-folyadék és a folyadék-szilárd határfelületi jelenségek vizsgálata. Kőolaj és Földgáz, **11**, 336, 1973.
5. ZOLTÁN GY.: Hatásfoknövelés viszkózus kiszorító fázissal. Kőolaj és Földgáz, **1**, 13, 1974.
6. LAKATOS I.: Reverzibilis áramlási sajátságok vizsgálata kompatibilis polimer-közet rendszerben. Kőolaj és Földgáz, **10**, 309, 1974.
7. ZOLTÁN GY.: Telítettségeloszlás és kiszorítási front a viszkózus kiszorításban. Kőolaj és Földgáz, **12**, 375, 1974.
8. LAKATOS I.: Áramlási sajátságok vizsgálata víznedves és olajnedves porózus rendszerben. Kőolaj és Földgáz, **7**, 215, 1975.
9. EVERETT J.P.—GOOCH, F.W.—CALHOUN, J.C.: Liquid-Liquid Displacement in Porous Media as Affected by the Liquid-Liquid Viscosity Ratio and Liquid-Liquid Miscibility. Trans. of AIME, 215, 1950.
10. LAKATOS I.—WAGNER O.—ZOLTÁN GY.: Eljárás kőolajok tárolóközetekből történő intenzív kitermelésére. Magyar Szabadalom, 163. 002 (1973).
11. HEINEMANN Z.: Eljárás és számítógépes program szénhidrogéntelepek kétdimenziós háromfázisú szimulációjára. Kézirat, 1973.
12. HEINEMANN Z.—MUNKA M.: Dugós kiszorítási folyamatok modellezése. 16. OMBKE Vándorgyűlés, Balatonfüred, 1977.

APPLICATION OF POLYACRYLAMIDE SOLUTIONS TO OIL RECOVERY  
IN HUNGARY

By

I. LAKATOS — J. TÓTH

## Abstract

As an institute responsible for study, adaptation and preparation of the practical application of polymer flooding in Hungary, the Petroleum Engineering Research Laboratory of the Hungarian Academy of Sciences has been dealing with this secondary recovery method since 1969. The most important results of basic and applied researches done in the past few years are summarized in this paper devoted to the mechanism of the displacement processes, the laboratory modelling studies and the preparation of the first Hungarian five-spot polymer pilot.

ПРИМЕНЕНИЕ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ПОЛИАКРИЛАМИДОВ  
НА НЕФТЕПРОМЫСЛАХ ВЕНГРИИ

И. ЛАКАТОШ и Й. ТОТ

## Резюме

Научно-исследовательская лаборатория по нефтепромысловому делу Венгерской Академии Наук занимается с 1969 г. вопросами применения полиакриламидов для вытеснения нефти из коллекторов, как учреждение, которому было поручено проведение исследований по данной теме, адаптация методики и ее внедрение на практике нефтепромыслового дела. В своей статье авторы подводят итоги важнейших основных и прикладных исследовательских результатов, достигнутых в последние годы в области выяснения механизма процессов вытеснения нефти из коллекторов, лабораторных экспериментов по моделям и пятиточечных опытов затопления коллекторов, проведенных в производственных условиях.

# A LÉGKÖRI ÜVEGHÁZHATÁS EMPIRIKUS VIZSGÁLATA\*

MAJOR GYÖRGY  
A FÖLDTUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA

## *Az üvegházhatás klasszikus fogalma*

*Arrhenius* volt az első, aki 1896-ban felvetette, hogy a légkörben lévő „szénsavgáz” hatással van a felszín hőmérsékletére (BUDIKO, 1974). Ez a felismerés volt a kezdete a légköri üvegházhatással kapcsolatos modern vizsgálatoknak.

Századunk 20-as éveire a meteorológusok megismerték a Nap, légkör, felszín és kozmikus térség elemekből álló rendszer sugárzásháztartásának fő vonásait. A légkör a Nap sugárzását jobban átengedi, mint a felszín hőmérsékleti kisugárzását, amelynek nagy részét elnyeli és a saját hőmérséklete szerint sugározza tovább mind a kozmikus térség, mindpedig a felszín felé. Tehát a légkör egy védőréteget képez a Föld felszíne és a kozmikus tér között, mivel növeli a felszín sugárzási energiabevételét és ezáltal a hőmérsékletét. Ez a légkör üvegházhatása.

Ez a kép helytálló, ebben nem is volt vita az üvegházhatással foglalkozó szerzők között. Azonban az elmondottakhoz hozzátartozik a kérdés: mihez képest növeli a légkör a sugárzási energiabevételt és a hőmérsékletet? A kérdésre adandó válasz tulajdonképpen „mérési utasítás” az üvegházhatás mértékének meghatározására. A kérdésre adott válaszok a következő főbb típusokba sorolhatók:

- mintha nem volna légköre a Földnek (ennek különleges esete a Föld és a Hold felszíni hőmérsékletének összehasonlítása, HALTINER és MARTIN, 1957),
- mintha a légkör teljesen áteresztő volna a felszín hőmérsékleti sugárzása számára,
- mintha a légkörben nem volna vízgőz és szén-dioxid,
- mintha a légkörben nem volna szén-dioxid.

A Föld és a Hold felszíni hőmérsékletének összevetését azért idéztük, mert ez az egyetlen valódi mérési lehetőség, a többi a légkör megváltoztatását kívánná, amit csak számításokkal modellezhetünk. A Hold felszínének hőmér-

\*Előadás az MTA X. Osztály — OMSZ 1977. évi „Meteorológiai Tudományos Napok” ülészakán, 1977. november 10—11.

séklete saját anyagának minőségétől is függ, tehát nemcsak a földi légkör sajátosságait tükrözné ez a mérték, viszont ezen sajátosságok időbeli változását jellemezné, hiszen a Hold felszíni elnyelő- és kisugárzóképesége minden bizonnyal változatlan.

Az utolsó két mérési utasítás-típus arra hívja fel a figyelmet, hogy az üvegházhatást nem a légkör alapgázai, hanem a nyomanyagok okozzák. (Meg kell jegyezni, hogy a felhőzet is szerepet játszik, mivel az is átlátszóbb a nap-sugárzás számára, mint a hosszúhullámú sugárzás számára.) Az említett két módon csak rész-üvegházhatások vizsgálhatók a megfelelő számítási modellek segítségével.

### *A klasszikus fogalmon alapuló számértékek*

Az első két típusnak megfelelő számítási modell egymással megegyező. A Naphól érkező sugárzási energiának, többszöri átalakulása után, végső nyelője a kozmikus térség. A Föld-légkör rendszer energia-leadása döntő mértékben sugárzás útján történik és ha nincs légkör, vagy a légkör nem vesz részt a hőmérsékleti sugárzásban, akkor maga a felszín a kisugárzó, azaz mind a légkör, mind a felszín által elnyelt napsugárzási energiát egyedül a felszín adja át az „űrnek” sugárzás révén. Ezt az energiaegyensúlyt a következő egyenlet írja le:

$$I_0 (1 - R) = 4\sigma T^4$$

ahol  $I_0$  a napállandó,  
 $R$  a Föld-légkör rendszer albedója,  
 $\sigma$  a STEFAN—BOLTZMANN állandó,  
 $T$  a felszín hőmérséklete.

Tudjuk, hogy a felszín tényleges átlaghőmérséklete  $T_t = 286$  K (Sellers, 1965). Az üvegházhatás mértékét a következő kifejezés adja:

$$U = T_t - \left[ \frac{I_0 (1 - R)}{4\sigma} \right]^{1/4}$$

Mivel a légkör szerepét kívánjuk tanulmányozni, ezért tekintsük a napállandót valóban állandónak, ekkor az üvegházhatás egyedül a Föld-légkör rendszer albedójának lesz függvénye.

Mivel egyébként is a valóságtól távol álló modellel számolunk, tekintsük azt az esetet, amikor a Föld-légkör rendszer az összes rájutó napsugárzást elnyeli, azaz  $R = 0$ ; ekkor  $U = 8$  K. Ez az eredmény a légköri üvegházhatás nagy jelentőségéről tanúskodik, hiszen ha Földünket egy abszolút fekete gömbbel helyettesítenénk, annak a hőmérséklete is 8 kelvinnel maradna alatta a jelenlegi felszíni hőmérsékletnek.

Térjünk át arra a kevésbé „absztrakt” esetre, amikor a jelenlegi felszín felett semmilyen légkör sincs. Ekkor a globális albedót 8%-ra becsülhetjük, mivel a felszín nagyobb részét kis visszaverőképességű óceán alkotja. Ebben az esetben az üvegházhatás:  $U = 14 \text{ K}$ .

Még kevésbé absztrakt az az eset, amikor a légkörnek csak a hosszúhullámú abszorpció- és emisszióképességét „töröljük”. Ekkor a tényleges Föld-légkör rendszer albedóval számolhatunk, amely, 17 évszak során végzett műholdas mérések szerint, éves átlagban 29% (VONDER HAAR, 1972), ekkor az üvegházhatás:  $U = 31 \text{ K}$ .

### *Az üvegházhatás modern tárgyalása*

A meteorológia tudományának jelenleg egyik legfontosabb feladata, hogy a Föld-légkör rendszerben lezajló folyamatokat, figyelembe véve a rendszert kívülről érő hatásokat is, a lehető legpontosabban modellezze abból a célból, ha valamely külső vagy belső ok következtében az éghajlat megváltozna, az emberiséget időben fel lehessen készíteni az új körülményekhez való alkalmazkodásra. Ebben a szemléletmódban nincs helye a valóságtól távoli állapotokat leíró modelleknek, itt a kérdés mindig az, ha valamely paraméternek a jelenlegi értéke nem túl nagy mértékben megváltozik, nem vonja-e maga után más paraméterek jelentős megváltozását. Ez utóbbi paraméterek közül legfontosabb a felszín hőmérséklete, mivel a csapadékkal együtt ez áll legközvetlenebb kapcsolatban az emberek mindennapi életével. (Érdeemes megjegyezni, hogy az üvegházhatás klasszikus definíciójában először energianyereségről esik szó és csak ezt követi a hőmérsékleti többlet; a gyakorlatban azonban kizárólag hőmérsékleti értékkel találkozunk.)

Az új klímamodellezési szemlélet az üvegházhatás vizsgálatában azon módszerek megjelenésére vezetett, amelyeket összefoglalóan  $\Delta T$  módszereknek nevezhetünk. Ezekkel a módszerekkel arra a kérdésre nyerhetünk választ, hogy milyen mértékben változik meg a felszín hőmérséklete, ha a légköri anyagok közül egyiknek vagy a másiknak a mennyisége vagy eloszlása valamilyen mértékben megváltozik a jelenlegihez képest. A kérdés megválaszolásához teljes éghajlati modellre van szükség, hiszen a felszín sugárzási egyenlegének a megváltozása nemcsak hőmérsékletének a megváltozásával jár együtt, hiszen az energia jó része turbulens diffúzió és párolgás révén távozik a felszínről.

Az I. táblázatban néhány számérték szerepel az egyik munkából (WANG et al., 1977). A szerzők egydimenziós, sugárzási-konvektív modellel számolták a megváltozott gázkoncentrációk hatását a felszíni hőmérsékletre, a megváltozott koncentráció esetén belül két esetet különböztetnek meg aszerint, hogy a felhőtető hőmérséklete vagy magassága változik-e meg.

Az utóbbi években igen sok  $\Delta T$  típusú számítás eredményei váltak ismertté. Sokan figyelembe veszik a felhőzet és az aeroszol szerepét is. A két- vagy

## I. táblázat

*Különböző légköri nyomgázok koncentráció változásának hatására létrejövő felszínhőmérséklet változás (WANG és munkatársai szerint)*

| Nyomgáz   | A jelenlegi koncentráció hányszorosára; változik | Ha a felhőtető hőmérséklete nem változik $\Delta T$ [K] | Ha a felhőtető magassága nem változik $\Delta T$ [K] |
|---|--|---|--|
| N <sub>2</sub> O (dinitrogén-oxid)                              | 2  | 0,73  | 0,47   |
| CH <sub>4</sub> (metán)   | 2  | 0,31  | 0,22   |
| CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub><br>CCl <sub>3</sub> F (Freonok) | 20   | 0,54  | 0,36   |
| H <sub>2</sub> O (vízgőz)                                       | 2  | 1,03  | 0,65   |
| CO <sub>2</sub> (szén-dioxid)                                   | 1,25   | 0,79  | 0,53   |
| O <sub>3</sub> (ózon)   | 0,75   | -0,47   | -0,34  |

háromdimenziós modellek arról is számot adnak, hogy a hőmérséklet megváltozása más-más lehet az egyenlítő vidékén, mint a pólusok közelében, tehát egy esetleges éghajlatváltozás jelentősége különböző országokban különböző lesz.

*Az eddigi mértékek hiányosságai*

A légkör rövid- és hosszúhullámú sugárzás-átbocsátó képessége igen sok gáztól, felhőzettől és a légkör aeroszoltartalmától függ. Ezek mindegyikének térbeli és időbeli változásait még a meteorológiai mesterséges holdak segítségével sem tudjuk nyomon követni, a felszíni mérésekkel pedig még kevésbé. Ezért igen hasznos lenne, ha az üvegházhatásban szerepet játszó légköri alkotórészek külön-külön mérése helyett magát a légköri üvegházhatást mérhetnénk. A mérést monitoring rendszerben célszerű végezni, azaz hosszú időn keresztül, nagy pontossággal, abból a célból, hogy az évek során rendszeresen egy irányba mutató kis változásokat időben felismerjük, a várható következményeket kiszámítsuk és azokra megfelelően felkészüljünk. Az üvegházhatást nem elegendő egyetlen globális számmal jellemezni, a területi különbségeket is figyelembe kell vennünk.

A klasszikus megfontolásokon alapuló mértékek monitorizálhatók, mert mind a tényleges felszíni hőmérséklet, mind a napállandó, mindpedig a Föld-légkör rendszer albedója mérhető, viszont az igen egyszerű számítási modell alapján a területi eltéréseket nem tudjuk feltárni. A  $\Delta T$  módszerek visszaadják a területi különbségeket, megmutatják, hogy melyek a legfontosabb megfigyelendő légköri alkotó anyagok, de a klimatológiai modellek tökéletlenségei

és a nagyszámú monitorizálandó paraméter miatt nem várhatjuk, hogy segítségükkel pl. 20 év múlva az akkori tényleges léghőháztartást a jelenlegivel elfogadhatóan összehasonlíthassuk.

### *Analógia a tényleges üvegházzal*

Az üveg (fajtájától és vastagságától függően) körülbelül 90%-ban engedi át a napsugárzást, és teljesen elnyeli a felszín és a légkör hőmérsékleti sugárzását. A légkör nem ennyire jó átteresztő a napsugárzás számára és nem ennyire jó elnyelő a felszín kisugárzása számára, de azért sugárzási tulajdonságai valamelyest hasonlóak az üvegéhez és ez szolgálja az elnevezés alapját.

Azonban mind az üvegházi növénytermesztés, mindpedig az éghajlat jellemzése szempontjából legfontosabb paraméter a hőmérséklet. Az üvegházban mérhető hőmérséklet nemcsak az üveg sugárzási tulajdonságai miatt magasabb a környezeténél, hanem azért is, mert az üveg megakadályozza a turbulens hőcserét és a párolgást. A légkör sugárzási tulajdonságai révén megnöveli a felszín energiabevételét, ugyanakkor jelentős energiát von el turbulens diffúzió és párolgás révén, tehát az üveg és a légkör közötti analógia csak a sugárzási részhatásra érvényes, az energiacsere többi formájára nem, ezért az analógiát gyengének kell megítélnünk.

Széles körben ismert tapasztalati bizonyíték szól amellett, hogy a tényleges üvegház esetében a sugárzás csak részhatást képvisel. Ugyanis üvegház helyett egyre többen alkalmazzák a fóliasátrakat. A műanyag fólia napsugárzás átbocsátása hasonló az üvegéhez, azonban a hosszúhullámú sugárzásnak csak 30%-át nyeli el, tehát sugárzási üvegházhatása jelentéktelen. A fóliasátorban mégis melegebb van, mint a sátron kívül (MORVAI és SZAKÁLY, 1962; STOLLÁR, 1963).

### *Javaslat a léghőháztartás mérésének módjára*

A léghőháztartásának lényege az, hogy a napsugárzás által felmelegített felszín és a 3 K hőmérsékletű kozmikus térség között a légkör védőréteget képez, mivel megakadályozza a közvetlen sugárzási kapcsolatot. Ez más szóval azt jelenti, hogy a felszín-léghőkör rendszerből jóval kevesebb energia távozik el a hőmérsékleti kisugárzás révén, mint amennyi a felszín hőmérsékletének megfelelően. Nyilvánvaló, hogy a légkör védőhatása hőmérsékletben kifejezve annyi, amennyi a különbség a felszín tényleges hőmérséklete és azon hőmérséklet között, amennyit felvenne a felszín, ha a felszín-léghőkör rendszerrel egyenlő mennyiségű energiát sugározna ki. Mivel a felszín anyagai (mind a szárazföldek, mind az óceánok) nagyon jó közelítéssel fekete sugárzónak tekint-

hetők a saját hőmérsékleti sugárzásuk szempontjából, ezért a légköri üvegházhatást a következő kifejezés adja meg:

$$U = T_f - \left[ \frac{1}{\sigma} E_{ki} \right]^{1/4}$$

ahol  $T_f$  a felszín hőmérséklete,  
 $E_{ki}$  a rendszer hasszúhullámú kisugárzása.

Az üvegházhatást ez a mérési utasítás két mérhető mennyiségre vezeti vissza: a felszínen hőmérsékletet már hosszú ideje és igen sok helyen mérnek a meteorológiai állomásokon, a felszín-légkör rendszere kisugárzását pedig 1960 óta — ha nem is folyamatosan — mesterséges holdak segítségével mérhetjük. Ez azt jelenti, hogy ezen eljárással az üvegházhatást nemcsak a jövőben lehet vizsgálni, hanem a múltra vonatkozó elemzéseket is végezhetünk a megfelelő adatok birtokában.

A mérés révén az üvegházhatásban mutatkozó területi különbségeket is feltárhatjuk, hiszen a kisugárzás műholdas mérési adatainak területi felbontása néhányszor 100 km, de legrosszabb esetben sem nagyobb 2–3 ezer km-nél. A mérések időbeli felbontása a jelenlegi napszinkron pályán keringő meteorológiai mesterséges holdak esetében fél nap, de itt nem célszerű az 1 napnál nagyobb felbontást kihasználnunk. Nagyobb területekre vagy hosszabb időszakokra vonatkozó üvegházhatás megfelelő közepeléssel állítható elő, mint az a többi meteorológiai elem esetében szokás.

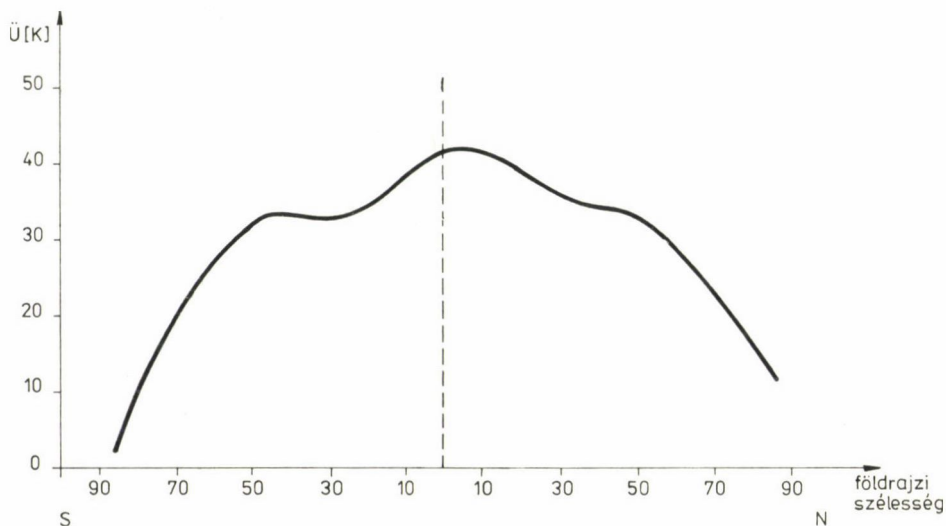
#### *Alkalmazási példák*

VONDER HAAR és SUOMI (1971) közölték a felszín-légkör rendszer kisugárzásának átlagos zonális eloszlását ötévi műholdas mérési adatok alapján, ehhez hozzávettük SELLERS (1965) adatait a felszíni hőmérséklet zonális eloszlásáról és a két adatsorból kiszámítottuk az üvegházhatás zonális eloszlását. (Ez csak közelítő megoldás, mivel a hőmérséklet és a kisugárzás adatok nem azonos időszakokra vonatkoznak.) Az eredményt az 1. ábrán láthatjuk.

Az ábrát elemezve láthatjuk, hogy a déli sarkvidéken az üvegházhatás kisebb, mint az északon. Ez természetes, hiszen az Antarktisz magas fennsíkja feletti kevesebb levegő szükségképpen kisebb üvegházhatást gyakorol. Nagy a különbség a sarkvidékek és az egyenlítői övezet között az utóbbi javára, mert az egyenlítőn a légkör optikailag sokkal „vastagabb”, hiszen a trópusi légkör nagy mennyiségű felhőt és vízgőzt tartalmaz, míg a sarkvidéken a felhőzet vékony, a levegő víztartalma csekély. Az egyenlítő két oldalán a gyengén minimumhelyek a felhőzet eloszlásának következményei: ebben az övezetben van a rendszeralbedő minimuma és a kisugárzás maximuma. A két félgömb

közötti aszimmetria az egyenlőtlen szárazföldeloszlás következménye: ahol több a szárazföld, magasabb a felszíni hőmérséklet és nagyobb a hőmérsékleti üvegházhatás.

A globális átlag ugyanezen adatokból 31 kelvinnek adódik, megegyezik a 29% Föld-légkör rendszer albedó mellett számított klasszikus értékkel. Az



1. ábra. A légkör üvegházhatásának zonális eloszlása

egyezés nem véletlen, hiszen mindkét esetben ugyanazon periódusra vonatkozó műholdas mérések szolgáltatják a számítás bemenő adatait, és mindkét esetben a globális egyensúly feltételei azonosak. A klasszikus szemlélet azonban egy absztrakt helyzethez viszonyít, míg a javasolt módszernél erre nincs szükség, a globális átlag természetesen adódik a zonális értékek átlagaként. A klasszikus megközelítés a zonális értékekről nem tud számot adni.

\* \* \*

Úgy véljük, hogy az elkövetkező években, amikor a műholdas sugárzás-háztartás mérések rendszeresebbek és pontosabbak lesznek, az adataikat szélesebb körben publikálják, akkor az üvegházhatás mérésének módjára ezúton tett javaslat célszerűségét a klimatológiai modellezési munka tapasztalatai szélesebb körben igazolni fogják.

## IRODALOM

- BUDIKO, M.I.: *Izmenyényija klimata*. Gidrometizdat, Leningrad, 1974.
- HALTNER, G.J.—MARTIN, F.L.: *Dinamical and Physical Meteorology*. McGraw-Hill, New York, London, 1957.
- MORVAI A.—SZAKÁLY J.: Műanyag fóliával takart hollandágy hőmérsékleti viszonyai. *Időjárás*, **66**, 48—51, 1962.
- SELLERS, W.D.: *Physical Climatology*. University Press, Chicago, 1965.
- STOLLÁR A.: Melegágyak takarása műanyag fóliával. *Időjárás*, **67**, 180—183, 1963.
- VONDER HAAR, T.H.—SUOMI, V.E.: Measurements of the Earth's Radiation Budget from Satellites during a five-year Period. *J. Atm. Sci.*, **28**, 305—314, 1971.
- VONDER HAAR, T.H.: Natural Variations of the Radiation Budget of the Earth-Atmosphere System as Measured from Satellites. Conference on Atmospheric Radiation, August 7—2, 1972. Fort Collins, Am. Met. Soc., Boston, 1972.

## EMPIRICAL STUDY OF THE ATMOSPHERIC GREENHOUSE EFFECT

GY. MAJOR

## Abstract

The greenhouse effect of the atmosphere could be characterized quantitatively by several ways but all these ways are based on model computations. Noting the almost regular radiation budget measurements on the meteorological satellites the following formula is suggested for more direct determination of the atmospheric greenhouse effect:

$$U = T_f - \left[ \frac{1}{\sigma} E_{ki} \right]^{1/4},$$

where  $T_f$  is the surface temperature,

$E_{ki}$  is the outgoing longwave radiation of the surface-atmosphere system,  
 $\sigma$  is the Stefan-Boltzmann constant.

This determination is based on directly measured data. Using this measure the areal differences could be revealed and the variations in time could be monitored.

## ЭМПИРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АТМОСФЕРНОГО ПАРНИКОВОГО ЭФФЕКТА

ДЬ. МАЙОР

## Резюме

Парниковый эффект атмосферы может быть охарактеризован цифрами несколькими способами, но все эти способы основываются на модельных расчётах. Поэтому автор считает целесообразным (принимать во внимание почти непрерывные измерения составляющих радиационного баланса с помощью метеорологических спутников) выразить парниковый эффект в виде по следующей формулы:

$$U = T_f - \left( \frac{1}{\sigma} E_{ki} \right)^{1/4}$$

где  $T_f$  температура на земной поверхности,

$E_{ki}$  длинноволновая выходящая радиация системы поверхность — атмосфера,  
 $\sigma$  постоянное Стефана — Больцмана.

Этом способом даётся возможность для определения территориального распределения и даже для регистрации изменений во времени.

# HELYZETKÉP A VILÁG GEOTERMIKUS ENERGIATERMELÉSI LEHETŐSÉGEIRŐL

BOLDIZSÁR TIBOR  
A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK DOKTORA

Az Electric Power Research Institute, rövidítve EPRI a Világ Energia Konferencia felkérésére 1977. III. 30-án elkészült tanulmányában összeállította a világ geotermikus energiatermelésének adatait, továbbá a lehetséges geotermikus energiakészletek meghatározását is elvégezte. Az összeállítás 16 ország szakértőinek segítségével történt, azonban irodalmi adatok, valamint a szakértők ismeretei alapján kiterjedt a világ valamennyi országára. Ebben a munkában a Szerző is részt vett, adatait, illetve irodalmi publikációit a tanulmány készítésénél felhasználták.

E tanulmány első ízben határozta meg a világ bruttó geotermikus energiakészletét, amely a kontinentális területek alatt 3 km mélységig terjedő kőzetekben tárol. A számítás  $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$  alaphőmérsékletre vonatkozik. 13 ország által közölt adatok valamint a geotermikus térképek alapján a 13 ország alatt  $5,8 \cdot 10^{14}$  MWh hőmennyiség van tárolva. A szakértők véleménye alapján a világ összes országaira kiszámított extrapolált érték pedig ennél jóval nagyobb,  $1,2 \cdot 10^{16}$  MWh. A 3 km mélységhatárt a szakértők már korábban gazdaságossági és technikai megfontolások alapján állapították meg. A fűrási költségek a mélységgel hatványozottan nőnek, ezért 3 km-nél nagyobb mélységből kitermelhető energia egy-két évtizedes távlatban sem lesz gazdaságos.

A készletnek mindössze 2%-a olyan nagy hőmérsékletű, amely figyelembe jöhet villamosenergia-termelésre, de a jelenleg ismert technológiával csak egy tized ezrelék hasznosítható. Annak ellenére, hogy a kihasználási tényező rendkívül alacsony, figyelembevéve az energiaátalakítási veszteségeket is, a geotermikus villamosenergia termelő potenciál mégis igen nagy, kereken 1,2 millió MWévszázad villamos energia. Jelenleg a geotermikus erőművek kapacitása 1976. év végi adatok alapján 1325 MW.

## *A) Geotermikus energiakészletek*

A geotermikus energia, amely a Föld természetes melegének energetikai célokra való hasznosítható része, nemzetközi energiaforrás, amely a dolgok természeténél fogva a világ minden országában jelen van. Felhasználása minden ország gazdasága szempontjából nagy jelentőséggel bír, különösen ott,

ahol a fosszilis és nukleáris tüzelőanyagok helyettesítésére, illetőleg konzerválására más energiaforrásokat keresnek. A geotermikus energiatermelésre kevés ösztönző tényező hatott mindaddig, amíg a fosszilis tüzelőanyagok mennyiségét kimeríthetetlennek tartották és az olcsón és bőven állott rendelkezésre. Egyes országokban, amelyek fosszilis energiahordozókban szegények voltak mint Olaszország, Izland, Új-Zéland, Japán, Magyarország a geotermikus energia kihasználására már korábban megindultak a vizsgálatok, amelyek eredményre is vezettek. Az 1973. év e kérdésben az egész világon fordulatot jelentett, mert az energiaválság korszakának bekövetkeztével egyrészt a fosszilis energiahordozók költsége rendkívüli mértékben megemelkedett, ami első sorban az energia importra szoruló országokat, így Nyugat-Európát és az Egyesült Államokat arra készítette, hogy újra felülvizsgálják a meglévő, bányászati termeléssel előállítható fosszilis- és magenergiakészleteik mennyiségét és új energiaforrásokat igyekeznek bekapcsolni az energiatermelésbe. Valamennyi ország, amelyet az energiaválság érintett, arra a megállapításra jutott, hogy a geotermikus energia felkutatása, kitermelése egyre fontosabb szerepet kap az egyes országok energiaellátásában. Egyes országok, amelyek szerencsésen az egész világra kiterjedő, nagy összefüggő, harmadkori hegységképződési, úgynevezett orogén övezetbe tartoznak, ahol a földi hőáram nagy, kedvezőbb helyzetben vannak és képesek lehetnek, hogy jelentősebb arányban fedezzék energiaszükségletüket geotermikus forrásokból. Az energiaválság előtt geotermikus energiatermelés csakis ilyen országok területén volt gazdaságos. Azonban az energiaválság után olyan országokban is, ahol normális földi hőáram következtében átlagos hőmérsékletgradiensek vannak, a geotermikus energia termelése szintén figyelmet keltett és minden lehetőséget megragadnak arra, hogy a geotermikus energia bekapcsolása kedvezően hasson az általános energiaellátási helyzetre.

Egyes országok kivételével, amelyek hosszabb idő óta nagyobb méretben folytatták a geotermikus energia felkutatását, kevés ismeretünk van még a világ geotermikus energiakitermelési helyzetéről. Sok olyan előfordulási típus is ismeretes, amelynek energetikai kihasználása, bár bőséges energiát képesek szolgáltatni, egyelőre technikai nehézségekbe ütközik. Ezért egyes országok nagy erőfeszítéseket tesznek annak érdekében, hogy geotermikus energiatermelési lehetőségeiket területi megoszlásban felkutassák, másrészt pedig olyan eddig még ismeretlen új módszereket dolgozzanak ki, amelyek a geotermikus energia transzformálását felhasználásra alkalmas módon lehetővé teszik.

A geotermikus energiakészleteket három alapvető típusra osztják:

1. Hidrotermális rendszerek
  - a) folyadékállapotú rendszerek
  - b) gőzállapotú rendszerek

2. Forró, száraz kőzetrendszerek
3. Túlnyomásos rezervoár rendszerek

A folyadékállapotú rendszerekben az áramló víz közvetíti a kőzetek hőenergiáját a felszíni felhasználás felé. E rendszerekben a hőmérséklet a felszíni középhőmérséklet és 360–370 °C között változik. Az eddig végzett vizsgálatok azonban igazolták, hogy ezek a rendszerek vannak az egész világon a legjobban elterjedve és ennek következtében domináló szerepük van a geotermikus energiatermelésben. A gőzállapotú rendszerek, amelyeket száraz, túlhevített gőzrendszereknek is nevezhetünk, szintén hidrotermális eredetűek, azonban rendkívül ritkák. Ahhoz, hogy egy hidrotermális rendszerből száraz, túlhevített gőzt lehessen termelni, a geotermikus, hidraulikus, termodinamikai és geológiai feltételeknek egy különös összhangja szükséges, amely sajnos világviszonylatban is csak rendkívül kevés helyen található. Minthogy a száraz, túlhevített gőzállapotú rendszerek a legalkalmasabbak és a legkényelmesebbek villamosenergia termelésre, ilyen rendszerek iránt az ENSZ támogatásával 1961-ben világszerte megindult kutatások a mai napig folytak. Sajnos azonban nem váltották be a hozzájuk fűzött reményeket, mert az esetek túlnyomó részében a felkutatott rezervoárok gőz helyett forróvizet tartalmaztak, amelyek termelési és hasznosítási problémái sokkal kedvezőtlenebbek és egyes esetekben a ma ismert technológiával meg sem oldhatók.

A forró, száraz kőzetrendszerekben hidraulikus cirkulációt csak mesterségesen lehet előállítani, mert a kőzetek porozitása, permeabilitása olyan kicsi, hogy megfelelő mennyiségű víz cirkulációja nem jöhet létre. Ezek a kőzetek egyes geotermikus anomália területeken a felszín alatt helyezkednek el. Mivel azonban a porozitás általában a mélység növekedésével csökken, bizonyosan feltételezhető, hogy a Föld kérgében nagyobb mélységben már ilyen kőzetek dominálnak. Jelenleg az Egyesült Államokban nagyszabású kísérleteket folytatnak annak érdekében, hogy hogyan lehet a forró száraz kőzetekben mesterségesen előállított összefüggő hasadékrendszereket létesíteni annak érdekében, hogy megfelelő fűtő felületet képezve egy fúrólukon keresztül megfelelő mennyiségű hideg vizet bevezetve egy másik fúrólukon keresztül nagy hőmérsékletű forró vizet vagy gőzt lehessen termelni.

Emellett az ismert hidrotermális rendszerek szempontjából is jelentősége van ezeknek a vizsgálatoknak, mert ha ezekből a rendszerekből a forró vizet kitermelték, akkor a bennük lévő közethő kitermelésére is gondolni lehet, másodlagos termelési eljárások bevezetése révén.

Túlnyomásos rezervoárok a mélyebben lévő üledékes kőzetekben találhatóak, ahol a porózus kőzetek agyagos kőzetek közé vannak bezárva, aminek következtében a konszolidáció ideje alatt a pórusvíz nem tudott eltávozni és így a formáció nem hidrosztatikus, hanem litosztatikus nyomás alatt áll. A litosztatikus nyomás jóval nagyobb a hidrosztatikus nyomásnál és megközelít-

heti a felette lévő kőzetoszlop súlyából eredő nyomást. Ezek a rezervoárok gyakran a környezetüknél nagyobb hőmérsékletgradienssel jelentkeznek. Az Egyesült Államokban a Gulf Coast túlnyomásos rezervoárjaiban a hőmérséklet 200–240 °C-ig emelkedik, míg a kútfejnyomás 7–800 kg/cm<sup>2</sup> értéket is elérheti. A túlnyomásos kőzetekben tárolt víz nagy mennyiségű oldott metángázt is tartalmaz, amely a forróvíz kitermelésével kapcsolatban szintén hasznosítható. Ezenkívül a kútfejen jelentkező nagy nyomás mechanikai energiája is, turbinák segítségével, kihasználható. Minden üledékes medencében egy bizonyos mélységhatár alatt az üledékes kőzetek között nagynyomású rétegek is találhatóak, amelyek felületi kiterjedése a medence méretével arányos.

A nagy földi hőárammal jellemzett harmadkori orogén világ méretű övezet a következő fő részekből áll:

1. cirkumpacifikus övezet,
2. alpesi övezet az Azori-szigetektől Kínáig,
3. kelet-afrikai rift övezet,
4. a közép-atlanti hátság.

A jelentős geotermikus energiatermelő államok — köztük hazánk is — ebben az övezetben fekszenek. A nagy kiterjedésű országoknak (Szovjetunió, Kína, India, Egyesült Államok, Kanada stb.) egy-egy zónája esik a harmadkori orogén övezetbe.

Az egész világra vonatkozó felmérés alapján, amely 108 ország területére vonatkozik, az EPRI a rendelkezésre álló, sokszor hézagos vagy becsült adatokból meghatározta a világ geotermikus energiakészletét, amely 3 km mélységig a kőzetekben tárolva van. A készleteket a következő hőmérsékleti osztályokba sorolták.

|              |                    |
|--------------|--------------------|
| I. osztály   | 100 °C-nál kisebb  |
| II. osztály  | 100–150 °C         |
| III. osztály | 150–200 °C         |
| IV. osztály  | 250 °C-nál nagyobb |

A számítás +15 °C alaphőmérsékletre vonatkozik és az egyes országok területét és geotermikus hőmérsékleti gradiensét veszi figyelembe. E számítás szerint a világ geotermikus hőkészlete, amely 3 km mélységig a kőzetekben és a bennük lévő vízben van tárolva, +15 °C alaphőmérsékletre vonatkoztatva (lásd részletesen a 4. táblázatban).

$$Q = 10,32 \cdot 10^{24} \text{ cal}$$

értékű. Ezzel szemben 13 országban, ahol készletszámítások léteznek, hivatalos vagy félhivatalos szakértői megállapítások szerint az összes készlet

$$5 \cdot 10^{23} \text{ cal.}$$

Ezen 13 ország között Magyarország is szerepel

$$1,3 \cdot 10^{22} \text{ cal}$$

hőkészlettel.

### B) Geotermikus energia átalakítása villamos energiára

Jelenleg még csakis a hidrotermális rendszerek állnak rendelkezésre mint olyan rendszerek, melyekből geotermikus energia a felszínre hozható. Ebből is csak a III. és a IV. osztályba sorolt hőkészletek alkalmasak villamos energiává való átalakításra, mert az alsó hőmérsékleti határ a mai gyakorlat szerint 150 °C.

A hidrotermális elektromos energia potenciál az EPRI vizsgálata szerint, feltételezve, hogy az átlagos víztartalom 3 km mélységig 20%

$$E = 0,2 \eta Q,$$

ahol  $\eta$  az a mélységben tárolt hőmennyiség villamos energiává való átalakításának hatásfoka,  $Q$  a III. és IV. osztályba sorolt hőkészlet. A hatásfok értékét részletes számítások alapján az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat

| Rezervoár típus    | Hatásfok |
|--------------------|----------|
| Túlhevített gőz    | 0,018    |
| Forró víz          | 0,016    |
| Forró száraz kőzet | 0,006    |
| Túlnyomásos        | 0,020    |

A világ geotermikus energiatermelő potenciálja 3 km mélységig a III. és IV. osztályba sorolt készletek alapján számítható ki. 28 országban vannak ilyen lehetséges készletek. Magyarország nem tartozik ezen országok közé. Ezek összege, az 1. táblázat hatásfok adatait figyelembe véve

$$1,1 \cdot 10^6 \text{ MWcent}$$

villamos energiamennyiséggel egyenlő.

$$1 \text{ MWcent} = 1 \text{ MWévszázad} = 7,5336 \cdot 10^{14} \text{ cal}$$

A fent jelzett geotermikus villamos energiatermelő potenciál alatt a hálózatra leadott villamos energiamennyiséget értjük. Ezen energiapotenciálból jelenleg

$$1325 \text{ MW}$$

termelés folyik. A EPRI becslése szerint a termelési előirányzatok az egész világra vonatkozóan várhatólag a következőképpen alakulnak:

|      |         |
|------|---------|
| 1985 | 200 GW  |
| 2000 | 500 GW  |
| 2020 | 1000 GW |

## 2. táblázat

*Villamos energiatermelési kapacitás geotermikus készletekből (jelenlegi és távlatban)*

| Év               | 1976                    | 1985                  | 2000                  |
|------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Ország           | Beépített kapacitás, MW | Becsült kapacitás, MW | Becsült kapacitás, MW |
| Egyesült Államok | 502                     | 6000                  | 20 000                |
| Olaszország      | 421                     | 800                   | —                     |
| Új-Zéland        | 190                     | 400                   | 1 400                 |
| Japán            | 68                      | 2000                  | 50 000                |
| Mexikó           | 75                      | 400—1400              | 1500—20 000           |
| Szovjetunió      | 5,7                     | —                     | —                     |
| Izland           | 2,5                     | 150                   | 500                   |
| Törökország      | 0,5                     | 400                   | 1000                  |
| Kanada           | —                       | 10                    | —                     |
| Costa Rica       | —                       | 100                   | —                     |
| El Salvador      | 60                      | 180                   | —                     |
| Guatemala        | —                       | 100                   | —                     |
| Honduras         | —                       | 100                   | —                     |
| Nicaragua        | —                       | 150—220               | 300—400               |
| Panama           | —                       | 60                    | —                     |
| Argentína        | —                       | 20                    | —                     |
| Portugália       | —                       | 30                    | 100                   |
| Spanyolország    | —                       | 25                    | 200                   |
| Kenya            | —                       | 30                    | 60—90                 |
| Indonézia        | —                       | 30—100                | 500—6000              |
| Fülöp szigetek   | —                       | 300                   | —                     |
| Taivan           | —                       | 50                    | 200                   |
| Összesen:        | 1325                    | 11 325—12 475         | 14 775—100 000        |

### C) Geotermikus energia közvetlen hőhasznosításra (nem-elektromos használat)

Közvetlen hőhasznosításra általában az I. és II. osztályba sorolt rezervoárok jönnek figyelembe, mivel a III. és IV. osztályba sorolt rezervoárok hőmérséklete az elektromos energia hasznosítását teszi lehetővé. Nincs kizárva a III. és IV. osztályba sorolt hőkészletek nem-elektromos használata sem, azonban az energiagazdálkodási szempontból csak egyes esetekben lehet indokolt.

A világ I. és II. osztályba sorolt geotermikus készleteinek hőtartalma

$$Q = 10^{25} \text{ cal} = 13,3 \cdot 10^{10} \text{ MWcent}$$

Az energiahasznosítási hatások (3. táblázat) természetesen lényegesen nagyobb, mint a villamos energiatermelés esetén (1. táblázat), hiszen a közvetlen hőhasznosítás

3. táblázat

| Rezervoár osztály | Hatásfok |
|-------------------|----------|
| I                 | 0,05     |
| II                | 0,12     |

esetében a hő mechanikai munkává átalakításakor fellépő hőveszteség nem jelentkezik.

A hasznosítható hőmennyiség ugyanúgy, mint a villamos energiatermelés esetén, 20%-os átlagos porozitást véve figyelembe

$$E = 0,2 \eta \cdot Q$$

A világ országainak geotermikus számított energiakészletét 3 km mélységig terjedő övezetben a 4. táblázat foglalja össze hőmérsékleti osztályok szerint. Ugyanezen táblázatban szerepel az 1. és 3. táblázatban közölt energiaátalakítási hatások szerint a hasznosítható hőmennyiség értéke.

4. táblázat

*A világ országainak számított geotermikus energiakészlete és a kitermelhető közvetlen hőmennyiség, valamint a kitermelhető villamos energiakészlet a felső 3 km vastag kéreg részben*

| Osztály   | Hőmérséklet, C° | Tárolt bruttó, hőkészlet, MWh <sub>t</sub>   | Kitermelhető                                 |  |
|-----------|-----------------|--|--|--|
|           |                 |  | hőmennyiség, MWh <sub>t</sub>                | villamos energia, MWh <sub>e</sub>             |
| I         | 100 alatt       | $1,05 \cdot 10^{16}$                         | $7,3 \cdot 10^{14}$                          | —  |
| II        | 100—150         | $1,07 \cdot 10^{15}$                         | $7,5 \cdot 10^{13}$                          | —  |
| III       | 150—250         | $2,7 \cdot 10^{14}$                          | $1,9 \cdot 10^{13}$                          | $4,8 \cdot 10^{12}$                            |
| IV        | 250 felett      | $1,4 \cdot 10^{13}$                          | $9,7 \cdot 10^{11}$                          | $2,5 \cdot 10^{11}$                            |
| Összesen: |                 | $1,2 \cdot 10^{16}$<br>$1 \cdot 10^{25}$ cal | $8,2 \cdot 10^{14}$<br>$7 \cdot 10^{23}$ cal | $5,1 \cdot 10^{12}$<br>$4,4 \cdot 10^{21}$ cal |

*Megjegyzés:* A jelenlegi technikai színvonalon csak a hidrotermális rendszerek hasznosítása megoldott. E rendszerek a kitermelhetőnek jelzett értékek 20%-át teszik ki.

A 4. táblázatból jól látható, hogy a közvetlen hőfosztásra kitermelhető hőmennyiség két nagyságrenddel nagyobb, mint a villamos energiatermelésre

alkalmas hőmennyiség. Utóbbi értéke a közvetlen hőfogyasztásra kitermelhető értékben nem foglaltatik. Nem vitás, hogy a geotermikus energiakészletek a természeti körülményekből kifolyólag általában a közvetlen hőfogyasztás kielégítésére alkalmasak és villamos energiatermelésre csak kivételesen, szűkebb környezetben használhatók.

Az 5. táblázat szerint Magyarország a 3. helyen áll a geotermikus energiafogyasztásban. Emellett sok termelő kútunk még le van zárva és várja a fogyasztó bekapcsolódását. A  $96,8 \cdot 10^{12}$  cal/nap világfogyasztás

4690 MW

### 5. táblázat

*A legfontosabb országok napi átlagos nem-elektromos geotermikus energiafogyasztása (1976)*

| Ország         | Hőfogyasztás<br>$10^{12}$ cal/nap |
|----------------|-----------------------------------|
| Japán          | 60,9*                             |
| Izland         | 7,5                               |
| Magyarország   | 6,0                               |
| Új-Zéland      | 4,0                               |
| Szovjetunió    | 3,2                               |
| Csehszlovákia  | 1,9                               |
| Taivan         | 1,2                               |
| Olaszország    | 0,5                               |
| USA            | 0,4                               |
| Egyéb országok | 11,2                              |
| Összesen       | 96,8                              |

\* a becslés túlzott

fogyasztott hőteljesítményt jelent, ami kereken háromszorosa a világ geotermikus villamosenergia termelésének.

A világ nem-elektromos geotermikus energiapotenciállal rendelkező 39 legfontosabb országa között Magyarország is szerepel a 6. táblázat adatai szerint. Eszerint Magyarország a 39. helyet foglalja el a készlet mennyisége alapján, míg a termelésben az 5. táblázat szerint a 3. helyen van. Ez a világfelmérés is bizonyítja, hogy a kis területű hazánkban a geotermikus energia-termelése világvizonylatban a legintenzívebb.

A felsorolásból jól látható, hogy a nagy területű országok nagy geotermikus energiakészletekkel rendelkeznek, ami részben nagy kiterjedésükből

## 6. táblázat

*A világ 39 országának nem-elektromos geotermikus energiatermelő potenciálja az I. és II. készletosztályban*

| Ország         | Nem-elektromos<br>használatra alkalmas<br>geotermikus energiakészlet<br>10 <sup>6</sup> MWcent (t) |
|----------------|--|
| Szovjetunió    | 22   |
| USA            | 17   |
| Kína           | 12   |
| Kanada         | 12   |
| Brazília       | 8  |
| Pakisztán      | 8  |
| Ausztrália     | 7  |
| Mexikó         | 3  |
| Peru           | 3  |
| India          | 3  |
| Argentína      | 2,5  |
| Szudán         | 2,5  |
| Etiópia        | 2  |
| Zaire          | 2  |
| Algéria        | 2  |
| Szaud-Arábia   | 2  |
| Irán           | 2  |
| Grönland       | 2  |
| Csife          | 2  |
| Indonézia      | 1,5  |
| Columbia       | 1,5  |
| Bolívia        | 1,5  |
| Csád           | 1,5  |
| Törökország    | 1,2  |
| Angola         | 1,1  |
| Délafrika      | 1,1  |
| Equador        | 1,1  |
| Kenya          | 1,0  |
| Tanzánia       | 0,9  |
| Japán          | 0,9  |
| Egyiptom       | 0,9  |
| Nigéria        | 0,8  |
| Zambia         | 0,8  |
| Venezuela      | 0,8  |
| Fülöp-szigetek | 0,7  |
| Franciaország  | 0,5  |
| Új-Zéland      | 0,4  |
| Izland         | 0,2  |
| Magyarország   | 0,2  |
| Összesen:      | 130,6  |

folyik. A geotermikus energiatermelés azonban elsősorban csak ott jöhet figyelembe, ahol a nagy földi hőáram vagy felszínközeli magmatikus tevékenység miatt a kőzetek hőmérséklete gyorsan növekszik és egyúttal jó hidraulikus rendszerek is kialakultak.

Az EPRI által kiküldött kérdőíveken a nem-elektromos használatra vonatkozó fejlesztési terveiket 16 országból válaszolták meg. Ezek szerint a 16 országban (házánkat is beleértve) összesen a következő energiafogyasztási tervszámok vannak:

| Év   | $10^{12}$ cal/nap |
|------|-------------------|
| 1985 | 180               |
| 2000 | 700               |
| 2020 | 4000              |

A kérdőívekben közölt tervezett hőfogyasztás túlnyomó részben az Egyesült Államokra esik. Ezen előirányzati értékek lényegesen kisebbek, mint az elektromos energiatermelésre előirányzott értékek, ami arra mutat, hogy az elektromos energia előállítására alkalmas, a közvetlen hőtermelésre alkalmas készleteknél két nagyságrenddel kisebb hőkészleteket sokkal nagyobb mértékben szándékoznak igénybe venni. Az 1985. évre előirányzott 200 GW villamosenergia-termelés  $4128 \cdot 10^{12}$  cal/nap hőegyenértéket jelent, tehát kerekén 23-szor nagyobb hőmennyiséget, mint a nem-elektromos előirányzat. A jövő mondja meg, hogy az előirányzatok hogyan fognak megvalósulni.

#### D) Hivatkozások

Geothermal Energy. Prospects for the next 50 years. Preliminary report. Electric Power Research Institute, 107, 1977.

WHITE and WILLIAMS: Assessment of Geothermal Resources U.S. Geological Survey, 155, 1975.

BOLDIZSÁR T.: Magyarország és egyes országok geotermikus energiakészletei. MTA X. Osztályának Közleményei, 9, 3-4, 269-281, 1976.

### APPRAISAL OF THE GEOTHERMAL ENERGY PRODUCTION POSSIBILITIES OF THE WORLD

By

T. BOLDIZSÁR

A b s t r a c t

On the occasion of the 10th World Conference on Energy numerous authors, including the author himself, determined the possible geothermal energy resources available within the rock mass of three km thickness. The gross thermal energy reserves are  $1.2 \times 10^{16}$  MWh; two per cent of this are of a temperature higher than  $150^\circ\text{C}$  thus suitable for electric energy

production. The quantity of heat of less than 150 °C unsuitable for electric power generation is by two orders of magnitude greater than the heat resources convertible into electric energy. Regarding the quantity of the utilized direct geothermal energy, Hungary occupies the third place on the world.

## ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ОСВОЕНИЯ ГЕОТЕРМИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ МИРА

Т. БОЛДИЖАР

### Резюме

Для 10 Конференции по энергетическим ресурсам мира многочисленными авторами определены потенциальные запасы геотермической энергии мира, содержащиеся в трехкилометровой толще непосредственно под земной поверхностью. Валовые запасы геотермической энергии составляют  $1,2 \cdot 10^{16}$  мвт. ч., 2% от которых имеют температуру более 150°C и тем самым могут быть учтены как потенциальные ресурсы для производства электроэнергии. Однако, количество геотермической энергии с температурой меньше 150°C и тем самым неосваиваемой для электроэнергетических целей, намного больше, превышая — как показывают соответствующие подсчеты — примерно на два порядка величин количество запасов тепла, осваиваемых электроэнергетической промышленностью. В настоящее время Венгрия занимает третье место в мире по количеству непосредственно осваиваемой геотермической энергии.



# AZ ÁSVÁNYI NYERSANYAG-ELŐFORDULÁSOK OPTIMÁLIS BÁNYAMŰVELÉSI MÓDJÁT MEGHATÁROZÓ TERMÉSZETI FELTÉTELEK

TÓTH MIKLÓS  
A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK DOKTORA

Valamely ásványi nyersanyag-előfordulásban foglalt primer ásványi nyersanyag kitermelése során alkalmazható bányaművelési módok közül az az optimális, amelynek termelési költsége az ásványelőkészítési és feldolgozási költséggel is terhelt ultimer ásványi nyersanyag szintjén nézve a legkisebb. Az optimális bányaművelési módot azért nem elég a primer ásványi nyersanyag költségének minimumával meghatározottnak tekinteni, mert a különböző művelési módok esetleg eltérő termékeihez számottevően eltérő költségű ásványelőkészítési és feldolgozási módok is tartozhatnak.

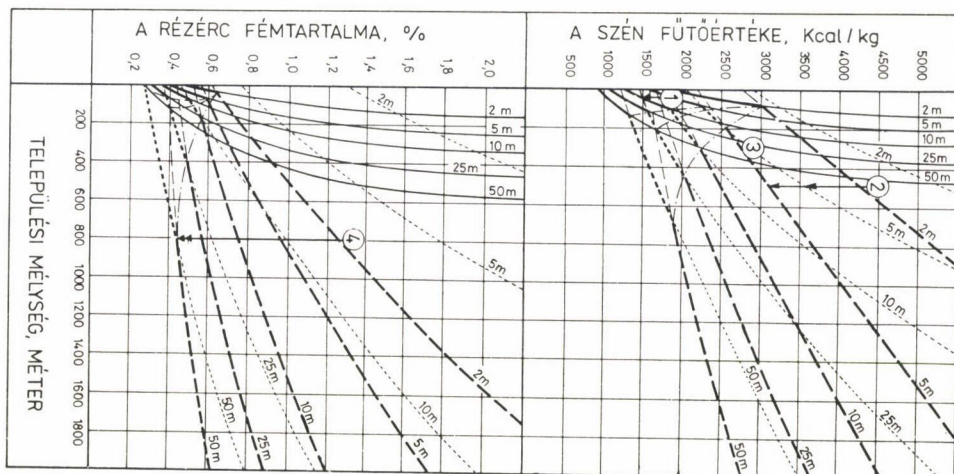
Ismeretes, hogy a primer és így az ultimer ásványi nyersanyag egységére eső termelési költség a különböző bányaművelési módok (külművelés, mélyművelés, fúrólukás művelés) alkalmazása esetén eltérő mértékben függ az ásványi nyersanyag-előfordulás természeti paramétereitől, köztük elsősorban az előfordulás települési mélységétől, vastagságától és minőségétől. Ha tehát a természeti paraméterek függvényében — a különböző bányaművelési módokhoz tartozóan — rendre kiszámítjuk az ugyanolyan ultimer ásványi nyersanyag (energiahordozók esetén például a villamos energia, ércek esetén pedig a fémek) költségét és ezeket ábrázolva kijelöljük a végtermék világgpiaci értékének megfelelő költségét, akkor megkapjuk a természeti paraméterek azon összetartozó értékeit, amelyek mellett a kérdéses előfordulás éppen műrevaló. Ha ezeket az összetartozó természeti paraméter értékeket egy másik koordinárendszerben megfelelően ábrázoljuk, akkor a különböző, de egy-egy paraméter szerint azonos görbék metszéspontjai kijelölik az egyes bányaművelési módok optimális tartományait elválasztó pontokat.

Az 1. ábra az éppen műrevaló szén- és rézérc előfordulásoknak a különböző bányaművelési módokhoz rendeltlen összetartozó természeti feltételeit és az egyes művelési módok alkalmazásának optimális tartományait szemlélteti, az e tárgyban végzett megközelítő jellegű számítások eredményei alapján.

A folyamatos vonalak külművelés, a szaggatott vonalak mélyművelés, a pontozott vonalak pedig fúrólukás művelés alkalmazása esetén érvényesek, a telepvastagság szerint differenciált görbesereggel jellemzetten. Ezen görbék vastag vonalrészei az ugyanazon talpvastagsághoz tartozó optimális művelési mód mélységi és minőségi tartományát szemléltetik. Az eredményvonalak

az egyes művelési módok optimális tartományainak elválasztó vonalait jelzik.

Az ábrából látható, hogy a kis mélységben fekvő vastag, illetve kis fedőrétegarányú és gyengébb minőségű telepek elsősorban külműveléssel, a nagyobb mélységben fekvő vékony, illetve nagy fedőrétegarányú és jobb minőségű telepek pedig elsősorban mélyműveléssel termelhetők gazdaságosabban. E két klasszikus bányaművelési mód gazdaságosságát elválasztó vonal mentén helyezkedik el a szilárd ásványi nyersanyagok tekintetében még csak



1. ábra.

kialakulóban levő fúrólukás művelési mód optimális tartománya, mégpedig úgy, hogy e tartomány sávja nagyobb telepvastagság esetén a mélység felé bővül.

Ezen bővülés ellenére is világosan látható azonban, hogy a fúrólukás művelési mód — amely viszonylag csak kis sávot „hódíthat el” a külműveléstől — a mélység felé is behatároltnak mutatkozik. A 800 m-nél nagyobb mélységben a telepvastagságnak például már a 25–50 m-t is el kell érnie annak érdekében, hogy a fúrólukás művelés gazdaságosabb lehessen a mélyművelésnél. Eszerint tehát a nagymélységű előfordulások leg gazdaságosabb termelési módja a jövőben is a mélyművelés marad azért, mert a mélység függvényében exponenciálisan növekvő fúrólukköltségek valószínűleg felémészik a fúrólukás művelés azon egyéb előnyeit, amelyeket egyébként jórészt semlegesít a fúrólukás művelésnek a klasszikus művelési módoknál várhatólag lényegesen nagyobb termelési vesztesége.

A többszörös termelési veszteség főleg a szénelőfordulások fúrólukás (föld alatti elgázosításos) művelése esetén valószínű. A réz előfordulások fúrólukás

lyukas (kilúgzásos, illetve baktériumos) művelése esetén a klasszikussal azonos termelési veszteség lehetősége és a kilúgzásos technológia viszonylag könnyű megvalósíthatósága teszi kis mélység s nagy telepvastagság (pl. hányón levő érckészlet) esetén a fúrólukas művelést a külművelésnél is gazdaságosabbnak.

Mivel a három művelési mód közül természetesen a mélyművelés a munkaigényesebb és mivel a fejlődés kikerülhetetlenül háttérbe szorítja a munkaigényesebb tevékenységet, ezért a kevésbé munkaigényes külművelést és fúrólukas művelést azokban a határesetekben is előnyösebbnek kell minősíteni a mélyműveléssel szemben, amikor ez utóbbi gazdaságilag valamelyest kedvezőbbnek mutatkozik az előbbieknél. Ez a kényszerítő körülmény tehát valószínűsíti a fúrólukas művelési mód gyorsított kialakulását és meghonosodását mindazon előfordulásoknál, ahol a termelési mód gazdaságossága eléri, vagy megközelíti a mélyművelés gazdaságosságát.

Ha az ultimer ásványi nyersanyag gazdaságos előállítására alapján műrelő ásványi nyersanyag-előfordulásoknak a különböző művelési módokhoz rendeltén összetartozó természeti feltételeit szemléltető diagramra felrakjuk valamely konkrét előfordulás települési mélységének és minőségének metszéspontjával meghatározott koordinátapontot és ha az magasabban fekszik, mint az előfordulás telepvastagságának megfelelő vonal megfelelő pontja, akkor az előfordulásból a kérdéses művelési mód alkalmazása esetén a kérdéses végterméket gazdaságosan lehet előállítani. Ha ez a feltétel nem áll fenn, akkor nincs lehetőség a kérdéses előfordulásból a kérdéses végtermék gazdaságos előállítására.

Ezek szerint — a diagramon ábrázolt néhány tipikus hazai előfordulás közül — gazdaságos végtermék-előállításra a 3 szénelőfordulás egyik termelési mód esetén sem alkalmas, az 1 (bükki) és a 2 (tatabányai) szénelőfordulás, valamint a 4 (recski) rézérc-előfordulás viszont igen, mégpedig az előbbi csak külművelés, az utóbbiak pedig mélyművelés és fúrólukas művelés esetén egyaránt. Míg azonban a recski rézérc-előfordulás esetén a két művelési mód gazdaságilag közel egyenértékűnek mutatkozik, addig a tatabányai szénelőfordulás esetén a mélyművelés gazdaságosabb a fúrólukasnál.

Nyomatékosan kell hangsúlyozni, hogy a különböző bányaművelési módok gazdaságosságának természeti adottságfüggvényes vizsgálata során — a két klasszikus mód mellett — a fúrólukas művelési mód műszaki-gazdasági jellemzői csak egy valószínűnek ítélt technológia feltételezésével kalkulálhatók. Ha tehát e világszerte még csak kísérleti stádiumban levő művelési (incl. fúrás) mód valóságos technológiája (és kiterjedése) el fog térni a feltételezettől, akkor ennek megfelelően természetesen az alkalmazás optimális tartománya is módosul. Ha például a nagymélységű fúrások területegységre eső költsége — akár a fúrás, akár a halmazállapot-változtatási technológia révén — kisebb lesz a számbavettnél, akkor a csökkenő iránytangensű fúrólukas-

kas költséggörbék nagyobb települési mélységnél metszik el a mélyműveléses görbéket és így a mélység irányában növekszik a fűrőlyukas művelés optimális tartománya. (A legújabb kutatási eredmények szerint a széntelepek nagy nyomású elgázosításával a fűrőlyukas művelést éppen a nagyobb mélységekben lehet a mélyművelésnél gazdaságosabban megvalósítani.).

Az elsősorban általános tendenciák előrevetítését célzó előbbi vizsgálatok fontos gyakorlati mellékterméke az a megállapítás, hogy a Bükkábrányi lignitelfordulásnak külműveléssel, a Tatabánya környéki barnaszénelfordulásoknak és a recski rézérc-előfordulásnak pedig mélyműveléssel tervezett kiaknázása az általános törvényszerűségek keretébe is jól beleillő egyértelmű célszerűség. Az is fontos gyakorlati következtetésnek tekinthető, hogy a hazai szilárd ásványi nyersanyag-előfordulások közül elsősorban a recski, vagy ahhoz hasonló rézérc-előfordulások esetén látszik a legrealisabbnak a fűrőlyukas művelés megvalósítása, illetve az ezt megelőzően szükséges kutató-tervező munka.

#### PHYSICAL CHARACTERISTICS CONTROLLING THE OPTIMAL TECHNIQUES OF EXPLOITING MINERAL DEPOSITS

[By

M. TÓTH

Abstract

The optimal spheres of application of the three basic mining exploitation techniques (subsurface mining, surface mining and welled mining) are examined as a function of the major physical parameters (depth, thickness and quality). As shown by these studies, an economical use of welled mining appears to be applicable for deposits of medium depth of occurrence for both coal and copper ore. According to the above studies, coal deposits of Bükk type can be worked only by subsurface mining, while coal deposits of Tatabánya type and copper ore deposits of Reck type seem to be workable primarily by subsurface mining, secondarily by welled mining.

#### ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ОПТИМАЛЬНЫЙ СПОСОБ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

M. ТОТ

Резюме

Рассматриваются оптимальные применения трех основных способов разработки месторождений полезных ископаемых (разработка подземным способом, разработка открытым способом и разработка по буровым скважинам) как функция трех важнейших природных параметров (глубина встречаемости, мощность и качество полезного ископаемого). В результате проведенных автором исследований представляется вероятным экономичное применение способа разработки по буровым скважинам как угольных месторождений, так и месторождений медной руды, характеризующихся средней глубиной залегания полезного ископаемого. По данным проведенных исследований считается вероятным, что угольные месторождения Бюкского типа могут разрабатываться только открытым способом, а угольные месторождения типа Татабánya и месторождения медной руды типа Речк смогут в перспективе экономично осваиваться в первую очередь подземным способом, во вторую очередь — разработкой по буровым скважинам.

## HELYZETKÉPEK

# ÁSVÁNYTANI, KÖZETTANI ÉS GEOKÉMIAI HELYZETKÉP 1973—1976

GRASSELLY GYULA  
AZ MTA LEVELEZŐ TAGJA

### Bevezetés

Az ásványtan, a kőzettan és a geokémia közös főcélja végső fokon a külső és belső geoszféra megismerése, az azokban mikro- vagy makroméreteken lejátszódó folyamatoknak — beleértve az iondiffúziótól a különböző fázisátalakulásokon keresztül a nagy tömegű anyagvándorlásig a folyamatok széles skáláját — megismerése és értelmezése.

Az utóbbi évek földtudományi kutatásaira egyre inkább a komplexitás a jellemző. Ebből adódóan a kutatók többsége nem kizárólag egy-egy szorosabb értelemben vett tudományágazat művelésével, hanem több földtudományi ágazatot érintő kutatásokkal foglalkozik. Ezért, ahogyan a helyzetkép tárgyát képező tudományágak között sem lehet éles határvonalat vonni, hasonlóan nem lehet — az esetek többségében — elhatárolni az említett tudományágakat magában a kutatási tevékenységben sem.

### A vizsgálódási terület meghatározása

*Az ásványtan* az ásványok alaki, fizikai és kémiai tulajdonságainak kutatásával, az ásványtannal szoros kapcsolatban álló kristálytani kutatásokkal, az ásványok, ill. hasznosítható telepeik genetikai kérdéseinek vizsgálatával foglalkozik, ez utóbbi területen felmerülő problémák megoldásánál modell-kísérletekre is támaszkodva. Az ásványtan tárgykörébe tartoznak a kőzet, érc és meteorit ásványos elegyrészeinek tanulmányozására szolgáló, korszerű műszeres analitikai módszerekre alapozott vizsgálatok is. Az ásványtani kutatások ezek mellett kiterjednek és hasznosítást nyernek az ásványi nyersanyagok, ipari melléktermékek hasznosításával kapcsolatos kutatásokban is.

*A kőzettan* tárgyköre elsősorban a földkérget felépítő kőzetek vizsgálata, illetve azok keletkezésének tanulmányozása, beleértve a magmás, metamorf, üledékes kőzetképző folyamatok mechanizmusának és végeredményének tanulmányozását, valamint az újabb hazai viszonylatban is fejlődésnek indult kísérleti kőzettant is.

*A geokémia* tágabb értelemben a Föld kémiájával foglalkozó tudomány, tanulmányozza az elemek eloszlását a különböző geoszférákban illetve a külön-

böző fázisok között, vizsgálja az elemvándorlás és dúsulás törvényszerűségeit s feltárja a különböző tényezők szerepét az egyes geofázisokban lejátszódó folyamatokban. Az utóbbi években hazai viszonylatban is fokozott jelentőségre tettek szert a szerves geokémiai kutatások.

### A kutatások társadalmi és tudományos jelentősége

A különböző területeken folytatott tudományos tevékenység társadalmi jelentőségét az alapkutatások keretében feltárt elvek, törvényszerűségek, összefüggések gyakorlati kérdések megoldására történő alkalmazása adja, jelentősége elsősorban a népgazdaság jelenlegi és távlati igényeit kielégítő nyersanyagkutatás, illetve nyersanyag-hasznosítás területén mutatkozik.

Ezek a kutatások természetesen a diszciplináris kutatásokban elért eredményekre támaszkodhatnak s a kutatóhelyek ilyen irányú tevékenysége elsősorban a közvetlen társadalmi igényt kifejező illetve abból fakadó külső megbízásból végzett kutatási tevékenységben öltött formát.

A kutatások zöme a Központi Földtani Hivatal által irányított és koordinált, „Az ország természeti erőforrásainak kutatása és feltárása” című tárca szintű kutatási főirány programjában nyert megfogalmazást. Ez a program felöleli azokat a társadalmi-népgazdasági igényeket, melyek kielégítése a földtudományok, köztük az ásványtani, kőzettani, geokémiai kutatások feladata.

E mellett a kutatóhelyeken folyó kutatások más országos ill. tárca szintű főirányhoz és célprogramhoz kapcsolódó feladatok megvalósításához is hozzájárulnak. Ilyenek a KFH két további célprogramja: a) Ritkafémkutatás; b) Hasznosítható ásványi anyagok kiaknázását és feldolgozását alapvetően befolyásoló ásvány-kőzettani sajátosságok és műszaki eljárások komplex vizsgálata; az ÉVM tárca szintű célprogramja: A szilikátipar nyersanyagbázisának kutatása, az ipari melléktermékek és hulladékok hasznosítása; vagy az MTA tárca szintű főiránya: Az ember természeti környezetének védelme stb.

A tudomány és a gyakorlat egyre szorosabb s egymást előrehaladásra ösztönző aktív kapcsolatából, az egyes területeken a közeljövőben megvalósítandó népgazdasági feladatokból egyaránt következik, hogy azok az alapkutatások kerültek az érdeklődés középpontjába, amelyek egyrészt a tudományos igényességet is kielégítő szinten járulnak hozzá a földtani megismeréshez, másrészt — ha nem is azonnal, de rövidebb-hosszabb távon — segíthetik különböző, népgazdasági fontosságú problémák eredményes megoldását is.

Az ásványtani, a kőzettani és a geokémiai kutatások tudományos jelentőségét kifejezi az a tény, hogy a hazai kutatóhelyek által művelt alapkutatási irányzatoknak jelentős hely jutott a különböző nemzetközi kutatási programokban, mint a Nemzetközi Geodinamikai Programban, a Nemzetközi Geo-

lógiai Korrelációs Programban, az IUGS témabizottságainak, vagy a Kárpát Balkán Geológiai Asszociáció munkabizottságainak, vagy a szocialista országok akadémiai közötti együttműködés munkatervében, ha — sajnálatos módon — az utóbbiban eddig közvetlenül nem is vehettünk részt.

Az ipar, illetve a különböző főhatóságok részéről a kutatóhelyeknek rendszeresen adott megbízások arra engednek következtetni, hogy a végzett kutatások, az elért eredmények többségükben elismerést váltottak ki, de az is állítható, hogy a nemzetközi tudományos közvélemény előtt is több kutatási területen elismerést mondhatunk magunkénak, ami a nem túl nagy létszámú hazai szakember-gárda által nemzetközi szervezetekben, tudományos társaságokban elfoglalt pozíciókból, illetve a nemzetközi tudományos programokban való részvételünk mértékéből is tükröződik.

Az ásványtani, közettani és a geokémiai kutatómunka társadalmi és tudományos súlyát és hatását mindenként növelné, ha

- megfelelő tudományos szervező és -irányító munkával egyrészt ellensúlyozzuk a kutatóhelyeknek különböző fennhatóságok közötti megosztottságából származó nehézségeket, másrészt elősegítjük az adott szellemi kapacitás jobb hasznosítását;
- a kutatási kapacitást a tudományos és gyakorlati szempontokból leglényegesebb feladatok megoldására koncentrálnunk, együttműködést teremtve a különböző kutatóhelyek között;
- együttműködés formájában erősödne a kapcsolat az ipar és a kutatóhelyek között, s ez nemcsak formailag, külső megbízásokban nyilvánulna meg;
- fokozódna az ipar részéről az alapkutatások fontosságának és annak felismerése, hogy ezek a gyakorlati kérdések megoldásának előkészítésében nélkülözhetetlenek. Ezzel együtt csökkenne az alapkutatásokat és az alkalmazott kutatásokat élesen elválasztani szándékozó törekvések káros hatása.

### A hazai kutatóbázis jellemzése és eredményei

A hazai ásványtani, közettani és geokémiai kutatásokat folytató kutatóhelyek irányításukban, finanszírozásban, arányaikban és feladataikban meglehetősen heterogén képet mutatnak, amennyiben elsősorban alapkutatás jellegű tudományos tevékenység folyik a kisebb létszámú egyetemi tanszékeken és az MTA Geokémiai Kutató Laboratóriumában, míg a nagyobb létszámot és kapacitást jelentő egyéb kutatóhelyek feladata elsősorban földtani előkutatás és feltáró kutatás, illetve ennek kapcsán ásványtani, közettani és geokémiai alkalmazott kutatás, adott népgazdasági feladatok megoldása célorientált kutatási programmal. A Geokémiai, Ásványtani és Közettani Tudo-

mányos Bizottság illetékességi körébe csak az említett akadémiai kutató laboratórium és 6 egyetemi tanszék tartozik.

Vannak akadémiai kutató intézetek, illetve laboratóriumok továbbá, amelyeknek kutatási főprofilja ugyan nem a Geokémiai, Ásványtani és Kőzettani Tudományos Bizottság profiljába, hanem más tudományos osztály más bizottsága illetékessége alá tartozik, de ugyanekkor lényeges ásványtani, geokémiai kérdésekkel is foglalkoznak, mint amilyenek pl. az MTA Olajbányászati Kutató Laboratóriuma vagy az ATOMKI.

Más kutatóhelyek különböző főhatóságokhoz, tárcákhoz tartoznak, mint pl. a Magyar Állami Földtani Intézet, az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt Kőolaj és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratóriuma, Országos Érc- és Ásványbányák, Országos Földtani Kutató-Fúró Vállalat, Mecseki Ércbányászat Vállalat, Bauxitkutató Vállalat, Fémipari Kutató Intézet, Bányászati Kutató Intézet, Magyar Nemzeti Múzeum Ásvány- és Kőzettára vagy a Szilikátipari Kutató Intézet.

Az említett intézményekben folyó tevékenységről a Bizottság elsősorban közvetett úton szerezhet tájékozódást, az által, hogy az említett ipari kutatóhelyek munkatársai közül néhányan a Bizottságban vagy annak munkabizottságaiban tevékenykednek.

A Tudományos Bizottság illetékességi körébe tartozó kutatóhelyek a következők:

MTA Geokémiai Kutató Laboratóriuma  
 ELTE Ásványtani Tanszék  
 ELTE Kőzettan-Geokémiai Tanszék  
 JATE Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszék  
 KLTE Ásvány- és Földtani Tanszék  
 MNME Ásványtani Tanszék  
 VVE Ásványtani Tanszék

A Bizottság — kérdőívek segítségével — főleg a fenti kutatóhelyek anyagi eszközeiről, személyi és felszerelésbeli adottságairól kívánt tájékozódni annak érdekében, hogy elsősorban az alapkutatást folytató kutatóhelyek helyzetéről nyerjen áttekintést.\*

Hat kutatóhelyen, mintegy 46 oktató-kutató (9 nő és 37 férfi) és 46 segéderő (33 nő és 13 férfi) dolgozik. A kutatók/segéderők aránya változatos képet mutat (1. táblázat). A kutatók-oktatók közül 10 minősített, 17 egyetemi doktor.

Csupán összehasonlításként érdemes egy pillantást vetni a MÁFI-ban ásvány-kőzettani és geokémiai kutatásokkal foglalkozó létszámra: az Ásvány-

\* A VVE Ásványtani Tanszék nem adott tájékoztatást, így adatai a táblázatokban nem szerepelnek.

## I. táblázat

## Létszámadatok

| Kutatóhely                                | Kutató-<br>oktató | Ebből<br>minősített | egy. dr. | Segéderő<br>techn., lab.,<br>egyéb |
|---|-------------------|---------------------|----------|------------------------------------|
| MTA GKL                                   | 12                | 2                   | 6        | 14                                 |
| ELTE Ásványtani T.                        | 7                 | 2                   | 2        | 9                                  |
| ELTE Kőzetan-<br>Geokémiai T.             | 8                 | 2                   | 2        | 8                                  |
| JATE Ásványtani,<br>Geok. és Kőzettani T. | 6                 | 2                   | 2        | 9                                  |
| KLTE Ásvány- és<br>Földtani T.            | 5                 | 1                   | 3        | 4                                  |
| MNME Ásvány-Kőzet-<br>tani T.             | 8                 | 1                   | 2        | 2                                  |
| Összesen                                  | 46                | 10                  | 17       | 46                                 |

Kőzettani Osztály, a Geokémiai Osztály, az Előkészítő Csoport létszámához hozzávéve még a Múzeumi Osztályon ásvány-kőzettani vizsgálatokkal foglalkozókat, az összlétszám 80 fő, ebből 31 a kutató, 34 a technikus és 15 a segéderő. Csak a létszámot tekintve tehát úgy tűnik, hogy amíg a MÁFI a földtani elő- és feltáró kutatásokkal kapcsolatos ásványtani, kőzettani és geokémiai kutatások legfontosabb hazai bázisa, addig a Bizottság illetékességi körébe tartozó 6 egyetemi tanszék és az egy tanszékméretű akadémiai főhivatású kutatóhely együttesen a hazai ásványtani, kőzettani és geokémiai alapkutatások bázisát jelenthetné. Azonban ez utóbbiak közül csak egy a főhivatású kutatóhely; az egyetemi tanszékeken a kutatásra fordítható időt erősen csökkenti a főhivatást képező oktató-nevelő munka.

Gátolja még az adott létszám szellemi kapacitásának kihasználását az ezeken a kutatóhelyeken megmutatkozó kedvezőtlen kutató-segéderő arány, továbbá, hogy közép és nagyműszerek elavultak és legtöbbjüknel nem is oldható meg a számítógépes csatlakozás. Ezért sem kielégítő a tudományterületen a matematikai módszerek alkalmazásának mértéke.

A kutatásokra biztosított ún. TKFA támogatásban a tanszékek között lényeges eltérés nincs, a keret 90 000 és 200 000 Ft között változik. A ténylegesen kutatásra fordítható keretéről világos képet kapni elég nehéz, mivel a KK megbízások egy része is — egyetemenként változó mértékben — kutatási célokra fordítható. Mindezekon kívül a tanszékekhez több csatornán is jutnak kisebb-nagyobb, kutatásra fordítható összegek, mint pl. az OM által adott TKFA céltámogatás vagy a MŰFA keret, stb. A több csatornán keresztül áramló támogatás azzal a nehézséggel jár, hogy rendszerint mindegyikre külön elszámolási előírás van, s a kisebb összegek nem vonhatók össze, ami pedig már esetleg egy komolyabb műszer beszerzését is lehetővé tenné.

Ami a Bizottság illetékességi körébe tartozó kutatóhelyek műszerezettségét illeti — csupán a közép- és nagyműszereket véve figyelembe — meglehetősen változatos megoszlás mutatkozik. A legjobban felszereltnek mondható az ELTE Kőzettan-Geokémiai Tanszéke, míg létszámát és főhivatású kutatóhely voltát is tekintve, a GKL van hátrányos helyzetben, bár elhelyezési körülményei bizonyos kooperációt lehetővé tesznek. Hasonlóan lehetséges a kooperáció az ELTE Kőzettan-Geokémiai Tanszéke és az Ásványtani Tanszéke között, olyan műszerek alkalmazásában, amelyek az utóbbi tanszéken hiányoznak, de az előzőn rendelkezésre állnak. A JATE Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszékének műszerezettsége megfelelő, azonban javítani lenne célszerű a KLTE Ásvány- és Földtani Tanszékének műszerezettségét.

A kutatóhelyek megoszlása a különböző irányító főhatóságok között, továbbá az ásványtani, kőzettani, geokémiai jellegű kutatások összefonódása a földtani kutatásokkal, valamint egy-egy kutatóhelyen belül is a kutatási profil, a kutatási tematika sokszínűsége, az alap- és alkalmazott kutatások szükségszerű egybefonódása, a különböző kutatóhelyek között egy-egy téma művelésében megmutatkozó együttműködés (aminek eredménye az ásványtani, a kőzettani, valamint a geokémiai területen egyaránt megmutatkozhat), célszerűvé tette a leglényegesebb kutatási eredményeknek és irányzatoknak a kutatóhelyenkénti bontásban való bemutatását.

A Bizottság illetékességi körébe tartozó kutatóhelyeken túlmenően — ha csak vázlatosan is — a helyzetkép áttekintést ad az Országos Érc- és Ásványbányák, az Alumíniumipari Tervező és Kutató Intézet, a Magyar Állami Földtani Intézet, illetve egészen vázlatosan a Mecseki Ércbánya Vállalat kebelén belül folyó ásványtani, kőzettani és geokémiai jellegű kutatómunkáról, így jóval átfogóbb képet ad, mintha csak az illetékességi körébe tartozó kutatóhelyekkel foglalkozna.

### *MTA Geokémiai Kutató Laboratóriuma*

A kutatóhely eredményeinek sorába tartoznak azok a nagynyomású kísérletek, amelyek a diagenézis, a kislemezű metamorfózis, továbbá a természetes üvegrendszerek átkristályosodási folyamataira vetettek fényt. A legkorszerűbb módszerekkel folyik a kislemezű metamorfózis vizsgálata, a polimetamorf szakaszok kimutatása, a metamorfitok eredetének meghatározása.

Kiemelkedő eredményként — több hazai kutatóhellyel, valamint nemzetközi együttműködésben — elkészült a Kárpát-Balkán-Dinarid terület metamorfit térképe. Kutatásokat végeztek a hazai magmás és metamorf kőzetek ásványi elegyrészei, fő- és nyomelemeloszlási törvényszerűségeinek, a kőzetképződés földtani-tektonikai, fizikai és kémiai viszonyainak, valamint egyes formációk perspektivikus ércforrás szerepének meghatározása és geo-

2. táblázat

## Közép- és nagyműszerek megoszlása

| Berendezés                             | ELTE      |          | JATE | KLTE | MNME | GKL  |
|--|-----------|----------|------|------|------|------|
|  | Ásványtan | Kőzettan |      |      |      |      |
| Röntgendiffraktometer                  | 1         | —        | 2    | —    | 1    | 1    |
| Derivatográf                           | 1         | 1        | 1    | 2    | 1    | 1    |
| OPTON kutató mikr.                     | 1         | 2        | —    | —    | —    | 1    |
| Egyéb kutató mikr.                     | 4         | 1        | 1    | —    | 2    | —    |
| Mikroszonda                            | —         | 1        | —    | —    | —    | 1    |
| Spektrográf                            | —         | 2        | 1    | 2    | 1    | 1    |
| Spektrofotométer                       | —         | 1        | —    | —    | 1    | 2    |
| Lézer-mikro-spektr.anal.               | —         | 1        | 1    | —    | —    | —    |
| Egyéb                                  | 1         | 5        | 3    | 4    | 3    | —    |
| Műszerek átlagos kora (év)             | 9,5       | 8,0      | 5,7  | 7,7  | 8,1  | 5,1  |
| Közép- és nagyműszer/<br>oktató—kutató | 8/7       | 14/8     | 9/6  | 8/5  | 9/8  | 7/12 |
| Műszer gyártócég:                      |           |          |      |      |      |      |
| hazai                                  | 3         | 3        | 1    | 2    | 2    | 1    |
| szocialista                            | 1         | 4        | 5    | 4    | 5    | 1    |
| tőkés                                  | 4         | 7        | 3    | 2    | 2    | 5    |

kémiai szintézise érdekében. A magmás és a metamorf képződmények koegzisztens ásványpárjainak, egyes ásványok zónásságának elektronmikroszondás és a kőzetalkotó ásványok nyomelemei eloszlásának vizsgálata a kőzetképződés nyomás-hőmérséklet viszonyaira és az érctelepek genetikájának értelmezéséhez szolgáltat fontos adatokat.

A bauxit sokoldalú vizsgálata keretében részletes szöveti vizsgálatokat végeztek elektronmikroszondával s az évek során a kutatóhelyen végzett munka összegezéséeként megjelent a „Föld karsztbauxit telepei” című munka.

3. táblázat

## Hiányműszerek megoszlása

| Berendezés                                     | ELTE      |          | JATE | KLTE | MNME | GKL |
|--|-----------|----------|------|------|------|-----|
|  | Ásványtan | Kőzettan |      |      |      |     |
| Röntgendiffraktometer                          | 1         | —        | —    | 1    | 2    | —   |
| OPTON kutató mikroszkóp                        | 1         | —        | 1    | 1    | —    | —   |
| Kalkulator                                     | 1         | —        | —    | —    | —    | —   |
| Gázkromatográf                                 | —         | —        | 1    | —    | —    | 1   |
| CHN + O analizátor                             | —         | —        | —    | —    | —    | 1   |
| PGS-2 spektrográf                              | —         | —        | —    | —    | 1    | —   |
| IR-spektrofotometer                            | —         | 1        | 1    | —    | —    | —   |
| Mikroszonda és diffraktometer<br>rekonstrukció | —         | —        | —    | —    | —    | 1   |

Kísérletileg modellezik a földfelszín korai állapotának „kémiai mállását”, agyagszerű és organikus vegyületek képződését. A geokémiai szintézis alapján itt ismerték fel az univerzális ciklustörvényt, mely széles körű kvantitatív interdiszciplináris kutatásoknak szolgálhat alapul. Megemlítendő a „Geonómia” c. munka, mely nemzetközi viszonylatban is első kísérlet arra, hogy a különböző földtudományoknak a Földre vonatkozó ismereteit integráltan értékelje és bemutassa a biológiai, a kémiai, valamint az egyéb tudományokkal fennálló interdiszciplináris kapcsolatokat.

Eredményeket értek el a geomikrobiológiai kutatások területén is a biometallurgia, az ipari víztisztítás valamint a mikrobiológiai szénhidrogén-kutatás területén.

Eredményes tevékenységet fejtettek ki a szénhidrogénprognózis érdekében folytatott szerves geokémiai kutatásokban is, mint pl. az anyakőzetekre vonatkozó vizsgálataik vagy a szénülési fok meghatározását célzó reflexióképesség mérések.

### *ELTE Ásványtani Tanszék*

Kutatásai közül kiemelkedő a ritkaelemek kutatási körébe tartozó, „Biotitok aktivációs vizsgálata” c. téma kidolgozása. Eredményei módszertanilag is újak és a mecseki kristályos alaphegység biotitdús diatexitjeinek vizsgálatára kiterjeszthetők.

A „Medencealjzatok granitoid kőzeteinek vizsgálata” c. téma kidolgozása során a hazai kristályos kőzetek földpátelegyrészeinek részletes, műszeres-számítógépes vizsgálataival már eddig is sikerült több, a kristályos alaphegységekre és a nagytektonika kapcsolatára, a keletkezési hőmérsékletre vonatkozó új és figyelemre méltó eredményt felmutatni.

A „Recsk I—III” szakvéleményben összefoglalt ércleptani kutatások eredményei egyes ércásványok meghatározása, genetikájuk tisztázása, gyakorlati-népgazdasági szempontból is jelentős eredménynek tekinthetők.

A hidrotermás szulfidos ércásványfázisok képződésének modellezése 20—300 °C között, a tapasztalatok genetikai értékelése, továbbá a karbonát-fázisok, főleg a dolomit képződésének laboratóriumi körülmények között történő tanulmányozása, hazai viszonylatban új kutatási irányt jelent.

A tanszék egyéb irányú kutatásai közül kiemelhetők a láncszilikát szerkezetű paligorszkit-agyagásvány kristályszerkezetének, rácsállandójának reambulálása; a hőerőműpernyék hasznosítása köréből a pirogén ásványfázisok eredményes vizsgálata; az alunit mint ásványi nyersanyag ipari felhasználásához szükséges ásványtani elemző eljárás kidolgozása; az oldószer-modifikációk kidolgozása és ipari alkalmazása a kristályosítási kutatások keretében.

*ELTE Közettan-Geokémiai Tanszék*

A tanszék kutatásai két nagy téma köré csoportosulnak. A „Petrurgiai kutatások” keretében szoros egységet alkotnak a szilikát-olvadékok kristályosodására vonatkozó alapkutatások a mesterséges kőzetek előállítását célzó alkalmazott technológiai kutatásokkal. A kutatási eredmények — melyek több szabadalmat is eredményeztek — ásványtani és kőzettani szempontból is fontosak, amennyiben természetes folyamatok modellezését is jelentik, s belőlük új ásványfázisok kialakulásának fizikai-kémiai paramétereire is következtetni lehet.

A másik témacsoport, a „Cserhát hegység komplex kőzettani-geokémiai vulkanológiai vizsgálata” több témát ölel fel.

Az agyagásványok, zeolitok szorpciós-deszorpciós vizsgálatai részben természetes ásványok tulajdonságainak, a folyamatok mechanizmusának felderítését célozták, másrészt azonban alkalmasak a természetes hazai nyersanyagok ipari és környezetvédelmi hasznosításának elősegítésére is.

Az ÉK-Cserhát fácieselemző üledékkőzettani-geokémiai-vulkanológiai vizsgálata során többek között új fáciesvizsgálati módszert dolgoztak ki az egykori üledékgyűjtő partvonalainak körülhatárolására és az üledékszállítási irányok meghatározására.

Eredményesen halad a Magyar Középhegység jellemző törmelékes üledékes képződményeinek összehasonlító mikromineralógiai vizsgálata, s elkészült az oligocén képződmények mikromineralógiai spektrumának kritikai értékelése.

*JATE Geokémiai, Ásványtani és Kőzettani Tanszék*

A tanszék egyik fő kutatási témacsoportjának, a „Szervesanyag tartalmú üledékek komplex geokémiai és ásványkőzettani vizsgálata” keretében új eredményeket értek el a hazai olajpala oldhatatlan szerves anyagának, a kerogénnek az izolálási módszerére, illetve a hazai olajpala kerogén sajátosságainak megállapítására vonatkozóan. Hazai viszonylatban a tanszék kezdeményezte az agyagásvány-aminosav komplexek vizsgálatát, az agyagásványok és a szerves anyagok közötti kölcsönhatás tanulmányozására.

A tanszék folytatta hagyományos kutatási tevékenységét a mangán geokémiai és ásványtani kutatása területén is. Új eredményeket ért el egyes mangán vegyületek termikus stabilitásának kutatásában (különböző atmoszférában), valamint a mangánkarbonát termikus disszociációjának s a keletkezett termékek oxidációjának tanulmányozásában. A mangánkutatásban érdekelt más kutatóhelyekkel közösen átfogó képet vázoltak a magyarországi mangán-előfordulásokról, illetve az úrkúti mangántelep genetikai problémái-

ról. Az IGCP 111. kutatási programja, amelybe ezek a kutatások is tartoznak, hazai eredményeink nemzetközi elismerését jelzi.

Az ásvány-kőzettani témák közül az illites agyagásványosodás folyamatának vizsgálata emelhető ki, a Ny-Mátra fontosabb exo- és endometamagmatitjainak tanulmányozása kapcsán.

Egyéb ásványi-kőzettani vizsgálatok különböző régészeti leletanyagok leírását, azonosítását segítették.

Közreműködött a tanszék a recski mélyszinti rézércesedés területéről származó magminták ásvány-kőzettani vizsgálatában, valamint az OKGT által vezetett, a szénhidrogénprognózis kimunkálását célzó geokémiai és kőzettani kutatásokban.

### *KLTE Ásvány- és Földtani Tanszék*

A tanszék kutatási eredményei közül kiemelkedők azok, amelyek az összesült riolittufák és az andezitogén propilit egykori hőmérsékletére vonatkoznak. A szenesedett fatörzsek infravörös vizsgálata alapján számszerű hőmérsékleti értékek voltak meghatározhatók.

Eredményes volt a tanszék közreműködése a recski ércutatásban is, a magmás ércanyag származására és a koegzisztens ásványpárokra vonatkozó korszerű vizsgálatok eredményeinek értékelésében.

Figyelmet érdemelnek azok a hazai viszonylatban új kutatási eredmények, amelyeket a molluskahéjak derivatográfiai, „fingerprint” módszerrel történő, paleobiológiai és faciológiai vizsgálata során értek el.

### *A VVE Ásványtani Tanszék*

A tanszéken túlnyomóan ásványtani feladatokkal foglalkoznak. Eredményeik közül kiemelendők egyrészt a szilikátásványok és kőzetek fő komponenseinek fluoreszcens röntgen-szinképelemzési módszerrel történő meghatározására, ill. e módszer továbbfejlesztésére irányuló vizsgálataik, másrészt biztató és a metodika szempontjából fontos a különböző ásványi nyersanyagokban lévő amorf fázis meghatározására irányuló kutatás.

Kiemelendő a Velencei-hegységi pirofillit felfedezése és annak részletes ásványtani vizsgálata. Az iparilag számításba vehető nyersanyag részletes vizsgálatának eredményei a kerámiai célokra való felhasználhatóság alapkérdéseit is tisztázták.

A természetes zeolitásványok vizsgálata és feltárása adszorpciós és katalízises technológiai alkalmazások céljából különösen az olajipari szelektív szétválasztásokban, a katalízises reakciók megvalósításában nyert ipari jelentőséget.

Módszertani, de elvi és gyakorlati szempontból egyaránt jelentős eredményekre lehet számítani a „Szilikátipari orientációs (textúra) vizsgálatok metodikai fejlesztése”, valamint a „Kristályszerkezet meghatározás röntgen-diffrakció útján” című témákból, illetve fontosnak ítélandók azok a korszerű műszeres vizsgálati módszereket alkalmazó tanulmányok, melyek a hazai vulkáni kőzetek származása és a hozzájuk kapcsolható nyersanyagok eredetének kérdéseivel foglalkoznak ásványtani, kristálytani és kőzettani kutatások alapján.

### *MNME Ásvány-Kőzettani Tanszék*

Kutatási tevékenységükből a karbonátos üledékek nyomelem és termolumineszcenciás vizsgálatát lehet kiemelni, amely az É-magyarországi karbonátos üledékek litofácies szerinti értékelését segíti elő.

### *Országos Természettudományi Múzeum Ásvány-Kőzettára*

Az itt folyó kutatások kőzettani, részben ásványtani jellegűek. Kiemelendők a hazai andezitek plagioklász kristályainak ikresedésével és az alkálibazaltok peridotit zárványainak eredetével foglalkozó kutatások.

Megjegyzendő, hogy az eddig felsorolt kutatóhelyek az említett, főleg alap kutatás jellegű tudományos tevékenységükön kívül jelentős mértékű és tudományos értékű, külső megbízásból végzett, alkalmazott jellegű kutatást is folytattak.

### *Országos Érc- és Ásványbányák*

Az ásvány-kőzettani és geokémiai kutatások az iparág területén első sorban a nyersanyag-előfordulások kutatását szolgálják. Ilyenek pl. az elsődleges és másodlagos szóródási udvarok kimutatása a konkrét érc kutatás érdekében; a kőzetelváltozási zónák és az ércesedés korrelációjának vizsgálata; az érctelepek és ezen belül a fémdúsulások törvényszerűségeinek vizsgálata; a nem érces ásványi haszonanyagok dúsulási tendenciáinak genetikai vizsgálata, többek között a zeolitosodás, kaolinosodás, a duzzadó üvegek, a bentonitosodás sajátosságainak vizsgálata.

Az iparági kutatások kiemelkedő eredménye a recski mélyszinti színes-fémérc kutatás volt, mely népgazdaságilag is a legnagyobb jelentőségű. A sokrétű anyagvizsgálati munkával alátámasztott földtani-kőzettani-geokémiai és teleptani tudományos eredményekről a témával foglalkozó szakemberek a Földtani Közöny külön számában számoltak be.

Első ízben készült értékelés a darnói nagyszerkezeti öv és az ezen a területen lévő színesfémércbányák (Gyöngyösoroszi, Recsk, Rudabánya) ércesedésének és szerkezetének kapcsolatáról.

Új tudományos alapokon nyugvó genetikai rendszer kidolgozását tette lehetővé a Tokaj-hegységben mintegy 17 előfordulás részletes vizsgálatára támaszkodó, nemfemes ásványi nyersanyagok teleptani-genetikai értékelése.

### *Fémipari (Alumíniumipari) Kutató Intézet (ALUTERV-FKI)*

A kutatóhelyen — lévén ipari kutató és tervező intézet — elsősorban alkalmazott kutatások folynak.

A Bányatervezési és Földtani Iroda geológusai elsősorban értékelő és tervező munkát végeznek hazai bauxit-előfordulásaink bányászati feltárásával kapcsolatban, mely munkába szervesen illeszkednek a geokémiai, ásványtani és kőzettani kutatások is. Rendszeresen folyik a külföldi bauxit-előfordulások geokémiai, ásványtani és kőzettani adatainak feldolgozása és értékelése. Ezzel kapcsolatosan mikroszkópos vizsgálatokat folytatnak a bauxitszövet és a bauxitásványok eloszlásának meghatározására.

Az Anyagszerkezet-vizsgáló Osztály rendszeresen foglalkozik hazai és külföldi bauxitok mennyiségi fázisanalízisével. Sikeres munka folyik a fázisanalízis módszertani továbbfejlesztésére számítógép alkalmazásával. Az elmúlt évben behatóan foglalkoztak hazai és külföldi bauxitok pásztázó (scanning) elektronmikroszkópos vizsgálatával. A geokémiai vizsgálatok a bauxitok nyomelemeinek vizsgálatára irányultak, előtérbe helyezve a vanádium, a gallium és a ritka földfémek tanulmányozását.

Az ásványtani, kőzettani irányú kutatások célja a vizsgálati módszerek olyan irányú továbbfejlesztése, hogy azok elősegíthessék a bauxitok timföldgyári feldolgozhatóságának minél pontosabb megítélését.

### *Mecseki Ércbánya Vállalat*

A MÉV területén folyó geokémiai, ásványtani és kőzettani jellegű kutatómunka érthetően elsősorban az U és Th lelőhelyek felkutatására, felderítésére, valamint a kutatási területeken előforduló ritka fémek (különösen ritka földfémek és Sc) eloszlásának, koncentrációjának megállapítására irányul. Kutatásaik eredményeként több helyen ritka földfém-Th anomáliát, ill. ásványosodást, ill. Cu ércesedést mutattak ki.

Az U kutatás szempontjából a hazai permii képződmények elsőbbséget élveznek ugyan, de megkezdték már a granitoid típusú kristályos alaphegység és a savanyú paleovulkanitok alaposabb távlati kutatásának geokémiai előkészítését, a sugárzó elemtartalom eloszlásának és ásványtani, kőzettani, kőzetkémiai kapcsolatainak a vizsgálatát.

Bel- és külföldi partnerekkel együtt módszertani kutatásokat is végeznek pl. a felderítő U-kutatásban alkalmazható nyomdetektoros módszer alkalma-

zására, valamint az U-Th-Pb izotóp arányok megállapítására, melyekből az U migrációs folyamatainak irányára lehet következtetéseket levonni.

Lényegesek a mecseki lelőhely hatékonyabb mélyfúrásos kutatásához a produktív és a fekü öszszletben települő különböző színű homokkövek oxidáltsági állapota reverzibilitását célzó vizsgálatok, melyek modellkísérletekkel egybekapcsolva az ércgenetika további pontosabb megismeréséhez szolgáltatnak adatokat. Lényeges és fontos a mecseki permi rétegsor ásványos összetétele vertikális és területi változásainak kimérése.

### *Magyar Állami Földtani Intézet*

A legszélesebb skálájú kutatómunka természetszerűen e kutatóhelyen folyik, lévén az Intézet a földtani előkutatás legnagyobb hazai bázisa. Az Intézet feladataihoz szükségszerűen kapcsolódnak a kémiai, színképanalitikai, hidrogeokémiai, szerves geokémiai, geomikrobiológiai, üledékkőzettani, szénkőzettani, röntgendiffrakciós és termoanalitikai vizsgálatok.

Az ásványtani, kőzettani és geokémiai kutatások célja egyrészt az Intézet más szervezeti egységeinek segítése vizsgálati adatok szolgáltatásával, másrészt tematikus vagy módszerfejlesztő kutatások végzése, illetve szerződéses keretek között külső vállalatok, intézmények számára anyagvizsgálat végzése.

Kőzettani szempontból említendő a Mátra-hegységi térképezéssel kapcsolatban megjelent, a kőzettani vizsgálatokon alapuló „Mátra-hegységi monográfia”.

A Tokaj környéki térképezés eredményeként már nyomdában van a Tokaji-hegységi monográfia első kötete, amely az andezitek részletes kőzettanát és vulkanológiáját foglalta össze.

Több gyakorlatilag fontos eredményt hozott a Börzsöny-hegységben megindult ércföldtani térképezés.

A mecseki kristályos alaphegység több szempontú, összefoglaló kőzettani feldolgoása is értékes eredményeket hozott.

Fontosak az Intézet által a szénhidrogén-prognózis érdekében folytatott kutatások, az üledékes kőzetek szervesanyag tartalmának vizsgálatára, valamint a szénhidrogénkutatás geokémiai módszereinek fejlesztésére.

Megemlíthetők a sokoldalú talajgeokémiai vizsgálatok és a térképezés a kaposvári térképlap területén, nemkülönben a ritkafém kataszter kiegészítését célzó vizsgálatok a Mecsekben.

Jelentős mennyiségű és értékes munkát végeztek az agyagásvány-kataszter kiegészítésére, a röntgendiffrakciós adatok bővítésére és finomítására.

Az Intézet eredményei közé tartozik a dunántúli olajpalák felismerése és részletes geológiai, kőzettani, geokémiai vizsgálata, mely utóbbi munkába más kutatóhelyeket is bevontak.

A geomikrobiológiai kutatások során részben a bakteriális kőzetmállást, részben a szénhidrogéntelepek másodlagos művelésének lehetőségeit tanulmányozták.

A MÁFI geokémiai, ásványtani és kőzettani kutatásaiban a fejlesztés elsősorban a színes- és ritkafém-analitika, az alacsony nyomáson történő szervesanyag, karbonát és agyagásvány átalakulás, illetve az üledékes kőzettan tanulmányozásának és alkalmazásának elmélyítését célozza.

A helyzetkép teljességéhez hozzátartozik az a nagy horderejű kutatás, amelyet az *Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt* folytat a szénhidrogén-kutató fúrások kőzettani feldolgozásával, összefüggéseket keresvén a tároló és a nem tároló kőzetek, a szöveti-szerkezeti sajátosságok, ásványos felépítés, szervesanyag tartalom között, újabban fokozottabban kiterjesztve a vizsgálatokat a metamorfitekra is. Megemlítendők az *OKGT Kőolaj- és Földgázbányászati Ipari Kutató Laboratórium*ban folyó szerves geokémiai-bituminológiai kutatások; az *MTA Olajbányászati Kutató Laboratórium*ában végzett, az üledékek oldható szerves anyagának jellemzését, valamint a hazai kőolajok származási problémáinak feltárását célzó kutatások. E két utóbb említett kutatóhely együttműködésének eredményeként kidolgozták a neogén üledékösszletre alkalmazható regionális szénhidrogén-prognózis első hazai közelítő modelljét.

Az ásványtani, kőzettani, geokémiai kutatásokban lényeges szerepe van az izotóp—geokémiai vizsgálatoknak is. Ilyen irányú munkák folynak a *Bányászati Kutató Intézet* tömegspektrometriai laboratóriumában. Izotópos kormeghatározás területén fejt ki értékes tevékenységet az *MTA Atommag Kutató Intézetének* két munkacsoportja, részben Rb-Sr, részben K-Ar módszerrel, míg az előbb említett intézményben elsősorban a C, O, S izotópjainak elemzésével foglalkoznak. Természetes vizek tríciumtartalmának meghatározásán alapuló vizsgálatok folynak a *VITUKI*-ban.

A különböző akadémiai, egyetemi, ipari kutatóhelyeken folyó ásványtani, kőzettani, geokémiai alap- vagy alkalmazott kutatási irányok és eredmények vázlatos felsorolásából az mindenestre kitűnik, hogy

- kézzel fogható a tudomány és a gyakorlat kölcsönhatása és a társadalmi-népgazdasági igényeknek a kutatási irányok meghatározásában játszott szerepe,
- jelentős kutatási kapacitás irányult koncentráltan az ásványi nyersanyag-prognózis kidolgozásának érdekében a szénhidrogén-kutatásokra, a bauxitkutatásra, a recki mélyszínti rézércesedés kutatására, a nem érces ásványi nyersanyagok és hasznosításuk kutatására (agyagásványok, építőipari nyersanyagok, gyenge minőségű nyersanyagok, vagy hulladékanyagok, melléktermékek értékesítése stb.),
- a viszonylag kis létszámú, egymástól szervezetileg és irányításban is szeparált, elsősorban alapkutatási tevékenységet folytató kutatóhelyeken a magas színvonalú, jelentős részben diszciplináris jellegű kutatá-

sok során elért eredmények kielégítették az e tudományágakkal szemben támasztott társadalmi elvárásokat, s ezeknek az eredményeknek az alapján hatékonyan részt tudtak vállalni a már inkább alkalmazott jellegű kutatásokban is,

- a földtani kutatások eredményei — amelyekben nem csekély szerepet játszanak az ásványtani, közettani-teleptani és geokémiai vizsgálatok — hasznosan szolgálták a népgazdasági célkitűzések megvalósítását, amit az is alátámaszt, hogy a földtani kutatás által feltárt ásványi nyersanyagkészletek növekedésének üteme meghaladta a kitermelés ütemét,
- az akadémiai és tanszéki kutatóhelyeken fokozódott az iparral, az ipari kutatószolgálatokkal való kapcsolat,
- a tárca szintű kutatási főirányba való bekapcsolódással javult a kutatások tervszerűsége a nem ipari kutatóhelyeken is, ha a kívánt szintet még nem is érte el,
- a különböző helyeken folyó, a tudomány fejlesztését szolgáló kutatások számos témakörben a nemzetközi élvonalban vannak, s az alkalmazott kutatások is elérték a nemzetközi átlagszínvonalat.

A kutatásban eddig elért színvonal további emelése, a kutatások hatékonyságának fokozása érdekében célszerű intézkedésekkel kívánatos csökkenteni az adott szellemi kapacitás teljesítőképeségének kifejtését gátló tényezőket, így

- fokozott gondot kell fordítani az ipari területen dolgozó tehetséges fiatal szakemberek fejlődésére, elősegítve az esetleg néhány hónapos kutatócseréket főhivatású akadémiai és ipari kutató intézetek, valamint egyetemi tanszékek között,
- a KFH irányítása alá tartozó tárca szintű főirány programjának végrehajtásával foglalkozó programirodák, ismervén a feladatokat s az azok megvalósításába bevonható kutatóhelyek, -csoportok lehetőségeit, kapacitását, jelöljék ki a legfontosabb feladatokat, s egy-egy téma ütemes és eredményes kidolgozása érdekében teremtsenek eleven koordinációt és összefogást,
- törekedni kell arra, hogy a külső megbízások végrehajtásában — s ez elsősorban a megbízó szemléletén múlik — érdemi együttműködés alakuljon ki a megbízó és a megbízott szakemberei között, amire vannak példák, csak nem általánosak még,
- növelni kell a műszerezettség szintjét és korszerűségét, erősíteni kell a matematikai módszerek elterjedését a kutatómunka eredményeinek értelmezésében, s törekedni kell az adatok számítógépes értékelésére, az egy-egy kutatási témakörben bázisnak számító intézménynél a megfelelő adatbank felállítására,
- fokozni kell a munkamegosztáson alapuló tényleges együttműködést

- a különböző kutatóhelyek között egy-egy nagyobb témakör eredményes kidolgozásában,
- a kutatóhelyek irányítását végző főhatóságok összehangolt munkájával és anyagi áldozatvállalásával az eddiginél lényegesen nagyobb mértékben kell külföldi tanulmányutakra lehetőséget biztosítani,
  - elő kell segíteni a kutatóhelyek közötti szabad információcserét s fokozni kell a publikációs tevékenységet, biztosítani kell, hogy a különböző vállalati adattárakban felhalmozódó tudományos értékű anyagok, adatok közkinccsé váljanak, s a tudományterület művelőinek összességét, a hazai földtudományok egészét szolgálják.

**Az ásványtan, a kőzettan és a geokémia  
különböző irányú kapcsolatai, a tudományirányítás néhány kérdése,  
kooperáció és interdiszciplinaritás**

A tudományterületen belüli kooperációban lassú javulás ugyan észlelhető volt, azonban ez még távol áll a lehetőségek kimerítésétől, jelentős belső tartalékok vannak, melyeket azonban csak megfelelő tudományszervezési és tudományirányítási munkával lehet mobilizálni. A meglévő s hasznos együttműködés nagyobb mértékben inkább egyes személyek kapcsolatában, mintsem kutatóhelyek közötti, munkamegosztáson alapuló tervszerű együttműködésben nyilvánul meg.

E hiányosság főbb okai — a szubjektív tényezők mellett — az alábbiakban jelölhetők meg:

- a kutatási főirányok meghatározása egységes elvek alapján történik ugyan, de még nem elég hatékony a konkrét kutatási feladatok kijelölése s a megfelelő kutatóhelyeknek a tervszerű munkába való bevonása,
- a földtani kutatás keretén belül alap- vagy alkalmazott jellegű ásványtani, kőzettani és geokémiai kutatást végző kutatóhelyek az irányítás és beszámoltatás szempontjából erősen megosztottak, jelentős eltérések vannak a kutatás finanszírozási rendszerében is,
- a Geokémiai, Ásványtani, Kőzettani Tudományos Bizottság illetékességi körébe valójában csak az elsősorban alapkutatást végző kutatóhelyek tartoznak, ezek tevékenységéről van módja és joga részletesen tájékozódni, azonban e kutatóhelyek teljesítőképességénél lényegesen nagyobb kutatási kapacitást jelentenek az elsősorban alkalmazott, de az Akadémia illetékességi körén is kívül álló, különböző tárcák által irányított ipari kutató intézetek, illetve vállalati laboratóriumok. Az ezeken a helyeken szép számmal születő tudományos

eredményeket s egyáltalában magát a kutatást az illetékes irányító főhatóság vagy vállalat legjobb esetben szolgálati célúnak nyilvánítja, ha nem titkosnak, így az információ szabad áramlása, melyről nemzetközi szinten pl. az ICSU keretében is oly sok szó esik, még határainkon belül sem biztosított. Ezekről az eredményekről legfeljebb személyes kapcsolatok vagy az esetleges — gyakran erősen késleltetetten megjelenő — publikációk révén szerezhethet tudomást a Tudományos Bizottság, melynek elvileg áttekintéssel kellene rendelkeznie országosan a tudományterület helyzete felett, ugyanakkor az e kategóriába tartozó kutatóhelyek tervei, beszámolóí nem kerülnek az akadémiai bizottság fóruma elé,

- a több gazda létéből is fakadnak bizonytalanságok, nincsen még kellő összhang az irányítás és finanszírozás kérdéseiben főhatósági szinten sem.

A Geokémiai, Ásványtani és Kőzettani Tudományos Bizottság a jobb koordináció és a kutatóhelyek közötti kooperáció elősegítésére, egy-egy viszonylag homogénebb terület összefogása s az adott területeken elért eredmények, ill. elvégzendő feladatok magas színvonalú megvitatása érdekében több munkabizottságot hozott létre, melyek egyesítik magukban a legkülönbözőbb típusú és hivatású kutatóhelyek szakembereit. A fentebb említett hiányosságokat azonban e munkabizottságok működése csak csökkentheti, de nem szüntetheti meg.

A vizsgálat tárgyát képező tudományágak fejlődéséhez — annak bármely ágát nézzük is — elengedhetetlenül szükséges elméleti és kísérleti vonalon, alap- és még inkább az alkalmazott kutatásban a rokon területeken dolgozók közötti együttműködés, az interdiszciplináris kutatások fejlesztése.

A földtudományokon belüli interdiszciplinaritás megteremtésében az első határozott és nagy jelentőségű lépés az ásványtan, a kőzettan, a teleptan, a geokémia, a geofizika, a geodinamika kapcsolatainak egyre szorosabbá válása s eredményeiknek a geonómiai szintézisbe foglalása volt. Kézenfekvő az interdiszciplinaritás szükségessége a kőzetan, ércgenetika, talajtan, a kémiai technológia, a szilikátipari ágazatok, a finom és durva kerámiaipar, alumíniumipar, a régészet, sőt még a gyógyszergyártási (kristályosítási) technológia és az ásványtan között, akárcsak az ásványtan és a kristályfizika, szilárdtestfizika között vagy a geokémia és a fizikai kémia, kolloidkémia, analitikai kémia, szerves kémia, biológia stb. között. Az utóbbi években a nagyszámú adatnak számítógépes matematikai feldolgozása révén egyre nagyobb szerepet kap a földtudományokban a matematika is. Számos esetben nyújthatna lehetőséget különböző tudományágak szakembereinek együttműködésére pl. a különböző ásványi nyersanyagok komplex hasznosítási lehetőségeinek kutatása, a gyenge minőségű nyersanyagok vagy a hulladéktermékek hasznosítása, mint ahogyan

ilyen valóban interdiszciplináris kapcsolatokra láthatunk is nem egy példát (zeolit, nemes agyag, olajpala stb. kutatások).

Az interdiszciplináris kutatások a földtudományokon belül lassú fejlődést mutatnak, a más tudományágakkal való szorosabb kapcsolatok alakulásában bizonyos mértékű lemaradás észlelhető, vagy talán inkább hiányos a más ágazatokhoz tartozó szakemberek téjázottsága abban a kérdésben, hogy milyen jellegű problémák megoldásában is tudna számukra segítséget nyújtani az ásványtan, a kőzettan, a geokémia. Ebben is lehet valami, mert a geológus szak kivételével más egyetemi szakokon az elmúlt 20 év során ezek a tárgyak fokozódó mértékben szorultak ki a felsőfokú oktatásból, a középfokú oktatásban pedig végképpen a „mostohagyerek” szerepét kapták.

Interdiszciplináris kutatások születtek ugyan elsősorban egyéni, személyes kapcsolatok révén, ahhoz azonban, hogy az interdiszciplináris csoportkutatások általánosabbá és hatékonyabbá váljanak, több tudományirányítási, -szervezési kérdés volna megoldandó, s a kutatásban elsősorban érdekelt tudományterület művelőinek kell megfogalmazni azokat a kérdéseket, amelyek mélyreható megoldásához más tudományok meghatározott kutatási irányainak kapcsolódása volna szükséges.

A kutatások intenzív fejlesztése, valamint az ipar részéről felmerülő igény kielégítésének szükségessége is fokozott komplexitást és integrációt követel a földtudományokon belül, de a földtudomány egyes ágazatai és más határtudományok között is. A különböző kutatóhelyeken észlelhető is az a törekvés, hogy önmagukon belül egymást kiegészítő képzettségű szakembereket állítsanak munkába. Ez biztosítja a komplexitást a kutatóhelyen belül, de innen még további lépésre van szükség a kívánt integráció és az interdiszciplinaritás felé.

Az ásványtani, kőzettani és geokémiai kutatások jelentős része a Központi Földtani Hivatal irányítása alá tartozó, „Az ország természeti erőforrásainak kutatása és feltárása” című tárca szintű főirányhoz szorosan csatlakozik. Ennek programja hosszú távra megjelölte a földtani kutatás s ezen belül az ásványtani, kőzettani, geokémiai kutatások előtt álló feladatokat. Ez a program alkalmas arra, hogy — a KFH és az illetékes egyéb intézmények és főhatóságok, köztük az MTA X. Osztályának megfelelő tudományos bizottságaival történő egyeztetés és koordinált együttműködés révén — megteremtse, illetve meggyorsítsa az egyes kutatóhelyek és kutatók közötti információcserét, a kapcsolatoknak munkamegosztáson alapuló, szervezett együttműködésben való realizálását és az irányítás és finanszírozás megosztott voltának ellensúlyozásával a földtudományok területén a tudományirányítás jól működő rendszerének a kialakulását.

### A nemzetközi tendenciák, valamint az ásványtan, kőzettan és a geokémia várható hazai fejlődése

Az ásványtan területén az elmúlt másfél évtizedben új irányként jelentkezik a kőzetalkotó ásványi elegyrészeknek nagy terjedelmű monografikus feldolgozása; a kristálytanban további szerkezeti finomítások, szerkezeti reambulációk, ill. biológiailag fontos szerves vegyületek kristályszerkezetének felderítése és e kutatásokban a számítógépes műveletek mind szélesebb alkalmazása jelenti az új törekvéseket.

A magmás kőzetan korszerű módszerekkel, számos új adattal gazdagodott, s gyors ütemben fejlődött a kozmopetrologia, megindult a nagyszámú adat, elsősorban a magmás kőzetek kémiai elemzési adatainak számítógépes feldolgozása. A lemeztectonikai szemlélet egyre nagyobb jelentőségre tett szert a nyersanyaglelőhelyek főbb kutatási irányainak kijelölésében. A teleptani, illetve az érckutatásokban egyre nagyobb teret hódít a légifényképezés és a műholdas felvételek kiértékelése. A metamorf kőzetek vizsgálata a kőzettani kutatások egyik alapvető s rohamosan fejlődő ága, mely szoros kapcsolatban van egyéb földtani diszciplínákkal. A hangsúly a metamorf jelenségek lemeztectonikai értelmezésén, a kőzetképződés fizikai körülményei és a metamorf ásványok szerkezeti, geokémiai jellemzői közötti korreláción, illetve a metamorf képződmények rétegtani, litológiai, geokémiai sajátosságainak komplex elemzésén van.

A geokémiai kutatások a nyomelemeloszlás és az azt meghatározó törvényszerűségek tanulmányozása révén át- meg átszövik mind az ásványtani, mind a kőzettani kutatásokat. A geokémiai kutatásokban is a hangsúly az elméleti kérdések tisztázása mellett, az ásványi nyersanyagkutatáson van. Széles körű kutatások folynak világszerte a recens medencék üledékanyagai fémtartalma származásának kutatására, széles körben alkalmazzák kőzetképződési és átalakulási folyamatok értelmezésére az izotóp geokémiát, jelentősen fejlődik a mikroorganizmusok geokémiai szerepének tanulmányozása, a komplexképződés szerepének vizsgálata vizes oldatokban történő anyagvándorlásnál, s különösen jelentős ütemben fejlődnek a szerves geokémiai kutatások.

Az ásványtani, kőzettani és geokémiai kutatások kiterjedtek a Hold-kőzetek részletes tanulmányozására is.

A hazai kutatási irányok a nemzetközi törekvésekkel fő vonásokban megegyeznek s a várható fejlődés irányába mutatnak. A hangsúly nemzetközi és hazai viszonylatban egyaránt az ásványi nyersanyagkutatáson van. Jelentősek ezek mellett a földtani megismerést szolgáló diszciplináris kutatások is, melyek közvetett formában ugyancsak a nyersanyagkutatást segítik.

Az általános fejlődési tendenciák lényegében megegyeznek a földtan általánosabb kereteiben megfogalmazott irányokkal a geokémiai specifikumok kiemelésével.

Hazai viszonylatban, távlatilag az alap- és alkalmazott kutatásokban a legfőbb feladat a hazai nyersanyagbázis kiterjesztéséhez való hozzájárulás, az esetleges új igények kiszolgálására való felkészülés. A mineralógiai segítség nélkülözhetetlen a felhasználáshoz szükséges új vagy továbbfejlesztett technológiák kidolgozásánál, illetve alkalmazásánál. Lényeges feladatnak kell tekinteni a kutatás ütemének meggyorsítását, a számítógépek alkalmazásának kiterjesztését, az adatbankok szervezését, standard vizsgálati mintagyűjtemények felállítását, a szakmai nomenklatúra egyeztetését. Az ásványtani vizsgálatok és az ásványvagyon-gazdálkodás nagyobb távlatokra tekintő feladatai közé tartozik, hogy a nyersanyag-feldolgozást a mindenkori műszaki-technikai fejlettség szintjén — ma már kizárólag komplex műveletként — tervezze meg, ill. hajtsa végre. Mivel az ásványtani, kristálytani vizsgálatok a genetikai kép feltárásához elengedhetetlenül szükségesek, lényeges, hogy a laboratóriumi kristályfázisok és rendszerek előállításával a természetes folyamatok modellezése eredményesen haladjon előre.

Mint bármely tudományágban, úgy ezekben is a teljesítmény nem egyedül és elsősorban csak azon múlik, hogy adott időszakban és adott szűkebb szakterületen van-e és hány kimagasló tudományos egyéniség, aki magával tud nagyobb közösséget ragadni, aki irányt tud kijelölni kortársai és utódai számára, hanem azon is, hogy a nemzetközi kutatásban elfoglalt helyünket, betöltött szerepünket hogyan és mennyire határozza meg a kutatóhelyek személyi és műszeres ellátottsága. Így egyes területeken akár az ásványtanban, akár a kőzettanban vagy a geokémiában kutatási eredményeink nem maradnak el a világszínvonalától, más területeken viszont csak arra szorítkozhatunk, hogy a nemzetközi tudomány élenjáró eredményeit hazai viszonylatra alkalmazzuk.

A jövőben feltétlenül tovább kell folytatni az ország mélyföldtanának, tektonikai fejlődéstörténetének megismeréséhez szükséges ütemben a metamorf képződmények korszerű és a környező Alpi-Kárpáti-Dinarid rendszerbe beillesztett kutatását, mely eddig világviszonylatban is értékes eredményeket hozott. Fokozott hangsúlyt kell helyezni az üledékes kőzetekkel való sokoldalú foglalkozásra, messzemenően figyelembe véve a szénhidrogén-kutatás kívánalmait e területen is. Lényegesnek és fontosnak kell mondani ezek mellett a nagy hagyományokra visszatekintő magmás kőzettani és teleptani kutatások fejlesztését is. A bauxittal kapcsolatos nemzetközileg ismert és elismert kutatások további fejlesztése, az új lendülettel újrakezdődött szénkőzettani kutatások továbbvitele, az izotópgeokémiai kutatások fokozottabb mértékű alkalmazása az ásvány-kőzettani-geokémiai kutatásokban mind aktuális feladatok.

Mindez azonban megköveteli a műszerezettség erőteljes korszerűsítését, a számítógépes értékelés szélesebb körű bevezetését és a kutatóhelyeken a korszerű alap- és speciális képzettségű szakember-létszám reális és az elvégzendő feladatok nagyságához illő mértékű növelését.

### Az oktatás helyzete

E témakörrel kapcsolatos helyzetkép részletesen a Földtani Tudományos Bizottság által készített, „A földtan helyzeté”-ben került kifejtésre.

### Ajánlások, javaslatok

1. A helyzetképből kitűnik, hogy a Geokémiai, Ásványtani és Kőzettani Tudományos Bizottság illetékességi körébe tartozó kutatóhelyek (zömmel egyetemi tanszékek) 46 fő oktatót—kutatót jelentenek, ami létszámban több, mint a Magyar Állami Földtani Intézet ásványtani, kőzettani és geokémiai kutatásokban dolgozó munkatársainak a létszáma. Adva van tehát egy jelentős és elsősorban alapkutatási tevékenységet folytató kutatóbázis.

Mivel az ásványi nyersanyagkutatás távlati tervének megalapozását a tudományos igényességgel végrehajtott földtani elő- és felderítő kutatás képezi — s ebben jelentős szerepet töltenek be az ásvány-kőzettani és geokémiai alapkutatások —, indokoltnak tartjuk, hogy a Magyar Tudományos Akadémia a jövőben fokozottabb mértékben, tudományos és népgazdasági súlyának megfelelően támogassa e kutatásokat.

2. A tudományterületen folyó kutatási tevékenység zömét „Az ország természeti erőforrásainak kutatása és feltárása” című tárcaszintű főirány, ill. célprogramjai megvalósítására célszerű koncentrálni, biztosítva a kellő feltételeket, mindenekelőtt a kutatómunka koordinálását, a munkamegosztáson alapuló együttműködést az azonos témakörben dolgozó kutatóhelyek között. Ezáltal külön kutatóintézet szervezése nélkül — ami a mai körülmények között egyébként is irreális óhaj volna — lényegében az erők koncentráálásával egy jelentős kutatóintézetével egyenlő értékű produktivitást lehetne elérni. Az elsősorban érintett főhatóságok, a KFH, MTA, OM egyeztetett tudományirányítási koncepciója alapján biztosítani lehetne a tényleges és hatékony koordinációt, mely megoldaná az egyetemi tanszékekben rejlő erők és kapacitás optimális hasznosítását, s elősegítené a földtani kutatás előtt álló leglényegesebb népgazdasági fontosságú feladatok megoldásában e kutatóhelyek hatékony közreműködését.

3. A kutatások hatékonyságának és intenzitásának növelése érdekében kívánatos, hogy az ásványtani, kőzettani és geokémiai irányú kutatást végző kutatóhelyek, intézmények és kutatók között, függetlenül a kutatóhely szervezeti hovatartozásától, fokozódjék az információ és véleménycsere, amely nélkül bajosan alakítható ki a megfelelő szintű együttműködés

Éppen ezért a Geokémiai, Ásványtani és Kőzettani Tudományos Bizottság fontos kívánalomnak tartja, hogy az illetékességi körébe tartozó tudományterületeken születő minden érdemleges kutatási eredményről (a bizalmasnak

nyilvánított vizsgálatok publikálható alapkutatási vagy módszertani jellegű részleteit is beleértve) tájékozódhassék. Szükségesnek tartjuk, hogy megfelelő intézkedés révén a különböző főhatóságok felügyelete alá tartozó intézmények, vállalatok azon munkatársai, akik a Tudományos Bizottságban vagy azok Munkabizottságaiban tagként tevékenykednek, felhatalmazást kapjanak arra, hogy a szükséges információt a Bizottságnak, illetve a Munkabizottságoknak megadhassák.

4. A 2. pontban javasolt témacentrikus erőkoncentráció megteremtésével párhuzamosan megoldandó a kutatóhelyek megfelelő anyagi támogatásának, a kutatómunka személyi és tárgyi feltételeinek a biztosítása az általuk vállalt vagy reájuk bízott kutatási feladatok igényeinek megfelelően, javítani kell a korszerű műszerekkel való ellátottságot — figyelembe véve a kooperációs lehetőségeket is —, fokozni kell a számítógépes értékelés elterjedtségét az ásványtani, kőzettani és geokémiai kutatásokban, javítani kell a szakképzett technikusokkal, segédszeméllyel való ellátottságon s adott helyeken a feladatoktól függő mértékben növelni kell a diplomás kutatók létszámát.

5. Rendezendőnek látjuk a földtudományok nemzetközi kapcsolatainak kérdését is, mert kellő mértékű erkölcsi és anyagi támogatás nélkül a földtudományok hazai képviselői nem tudnak olyan mértékben részt venni a nemzetközi együttműködésben, mint amilyenre tudásuk és eredményeik feljogosítanak őket, illetve amilyen mértékű nemzetközi együttműködésre éppen a hazai kutatások fejlesztésének érdekében szükség is van.

6. Az eddigi eredmények és az előttünk álló feladatok súlyának ismeretében a Bizottság szükségesnek tartja, hogy „Az ország természeti erőforrásainak kutatása és feltárása” című, a KFH irányítása alatt álló tárca szintű főirány, országos kutatási főirány szintjére emeltessék.

7. Javasolja a Tudományos Bizottság, hogy a középfokú oktatásban az 1980-ban bevezetésre kerülő reformtervben a földtani ismeretek számára — tudományos és gyakorlati súlyának megfelelően — szemléletet is adó oktatási keret biztosíttassék, s hogy már azt megelőzően a kémia szakos, valamint a földrajz szakos középiskolai tanárképzésben e tárgyak anyagának további csökkentése szűnjön meg. A vegyész-, illetve a fizikusképzésben pedig célszerűnek ítéli a bizottság a geokémiai, illetve az ásványtani-kristálykémiai képzés erősítését, éppen az ásványi nyersanyagok komplex hasznosításából adódó feladatok megvalósítása érdekében.

8. Bár a különböző intézményeknél, vállalatoknál vagy a Magyarhoni Földtani Társulat szervezésében sok értékes lépés történt a végzett szakemberek szakmai továbbképzésére, ezek mellett azonban meg kell teremteni a vizsgakötelezettséggel és képesítéssel járó szervezett szakmai továbbképzést a földtudományok területén dolgozók számára is. E feladat megoldásához az egyetemek és az ipari intézmények szoros együttműködése szükséges.

# A FÖLDTAN HELYZETE MAGYARORSZÁGON\*

BALOGH KÁLMÁN

A FÖLD- ÉS ÁSVÁNYTANI TUDOMÁNYOK DOKTORA

## I. A földtan meghatározása, társadalmi és tudományos jelentősége

Szűkebb értelemben a földtan a *szilárd földkéreg* felépítésének és kialakulásmenetének a tudománya, amely arra törekszik, hogy az emberi társadalom fenntartásához szükséges hasznosítható ásványi nyersanyagok feltárásának és kitermelésének elméleti alapjait megteremtse.

A kéreg mindenkori állapota és fejlődése azonban csak a külső és belső geoszférákkal, valamint a világgűrrel és a többi égitestekkel való, sokféle és folytonos fizikai és kémiai, sőt biológiai kölcsönhatás révén érthető meg. Megfordítva: a kéreg anyagainak összetételében, alaki tulajdonságaiban és egymáshoz való viszonyában *a Föld egészének a fejlődéstörténete tükröződik*.

Tágabb értelemben tehát a földtan a Föld több milliárd éves fejlődéstörténetének rekonstrukcióját célzó, átfogó jellegű tér—idő tudomány, amely éppen történeti jellegénél fogva, vagyis abban különbözik a többi természettudománytól, hogy az azok által megállapított, sokféle természeti törvény időben változó összefüggésének és érvényesülésének módját az egész Földre, sőt az űrkutatás föllendülése óta, a bolygótársakra is kiterjedve tanulmányozza.

A földtan a hasznosítható ásványi nyersanyagokat feltáró bányászati gyakorlat kutatási tapasztalatainak összegezése és továbbfejlesztése révén vált önálló tudománnyá. A bányászattal való szoros kapcsolatát azonban ezután is megőrizte, úgyhogy *megfelelő elméleti és alkalmazott földtani alapok nélkül ma már sem eredményes nyersanyagkutatás, sem bányászkodás nem képzelhető el*.

A földtani kutatás részint megelőzi a bányászati feltárást, részint — másutt is hasznosítható új tapasztalatok rögzítése céljából — együtt halad vele. Nyilván ez az oka annak, hogy államunk a hasznosítható ásványi nyersanyagok mennyiségi, minőségi és gazdasági mutatóinak nyilvántartását, valamint védelmét a legfőbb földtani irányító szerv — a Központi Földtani Hivatal — kebelében működő Országos Ásványvagyon Bizottságra bízta.

A földtani ismeretek *társadalmi jelentősége*, a termelési és társadalmi viszonyok előrehaladásával szoros összefüggésben, a történelem előtti időktől

\* A Földtani Tudományos Bizottság helyzetképei alapján

kezdve mindmáig töretlenül növekedett. A földtan fontossága különösen két fő viszonylatban kiemelkedő:

- (1) a társadalom anyagi alapjai megteremtésének előfeltételül szolgáló nyersanyagok felkutatása, kitermelése és felhasználása terén;
- (2) annak az ideológiai szempontból döntő történelmi szerepnek a révén, amit — az élő és élettelen világ evolúciójának feltárása útján — a materialista világkép és világnézet megalkotásában és megszilárdításában játszott és játszik.

A (2) pont egyúttal a földtan *tudományos jelentőségét* is megvilágítja. A földtan ui. azzal, hogy a többnyire szűkre szabott tér—idő keretek között és a behatások számának erős korlátozása mellett megállapított „természeti törvények”-nek a bolygófejlődés hatalmas tér—idő méreteiben való *tényleges* érvényesülését tárja fel, lényegében azok történeti igazolását nyújtja; nélküle tehát egységes természettudományi világkép nem alkotható meg.

Mivel a földtannak a bányászaton és az alapvető természettudományokon (fizikán, kémián, biológián, matematikán) kívül valamennyi más természettudomány (pl. az ásvány-kőzettan, a geokémia, a geofizika, a geodézia, a geográfia, a hidrológia, az éghajlat és az asztronómia) is segédtudománya, *interdiszciplináris vonzatai* igen erősek. Növeli interdiszciplináris összefüggéseit, hogy az akaratunktól függetlenül működő földtani tényezőkön felül — a tudományos és technikai forradalmakban felfokozódó, ipari, mezőgazdasági és közlekedési tevékenysége révén — az emberi társadalom is visszahat környezetére, és így maga is egyre inkább földtani tényezővé válik.

A földtan felvázolt széles profilja az MTA X., Föld- és Bányászati Tudományok Osztályán belül 1977-ig két bizottság között oszlott meg. Ezek közül a Földtani Tudományos Bizottság programja a tudománykörnek túlnyomórészt az üledékes kőzetekhez kapcsolódó szakágait igyekszik felölelni, és a jelen helyzetkép is főleg ezekre szorítkozik:

- a) Üledékföldtan és hegység szerkezetten.
- b) Rétegtan, őslénytán, ősföldrajz.
- c) Az alkalmazott földtannak az üledékes kőzetekhez fűződő ágai (kőolaj-, kőszén-, bauxit- és magán-ércföldtan; építésföldtan—mérnökgeológia; vízföldtan; agrogeológia).

A kőolaj- és kőszénföldtannak az ország gazdasági élete fenntartásához szükséges *alpenergia-hordozók*, a bauxit- és mangánércföldtannak az *aluminiumipari és ferromangán-gyártási alapanyagok* lelőhelyeinek tudományosan megalapozott, vagyis a képződési, anyagvándorlási, felhalmozódási és települési viszonyok megbízható modellezésén kívül a nagyüzemi jellegű bányászat mennyiségi, minőségi és gazdaságossági igényeit is kielégítő előrejelzése, a felderítő fázist is magába foglaló feltárása, a megkutatott készletek megállapítása, védelme, értékelése és folyamatos nyilvántartása a főfeladata.

A hidrogeológia azokat a földtani ismereteket foglalja össze, amelyek a *szilárd kéregbe került víz* elhelyezkedésével, mennyiségével, minőségével, mozgásával, körforgalmával, szennyeződésével, kitermelési, illetve elhárítási lehetőségeivel függenek össze, és tágabb értelemben a vízzel való gazdálkodás alapjait teremtik meg.

Az építésföldtan a műszaki létesítmények, az agrogeológia pedig a talajjavítás nyersanyag-szükségleteit igyekszik kielégíteni. Ezenfelül azonban az építésföldtannak és mérnökgeológiának az *alpozás, mélyépítés és mindenfajta műszaki létesítmény* tervezéséhez és kivitelezéséhez szükséges, sokirányú földtani adatgyűjtés, vizsgálat és kiértékelés a feladata, beleértve ebbe a

mélyfúrások, külfejtések és bányák létesítését is. Az agrogeológia főcélja pedig a *nyers kőzet és a rajta kialakult talajtakaró közötti dinamikus kapcsolatnak* a földtan eszközeivel való megközelítése.

Bár az alkalmazott geológus munkája sokszorosan — gyakran szervezetileg is — összeronódik a bányászati, mélyfúrási, építési, vízgazdálkodási, mezőgazdasági és környezetvédelmi szervek működésével, az alkalmazott földtanon belül is bőven akadnak speciális alapkutatási témák. Mégis minden alkalmazott geológusi munka alapjait a földtannak az a) és b) pontok alatt felsorolt ágai rakják le. Ezek törvényeinek ismerete, művelőinek közreműködése nélkül semmilyen gyakorlati munka nem lehet eredményes.

### A felsorolt tudományágakkal szembeni társadalmi elvárások

- az MSZMP XI. kongresszusának a nyersanyagkutatással és termeléssel foglalkozó határozataiban,
- a KB Gazdaságpolitikai Bizottságának a földtani kutatás helyzetét és feladatait elemző határozataiban,
- az V. ötéves tervtörvény megfelelő fejezeteiben,
- az OTTKT-ban összefogott, országos és tárca szintű kutatási főirányok, célprogramok által kitűzött feladatokban

fejződnek ki.

Az utóbbiak közül a KFH által koordinált és irányított, „Az ország természeti erőforrásainak kutatása és feltárása” c. tárca szintű kutatási főiránynak 1975 márciusában továbbfejlesztett változata tartalmazza a legtöbb olyan népgazdasági igényt, amelynek kielégítése az említett diszciplínák feladata.

*További célprogramok és főirányok*, amelyekbe való intenzívebb bekapcsolódásunk várható:

- Az emberi makro- és mikro környezet legkevezőbb kialakítása (K-5. sz. országos szintű kutatási célprogram)
- Az ember természeti környezetének védelme (MTA 3. sz. kutatási főirány)
- A területfejlesztés komplex tudományos kutatása (ÉVM-14. tárca szintű kutatási főirány)
- A szilikátipar nyersanyagbázisának kutatása, az ipari melléktermékek hasznosítása (ÉVM-9. tárca szintű kutatási célprogram)
- Az alumíniumipar központi fejlesztési programja (K-1. sz. országos szintű kutatási célprogram)
- A lakosság védelme a természetes és mesterséges környezet (bioszféra) káros hatásaitól (EüM-4. sz. tárca szintű kutatási főirány)
- A vízgazdálkodás alapösszefüggéseinek kutatása (MÉM-2. sz. tárca szintű kutatási főirány)
- A nagy mélységű szilárd ásványi nyersanyag-előfordulások kutatási és művelési problémái (NIM-2. sz. tárca szintű kutatási célprogram)
- Nagymélységű szénhidrogén előfordulások kutatási és termelési problémái (NIM-3. sz. tárca szintű kutatási célprogram)
- Ritkafémek komplex bányászati és kohászati kutatása (KFH-2. sz. tárca szintű kutatási célprogram)
- Hasznosítható ásványi nyersanyagok kiaknázását és feldolgozását alapvetően befolyásoló ásvány-kőzettani sajátosságok és műszaki eljárások komplex vizsgálata (KFH-3. sz. tárca szintű kutatási célprogram)

### Összegezve: a tudományágatunkkal szembeni társadalmi elvárások

- energiaforrásaink földtudományi tényezők útján való bővítését,
- az ország alapanyag-szükségletének minél teljesebb és gazdaságos kielégítését,
- a más tudományágatokkal való kooperáció növelését, a határtudományok fejlesztését, az alapvető földtani ismeretek elsajátításának megkönnyítésével a közműveltség színvonalának emelését követelik meg.

## 2. A földtan hazai kutatóbázisának jellemzése

Az idevágó kutatómunka szervezete igen szerteágazó. A társadalomtudományi vonalon (pl. az ELGI-nél, az AGROBER-nél, a környezetvédelmi szerveknél, a Vízhajzó Intézetnél, az ATOMKI-nál, az MTA Olajbányászati Kutató Laboratóriumánál stb.) működő, viszonylag kevés szakembert leszámítva, a felsőfokú képzéssel rendelkezők zöme (összesen kb. 620 fő) a következő intézmények között oszlik meg:

- (1) Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI)
- (2) MTA Geokémiai Laboratóriuma (GKL)
- (3) Önálló földtani szolgálatokkal rendelkező ásványi nyersanyagkutató és feltáró vállalatok, trösztök, minisztériumok és más országos szervek:
  - Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt (OKGT)
  - Magyar Szénbányászati Tröszt (MSZT)
  - Magyar Alumíniumipari Tröszt (MÁT), beleértve a központ, a Bauxitkutató Vállalat, a bányageológiai szolgálatok és az ALUTERV szakembereit is
  - Mecseki Ércbányászati Vállalat (MÉV)
  - Országos Földtani Kutató és Fúró Vállalat (OFKFFV)
  - Országos Érc- és Ásványbányák (OÉÁB)
  - Építésügyi és Városfejlesztési Minisztérium (ÉVM), ideértve a SZIKKTI, az FTV és a MÉLYÉPTErv szakembereit is
  - Országos Vízügyi Hivatal (OVH), ideértve a VITUKI, a VGI, a VIZITERV, a VIKUV és a Vízügyi Igazgatóságok szakembereit is
- (4) A műszaki és a tudományegyetemek összesen hat (az ELTE 3, a BME, az NME és a JATE I—I tanszéke)
- (5) A Magyar Nemzeti Múzeum Föld- és Őslénytára
- (6) Bányászati Kutató Intézet

E felsorolásból is kitűnik, hogy a hazai kutatási hálózat fejlesztése során — a többi tudományágaktól (fizika, kémia, biológia) és a legtöbb számos szocialista országtól eltérően — *nem létesült olyan, kellő létszámú és korszerűen felszerelt akadémiai földtudományi kutatóintézet, amely — megfelelő szellemi és anyagi koncentráció, valamint kedvező kutatási feltételek (műszerezettség) biztosítása révén — elősegíthette volna a meglévő szellemi kapacitásnak a jelenleginél jobb hasznosítását, a témák koordinálását, az együttműködés fokozottabb érvényesítését, mindenekelőtt pedig az alaptudományi kutatások hatékonyabb művelését.*

Túlnyomóan alaptudományi kutatás a felsorolt intézmények közül a (2), (4) és (5) alattiakban folyik, többségükben azonban a más irányú profilírozottság (oktatás, kulturális és népművelési feladatok) miatt természetesen csak mintegy 1/3-ára csökkent erővel. Korlátozott lehetőségeik és műszerezettségük állapotának közepes volta ellenére az egyetemi kutatóhelyek összessége mégis jelentős erőt képvisel, és megfelelő koordinációval a magyar földtani kutatásnak fejlesztésre érdemes tartalékát alkotja.

Kétségtelen azonban, hogy a kutatás egyik legfőbb tényezője mégis a MÁFI, amely egy-egy országrész perspektíváinak megítéléséhez a nagy összefüggések térképezésével és anyagfeldolgozással egybekötött felderítését végzi, és így mintegy középhelyet foglal el a nyersanyagkutatói, ill. termelési szek-

torok közvetlen távlati és operatív nyersanyagigényének kielégítésén és felmérésén fáradozó, kifejezetten ipari geológiai szervezetek és az alapkutatási tevékenységet folytató kutatóhelyek között.

### 3. A földtan hazai kutatóbázisának főbb eredményei

#### Ipari eredmények

A IV. ötéves terv földtani kutatásainak *globális hatékonyságát* az jellemzi, hogy a tervidőszak elejének restriktív tendenciái ellenére is a 8 GFt-nyi összes befektetéssel szemben 80–90 GFt-nyi in situ értékű ásványi nyersanyagot sikerült feltárni. A gazdaságosan kitermelhető új ásványvagyon minden fő irányban meghaladta az előirányzatot, és a földgáz kivételével pótolta, sőt esetenként felül is múlta az időközben kitermelt ásványvagyon mennyiségét. Pedig a földtani tevékenységnek csak kb. a fele irányult új ásványvagyon felderítésére. A másik fele bányatelepítési terveket, bányarekonstrukciókat és termelési előirányzatokat megalapozó, előzetes és részletes kutatásra, földtani alap- és előkutatásra, továbbá vízföldtani, mérnök- és agrokémiai kutatásokra fordítódott. A földtani szolgálatok évente 100 000 fm szénhidrogén-termelő fúrás, 240 000 fm kutató és feltáró bányavárat, valamint 140 000 fm bányabeli fúrás földtani adatait értékelték.

*Mindaz jelentékenyen hozzájárult ahhoz, hogy 1974-ben összes ásványi nyersanyagszükségletünk mintegy 2/3-át hazai forrásokból fedezhettük. Ezen belül az energiahordozó szükséglet 50%-át, az építőipari szükséglet 90–95%-át magyar földből bányászott anyagból elégíthettük ki, annak ellenére, hogy 1971. és 1972. folyamán a földtani kutatás intenzitása és határfoka mind a szénhidrogén- és szén-, mind a bauxit- és érckutatás vonalán visszaesett, sőt az OFKFFV-nél egyenesen létfenntartási gondok jelentkeztek. A kedvező fordulatot a helyes kutatási szemléletnek megfelelő anyagi támogatással egybekötött uralomra jutása hozta. Eszerint a gazdaságos termelésnek az az alapfeltétele, ha minél több, kellően megkutatott és tisztázott gazdasági értékű előfordulással rendelkezünk ahhoz, hogy ezek közül a népgazdasági szintű döntések során a vonatkozó periódusban legmegfelelőbbnek bizonyulókat választhassák ki leművelésre.*

Kutatásaink eredményeként *bebizonyosodott, hogy* — bár energiahordozókban viszonylag szegények vagyunk, vasércben szűkölködünk, egy sor más ásványi nyersanyaggal pedig (nikkel- és ónércek, foszfát, kálisó, kősó, stb.) egyáltalán nem rendelkezünk —, *hazánkat mégsem lehet nyersanyagokban teljesen szegény országnak tekinteni és a hazai nyersanyagkutatás ésszerű fokozásának indokoltságát kétségbe vonni.*

A *szénhidrogénkutatás* a IV. ötéves tervidőszakra előirányzott 25 Mt ipari készletnövekedést jelentősen túlteljesítette, mert elsősorban az Alföldön,

másodsorban a Dunántúlon összesen 32,5 Mt kitermelhető kőolaj- és szénhidrogéngáz, továbbá 5 Gm<sup>3</sup> CO<sub>2</sub> gázkészletet fedezett fel. A tervidőszak fúrásainak 43%-a lett eredményes; így jelenlegi kőolajkészletünk mintegy 10 évi, földgázkészletünk pedig 20 évi ellátottságot biztosít.

Nagy szerepet játszott e sikerekben a mélyfúrásos kutatás sokoldalú földtani és geofizikai előkészítésén kívül a hazánkban addig szétszórta folyó kutatófúrási tevékenység zömének az Alföld néhány területére való koncentrálása, valamint a Kárpátokon belüli terület KGST-kerektekben kidolgozott általános szénhidrogén-prognózisának elkészítése. Ennek során nőtt a vizsgált területekre vonatkozó információk mennyisége, feldolgozásuk mélysége és komplexitása, mind geofizikai, mind geokémiai vonatkozásban. E munka „alaptudományi mellékterméke”-ként újabb nagyteknikai vázlat született a magyar medencék aljzatáról, és jelentőssé vált a széndioxidmigrációnak az agyagásvány-összetételtől és a mélységi vizek áramlásától való függőségét valószínűsítő vizsgálat.

Ezen eredmények mellett — részint szervezési okokból, részint létszámbély miatt — időnként és helyenként zavar, ill. lemaradás mutatkozik a fúrási anyagok kezelésében és feldolgozásában, a térképi és szöveges dokumentációk elkészítésében. A fúrási magok helytelen kezelése oda vezet, hogy a többé már nem pótolható közetszerkezeti megfigyelések eszközlésének vagy ellenőrzésének lehetősége megszűnik. Alapabb vizsgálatot igényel a *fáciesváltozás és a pórusterfogás*, ill. a fúrási technológia és a kőzetfizikai sajátosságok összefüggésének kérdése. Széleskörű együttműködéssel, az eddigieknél kevesebb, de integráltabban kivitelezett témakörök művelésével az eddigieknél nagyobb hatásfokot lehetne e vonatkozásban is elérni.

A *szénkutatásnak* eredetileg előírt volúme a IV. ötéves terv végrehajtása során a tényleges szükségletnek megfelelően több mint kétszeresére emelkedett, s 127 000 fm fúrással kerekben 100 Mt készletnövekedést értek el, annak ellenére, hogy a tatabányai, mátraalji és dorogi területek készleteinek növelésére tett erőfeszítés sikertelen maradt. Ez azt jelenti, hogy *már meglevő és a következő évek során megkutatandó szénvagyonunk a szénbányászat igényét az ezredforduló után is biztosítani képes.*

Kiemelkedő a márkushegyi, a lencsehegyi, az oroslányi, a várpalotai és a sajómercei barnakőszén-kutatás, a lignitkataszter elkészítése, a nyugat- és észak-magyarországi lignitkutatás. Igen nagy fontosságú Nagygyháza—Mány—Csordakút környékén az 1500—2000 KW teljesítményűre tervezett Dunántúli Gyűjtőerőmű fő szénbázisát alkotó terület sikeres kőszénkutatása, amely 1977 végéig, a felderítő bauxitkutatás viszont 1978-ig fejeződik be. Az elvégzett feladatok végrehajtása elsősorban a szénbányászati iparág földtani szolgálatának az érdeme, amely azonban a speciális kutatások és vizsgálatok tekintetében a MÁFI-val, ill. az OFKFBV komlói laboratóriumával működött közre. A fennálló létszámbély különösen a földtani térképezés és a belső anyagfeldolgozás vonalán érezhető. Az V. ötéves terv előírányzatai a szolgálat további megerősítését teszik szükségessé.

A *bauxitkutatás* IV. ötéves tervbeli, *kedvező alakulása* az előfordulás korszerű színvonalának, a kutatási kapacitás koncentrálásának és szervezettegének a következménye. Nemcsak új előfordulásokat (Nagygyháza—Mány, Iharkút) sikerült felfedezni, hanem *a 10 Mt-nyi új ásványvagyron minősége a vártnál jóval kedvezőbbnek bizonyult.* Ez a timföldgyárak részére szállított bauxit átlagminőségének csökkentését hosszabb időre szükségtelemmé teheti. A bauxit esetében a hazai termelési lehetőségek (jelenleg 0,8 Mt timföld/év) biztosítják a hazai fejlesztést, a kedvező magyar—szovjet timföld-alumínium egyezmény további fenntartását.

Ezen igen eredményes elő- és felderítő kutatások lefolytatását és a klasszikus bauxitterületekről való kimozdulását sokáig hátráltatta az a vélemény, miszerint az 1965-ig megkutatott bauxitmennyiség 40–50 évre biztosítja a magyar alumíniumipar nyersanyagbázisát. Az időközben bekövetkezett dinamikus fejlődés folytán azonban kiderült, hogy a megkutatott készletek mennyisége csak középtávú fejlesztést tesz lehetővé, hosszú távra azonban feltétlenül szükséges a jelenleg ismerttel nagyságrendileg azonos mennyiségű reménybeli (D kategóriájú) készletek gyors felderítése és megkutatása. Ez annál fontosabb, mert az új műveletminősítés bevezetésével az iparág megkutatott műveletminősítésű nyersanyagtartaléka több, mint 20 Mt-val csökkent. Mivel pedig a földtani kutatás a tudományos és technikai forradalom viszonyai között is nálunk — a teleptanilag ismeretlen területekre való áttérés, ill. a bauxit keletkezési és felhalmozódási körülményeinek még ma is nyitott kérdései miatt — sok időt, tervszerű és a nemzetközi eredményekkel lépést tartó munkát követel, a kutatással *semmiképpen nem szabad leállni. Az e téren elkövetett tévedések ui. nagy és csak hosszú idő alatt helyrehozható népgazdasági kárt okozhatnak.* Ennek átgondolása a bauxitprognózisnak és a prognosztikus készletek értékelésének igen széles körű, nemzetközi együttműködésre támaszkodó megalapozását követelte meg. Az egész Dunántúli-Középhegységre megszerkesztett, 5 változatú 50 000-es mélyföldtani térképekre, továbbá a regionális bauxitföldtani értékelésekre alapozott fúrási terv 1990-ig a jelenlegi reménybeli készletek 65 %-ának megkutatását irányozza elő, és arra is feleletet ad, hogy az évi 100 000 folyóméter fúrás mennyiség felhasználásával milyen eredmények érhetők el.

A *színesérc* kutatás vonalán kiemelkedő a *recski mélyszinti polimetallikus rézérclelőhely* mélyfúrásos kutatásának befejezése, amely a bányatelepítéshez szükséges mértékig tisztázta a földtani viszonyokat. Az ércvagyon lehetőséget nyújt arra, hogy távlati szükségleteinket (mintegy 25 éven át 5–7 Mt termeléssel) rézércből teljes egészükben hazai forrásból elégítsük ki. Ugyancsak Recsk szolgálhat bázisul ólom- és cinkimportunk jelentős részének a leépítéséhez is.

Színesérc kutatással kapcsolatos komplex kutatásokat végeztünk a Börzsöny-hegységben és a Darnó-övezetben. E területek elő- és felderítő ércföldtani kutatása a következő években folytatódik.

*Uránkutatásunk* eredményeként a bányászat az ezredforduló után is biztosított.

*Oxidos magánércből* termelési lehetőségeink meghaladják a hazai szükségleteket. Erre alapozva kormányhatározat született a hazai ferromangán-gyártás fejlesztésére.

Az *éptőipari, szilikátipari, valamint ásványbányászati nyersanyagok* iránti igények a rendelkezésre álló nyersanyagvagyonból túlnyomórészt kielégíthetők. Kiemelkedő volt e téren a hejőcsabai és a bélapátfalvi cementmű-rekonstrukció nyersanyagbázisának a megkutatása, valamint a Dunántúli Középhegységben létesítendő új cementgyár alternatív telepítési változatainak földtani megalapozása.

Az idetartozó földtani munkálatok eredményessége nagymértékben az iparfejlesztési célkitűzések s a változó technológiai követelmények függvénye lévén, a már jelenleg is évi 70 Mt éptőipari nyersanyagtermelés növekvő arányú fenntartása a nyersanyagkataszterek rendszeres továbbfejlesztését és a legkedvezőbb *nyersanyag-lelőhelyek állami védelmét* követeli meg.

A *gyakorlati vízkutatás* a hazai vízigény 80%-át felszín alatti vizekből fedezi. Évente mintegy 1000 új termelő kút létesül; fúrt kútjaink száma 50 000 körül van. A kitermelt víz mennyisége 1,5–2,0 km<sup>3</sup>/év. Hévízkútjaink

száma kb. 550. A részben a szénhidrogén-kutatáshoz kapcsolódva megindult geotermikus energiahasznosítás azonban — főleg a technikai nehézségek miatt — még mindig gyermekcipőben jár. Igen jelentős a Dunántúli Középhegységben a szén- és bauxitbányászat érdekében történt, átlag 20 m-nyi vízszint-csökkenés követelményeinek vizsgálata, ill. a kitermelt víz hasznosítása.

## Alapkutatási, elő- és felderítő kutatási eredmények

### 1. A MÁFI tevékenysége keretében:

- Gyakorlatilag befejeződött és nagyrészt kiadásra került az ország 1:200 000 méretarányú földtani térképsorozata, a megfelelő magyarázatokkal, az Alföldön a medencealjzatot s a vízföldtani és vízminőségi adatokat is feltüntető térképváltozatokkal.
- Befejeződött a Keleti-Mecsek, a Dorogi-medence, a Cserhát, a Mátra és a Tokaji-hegység részletes és átfogó földtani vizsgálata, folyamatban van részletes és áttekinthető földtani térképeik, valamint leírásaik közreadása.
- Elő kutatási tevékenység kapcsán elkészült a Keleti- és Nyugati-Mecsek homokprognózisa, az utóbbi építőkő-prognózisa és a Villányi-hegység díszítőkő-prognózisa, valamint ennek melléktermékeként a Villányi-hegység perm és triász képződményeinek monografikus leírása, a Dél-Dunántúl 100 000-es és 500 000-es földtani térképei 7 változatban, valamint természeti környezetpotenciál térképsorozata. Megvizsgálták Magyarország riolituffainak zeolit-tartalmát; a K-i Mecsekben 50 Mt, nagy klinoptilolit tartalmú, C<sub>2</sub> kategóriájú készletet állapítottak meg; a D-i Mecsek földpátdús homokkészlete a hazai kerámiaipar teljes földpátigényét fedezi.
- A Dunántúli Középhegység területét 1:25 000 méretarányban a bauxit- és barnaköszén-kutatás szempontjainak figyelembe vételével reambulálták, s elkészült a Bakony és az Észak-Dunántúl 1:100 000 méretarányú fedett és fedetlen térképe, valamint a szarmata, alsó-, ill. felső-pannoniai összletek kifejlődéstérképe a nyersanyag-előfordulások feltüntetésével; befejezték a Bakony hegység megkutatottsági és bauxittérképét. A középhegységi előfordulások során olajpala-, egy fúrásban pedig üledékes kéntelepeket ismertek fel.
- Elkészült Tata és környékének földtani leírása, több más — főleg a kréta képződményekkel kapcsolatos — leírás elkészítése pedig folyamatban van.
- Észak-Magyarországon elkészült a nógrádi—cserhádi terület nyolc 25 000-es térképlapja, áttekinthető mérnökgeológiai térképe, valamint a remélhető nyersanyagok prognózistérképe.
- A részletes és áttekinthető térképekkel együtt befejeződött a mátrai és a tokaji hegységi előkutatás.
- Elkészült az Északi-Középhegység Ny-i részének 1:100 000-es térképe 6 változatban.
- Jelentős erőt fordítottak a Börzsöny hegységi, színesércutatási célzatú előkutatásokra. Az első, 1200 m-ig mélyült fúrás mélyben rekedt vulkáni tömegekhez kötött rézércesedés lehetőségét jelzi.
- Pécs—Vasason felállították az ország első, közvetlenül a hazai útépítőkő és díszítőkő kutatást szolgáló közfizikai laboratóriumát. Elkészítették a Tokaji-hegység útépítőkő-prognózisát és perlit-prognózisát.
- A MÁFI-nak az építőanyag-ipari nyersanyagtermelő, agrogeológiai és vízfeltáró, valamint környezetvédelmi munkába való, decentralizált bekapcsolódását segíti elő az intézet megyei szinten megszervezett hat Területi Földtani Szolgálat, amelyek a helyileg jelentkező hatósági teendők ellátásában is közreműködnek.
- Folytatódott az Alföld hálózatos rendszerben készülő 100 000-es térképsorozatairól érdeklődés és felhasználási igény, mind a regionális építési, mind a mezőgazdasági tervezési, mind a vízkészlet-gazdálkodási szervek részéről. Ilyen célú hasznosításra elkészült 12 db 100 000-es síkvidéki atlasz (egyenként 6—8 térképváltozattal), valamint — KBGA keretben — az ország 1 000 000-s mérnökgeológiai térképe.
- Megtörtént az első kísérlet az alsó-pannonnál fiatalabb alföldi víztartó rétegösszletek egységes hidrogeológiai és vízutánpótlási modellének megalkotására, a hévíz hasznosítás megoldására, annak a dinamikus szemléletnek a jegyében, miszerint a felszíni és a felszín alatti vizekkel való gazdálkodás elvileg nem választható el egymástól. Ez a kísérlet a MÁFI észlelési kúthálózatának kiépítésével kapcsolatos, másrészt a hegyvidéki területek vízforgalmának megismerését is célozza.

- Erőfeszítések történtek az *ásványvagyon-gazdálkodás* korszerűsítését szolgáló *számítógépes készlet-nyilvántartás* és művelelvi számítási rendszer megvalósítására, a *szénhidrogén-prognosztika és előkutatás módszereinek* javítására, a *légi kutatási módszerek* és az *informatikai eljárások* meghonosítására, a különböző kutatóhelyeken nyert *anyagvizsgálati adatok összevethetőségének* kidolgozása érdekében. Az erre irányuló tevékenység hatékonyságát bizonyára jelentősen növelni fogja a MÁFI-ban újonnan felállított Prognosztikus Főosztály.
- Megindultak a *KBGA-országok 500 000-es tektonikai térképének* előmunkálatai. Ezek azonban az érdekelt ipari szervezetekkel való intézményes együttműködés rendezetlensége miatt csak részeredményekhez vezettek.

## 2. Az Eötvös Loránd Tudományegyetem

### a) Földtani Tanszékén:

- Nemzetközileg is jelentős előrehaladást értek el oligocén képződményeink tanulmányozása terén.
- Gyakorlati kutatásokat segítettek elő különböző mezozoos rétegsorok beható vizsgálatával.
- Tanulmányoztak egyes pliocén és kvarter előfordulásokat.

### b) Alkalmazott és Műszaki Földtani Tanszékén:

- A szénhidrogén-prognózis alátámasztásához regionális aljzattérképeket készítettek.
- Szakvéleményt készítettek a nagygyeházi szén- és bauxitmedence aljzatának felépítéséről és szerkezetéről.
- Talajvízkutatást végeztek Budapest vízellátásához. Építéstechnológiai vizsgálatokat folytattak harmadkori kőzeteken.
- Megkezdték (bár be nem fejezték) az ózd—egercsehi szénterület teleptani vizsgálatát, valamint a bakonyi karsztvíztárolók tanulmányozását.

### c) Óslénytani Tanszékén:

- Nemzetközileg is fontos következtetésekre jutottak öt hazai alsó- és középső-jura alapszelvény makrofaunájának feldolgozásával.
- Országosan használható rétegtani sémát dolgoztak ki a hazai szarmata képződményekre.
- Megkezdték a dunántúli eocén rétegsorok ostracoda-faunájának az ipari kutatás szempontjából is jelentős, átfogó feldolgozását.

## 3. A Nehézipari Műszaki Egyetem (Miskolc)

### a) Földtani—Teleptani Tanszékén:

- A földtani kutatási eredmények megbízhatóságainak, a kutatási ráfordítás optimumának és kockázatának meghatározásával,
- az agyagos kőzetek állapotának a vízkészletek kitermelhetőségre gyakorolt hatásával,
- egyes észak-magyarországi miocén rétegsorok üledéktani vizsgálatával, valamint
- a mecseki fedőmárga korának Ammonitesek alapján történt meghatározásával kapcsolatos tanulmányok a legfontosabbak.

## 4. A József Attila Tudományegyetem

### a) Földtani és Óslénytani Tanszékén:

- Jelentékeny előrehaladást értek el az észak-magyarországi újpaleozoos, perm és triász képződménysorok óslény- és üledéktani megismerésében, új módszerek alkalmazásával.
- Több tanulmányt készítettek a szénhidrogén- és vízkutatás számára a Jászszági-medencéről, Nádudvar, Szeged, valamint Serényfalva környékéről.

- Irányították magyarországi triász képződmények rétegtani lexikonának elkészítését és ellátták az IGCP felső-triász programját gondozó nemzetközi szerv képviselőjét.
- Átfogó tanulmányt készítettek a nagyalföldi medence kvarter-kori feltöltődésének menetéről.

## 5. *A Budapesti Műszaki Egyetem*

### a) *Ásvány—Földtani Tanszékén:*

- Új módszert dolgoztak ki kőzetek szilárdságtani tulajdonságainak tökéletesebb jellemzésére.
- Részt vettek Budapest mérnökgeológiai térképezésében, elkészítették Eger város mérnökgeológiai térképét.
- Mérnökgeológiai szakvéleményt adtak különböző vállalatok részére.

## 6. *A Magyar Nemzeti Múzeum*

### a) *Föld- és Őslénytárában:*

- Jelentékeny előrehaladást értek el a hazai kréta *Ammonitesek*, a hazai eocén *Nummulitesek*, és a hazai negyedkor gerinces-leletek alapján való tagolásában.

## 7. *Számos intézmény és vállalat szakembereinek közreműködésével, a helyi tanácsok anyagi hozzájárulásával, a Központi Földtani Hivatal által jóváhagyott tervek alapján:*

- *befejeződött Eger, Miskolc, Salgótarján és Veszprém mérnökgeológiai térképezése; jelentősen előrehaladt az Budapest és környékén, megindult Szegeden, megindulása várható Pécsen és Tapolcán. 25 000-es mérnökgeológiai térképet készítettek 330 km hosszú szénhidrogénvezeték nyomvonalának kijelöléséhez.*

Mindebből kitűnik, hogy az ipari geológiai szervezetek és a szakma egyetlen nagy ipari kutató intézete (a MÁFI) mellett a viszonylag kis létszámú, egymástól szervezetileg is szeparált kutatóhelyeken is magas színvonalú diszciplináris kutatás folyt. Fontos feladatot jelent azonban a kutatások további összefogása, a kutatóhelyek és az egyes kutatók közötti kapcsolat, információcsere és együttműködés fokozása, mind a látókör és a gondolati termékenység növelése, mind a felesleges átfedések kiküszöbölése, mind a nagyműszerek jobb kihasználása, tehát a *kutatási hatékonyság* növelése érdekében. *A tényleges együttműködés, a tudományos munkamegosztás megteremtése és kiszélesítése a közeljövő egyik lényeges tudományszervezési feladata, s ebben bizottságunknak az eddiginél is erősebben kell részt vennie.*

## 4. *A földtan különböző irányú kapcsolatai*

a) Az egyetemi és más földtani kutatóhelyek *kooperációja* az OTTKT bevezetése óta jelentékenyen megnőtt. A művelt témák és KK-vállalások túlnyomó többsége elismerten „Az ország természeti erőforrásainak kutatása és

*feltárása*” c. tárcsa szintű kutatási főirányhoz kapcsolódik. Az ehhez tartozó tudományos programok és témák adatainak nyilvántartását az erre felkért 6 programiroda végzi. Ezek közül a földtan szempontjából a MÁFI-ban, ill. az OKGT-nél működők a legfontosabbak. A MÁFI és az OKGT koordináló szerepét az is növeli, hogy az egyetemi tanszékek KK-megbízásainak jelentős része tőlük ered. A MÁFI-nál természetesen a kutatás szervezeti feltételei sokkal kedvezőbbek, mint a tanszékeken.

A koordinációt igyekeznek elősegíteni az *MTA X. Osztályának tudományos bizottságai* is a hozzájuk sorolt akadémiai és egyetemi kutatóhelyek terveinek és jelentéseinek felülbírálata kapcsán. Ez a tevékenység azonban a Művelődésügyi Minisztérium kettéválasztása után csak az OM-nél maradt kutatóhelyek viszonylatában érvényesül, a *Kulturális Minisztériumhoz tartozó* (pl. nemzeti múzeumi) *kutatóhelyek esetében azonban még nem*. A bizottsági munka hatékonyságát csökkenti továbbá, hogy az egyetemi tanszékeknek a TKFA-n keresztül történő finanszírozása az OTTKT-hoz való kapcsolódást nem mindig veszi figyelembe.

A magyar geológusgárda társadalmi—szakmai összefogását a MTESZ-keretek között 6 tudományági és 4 területi szervezetet, 2 szakcsoportot, 1 ifjúsági bizottságot és 1 ásványgyűjtő klubot felölelő, 130 esztendő *Magyarhoni Földtani Társulat* végzi. Tagozatainak többsége a fővárosban segíti elő a földtan speciális ágazatainak fejlődését, területi szervezetei pedig az ország különböző részein tevékenykedő szakemberek számára nyújtanak fórumot. A Társulat időről időre 3 rangos érem, 1 alapítvány, továbbá emlékgyűrűk, pályadíjak, emléklapok és ifjúsági díjak kiosztásával siet a kiemelkedő munkák társadalmi elismerésének kifejezésére. 107. évfolyamában járó *Földtani Közlönye* mellett több rendszeres és alkalmi szakosztálykiadványt bocsát ki. A specializálódási igények növekedése azonban egyúttal a társulati élet atomizálódásának veszélyét is magában rejti, s ezt a vezetőség ünnepi ülések és közgyűlések, ankétok és vándorgyűlések szervezésével igyekszik ellensúlyozni. *E téren a teljes sikert csak az egész szaktársadalomhoz szóló, nagy súlyú központi szakülések rendezése és a kritikai szellem megújulása hozhatná meg*. Ezeknek a központi üléseknek a feladata lehetne az is, hogy időszerű közművelődési és tudománypolitikai problémákat felelősséggel megvitatva, szakembereinket egységes és hatékony véleményalkotásra serkentsék.

b) *Interdiszciplináris kapcsolatok* társtudományi intézményekkel elsősorban a közvetlen nyersanyagkutatás vonalán erősek. A földtannak nemcsak a geofizika és geokémia, hanem a különböző bányászati ágak, a hidrológia (a vízkutatás, a vízepítés, a környezetvédelem vízföldtani problémái), az építésügy (építőipari nyersanyagkutatás és technológia), városfejlesztés, területrendezés, közlekedésügy (út- és vasútépítési nyersanyagok, vonalas létesítmények mérnökgeológiai problémái stb.), az agrogeológia (öntözés, talajjavító nyersanyagok és nyomelemek kutatása), környezet- és honvédelem felé is meg-

felelő kapcsolatai vannak. E kapcsolatok részint az egyes irányító szerveknél (KFH, OVH, NIM, ÉVM, MÉM, KPM, TVT, HM), részint a nagy kutató-intézeteknél (BKI, SZIKKTI, ELGI, VITUKI stb.), bányatrösztöknél (MSzT, MÉV, OÉÁ), kutató és fúró vállalatoknál (OKGT, OFKfV, BKV, MÉV), a MÁFI területi földtani szolgálatainál alkalmazott kisebb-nagyobb geológus-csoportokon keresztül valósulnak meg.

Pl. az energiahordozók kutatását és termelését a KFH és a NIM irányítja. A hidrogeológiai térképezést és a víz—kőzet viszonyral kapcsolatos alapkutatásokat a KFH, a vízrajzi adatgyűjtést, továbbá a vízmozgás mechanikájára és dinamikájára vonatkozó vizsgálatokat az OVH koordinálja. A népgazdasági tervekhez kapcsolódó konkrét vízkutató feladatokat — főhatósági vagy tervező intézeti megrendelésre — a VITUKI látja el. Az építésföldtani térképezést a KFH, az építőipari nyersanyagvagyon felkutatását és értékelését a KFH és az ÉVM közösen felügyeli.

A konkrét építési munkák kivitelezéséhez és azoknak a földkéregre gyakorolt hatása előzetes vagy utólagos megállapításához szükséges *mérnökgeológiai tevékenység* azonban különböző tárcák (KFH, ÉVM, KPM, OVH, MÉM, NIM), sőt tanácsai szervek 100 körüli intézménye között *koordináció nélkül oszolván meg*, ezt a tevékenységet semmiféle országos érvényű utasítás nem szabályozza.

c) A földtani szakterületek *különösen jellemző tulajdonsága* az elméleti és gyakorlati tevékenység szoros összefonódása és egymást megtermékenyítő kölcsönhatása, ami az alapkutatás elvi bázisaitól a késztermék előállításáig a különböző kutatási fázisok hierarchiáján keresztül, a termelési folyamat teljes vertikumában érvényesül. A számítógépes feldolgozások kapcsán a matematikának is egyre nagyobb a szerepe a földtudományok fejlődésében. Új, széles körű, kvantitatív távlatot jelent a társadalomtudományokkal való kapcsolatban a *földtudományi talajon kialakult ciklusszemlélet*.

Az interdiszciplináris kapcsolatok további elmélyítése s a szükséges tudományos integráció megteremtése természetesen nemcsak szervezeti vagy szervezési kérdés, hanem a képzettségnek is függvénye. Úgy hisszük, e téren az ELTÉ-n nemrégiben megkezdődött *egységes földtudományi alapképzés* nagy előrelépést tesz majd lehetővé.

## 5. A magyar földtan nemzetközi helyzete

a) A földtan területén mutatkozó s a komplexitás és integráció növelését, a gyakorlatlalt összefüggő problémák vezető szerepét hangsúlyozó, valamint a kvantitatív módszerek szélesebb körű elterjesztését célzó hazai törekvések a tudományág nemzetközi tendenciáival általában összhangban állanak.

A széntermelés és -kutatás szerepének a miénkhez hasonló újraértékelésére a szocialista és a kapitalista államokban egyaránt sor került. *A mélyfúrási technológia és felszerelés javításának* szükségessége nem tartozik ugyan közvetlenül bizottságunk hatáskörébe, de arra — mint a földtani vizsgálatok minőségét befolyásoló és KGST-együttműködéssel meg is oldható feladatra — mégis rá kell mutatnunk.

Geológusaink és paleontológusaink száma a felszabadulás óta megsokszorozódott. *De még a mai létszám sem elegendő ahhoz, hogy a szükségletet —*

akár alapkutatási, akár ipari szolgálati szinten — *teljesen lefedje*. Gondokat okoz az egyetemet végzettek és a középfokú geológusok, ill. kiegészítők száma közötti helytelen arány, továbbá a földtani kutatásban dolgozó földtani szakemberek erkölcsi és anyagi megbecsülésének mind állami, mind munkahelyi szinten számos más szakmához képesti elmaradása. Sok ellenben a részben egymást fedő adatközlési kötelezettség; a gyakran újat nem hozó kompilációk kényszerű készítése, bizonyos technikai problémák (közlekedés, korszerűtlen mintaraktározás, a még mindig nem kellő irodagépesítés, a gépi számításlehetőségek kihasználásának kezdeti foka), a hazai és a nemzetközi vonatkozó szakirodalom követésének nehézségei, a földtani kutatóvállalatoknál dolgozó geológusok és geológustechnikusok önképzési és tudományos munkára fordítható idejének csekély volta és más tényezők gátjai a továbbfejlődésnek. Mivel az új népgazdasági terv fokozott feladatokat ró a kutatóhálózatra, a megfelelő földtani szaklétszám biztosítása elengedhetetlenül szükséges; javítani kell továbbá annak működési feltételeit is, hogy kutatásainak hatékonysága valóban nemzetközi színvonalú lehessen.

A létszámbiányból adódó nehézségek a kutatásra kijelölt területek népgazdasági fontosság szerinti rangsorolásával és a rendelkezésre álló erőknek ezekre való koncentrálásával bizonyos mértékig áthidalhatók ugyan, mégis annak a negatívumnak a kialakulását idézi elő, hogy a kutatásból kimaradt területek, képződmények és ősmaradványcsoportok ismeretességi fokának elmaradása még mindig hátrányosan befolyásolja az ország egészéről, s ezen túlmenően a kárpáti ív belsejéről alkotható földtani összkép fejlesztését. Ebben a paleo-mezozóos aljzatba hatoló mélyfúrások egyenetlen megoszlása és a behatolási mélység rendszerint csekély volta is szerepet játszik. Ezért kielégítő pontosságú vastagsági, faciológiai és ősföldrajzi térképeket ma még kizárólag harmadidőszaki képződményekről tudunk készíteni. A pretercier aljzatnak a környező hegységrendszerekkel való összefüggéseit illetően azonban még ma is csak különböző, egymásnak gyakran ellentmondó hipotézisekre vagyunk utalva. E tekintetben Ausztria és Csehszlovákia jóval előttünk jár, a SZU, Románia és Jugoszlávia felé pedig a tudományos együttműködés fokozására van szükség.

A mikroszkópi, mikro- és makrotektonikai szerkezetkutatás hiányosságai országunk területének az új geodinamika szintézisekbe való reális beillesztését is erősen hátráltatják, noha az e tekintetben való tisztánlátás nyersanyag-perspektíváink megítélését is érintheti.

Amellett, hogy nincs tektonikai iskolánk, üledékes kőzetekkel való „telítettség”-ünk ellenére is csak nemrégiben fogtunk hozzá a modern rétegtani, szedimentológiai, faciológiai és ősföldrajzi módszerek átvételéhez is. Attól azonban, hogy e módszerek általános használatba menjenek, a megfelelő eszközök és a káderlétszám szűkössége miatt még mindig távol vagyunk. Az ipari szolgálatokat terhelő munkák sokasága pedig még a fúrási vagy bányabeli minták modern szempontú makroszkópos megfigyelésétől is gyakran elvonja

a geológusokat. Emellett többnyire azok az *egységes utasítások is hiányzanak, amelyek a még szét nem vert mintákon lehetséges és többé már nem pótolható megfigyelések végzésének mikéntjét kötelezően előírják.*

Az *öslénytani* művelésének hazai szintje mind mennyiségi, mind minőségi tekintetben igen egyenetlen. Néhány nemzetközileg is elismert szaktekintélyünk mellett paleontológusaink többségének teljesítménye beleolvad a rutinmunkák szürkeségébe. Számos, a biosztratigráfiai korreláció szempontjából nagy fontosságú ősmaradványcsoport (*Fusulinidák, korallok, triász Ammonoideák, Dasycladaceák, Conodonták, Holothurioideák, plankton egysejtűek, Ostracodák* stb.) specialistái hiányzanak. A nemzetközi színvonaltól való elmaradás okát főleg abban látjuk, hogy a paleontológiai képzés és szemlélet (amelyben a földtani szemléletnek a biológiával kellene ötvöződnie) nálunk hosszú ideig háttérbe szorult, s a paleontológusoknak részint a földtan, részint a biológia oldaláról való kiválogatódása nem mindig alakult a legszerencsésebben. Ez — különösen az ipari szolgálatoknál jelentkező túlterheléssel és a szükséges nyelvtudás hiányával párosulva — az öslénytani alaptudományi (paleoökológiai, paleobiológiai evolúciós) irányzatainak elsorvadásához vezetett. Tartósította ezt a helyzetet az *önálló kutatóbázis és folyóirat* hiánya, valamint a viszonylag kis létszám (44 csehszlovák mikropaleontológussal szemben pl. mi csak 20-at tudunk szembeállítani). *A hazai specialisták hiányát egyelőre csak a jelenleginél nagyobb mérvű nemzetközi együttműködéssel lehetne kiegyenlíteni, ami természetesen nem mindig jelenti a legszerencsésebb megoldást.*

Hiányaink ellenére a magyar geológusok és paleontológusok munkája — amint ezt különböző nemzetközi rendezvényeink sikere mutatja — mind a baráti, mind a kapitalista országok geológusai részéről élénk érdeklődés tárgya. Ez részint hazánknak az alp—kárpáti—dinári hegységrendszerek közé zárt, sok tekintetben talányos helyzetéből, részint üledékösszleteink viszonylag nyugodtabb településéből s jobb szintezhetőségéből fakad. *Nem vitás azonban, hogy a magyar szakemberek — néhány kiemelkedő személyiség vagy munkacsoport jóvoltából, bizonyos vonatkozásokban (pl. a jura, kréta és a neogén képződmények tanulmányozása vagy a bauxittelepek típusainak osztályozása és jellemzése terén) — nemzetközileg is kiemelkedő eredményekre jutottak.*

A szocialista gazdasági integrációt megtestesítő KGST illetékes állandó bizottságai elfogadták a magyar föld tanulmányozásából fakadó megállapításokat és a hazánkban (pl. *a potenciális szénhidrogénkészletek számítási módszereire vonatkozóan*) alkalmazott kutatási metodikát.

A *bauxitprognózis* kialakítására kiküldött KGST vegyesbizottságban a téma vezetésével a Bauxitkutató Vállalatot bízták meg.

*Építésföldtani térképezési metodikánk* magas színvonalát mutatja, hogy UNESCO-támogatással, a KFH égisze alatt, hazánkban került sor először olyan nemzetközi mérnökgeológiai továbbképző tanfolyam megrendezésére, aminek főcélja a térképezési metodikába való bevezetés volt.

*A tágabb értelemben vett mérnökgeológia hazai művelése* azonban — egységes irányítás és követelményrendszer, valamint megfelelő bázisintézmény híján — széthulló, és *elmarad a világszínvonalától.*

Nemzetközi elismerést aratott viszont a Magyarország Vízföldtani Atlaszában alkalmazott szerkesztési metodika. A hidrogeológiai módszerek azon csoportjának kidolgozása, amely a víz nagy mélységekben való viselkedésének matematikai kifejezésére törekszik, már meghaladja lehetőségeinket. A vonatkozó kutatási módszerek alkalmazása terén azonban nincs lemaradásunk. Hidrogeológiai tevékenységünket a világszerte uralkodó, dinamikus szemlélet vezérli.

b) *A nemzetközi tudományos kooperáció* jelentősen fejlődött, bár még korántsem merített ki minden lehetőséget. Az utóbbi években 12 országban 28 ösztöndíjasunk vett részt tudományos továbbképzésben. KGST-, ENSZ- és TESCO-szakértőként összesen 24-en dolgoztak 9 különböző országban. Földtani kutatócsoportjaink működtek Irakban, Libanonban, Jordániában, Szíriában, Mongóliában, Kubában, Vietnamban, Jugoszláviában és Szlovákiában. Kétoldalú földtani együttműködést kötöttünk a francia Földtani és Bányászati Kutatási Központtal, a román Földtani, Bányászati és Olajipari Minisztériummal, valamint a Kubai Földtani Szolgálattal. Határmenti szénhidrogén-kutatási megegyezés, földtani és geofizikai dokumentációcsere jött létre Jugoszláviával, Csehszlovákiával és Ausztriával. A mélyfúrás terén létrejött szovjet—magyar együttműködés keretében 1971—75. között kb. 10 MFt értékű eszköz- és dokumentációcsere t bonyolítottunk le. Az ezirányú kétoldalú szlovák és NDK együttműködés általában konzultációk alakjában valósult meg. Igen jelentősek voltak a Dunai Vízierőmű tervezésével kapcsolatban Szlovákiával közösen végrehajtott hidrológiai kutatásaink.

A KGST Földtani Állandó Bizottságában való rendszeres részvételünk során elsősorban a hazai földtani kutatás időszerű feladataihoz kapcsolódó témákban vállaltunk közreműködést.

Részt veszünk az UNESCO, a Nemzetközi Földtani Kongresszus és Unió programjaiban (IGP, IGCP), az általuk létrehozott rétegtani, szerkezeti földtani, egyetemi oktatási, dokumentációs és tudománytörténeti bizottságok munkájában. Képviselőink vannak az IUGS, az IPA, az ICSOBA, az IAH és az IHP vezetőségében. A Nemzetközi Rétegtani Bizottság megbízásából elkészítettük Magyarország francia nyelvű, új Rétegtani Lexikonát. *Mérnökgeológiai téren szükséges az AIGI-vel, az ISRM-mel, valamint a Nemzetközi Talajmechanikai és Alapozási Egyesülettel való kapcsolatainknak a rendezése.*

Részt vettünk a Kárpát—Balkán Geológiai Asszociáció, ill. szekció munkájában. Anyagot szolgáltatunk e térség 1:1 000 000-s tektonikai, vízföldtani, valamint mérnökgeológiai térképeinek elkészítéséhez, és megkezdtük azok 500 000-es kidolgozásának előmunkálatait.

Mindezekon felül kutatóhelyeinknek és számos kutatóknak is vannak közvetlen nemzetközi kapcsolataik, amelyek részint személyes tapasztalatszerésre, részint publikációcsere formájában valósulnak meg. *Erre azonban nagy szükség is van, mert sem egyetemi, sem a kezdet kezdetén álló posztgraduális képzésünk nem biztosíthatja azt a szemléleti és ismerettöbbletet, ami tudományunk nemzetközi szinten tartásának és a hazai nyersanyagkutatási feladatok reális megítélésének és alapfeltétele. Szükséges azonban leszögezni azt is, hogy a magyar földtan továbbfejlesztéséhez a külföldi kutatási tapasztalatok és eredmények csak meg-*

*felelő kritikai adaptálással használhatók fel. A magyar földtudományt olyan szintre kell fejleszteni, hogy a hazai földtani környezet kutatási feladatait önállóan láthassa el.*

Mindezek ellenére nemzetközi kapcsolataink alakulását korántsem tekinthetjük kielégítőnek. A földtani kutatásnak más országokban kedvezőbb helyzete, magasabb színvonala, a nemzetközi együttműködésre való nagyobb igénye a hazai geológusgárdát gyakran kényes helyzetbe hozza. A nagy nemzetközi programokba való — sokszor kényszerű — bekapcsolódásunk jelenlegi adottságaink (káderhiány, szakmai lemaradás, az alapkutatások háttérbe szorulása) mellett vegyes eredményekkel, nemegyszer a tekintélyvesztés veszélyével jár.

## 6. A földtan várható fejlődése

Ipari termelésünk fokozása és ezen keresztül népünk életszínvonalának emelése egyre több ásványi nyersanyagot kíván. Míg elsődleges ásványi nyersanyagszükségletünk — változatlan áron számolva — 1950-ben még csak mintegy 20 G Ft értékű volt, ez a szám 1970-ben 60 G Ft-ra emelkedett, 1990-ben pedig kb. 120 G Ft lesz. Az igénynövekedés gyorsulásán belül növekszik ugyan az import részaránya, de *fokozódnia kell a hazai nyersanyagvagyonra alapozott termelésnek is.* Ezt egyrészt az indokolja, hogy hazánk nem tekinthető nyersanyagokban teljesen szegény országnak. Másrészt a kutatási tendenciák nemzetközi viszonylatban is általánosan megerősödtek, sőt gyakran eddig nem is álmódott irányokban fejlődnek tovább (pl. óceánfenék-kutatás, műholdas nyersanyagkutatás stb.). *Rádöbbszent az emberiség arra, hogy ha az energiahordozók és az ipari nyersanyagok biztosításában érdekelt tudományok nem lennének képesek a szükségleteknek földi (esetleg Földön kívüli) erőforrásokból való gazdaságos előteremtésére, az reá nézve beláthatatlan következményekkel járna.*

*Magyar vonatkozásban ez azt jelenti, hogy a természeti erőforrások hazai felkutatását és feltárását a lehetőségek határáig növelni kell.* Ehhez nélkülözhetetlenül társulni fog hazánk mélyszerkezetének magmás, metamorf (metaszomatikus) és üledékes folyamatainak a mainál jóval exaktabb megismerése, ill. értelmezése és modellezése, amely azonban remélhetőleg pozitívan fog visszahatni a kutatási eredményekre. Éppen ezért az V. ötéves terv helyesen írja elő a kutatások volumenének 40—50%-os megemelését és a kutatások intenzitásának növelését.

*A földtani kutatások fejlődését előreláthatóan a következők fogják jellemezni:*

- 1) A felszíni és felszínközeli nyersanyagtartalmak kimerülése után a kutatás egyre nagyobb málységek felé terelődik. Ennek következtében:
  - a) szaporodnak a földtani, geofizikai, geokémiai és egyéb információk, nő ezek újbóli feldolgozások útján való, ismételt egyeztetésének szükségessége;
  - b) a mélységgel csökken a megkutatottság mértéke, és ez növeli a kutatási kockázatot;
  - c) az eltemetett paleokarsztok felett nő a vízveszély, s a mélységgel általában növekednek a kutatás és feltárás technikai nehézségei;

- d) a mélységek alaposabb megismerése új erőforrások feltárásával és új felhasználási módok bevezetésével kecségtet;
- e) a szénhidrogénkutatás vonalán csökken a pusztán geofizikailag kimutatható szerkezetek mennyisége, megnövekszik ellenben a litológiai és rétegtani csapdák felkutatásának a jelentősége;
- f) olyan új kutató eszközök és módszerek bevezetésére kerül sor, amelyek a nagy nyersanyag-objektumok felfedezéséhez szükséges időt megfelelő korlátok közé szorítják.

(2) A kutatásra legalkalmasabb helyek kijelölése céljából növekedni fog a földkéreg szerkezetének mikro-, makro- és mega-méretekben való megismerésére törekvés, a földkéreg és a kéreg, ill. a külső geoszféra közötti kölcsönhatás megismerésére irányuló kutatás szerepe, a nyomelemek eloszlásától a kéreglemezek mozgásmechanizmusának tanulmányozásáig. A kéregfolyamatok geodinamikai szemlélete — kilépve mai, sok tekintetben még romantikus korzakából — mind az alap-, mind az alkalmazott tudományi tevékenység egyre megalapozottabb elméleti bázisává lesz.

Növekszik a modellkísérletek szerepe nagy hőmérsékletű olvadékokon, valamint kis hőfokú vizes oldatokon, nagy nyomáson lejátszódó királyosodási és átalakulási folyamatok, valamint üledékképződési jelenségek tanulmányozása érdekében.

(3) Jelentősen növekedni fog a nyersanyag-technológiai és számítástechnikai ismereteknek a földtan minden területére való behatolása. A sokoldalú műszeres anyagvizsgálat produktív adattömeg számítógépes feldolgozása mellett egyéb matematikai módszerek térhódítása is várható. Fokozódni fog a gyenge minőségű telepek, ill. hulladékanyagok hasznosítása, új technológiák kidolgozására való törekvés.

(4) Szemléleti és módszertani vonatkozásban egyaránt forradalmi jelentőségűvé válik a terepi és fűrésfeldolgozási dokumentációknak mindenre kiterjedő pontosítása, a felhalmozódó földtani adatok tárolásának és komplex kiértékelésének exaktabbá tétele, s az elért eredmények modellkísérletekkel való ellenőrzése.

(5) A termelési módszerek fejlesztésére, a hosszútávú és nagy kapacitású bányaművelésre való törekvés egyre inkább előtérbe helyezi a nagyüzemi jellegű bányászat nyersanyag-szükségletét biztosítani képes, sokoldalúan megalapozott *nyersanyagprognózisok* jelentőségét. Ez a kutatóhelyek feladatközpontos programok megoldásába való integrált bekapcsolódásának fokozódását fogja eredményezni.

(6) A fluidumok kinyerhető készleteinek felderítése és minősítése vonalán a statikus szemlélettel szemben véglegesen győzedelmekedik az a felfogás, amely e készletekről a származásnak, a mélységbeli állapot- és anyagváltozások függvényében lezajló vertikális és horizontális vándorlásnak, ill. felhalmozódásnak, mint dinamikus folyamatnak a mérlegelésével ad mennyiségi, minőségi, kitermelhetőségi és gazdaságossági felvilágosítást. Ehhez kapcsolódva megoldódik a geotermikus energia gazdaságos felhasználásának kérdése.

(7) Részint a technikai és tudományos forradalom vívmányainak továbbfejlesztése, részint azok szennyező hatásainak kiküszöbölése és a területrendezési feladatok megoldása érdekében tovább fog erősödni a földtanak a társ- és a határtudományokkal való kapcsolata, a természetes környezet és a mélység védelme.

(8) Az építési módok fejlődése, ill. az építkezéseknek a kevésbé alkalmas területek felé való eltolódása következtében az előzetes vizsgálatok súlypontja a talajmechanika és a geotechnika irányából a mérnökgeológia, ill. az építésföldtan felé tolódik el.

## 7. A földtani oktatás helyzete

Az alábbiak a földtanon kívül a geokémiára is vonatkoznak:

a) Az általános és középiskolákban az ásványtan, kőzettan, a geokémia, földtan és őslénytan ismeretanyagának kis részét a kémia és a földrajz tantár-

gyakron belül tanítják. Önálló tantárgyként csak a tatabányai *Szabó József Geológiai Szakközépiskolában* szerepelnek. Oktatásuknak az a fő problémája, hogy szorosabb értelemben vett földtudományi ismeretekkel többnyire alig rendelkező pedagógusok kezében van, másrészt a darabokra tördelt és más tárgyakba beépített anyagrészekből összefüggő földtudományi szemlélet nem alakulhat ki. A tananyag egyébként sem felel meg a mai követelményeknek.

A tudományegyetemeken az ásványtan és geokémia igen korlátozott óraszámot kapott a vegyész-, helyenként a fizikusképzésben, illetve a kémia szakos, valamint, a kőzettannal és történeti földtannal kiegészítve, a földrajz szakos tanárképzésben. Annak ellenére, hogy a vidéki tudományegyetemeken a tudományágukat képviselő tanszékek előadásai csak segédanyagként szerepelnek, esetenként mind a vegyészek, mind a kémia szakos tanárjelöltek diplomadolgozatként e tárgykörökhöz kapcsolódó témákat is választhatnak.

A *középközponti tanárképzésben* érdekelt szegedi és debreceni egyetem mellett a *Budapesti Műszaki Egyetem*, valamint a veszprémi *Nehézipari Műszaki Egyetem* rendelkezik még egy-egy (Szeged két) „geotanszék”-kel. E tanszékeken a földtani tárgyak programja természetszerűleg a főszak képzési céljainak van alárendelve; előadásai és gyakorlataik óraszámja kicsiny, és tematikailag a főtárgyak igényeihez igazodik; eleve nem nyújthatják tehát a nevükben képviselt szaktárgy teljes spektrumát. Ennek elérése természetesen nem lehet célunk, mégis szükséges lenne a földtani és geokémiai tárgyak oktatásának mind a tanár-, mind a vegyészképzésben nagyobb szerepet juttatni, mégha csak szabadon választható tantárgyak alakjában is.

A földtani és geokémiai tudománykör főtárgyként való oktatása csak a geológus- és geológusmérnök-képzésben szerepel.

E tudománykörök felszabadulás utáni fejlődésének kiemelkedően fontos tényezője a *rendszeres geológusképzésnek* összesen 6 (földtani, alkalmazott földtani, ásványtani, kőzettan — geokémiai, geofizikai és őslénytani) tanszék közreműködésével a budapesti ELTE-n történt bevezetése, aminek főcélja a térképező és anyagvizsgáló munkára való felkészítés. A gyakorlati kutatás szakemberszükségletének kielégítésére viszont a miskolci NME-n előbb bányageológus-mérnöki, majd (1972-től) hidrogeológus-mérnöki képzés indult meg.

A geológus- és bányageológus-mérnöki képzés azonban az 1968. évi kormányhatározat után, amely az ásványi nyersanyagok akkori árának és a hazai termelés költségeinek kedvezőtlen arányai folytán a gazdaságtalannak bizonyult kőszénbányák megszüntetését írta elő, évekre megtorpant, és csak 1975. IX-től kezd visszatérni szükséges és reális medrébe. A restriktív intézkedések nyomán támadt túlzó nézetek szerint ui. sokan úgy vélték, hogy hazánkban a nyersanyagkutatásnak nincs jövője, ennek következtében a geológusok számát is csökkenteni kell. E nézetek sem a kiöregedés és elhalálozás okozta létszámsökkenéssel, sem a fejlődő országokba irányuló szellemi export elszívó hatásával, sem a többi iparág geológus-szolgálatának hiányaival, sem azzal nem számoltak, hogy a kapitalista világban bekövetkezett válság nyomán a hazai nyersanyagkutatás tendenciái csakhamar ismét megerősödnek. Ily módon rövidesen *mintegy 70 főt kitevő szakember-hiány állt elő, amit az egyes vállalatok és intézmények — a nyilvánvaló minőségromlás ellenére is — rokon szakmák diplomásaival (pl. geográfus-tanárokkal) igyekeztek kiküszöbölni. A fennálló szakember-igényt azonban a felsőoktatás még 1980-ban is csak 50 %-ig fogja kielégíteni.*

*Mindebből az a tanulság, hogy az egyetemi képzés létszámkereteit nem szabad minden további nélkül a pillanatnyi — és főleg egyoldalúan megítélt — konjunkturális helyzet függvényévé tenni. A magyar földtan területén szakember-tútermelésről nem kell félni, egyrészt azért, mert e szakmán belül is van lemorzsolódás, másrészt pedig helyes kereskedelempolitikával az esetleg mégis előálló szakemberfelesleget — hazánk előnyös politikai és nemzetközi helyzete következtében — a fejlődő országokban mindig el fogjuk tudni helyezni. Megfelelő propaganda és más eszközök igénybevételével szükséges azonban a földtudományi szakokra jelentkezők számát és minőségét lényegesen javítani, részint a kellő kiválasztási színvonal biztosítása, részint a fiatal szakembergárdával szembeni követelmények folytonos emelkedése miatt.*

*A geológushiány természetesen az egyetemi oktatószemélyzet megfelelő utánpótlását is hátráltatja. Különösen érzékenyen érinti ez a geológus-képzésből kimaradt és így sokoldalúan képzett utánpótlási bázissal nem rendelkező, s a jóval több anyagi előnyt nyújtó ipar elszívó hatása következtében amúgy is igen hátrányos helyzetben levő tanárképző tanszékeket. Ennek kiküszöbölése érdekében célszerű lenne egy olyan oktatási forma kialakítása, amely az ELTE geológus-hallgatóinak lehetőséget nyújtana arra, hogy az utolsó két félévüket — hajlamaiknak megfelelően — a JATE vagy a KLTE jól felszerelt tanszékein töltsék, megismerkedjenek az ottani módszertani specialitásokkal (amelyek a budapesti képzésből kimaradtak), és diplomadolgozatukat ott elkészítve, a továbbiakban esetleg e tanszékek káderutánpótlásának tényezőivé válhassanak. Azonban ez a rendszer is csak akkor válhatik eredményessé, ha a kezdő egyetemi szakemberek bérezési és lakásigényeit a mainál magasabb szinten tudjuk kielégíteni; más szavakkal: ha az egyetemi oktatói pályát anyagilag is vonzóvá tudjuk tenni.*

*Célszerű lenne továbbá az ELTE-n és a NME-n folyó kétféle képzést a tudományos és a gyakorlati igények reális számbavételével egymással harmóniába hozni, mert a kétféle végzettségű szakembergárda tudása és szemlélete között jelenleg (pl. a földtan törzsterületének számító rétegtani és ősföldrajzi kérdések átértése terén) a kettőnél nagyobb űr tátong.*

Az ELTE-n folyó oktatásban 1975 őszétől kezdve jelentős változás történt, mert a négy féléven át egységes alapozó tárgyakkal induló geológus—geofizikus—terképész—meteorológus képzésnek az 5. félévtől kezdődő szétágaztatása után a geológus-szak évi 15—20 fővel önállósul. Ennek tárgyai között (összesen 7 félévnek megfelelő terjedelemben) 6 őslénytani tárgy — ősszállat-tan (2 félév), ősnövénytan, mikropaleontológia, biosztratigráfia, paleoökológia—biogeográfia és evolúció — felvételére nyílik lehetőség, miáltal — legalábbis potenciálisan — a földtan ezen igen fontos segédtudományának a művelésére való felkészítés is kielégítően megoldódni látszik. A tudományos gyakorlati ösztöndíj azt is lehetővé teszi, hogy egyes fiatal geológusok — megfelelő szakmai gyakorlat után — további 2 esztendőre a hajlamaiknak leginkább megfelelő tanszéken töltsenek. Ezenfelül pedig a tudománykör korszerű műveléséhez szükséges idegen nyelvek minél magasabb szintű elsajátítása és a hosszabb lélegzetű külföldi tanulmányutak rendszeresítése biztosíthatja számukra a nemzetközi tudományos áramlatokba való beépülést.

*A földtudományok várható fejlődési irányait tekintve geológus-képzésünket a következő vonatkozásokban kívánatos erősíteni:*

- a) a földtani, geofizikai, geokémiai, technológiai és gazdaságossági külső és belső vizsgálatok elvégzésére és együttes értelmezésére való készség fejlesztése, az alapos anyagismeretnek az átfogó földtani szemlélet kialakításával való párosítása;
- b) a korszerű műszeres vizsgálatokban való jártasság elsajátítása;
- c) a matematikai statisztika és számítástechnika földtani alkalmazása.

A nagyobb elméleti problémák kutatása céljából az erősebb kémiai alaposottságú, geokémiai jellegű szakágazati képzés bevezetését is megfontolandónak tartjuk.

A 10 félévre szorítkozó egyetemi képzés, részint különösen a földtan határterületeire (építésföldtan, mérnökgeológia, agro- és hidrogeológia, környezetvédelem stb.) fordítható kis óraszámok, részint a specializálódók kis létszáma miatt előreláthatóan a jövőben sem fog tudni lépést tartani a fejlődés tartalmi és mennyiségi kívánalmaival. *Ezért a posztgraduális képzés rendszerét, aminek kialakítására — részint társadalmi, részint egyetemi vonalon (főleg a BME és a NME részéről) — már eddig is több értékes kezdeményezés született, tovább kell építeni.* Célszerű lenne pl. az ELTE és a BME illetékes tanszékeinek közös erőfeszítésével olyan hidrogeológus-továbbképzést megvalósítani, amelyben — a NME-nek a vízbányászatra és a vízépítésre koncentráló képzési módjával szemben — a vízföldtan szintetizáló jellege dominál.

A posztgraduális képzés egyik útjává lehet a geológusi és a geológus-mérnöki képzés eltéréseiből fakadó tudati különbségek eltüntetésének; másrészt *az arra érdemes, sokéves tapasztalattal rendelkező geológus-technikusok geológusi szintre való emelésével a fennálló geológus-hiány mérséklésében is szerepet játszhat.*

A rendszeres és céltudatos továbbképzés megszervezése céljából tehát megfelelő szervezeti forma létrehozását, a továbbképzés tartalmának meghatározását, mobilis rövid-hosszútávú oktatási tervek kidolgozását javasoljuk.

A továbbképzés megszervezése és lebonyolítása egyetemi feladatnak tekinthető, az egyetemek rendelkeznek azokkal az alapvető tárgyi és személyi feltételekkel, amelyek a sikeres lebonyolítást biztosíthatják. A feladat megoldásához azonban az egyetemek és az ipari geológiai intézmények szoros együttműködése szükséges.

Mindez elképzelhetetlen felsőoktatásunk *korszerű jegyzetekben és tankönyvekben való szűkölködésének* a felszámolása nélkül. Számos alapvető könyv (pl. *terepi geológia, szedimentológia, általános és regionális tektonika, magmás és metamorf közetan, kőzetfizika, a Kárpátok és a világrészek regionális földtana, Magyarország vízföldtana, építésföldtan* stb.) még a geológusképzés bevezetése óta sem íródott meg. *Mások viszont* (pl. az elemző földtan, őszállattan, földtörténet, kőszén- és kőolajföldtan, Magyarország földtana stb.) a megjelenésük óta eltelt 15–20 esztendő alatt elavultak. *Pótlásukról leggyorsabban szerzői kollektívák szervezése* (esetleg fordítások) *útján kellene sürgősen gondoskodni.*

*Nem mindig megnyugtató a folyóiratokban történő publikálás mértéke és színvonala.* Bonyos területeken (pl. őslénytan, építésföldtan—mérnökgeológia és vízföldtan) az önálló és rendszeres szakfolyóiratok hiánya is akadályozza a tudományterület művelésének helyes irányba terelődését vagy eredményeik megfelelő, külföld előtti bemutatását.

Nyilván vannak tennivalók a *geológus-technikusok* képzése vonalán is. Az egyetemet végzettek és a geológus-technikusok, ill. laboránsok aránya ui. még a MÁFI-ban is csak 1:2, a többi kutatóhelyeken a legjobb esetben is csak 1:1, többnyire azonban ennél rosszabb. A „kisegítőszemélyzet” egy része képesítés nélküli.

b) *A tudományosan minősítettek* jelenlegi számaránya általában kielégítő (a mineralógus—petrográfus—geokémikusokkal együtt mintegy 700 főnyi összlétszámnak kb. 10%-a minősített; az akadémikusok + doktorok, ill. kandi-

dátusok aránya kb. 1:2). *A jövőt tekintve azonban a minősítésre kerülő szakemberek száma, életkora és szakterületenkénti megoszlása — a tudományterületen végbenemő nemzedékváltás tényét is figyelembe véve — nem megnyugtató. A TMB-nek megfelelő témák kiírásával és az eddiginél hatékonyabban arra kell törekednie, hogy egyfelől a földtani — szerkezetföldtani szintetizáló munkák részaránya növekedjék, másfelől a megfelelő szakmai színvonalú ipari geológusok minősítése az eddiginél nagyobb mértékben valósulhasson meg.*

c) A földtani ismeretek terén *a magyar közműveltségben jelentős hiányok* mutatkoznak, és azok olykor még felelős személyek tudatában is fellelhetők. Ezt a lépten-nyomon észlelhető nagyfokú tájékozatlanságot csak az alap- és középfokú iskolák bekapcsolásával lehetne felszámolni. A földtan világnézeti és gazdasági szerepének közkinccsé tételéhez sem a földrajzoktatásba beépített anyag közlése, sem a TIT egyébként kitűnően működő Földrajz-Földtani Szakosztályának és Természettudományi Stúdiójának, sem a múzeumoknak, a sajtónak, a rádióknak és a TV-nek a tevékenysége nem elegendő. *Alap- és középfokon egyaránt úgy kellene tanítani a legfontosabb földtani ismereteket, ahogyan az számos idegen országban történik.* Ehhez természetesen a pedagógusok megfelelő felkészítése, jó tankönyvek és szemléltető anyagok szükségesek. A feladat az önálló tantárgyi keretekhez való feltétlen ragaszkodás nélkül is megoldható. Feltétlenül segíteni kell azonban abban, hogy a tanügyi reform a korszerű földtani alapismeretek és szemléletmód kialakításának tantervi figyelembevételéhez vezessen.

Részint tudományos, részint közművelődési célokat szolgálnak azok az intézkedések, amelyeket a KFH az Orsz. Természetvédelmi Tanáccsal együttműködve, nevezetesebb földtani szelvényeink és objektumaink védelmére foganatosít. Az idetartozó létesítmények legszebb példája a Tatai Természetvédelmi Terület, ahol egyben már az ország első szabadtéri földtani kiállításának előmunkálatai is megkezdődtek.

### 8. Összefoglaló értékelések és következtetések

a) A hazai földtani kutatás — méreteinek és eszközeinek korlátozottsága, s az egyes vonalakon bekövetkezett átmeneti restrikió ellenére is — eddig híven teljesítette a népgazdaság elvárásait. Egyes teljesítményei nemzetközi színvonalúak.

b) Mivel a hazai ásványi nyersanyagkutatás lehetőségei még korántsem merültek ki, sőt új módszerek bevezetése és a mélység felé való terjeszkedés révén jelentősen növelhetők, a földtani kutatás és általában a geotudományok mind alapkutatási, mind alkalmazotti szinten való intenzív fejlesztése — a vizsgált témák megfelelő rangsorolása mellett — népgazdaságilag indokolt és szükséges. *Azokat a hullámvázakat tehát, amelyek a gazdasági élet időnkénti ingadozásainak megfelelően a földtani kutatást visszaszorítani igyekeztek, a jövőben összeménoen ki kell küszöbölni.* Ennek legfőbb biztosítékát a távlati kutatási tervek

jövőbeli zökkenőmentes végrehajtásában látjuk, mert az azokban való minden beavatkozás káros irreverzibilis folyamatok láncolatát indíthatja meg.

c) A legfontosabb mai feladat a nagyüzemi jellegű bányászati ágak nyersanyagbázisát az azok követelményrendszeréhez igazodva, tudományosan megalapozó prognózisok készítése irányelveinek a produktivitási sorrend eldöntését is felölelő továbbfejlesztése, a legkedvezőbbnek ítélt területek rangsorban történő megkutatása, a geofizikai, geokémiai, térképezési, mélyfúrási, valamint földtani és őslénytani anyagfeldolgozó tevékenység magas szintű, komplex kivitelezésének és értékelésének teljes összhangba hozatalával.

Különösen fontos a prognózis-tanulmányoknak szénhidrogén-vonatkozásban való részletes kidolgozása, hiszen az ország mintegy 120 szénhidrogén-előfordulása közül mindössze 10 tartalmazza a készletek keréken 80 %-át, s az utóbbinak a fele is egyetlen előfordulásra (Algyő) esik. Helyeseljük, hogy a fő kutatási terület továbbra is az Alföld legyen. Olyan szénhidrogén-prognózisokra van szükség, amelyek a keletkezési hely és szakaszok tisztán túl az anyagvándorlás útjait és távolságát, valamint a felhalmozódás mennyiségét, minőségét és idejét is tisztáznı képesek. A kutatásoknak a medencetöltelék és az aljzatfelszın csapdái kívül fokozatosan a medencealjzat mélyebb, tektonikailag bonyolultabb övezeteire is ki kell terjedniük.

A szénkutatás vonalán támogatni kell a lignitkutatási célkitűzéseket. Vizsgálatokat kell végezni a hazai szenek új hasznosítási módjai földtani előfeltételeinek tisztázása érdekében (pl. a szén föld alatti gázosítása vagy a szénhamu ritkafém-tartalmának ipari szintű kinyerése céljából).

A bauxitkutatás 25 éves eredményei szerint 5—8 évenként sikerült új, nagyobb bauxit-előfordulást felderíteni. Várható, hogy ez a tendencia a jövőben is folytatódni fog, sőt a legutóbbi sikerek alapján olyan készletek felfedezésére is reményünk lehet, amelyek az országos készleteknek nemcsak a mennyiségét, hanem az átlagminőségét is emelhetik. Nem szabad azonban hosszabb időn keresztül az optimálisnál kevesebb elő- és felderítő kutatást végezni, ellenben ezzel párhuzamosan intenzívebben kell foglalkozni a prognosztikus bauxitkészletek meghatározásával és a reménybeli területek meghatározásának tudományos alapjaival.

Hosszútávú tudományfejlesztési tervre van szükség a KFH, OVH, a NIM és az OM felügyelete alá tartozó hidrogeológiai kutatásoknak az eddiginél is szorosabb összehangolására. Ennek keretében kiemelendők azok a feladatok, amelyek a mélységi kőzet/víz, víz/víz és víz/gáz kölcsönhatásokkal, ill. a felszín alatti vizek fiziko-kémiai jellegeinek változásaival kapcsolatosak, vagy a vízkiermelés okozta vízáramlási rendszerváltozásokra és a kőzetek áteresztőképessége különleges fajtáinak kialakulásával járó vízminőség- és nyomásváltozásokra vonatkoznak. A VITÜKI, MÁFI és a BKI stb. közreműködésével szükséges olyan áttekintő térképsorozat elkészítése, amely megfelelő alapul szolgálhatna az egész ország felszín alatti vízkészleteinek felderítésére és azok okszerű kitermelésének és védelmének biztosítására. — A hidrometriai megfigyelőhálózatot — nemzetközi együttműködéssel — az országhatárokon túlra is ki kell terjeszteni, szabályozni kell a feltárások során végzendő megfigyelések mikéntjét.

A mérnök-geológia teljes spektrumát átfogó közép- és hosszútávú programokat kell beiktatni az OTTKT keretébe. Az áttekintő és részletes építésföldtani—mérnök-geológiai térképezés előírásait úgy kell kialakítani, hogy azok a megújuló agrogeológiai kutatással szembeni követelményeknek is megfelelhessenek. Ki kell jelölni a mérnökgeológia bázisintézményét és szakfelügyeleti szervét, amelynek egyik legfontosabb feladata a mérnök-geológiával foglalkozó, mintegy 100 kutatóhely tevékenységének egységes előírások szerinti szabályozása, valamint a mérnökgeológiai adatok archiválása.

d) A nyersanyagkutatás eredményességének növelését szolgáló országos földtani modell továbbfinomítása céljából szükséges a magyar területi geológia — különösen a Balaton és a Mecsek közén, az Alföld egyes részein, a Mátra aljzatában és egyebütt mutatkozó — „fehér folt”-jainak mielőbbi eltüntetése, eddig elhanyagolódott képződménycsoportjaink tanulmányozásának fokozása, a magyar tektonikai iskola megújítása, az új rétegtani, üledéktani és ősföld-

rajzi módszerek, szemlélet és gyakorlat gyors elterjesztése, egyes sztratigráfiai-lag döntő fontosságú állat- és növénycsoportok őslénytani tanulmányozásának nemzetközi színvonalra emelése, a légi és ürgeológiai megfigyelések széles körű alkalmazásba vétele, a radiometriai és magnetosztratigráfiai adatgyűjtésnek és a lemeztektonikai kép reális kialakítási lehetőségeinek felderítése.

e) Az elhelyezési problémák megoldása mellett, a tömeges anyagvizsgálatok gyorsabb elvégzése és matematikai módszerekkel való, a mainál exaktabb kiértékelése érdekében, jelentékenyen *emelni kell az automatizált műszerezettség mértékét.*

f) Fejlesztteni kell a mélyfúrási anyagok, a vízföldtani és mérnökgeológiai megfigyelések *elsődleges dokumentációjának* a módját, ki kell építeni a *fúrás-magoknak a közetszerkezeti sajátosságokat megőrző, egységes raktározási rendszerét* avégett, hogy a fúrási anyag időnkénti átértékelése maradéktalanul megvalósítható legyen. A dokumentációs és információs rendszert célszerű lenne egy a geokémiai és geofizikai adatokra is kiterjedő *adatbankká* kiépíteni.

*A bányanyitás és termelés megindulásától kezdve biztosítani kell a bányageológiai megfigyelés folyamatosságát* és eredményeinek a korábbi kutatási fázisokban nyert eredményekkel való állandó összevetését. A geológusképzés minden formájánál arra kell törekedni, hogy a fiatal szakemberek maradéktalanul eleget tudjanak tenni az elsődleges dokumentációval szemben támasztható és a jövőben fokozódó minőségi követelményeknek.

g) A bányászati recesszió okozta létszámhiány, a várható feladatnövekedés, valamint a dinamikusan fejlődő színvonalon tartás érdekében gondoskodni kell a *káderutánpótlás jelentős mennyiségi és minőségi fejlesztéséről.* A bányászati és földtudományok káderigényének új országos felmérésén belül fokozottan ügyelni kell a földtan szakemberigényének reális és jövőbe látó megítélésére. A jelenlegi létszámhiány okozta nehézségek áthidalására nézve fonos, hogy — kutatási jellegzetességeik megőrzése mellett, megfelelő munkamegosztással — valamennyi földtani kutatóhelyünk továbbra is részt vegyen hazánk nagy jelentőségű ipari földtani kutatásainak szerteágazó teendőiben. Ennek érdekében szükséges, hogy a jövőben az egyetemi és a múzeumi tudományos témák finanszírozásánál az MTA tudományos bizottságainak javaslatait az eddiginél nagyobb súllyal vegyék figyelembe.

Szükséges, hogy a felsőfokú oktatás keretében továbbra is biztosíttassék a korszerű színvonalú geológus szakemberképzés, *mind az ELTÉ-n, mind az NME-n.* A speciális oktatási formák kialakítása érdekében szükséges a vidéki egyetemeknek e képzésbe való bekapcsolása.

A földtani ismeretekben történt előrehaladás tudatosítását, a *vízföldtan, a mérnökgeológia — építésföldtan és az agrogeológia korszerű művelését a posztgraduális képzés rendszeresítésével kell megoldani.* Növelni kell azonban az ipari és egyetemi geológusoknak a társadalmi és anyagi megbecsülését is.

h) Növelni kell a földtani információk közlésének a lehetőségeit.

i) Növelni kell a nyersanyagkutatás és termelés környezetet, ill. termelést károsító hatásainak felderítését és kiküszöbölését. Ezért elő kell mozdítani az élő és élettelen természeti tárgyakkal, különösen azonban a nyersanyag kutatással, feltárással és termeléssel, valamint a természeti környezetvédelmével foglalkozó irányító és kutató szervek közötti kooperáció és komplex kutatócsoportok létrejöttét.

j) A *nemzeti bizottságok* működésének hatékonyságát a *nemzetközi tapasztalatcsere bővítése és huzamosabbá tétele* érdekében fokozni kell. Különös gondot kell fordítani a szomszédos országok geológusait és geofizikusait összefogó *Kárpát—Balkán Geológiai Asszociációban* való részvételünk hatékonyabb megszervezésére.

k) *Mind ezek biztosítékául szükséges, hogy az OTTKT-nek „Az ország természeti erőforrásainak kutatása és feltárása” c. tárcá szintű kutatási főiránya a kis számú, országos jelentőségű főirány rangjára emeltessek.*

### Határozati javaslat

Az MTA X. Föld- és Bányászati Tudományok Osztálya megvizsgálta és elfogadta a Földtani Tudományos Bizottság részéről beterjesztett tudományos helyzetképet, és ennek alapján a hazai földtani kutatás továbbfejlesztése érdekében a következőket állapította meg:

1. A magyar földtan mai legfontosabb feladata a *nagyüzemi jellegű bányászat nyersanyagbázisát megalapozó nyersanyagprognózisoknak* a produktivitási sorrendet is eldöntő továbbfejlesztése. Úgy kell tisztázni azok készítésének irányelveit, hogy a prognózisok mind az egyes bányászati ágak követelményrendszerén megfeleljenek, mind pedig tudományosan megalapozottak legyenek. A prognózisok alapjául szolgáló földtani modellek kidolgozása a geofizikai, geokémiai, térképezési, mélyfúrási, valamint anyagfeldolgozó és dokumentáló tevékenység magas szintű, komplex kivitelezésének és értékelésének teljes összhangba hozatalát kívánja meg.
2. *A nyersanyagprognózisok tudományos megalapozását és ezen keresztül a nyersanyagkutatás eredményességének növelését szolgáló országos földtani modell továbbbépítése* céljából szükséges a magyar területi geológia „fehér folt”-jainak mielőbbi eltüntetése, eddig elhanyagolódott képződménycsoportjaink tanulmányozásának fokozása, az új tektonikai, rétegtani, üledék-tani és ősföldrajzi módszerek, szemlélet és gyakorlat gyors elterjesztése, egyes döntő fontosságú ősmaradvány-csoportok tanulmányozásának nemzetközi színvonalra emelése, a légi és űrgeológiai megfigyelések széles körű alkalmazásba vétele, a radiometriai és magnetosztrágráfiai adatgyűjtésnek és a lemeztektonikai kép reális kialakításának a fellendítése. A bányanyitás és termelés megindulásától kezdve biztosítani kell a bányageológiai megfigyelés eredményeinek a korábbi kutatási eredményekkel való folyamatos egybevetését.  
*A mérnökgeológia teljes spektrumát* átfogó közép- és hosszútávú programokat kell beiktatni az OTTKT keretébe. *Az építésföldtani és mérnökgeológiai térképezés előírásait úgy kell kialakítani, hogy azok az agrogeológiai kutatás követelményeinek is megfelelhessenek.* Ki kell jelölni a *mérnökgeológia* mindmáig hiányzó *bázisintézményét* és szakfelügyeleti szervét, hogy a mintegy 100 mérnökgeológiai kutatóhely tevékenységének *egységes előírások szerinti szabályozása* és a mérnökgeológiai adatok archiválása megtörténhessenek.
3. E feladatok megoldását jelenleg a korábbi évek megtorpant kutatáspolitikája és a bányászati recesszió okozta tetemes *létszámhiány* akadályozza. Szükséges, hogy a földtan szakemberszükségletét valamennyi kutatási ágazatra és az oktatásra is kiterjedve, reálisan, de jövőbe tekintő módon, mielőbb újra felmérjék. Azokat a hullámzásokat pedig, amelyek a gazdasági

élet időnkénti ingadozásainak megfelelően a földtani kutatás volumenét és ütemét visszaszorítani igyekeztek, a jövőben messzemenően ki kell küszöbölni. Beigazolódott ui., hogy a távlati tervekbe való ilyen jellegű beavatkozás *káros irreverzibilis folyamatok láncolatát indíthatja meg.*

4. Sürgősen gondoskodni kell arról, hogy a *közép- és felsőfokú geológusképzésben részesülők száma e felmérés várható eredményének megfelelően, jelentősen emelkedjék.* Biztosítani kell továbbá azoknak a feltételeknek a teljesülését, amelyek alkalmasak a kezdő szakemberek képzettségének *korszerű szinten való tartására.*

*A vízföldtan, a mérnökgeológia-építésföldtan és az agrogeológia korszerű művelésére való felkészítés céljából posztgraduális képzést kell rendszeresíteni.*

5. Jelentőképpen emelni kell az *automatizált műszerezettség* mértékét. Biztosítani kell a műszerpark működtetésének személyi, pénzügyi és egyéb feltételeit, beleértve ebbe a földtani tevékenységhez fűződő elsődleges dokumentáció, valamint anyagraktározás rendszerének továbbjavítását és a prognózisok tudományos megalapozásához szükséges földtani információk közlési lehetőségeinek bővítését.

6. Az eddiginél jóval szervezettebb formában kell biztosítani a magyar geológia kellő súlyú *nemzetközi képviseletének anyagi, tárgyi és személyi feltételeit.* Gondoskodni kell tehát:

- a) a földtani szakágazatok nemzetközi szervezeteiben és kongresszusain való magyar részvétel méltó kereteiről,
- b) a tudományos akadémiák közötti együttműködés földtani vonatkozású programjaiba való mielőbbi bekapcsolódásról (legalábbis szocialista viszonylatban),
- c) a hazai földtan továbbfejlesztését célszerűen szolgáló külföldi tanulmányutak számának és időtartamának növeléséről,

7. Mindezek biztosításkéul szükséges, hogy a Magyar Tudományos Akadémia *maximális anyagi és erkölcsi támogatást nyújtson a földtani alapkutatásokhoz és a magyar földtan nemzetközi képviseletének intenzifikálásához.*

8. Szükséges végül, hogy az OTTKT-nek „Az ország természeti erőforrásainak kutatása és feltárása” c. tárca szintű kutatási főiránya az *országos jelentőségű főirány rangjára* emeltessék.



## KUTATÓINTÉZETI MUNKÁRÓL

# AZ AEROLÓGIA ÚTKERESÉSE EGY 25 ÉVES MAGYAR KUTATÓINTÉZET FEJLŐDÉSÉNEK TÜKRÉBEN

BÉLL BÉLA  
AZ MTA LEVELEZŐ TAGJA

Ha a címben megjelölt, tudománytörténeti igényű tükörbe belenézünk, jóval messzebbre látunk, mint 1952. május 1., amikor is az első magyar aerológusról, MARCZELL GYÖRGYRŐL elnevezett pestlőrinci Aerológiai Observatóriumtól először szállt fel műszeres kutatóléggömb a sztratoszférába.

A magyar aerológiai kutatás akkor már közel 40 éves volt — az első műszeres léggömböt 1913. január 3-án bocsátotta fel éppen MARCZELL GYÖRGY a budai Rózsadomb egyik lejtőjéről [1] — maga az aerológia pedig, amely nevét 1906-ban KÖPPENTŐL, korának neves klimatológusától kapta, a névadó évben már legalább negyedévszázados tudomány lehetett, ha születését a tudományos léghajózás s ezzel a technikai forradalom meteorológiai térhódításának kezdetére tesszük.

A „szabadléggör fizikája” volt röviden a tárgya, egyben summás tematikája a fiatal magyar tudományágnak. A „szabadléggör”-ön a felszíni surlódástól mentes, mintegy 1000 m felszín fölötti magasságban kezdődő atmoszférát értették, a fizikát pedig ez idő tájt legnagyobb mértékben a gázok termodinamikája képviselte az aerológiában. A szabadléggört ugyanis az ideális gázt jól megközelítő gázkomponensek elegyének tekintették, amelyre a fizika klasszikus gázegyenleteit — a szeszélyes vízgőzt némi elméleti mesterkedéssel (*virtuális hőmérséklet*) az ideális gáz fogalmkörébe kényszerítve — a hőmérséklet, a légnyomás és a nedvesség ismeretében sikerrel lehetett alkalmazni. A légköri termodinamika egyenleteivel kiszámíthatták a függőleges légoszlop víz-, hő- és potenciális energiakészletét, valamint ezek eloszlását a mérési hely fölötti függőleges légoszlopban: mind megannyi kitűnő légtömegjellemző, ma azt mondhatnánk: a légtömegek származásának fizikai paraméterei.

Igaz, hogy ezekről a paraméterekről az idők folyamán kiderült, hogy a légtömegek származási (tartós fizikai átalakulásának) helyét egyértelműen nem határozzák meg, de az időjárás előrejelzésében — amely a meteorológiának mindinkább elsőrendű feladatává vált — mint jól értelmezett légtömegjellemzők, nagyon hasznosaknak bizonyultak.

Ezzel a 20-as, 30-as évek szinoptikus módszerei közé bevonult az időjárás háromdimenziós analízise, az aerológia tudományos programja pedig a függőleges légoszlop termodinamikájának széles körű alkalmazásával bővült (2).

A 30-as években Közép-Európában, így Magyarországon is a még ritka aerológiai hálózatot a légiforgalom fejlődése révén, illetőleg ennek érdekében *műszeres repülőgépfelszállásokkal* sűrűbbé tették. Ezáltal lehetővé vált a tengerszinti (talajszinti) időjárás térképekhez hasonlóan a hőmérséklet- és a nyomásmező megszerkesztése kvázihorizontális felületeken, legalábbis az alsó troposzférában. Ezzel az időjárásnak elveiben már kidolgozott 3 dimenziós analízise [3] az előrejelző szolgálat korszerű s a gyakorlatban jól bevált módszerévé vált.

A második világháború alatt és ezt követőleg az aerológia újból kaput nyitott a technikai forradalom eredményeinek s a kapun a rádiótechnika, a miniatűr adók, a termisztorok, a tranzisztorok és a rádióiránymérés áramlottak be. Léggömbökre kerültek a kisméretű *rádiószondák*, amelyek egyesítették a nagy magasságot (30–40 km) elérő műszeres léggömb és a gyors adatközlést lehetővé tevő repülőgép-felszállás előnyeit. Lehetővé vált az éjszakai s a felhők fölötti rádiós szélméreés, végeredményben a szélvektor meghatározása a függőleges légoszlopban.

Mindamellet az aerológiának a háborús évek alatti — inkább technikai jellegű — fejlődését, a meteorológiának általános fejlődési irányát mértékadóknak véve, egyoldalúnak kell minősítenünk. Az elzárkózás, az adatközlés háborús korlátozása kifejlesztette az ún. *egyállomás-módszert*, amely a lokális megfigyelésekből — az aerológiai állomásokon: a légkör függőleges szondázásából —, lényegében egy behatárolt függőleges légoszlopból a lehető legtöbb információt igyekezett kivenni [4]. Jóllehet ezek a módszerek bizonyos speciális feladatok megoldására (pl. az időjárás-előrejelzése ritka állomáshálózatú területen) a béke korszakában is hasznosaknak bizonyultak, a meteorológia fejlődését csak egy globális megfigyelési és adatközlési rendszer biztosíthatja, ami napjainkban válik megvalósíthatóvá az Időjárás Világszolgálat (WWW), illetőleg a Globális Légkörkutató Program (GARP) keretében.

A felszabadulást követőleg, 1952-ben a Magyar Népköztársaság első 5 éves tervének jóvoltából felépült és hamarosan benépesült a magyar *Aerológiai Observatórium* éppen az idő tájt, amikor a tudományos forradalom és a megnövekedett társadalmi igények a meteorológia s ezen belül az aerológia fejlődését is rendkívüli módon meggyorsították [5].

Az egyik, többek között az aerológia vonatkozásában jelentős irányváltás a meteorológia belső, úgy is mondhatnánk, magánügye volt. Ez az irányváltás, ha sokrétű volt is, de alapjaiban a *légkör dinamizmusának*, egyszerűbben a légáramlás fogalma mögött rejlő komplex mechanizmusnak előtérbe állításával volt egyértelmű. Ezzel a meteorológiában a termodinamika mellett egyre inkább gyakorlati alkalmazásra kerültek az elméleti meteorológia területén alapjaiban már a légkörre adaptált *hidrodinamika* eredményei. Az aerológiába a légköri állapotjelzők közé az eddiginél jóval intenzívebb fokon bevonult a szélvektor, kibővítve ennek függélyesmenti változásával: a *vertikális szélnyíródással*. Ezzel az aerológia klasszikus, de úgy is mondhatnánk: a háború

révén behatárolt légoszlopának falai megnyíltak s előtérbe került a vízszintes irányú anyag- és energiaszállítás, nevezetesen a víz és a hő advenciója [6].

Amint az idézett irodalmi források is tanúsítják, a hazai aerológiai kutatás és gyakorlat folyamatosan lépést tartott az aerológia általános fejlődésével. 1952-ben végre otthont kapott az akkor már közel 40 éves magyar aerológia s kibővült személyzetével alkalmasabb munkakörülmények között csatlakozni tudott a megnövekedett hazai és nemzetközi követelmények megszabta irányvonalhoz is. A légiforgalom fejlődésével a gyakorlati élet igényei, az előrejelzési módszerek fejlesztésével pedig a tudomány nemzetközi követelményei az aerológiai mérések sűrítését s mind területi, mind tematikai szempontból ezek kiterjesztését kívánták. Az Observatóriumban dolgozták ki a magyar meteorológiai szolgálatban bevezetésre került mérések módszereit. Itt szervezték meg és innen irányították a fejlődő magyar aerológiai hálózat munkáját. Itt dolgozták ki a már említett „dinamikus” irányzat nyomán azokat a szinoptikus aerológiai módszereket, amelyek az előrejelzési technikába bevitték a termikus advekciónak (a horizontális hőszállításnak) nagyon eredményes számbavételét. Erre a kutatási irányra magyar vonatkozásban, de világviszonylatban is nagy hatással voltak a Szovjetunióban végzett elméleti és gyakorlati kutatások, amelyek eredményeit a szakirodalom „*advektív-dinamikus analízis*” néven ismeri s amely a magyar szinoptikus meteorológia fejlődésére is nagy hatással volt [7].

A másik alapvető, de úgy is mondhatnánk, világnézet-formáló iránymutatást a földtudományok integrációja s az ennek nyomán kialakult *geonómiai szemlélet* adta. Ennek a valóban forradalmi, tudománytörténeti szakasznak kezdetét az 1957–1958. évi Nemzetközi Geofizikai Évre tehetjük, amikor is a Szovjetunióból felbocsátott első műhold sikereivel megkezdődött az *úrkutatás*.

A Földet az integrált földtudomány a Naprendszer egyik bolygójának tekinti. A Föld-bolygó fizikai egységét dialektikusan kiegészíti globális szféráinak: a litoszférával borított földtestnek, az óceánokat magában foglaló világ-tengernek, a hó- és jégtakarókat, a gleccsereket összesítő krioszférának, a légkörnek, valamint ezek határrétegében kialakult és robbanásszerűen fejlődő bioszférának állandó kölcsönhatása. Ezt a belső kölcsönhatásaiban komplex rendszert a világtérből, kisebb mértékben a földtestből (vulkánok) külső kényszerhatások érik, amelyek a légkörben közvetlenül vagy a felső légkör közvetítésével a troposzférában áttételesen (ún. trigger-effektusok formájában), de mindenképpen megfigyelhető mértékben és módon érvényesülnek. Ebben az átfogó szemléletben előtérbe kerültek a meteorológiának a többi földtudománytal határos kérdései, valamint azok a kutatási témák, amelyek minden földtudományban közös földi erőterek (a nehézségi erőter, a nyomási gradiens, a földforgás eltérítő ereje stb.) általános és speciális sajátságainak felderítésére irányulnak. Elismeréssel emlékezhetünk meg arról, hogy Magyarországon a földtudományok integrációs törekvései a hazai és nemzetközi keretekben meg-

rendezett és a jövőben is folytatódó „anyag- és energiaáramlási ankétek” sorozatában világviszonylatban is kezdeményező szerepet töltöttek be s gazdag irodalmi anyagukkal [8] a földtudományok egészét szolgálják.

Ebben az átfogó geonómiai, de úgy is mondhatjuk, hogy planetáris és globális szemléletben a meteorológia feladatköre jelentősen kibővült s a kutatás előterébe kerültek:

a) azok az anyag- és energiaáramlásban realizálódó kölcsönhatások, amelyek a felszín (tenger, szárazföldi talaj, növényi takaró) és a légkör határfelületén keletkeznek és a légkörben aktivizálódnak,

b) azok a külső kényszerek, amelyek planetáris méretekben a felső légkörben (a bioszférát védő ózonpajzs 50–80 km közötti térségében és 80 km fölött az ionoszférában) különböző kozmikus hatások következményeként jelentkeznek,

c) azok az interplanetáris gáztérben és a bolygók légkörében megfigyelhető jelenségek, amelyek a napjainkban megszülető kozmikus meteorológia ma még hézagos tartalmát vannak hivatva kitölteni.

Ilyen kiterjedt és rendkívül komplex feladatkörrel kapcsolatban — amely feltételezi a fizika, a kémia, a biológia, az asztrofizika széles körű alkalmazását — a szakirodalomban egyre-másra felmerülnek a klasszikus meteorológia korlátai és a „légköri tudományok” elnevezés jóval átfogóbb és tágabb keretei.

Az aerológia feladatköre is túlnőtt a „szabadlégkör fizikája” meghatározáson. Mindenekelőtt a definíció szűk volta abban rejlik, hogy a szabadlégkör folyamatai elválaszthatatlanok a felszín és a légkör kölcsönhatásától, ezek pedig a felszínközeli, ún. *planetáris határrétegben* koncentrálnak. Ennek a néhány dekaméter kiterjedésű rétegnek hőmérsékleti, nedvességi és áramlási folyamatai rendkívül bonyolultak, napjainkban a turbulencia statisztikus elméletével, automatizált méréstechnikával és számítógépes adatfeldolgozással közelíthetők meg. Ez a téma- és feladatkör kezdetben a „*pikoerológia*” elnevezést kapta, de ez a szóhasználat nem bizonyult tartósnak.

Egyébként is a kölcsönhatásoknak ez az alsólégköri tartománya nagyon változatosnak bizonyult. A kölcsönhatások elsősorban a felszíni határrétegek anyagának és energiájának kieserélődésében nyilvánulnak meg, amely a légkör vonatkozásában a víznek és a különböző halmazállapotú talajszármazékoknak be- és kilépését, a sugárzási, hő- és latens energiáknak, továbbá a momentumnak a légkör által történő befogadását, illetőleg leadását jelenti.

Az aerológia leegyszerűsített „levegő”-fogalma is bővítésre szorult a megnövekedett feladatok következményeként. A valóságos légkör ugyanis — amit legjobban a „*gázok és aeroszolok diszperz rendszere*” meghatározás közelít meg — folyamataiban túlnőtt a légoszlop termo- és hidrodinamikáján. Alkalmazási körébe vonta a fizika és a kémia majdnem minden területét. Ami pedig az alsó légkör fizikai, kémiai alkalmazási igényéből kimaradt (lényegében az

elektromágneses tér fizikája, az atomfizika s a megfelelő kémiai fejezetek) bőségesen alkalmazásra kerültek a felsőlégkör kutatásában, az ún. *aeronómiában*, valamint a kozmikus meteorológiában. Így ment át a klasszikus aerológia feladatköre a levegőkémiát is magában foglaló vagy azzal nagyon szoros kapcsolatban fejlődő *légkörfizikába*, a légköri tudományok ma még kellőképpen el nem határolt, véleményem szerint élesen el sem határolható tudományágába.

A magyar Aerológiai Obszervatórium fiatal tudományos kollektívája a félévszázados aerológiai hagyományokat továbbfejlesztve lépést tartott a meteorológia rohamos fejlődésével, egyes területeken pedig, így a levegőkémia [9], a környezetvédelem [10] és az időjárás folyamatok (jégeső) mesterséges módosítása [11] területén a nemzetközi kutatómunka élvonalába került.

Ennek a fejlődési folyamatnak fontos lendítő ereje volt az 1957—1958. évi Nemzetközi Geofizikai Év, majd az ezt követő Nemzetközi Geofizikai Együttműködés és a Nyugodt Nap Éve. Mindezen globális méretű programok meteorológiai célkitűzése az volt, hogy a *Föld-Világtenger-Jégtakaró-Légkör* komplex rendszer belső kölcsönhatásait és a Föld-bolygót kívülről érő extraterresztrikus hatásokat a földfelszínen, a magasabb légrétegekben és műholdakkal a légkörön kívül, illetőleg kívülről tanulmányozzák. A programok különösen intenzív szakaszaiban, az ún. nemzetközi *rendkívüli világnapok* szervezésében, a riasztó szolgálatban, a különleges légköri mérésekben az Obszervatóriumnak a Magyar Tudományos Akadémiával szoros együttműködésben fontos szerepe volt. Ezek keretében az Obszervatórium kiépítette Magyarországon sugárázmérő hálózatát, ionoszféra-méréseivel bekapcsolódott a naphatásokkal közvetlen kapcsolatba hozható, az ionoszféra-viharokat figyelő világszolgálatba. Itt helyezték üzembe a brüsszeli világkiállításon aranyérmert nyert magyar ionoszféra-berendezést, amely jelenleg a békéscsabai obszervatóriumban működik. Az ionoszférrétegek így meghatározott paraméterei — amelyek kezdetben az alapkutatások információs anyagát gazdagították — a rádióhírközlés számára hamarosan nélkülözhetetlenné váltak s a kutatás oldaláról megkezdődött annak a befektetésnek a törlesztése, amelynek révén a magaslégkör-kutatás technikai fejlesztése végbement.

A magaslégköri ismeretek az alapkutatások „elefántcsonttornyából” egyébként is a társadalmi elvárások és igények körébe, mondhatnánk a kutatásokat motiváló sodrába kerültek. Kiderült, hogy a sztratoszféra termikusan és dinamikusan többé-kevésbé stabilis rétegeiben halmozódnak fel az atomrobbantások magasba dobott radioaktív anyagai s ezek a sztratoszféra alsó határfelületének, a tropopauzának dinamikusan felszakadási helyein, a *tropopauza-tölcsérekben* jutnak vissza a troposzférába, majd lassú szedimentálódás vagy gyors csapadékhullás útján bekapcsolódnak az időjárás folyamatokba. A sztratoszféra folyamatainak figyelemmel kísérése mellett az Obszervatóriumban 1955 óta kiterjedt állomáshálózatban rendszeresen ellenőrzik a légkör radioaktivitásának változását.

Hasonló minőségi változás ment végbe a magaslégköri *ózonréteg* kutatását ösztönző tényezőkben. Erről a 30 km táján koncentrálódó ózonrétegről — amely egyébként a tengerszintjén alig 3 mm magas réteget alkotna — kiderült, hogy a földi bioszféra vonatkozásában védőernyőnek, sugárcsapdának, ózonpajzsnek tekinthető, amely az élővilágra káros rövidhullámú napsugárzás bizonyos UV-színképtartományát elnyeli. Fotodisszociációs és rekombinációs folyamatait az emberi tevékenység (pl. a nagy magasságú légitözeledés égéstermékei) által befolyásolja. Emiatt az ózon légköri cirkulációja, az ózonréteg idő- és térbeli változásai világméretben is az érdeklődés előterébe kerültek. Az Observatóriumban — csatlakozva az ENSZ által kért nemzetközi együttműködéshez — 1967 óta rendszeresen méri a függőleges légoszlop teljes ózontartalmát. Ugyanebben az évben kezdődött meg a műholdak által kisugárzott felhőképek rendszeres vétele az Observatóriumban előállított műholdvevő berendezéssel. A felhőképeket elsősorban az időjárás előrejelzésében és a légit forgalom biztonsági szolgálatában használják.

A vázolt „vertikális” programmal párhuzamosan már 1954-ben megkezdődtek az Observatóriumban a rendszeres éghajlati megfigyelések, majd a vízgazdálkodással, a növénytermesztéssel, a környezetvédelemmel, a településsel és a városfejlesztéssel kapcsolatos kutatások, amelyek elsősorban a fejlődő szocialista társadalom és népgazdaság igényeit és elvárásait elégítik ki. Az Observatórium irányító és szervező tevékenysége fokozatosan kiterjedt a sorozatosan létesített martonvásári, kecskeméti, szarvasi mezőgazdasági és vízgazdálkodási obszervatóriumok tudományos munkájára, a siófoki veszélyjelentő szolgálat tevékenységére, a többéves balatoni terepklimatológiai kutatásokra [12], tudományos munkatársai részt vettek az egyetemi meteorológus-képzés elméleti és gyakorlati feladataiban.

A század derekán a tudományos technikai forradalom eredményei, különösen a *mikrofizika és -kémia* légköri alkalmazása a korábbi elképzelések világából a realitás szintjére emelték az időjárás folyamatok mesterséges befolyásolását: a csapadékkeltést, a ködök módosítását, az időjárás károk (jégeső, fagykár) elhárítását. Az alapozó csapadék- és felhőfizikai, valamint a levegőkémiai kutatások 1961-ben indultak meg az Observatóriumban. Ezen, a Magyarországon előzőleg egyáltalában nem művelt tudományterületen ma már nemzetközileg is értékelt kutató munka folyik. Ebből fejlődött ki az 1976-ban Baranya megyében megszervezett *jégeső-elhárítási szolgálat*, amely világviszonylatban is egyike az első mesterséges beavatkozási kísérleteknek az időjárás folyamataiba. Minthogy mindezen beavatkozási kísérletek sikere a légkörben felhalmozódó energiakészlet kiváltásában és „megcsapolásában” rejlik, belátható, hogy a kísérletek nagyon alapos elméleti, energetikai tanulmányokat, kutatást, metodikák adaptációját kívánták.

Az Aerológiai Observatórium kutatási és működési területe a tudomány és a technikai fejlődés sodrában gyorsan bővült s az Országos Meteorológiai

Intézet centennáris évében (1970) újjáalakult Országos Meteorológiai Szolgálat keretében mint a Szolgálat egyik intézete „Központi Légekőrfizikai Intézet” néven vette át a stafétabotot s ezzel együtt a fejlődésükben alig belátható feladatokat elődjétől. Jelenlegi legfontosabb témái:

- a) *légekőrfizikai és levegőkémiai alapkutatások,*
- b) *az élővilág környezetvédelmét szolgáló meteorológiai kutatások,*
- c) *a szabad vízfelszín, a talaj és a növénytakaró hő- és vízgazdálkodásának meteorológiai vizsgálata,*
- d) *kozmosz meteorológiai kutatások*

magukban foglalják a meteorológia legkorszerűbb alap-, fejlesztési és alkalmazott kutatási témáit olyan arányban, amely egyaránt megfelel a hazai és a nemzetközi elvárásoknak és a hazai tudományfejlődés potenciális lehetőségeinek, a tudománypolitikai irányelveknek.

#### IRODALOM

1. MARCZELL GY.: Az aerológiai munkák 1913-ban. Az Orsz. Met. és Földmagn. Int. Év. könyvei, **XLIII, III**, 1—133, 1913.
2. BÉLL B.: A szabadlégekőri mérések és az aerológiai segédfogalmak felhasználása az időjelző szolgálatban. Időjárás, **46**, 19—31, 1942.
3. BERGERON, T.: Dreidimensional verknüpfende Wetteranalyse. Geof. Publ., **5**, 6, 1928.
4. BÉLL B.: Gyakorlati módszerek a hőmérsékleti advekcio meghatározására. Időjárás, **57**, 350—359, 1953.
5. BÉLL B.: A magyar aerológiai obszervatórium kutatómunkájának időszerű kérdései. Az MTA Műszaki Tud. Osztályának Közl., **X**, 3—4, 581—597, 1953.
6. BÉLL B.: A szabad légekör advektív hőforgalma a Kárpát-medence fölött. Időjárás, **67**, 65—74, 1963.
7. TABOROVSKIJ, N.L.: A ciklontevékenység az advektív-dinamikus analízis szempontjából, HROMOV: A szinoptikus meteorológia alapjai (ford.). Akad. Kiadó, Budapest, 502—520. 1952.
8. SZÁDECZKY-KARDOSS E.: Bevezetés „A Föld Anyag- és Energiaáramlásának Rendszere” c. ankéthoz. Az MTA Föld- és Bányászati Tud. Osztályának Közl., **3**, 1—3, 1970.
9. MÉSZÁROS E.: A levegőkémia alapjai. Akad. Kiadó, Budapest, 1977.
10. SZEPESI D.: A levegőkészlet-gazdálkodás tényezői és fogalomköre. Időjárás, **78**, 325—332, 1974.
11. WIRTH E.: Jégesők szerkezetének vizsgálata. Időjárás, **80**, 202—210, 1976.
12. BÉLL B.—TAKÁCS L. (szerk.) A Balaton éghajlata. Az Orsz. Met. Szolg. Hiv. Kiadv., **XL**, 1974.



## TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKOKRÓL

### AZ 1977. ÉVI METEOROLÓGIAI TUDOMÁNYOS NAPOK

Az MTA Föld-és Bányászati Tudományok Osztálya és az Országos Meteorológiai Szolgálat 1977-ben harmadízben rendezett meteorológiai tudományos napokat. Az immár hagyományosnak tekinthető másfél-kétnapos ülészak célkitűzése a meteorológia aktuális kérdéseinek keretében a hazai kutatási irányzatok és az általános érdeklődésre számottartó eredmények bemutatása elsősorban a társtudományok és az eredményeket felhasználó népgazdasági szervek számára. A Tudományos Napok feladata ezenkívül a hazai meteorológiai kutatóbázisok tudományos kapcsolatainak elmélyítése, valamint a meteorológia interdiszciplináris, elsősorban földtudományi vonatkozásainak kiemelése.

Az első Tudományos Napok ülészaka 1975-ben egybeesett a MTA alapításának 150. és a Magyar Meteorológiai Társaság fennállásának 50. évfordulójával. Ennek megfelelően az ülészak témái kiterjedtek a meteorológia másfélszázados akadémiai kapcsolataira és szerteágazó természettudományi és társadalmi vonatkozásaira.

1976-ban, a második Tudományos Napok ülészakán a meteorológia legkorszerűbb kutatási módszereiről: a légköri folyamatok statisztikai és dinamikus modellezésről, a statisztikai matematika, a valószínűség számítás, a korszerű számítástechnika meteorológiai alkalmazásáról s ezek keretében a hazai kutatások eredményeiről hangzottak el a meteorológia új irányait bemutató előadások.

1977 novemberében a harmadik Tudományos Napok ülészaka — a MARCZELL GYÖRGY Aerológiai Obszervatórium alapításának 25. évfordulóján — azokkal a kutatási irányokkal és eredményekkel foglalkozott, amelyek az Obszervatórium létszámában és feladataiban megnövekedett utódjának a Központi Légkörfizikai Intézetnek tudományos programját képezik.

Az Országos Meteorológiai Szolgálatnak ez az aránylag fiatal, de különösen három tudományterületen máris nemzetközi szinten elismert eredményeket felmutató intézete az *agrometeorológia*, az *űr*kutatással kapcsolatos *műhold-meteorológia* és a *levegőkémia* terén elért eredményeket mutatta be a harmadik Meteorológiai Tudományos Napokon.

1. *Az agrometeorológiai kutatások* elsődleges célja az éghajlati erőforrások feltárása a mezőgazdaság területén történő hasznosításuk érdekében. Ilyen módon ezek a kutatások szorosan kapcsolódnak az OTTKT természeti erőforrások feltárását célzó s az MTA Föld-és Bányászati Tudományok Osztálya által koordinált tárcaszintű célprogramhoz. A hazai kutatások célja az éghajlati erőforrások — elsősorban a mezőgazdasági növények fejlődéséhez szükséges fény-, hő- és vízellátás — hatásának elemzése a terméshozamok szempontjából. ANTAL EMÁNUEL bevezető előadása rámutatott arra, hogy a három éghajlati erőforrás között a terméshozam szempontjából döntő szerepe van nálunk a növények vízellátottságának. Ezt — a növények potenciális vízigényét alapul véve — Magyarország éghajlata az Alföld középső térségében általában 50%-os, a legcsapadékosabb területen: Délnyugat-Dunántúl térségében pedig mintegy 90%-os arányban biztosítja. A vízellátottságban — az egyes mezőgazdasági növények igényeit figyelembe véve jelentős különbségek vannak. Így az Alföld középső térségében a lucerna vízigényét az éghajlat átlagosan 60%-ban, a kukoricáét és a burgonyáét 70% arányban fedezi. Ugyanezek a relatív számok a csapadékos Délnyugat-Dunántúlon 80, 90, ill. 95%. Egyik főterményünknek, a burgonyának 95%-os vízellátottsága és egyéb kedvező környezeti feltételek az ország északkeleti részét a burgonya szűkebb hazájává tették Magyarországon. Belátható, hogy a különböző növények vízellátottságát kimutató számadatok nélkülözhetetlen támpontokat adnak az öntözéses gazdálkodás terveihez és ezzel elősegítik a természeti erőforrások célszerű felhasználását a terméshozamok fokozása érdekében.

A szőlőre vonatkozó hasonló jellegű kutatások (FÜRI JÓZSEF és KOZMA FERENC) kimutatták, hogy a szőlő-közepes vízigénye ellenére — az Alföldön a szeszélyes csapadékeloszlás következményeként időnként öntözésre szorul, azonban általában akkor, amikor öntözővízben is hiány van. A hőellátottságot vizsgálva kiderült, hogy az egyes szőlőfajták éréséhez közel azonos hőmérsékleti összeg szükséges, s így az érés ideje adott év hőmérsékleti viszonyaitól függően az átlagosnál korábban vagy későbbben következhet be. A gazdaságos szüret időpontja hetekkel is eltolódhat. Minthogy Magyarország a szőlőtermesztés legészakibb zónájában fekszik, vannak évek, amikor a kései érésű szőlőfajták a vegetációs időszakban nem kapják meg az éréshez elegendő hőt. Ezek az eredmények a legkedvezőbb fajtakiválasztást, végső soron a célszerű tájtermesztés agrometeorológiai alátámasztását szolgálják.

A sarvasi agrometeorológiai kutatóállomáson tizenkét éven át végzett evapotranspirációs mérések arra engedte következtetni (ENDRŐDI GABRIELLA), hogy a középkései burgonyafajtáknak a maximális terméshez szükséges vízigényét a délnyugati országrész kivételével éghajlati erőforrásaink általában nem elégítik ki, a hiány öntözéses gazdálkodással pótolható.

A korszerű gazdálkodásban alkalmazott műtrágyázás időjárásfüggőnek bizonyult legfontosabb főterményünk: a kukorica terméseredményeinek tük-

rében. A mintegy hat éve folyó kísérleti kutatások (POSZA ISTVÁN) kimutatták, hogy a jó vízellátásban részesülő kukorica a megduplázott műtrágyaadag hatására mintegy 10%-kal megnöveli vízigényét és átlagosan ugyanilyen arányban a termés mennyiségét is. Természetes körülmények között a kukoricatermés döntően a májusi hőmérséklettől és a júniusi—júliusi csapadéktól függ. Ezek változása következményeként a termés az átlagosnak kétszerese, illetőleg a fele is lehet. A műtrágyaadag kétszerezése ebben az esetben is mindössze 10% termésnövekedést okozhat, de hatása negatívvá is válhat, ha a kritikus időszakban nem volt elegendő csapadék. Az elmúlt 75 évben a kukorica szempontjából optimális hőmérsékleti és csapadék-ellátottság országos viszonylatban mindössze hatszor fordult elő. Ilyen volt az 1975. év, azaz a jelenleg alkalmazott kukoricafajták esetén az akkorinál nagyobb termés nem várható.

2. A nemzetközi együttműködés (INTERKOZMOSZ) keretében művelt *műhold-meteorológia* aránylag rövid múltja ellenére sokféle hasznos információt nyújt a légkörről, a felszínről elsősorban az infravörös sugárzás segítségével készülő felhőképek útján. A felhőképek csaknem folyamatos felvétele révén a hazai előrejelző szolgálatban is meghatározható a ciklonok, időjárási frontok, futóáramlások és más légköri objektumok helyzete, fejlettségi állapota és az áramlás különböző, az időjárás alakulására döntő, számos paramétere. A hazai kutatások (TÄNCZER TIBOR) a numerikus prognosztika szempontjából jól felhasználható kapcsolatot mutattak ki a frontok zónájában megmutatózó cirkulációs gyorsulás és az általa létrehozott felhőzeti mező között. A kapcsolat prognosztikai jelentősége a borultság előrejelzésében nyilvánvaló.

A közel negyedszázada Magyarországon folyó ionoszféramérések is megerősítik (SAJKÓ JÁNOS) az ionoszféra jellemzőinek a naptevékenységgel, a 11-éves napfoltciklussal kétségkívül fennálló kapcsolatait. Az adatokból nyert összefüggések segítségével *ionoszféra-prognózisok* készülnek, s ezek alapján tervezik a nagytávolságú rövidhullámú rádióhírközlést.

*A légkör üvegházhatásának* vizsgálata a földi éghajlat megváltozásával összefüggő hatásmechanizmusa révén a korszerű meteorológiai kutatások élvonalába került. A légkör a rövidhullámú napsugárzást nagyobb mértékben átengedi, mint a felszín hosszabb hullámú hőmérsékleti sugárzását s ezáltal a felszín számára jelentős hőmennyiséget tart vissza. Ennek következtében a légkör ún. üvegházhatása emeli a felszín hőmérsékletét. A hőmérséklet-emelkedést s az üvegházhatás okozta hőnyereséget többféle feltételezett állapotból kiindulva általában számítással közelítik meg. MAJOR GYÖRGY konkrét példákon mutatta be, hogy a felszínen hálózatszerűen folyó hőmérsékleti és sugárzási mérések, valamint a meteorológiai műholdakon folyó sugárzási mérések segítségével a légköri üvegházhatás mérésekkel is meghatározható.

A földi éghajlat antropogén megváltoztatásának lehetősége a légkör teljes ózonkészletének, az ún. *ózonpajzs*nak lehetőleg folyamatos mérését

ugyancsak a meteorológia fontos feladatai közé emelte. Az ózonpajzs globális ismeretéhez legcélszerűbb a műholdak méréseire támaszkodni. A felszín-légkör rendszer infravörös kisugárzási spektrumának 9,6 mikron körüli adataiból és a műholdról ugyancsak meghatározható légköri hőmérsékleti adatokból a légoszlop ózontartalma néhány % pontossággal meghatározható a MISKOLCZI FERENC által levezetett és a Tudományos Napokon bemutatott, kémiai ózonsondás mérésekhez kalibrált, félempirikus formulával.

3. *A levegőkémia* a meteorológiának legfiatalabb ága. A kutatásokat kezdetől fogva irányító MÉSZÁROS ERNŐ nemzetközileg is elismert magyar kutatásokról számolhatott be. A hazai eredmények elsősorban a légköri kénforgalom és a légköri aeroszol vonatkozásában jelentősek. A légkörben lévő kén nagyrészt az emberi tevékenység származéka. A sztratoszférikus és a troposzférikus aeroszolrészecskék többsége szulfátokból épül fel. Az utóbbiak fontos szerepet töltenek be a felhő- és csapadékképződésben, a látástávolság alakulásában és a felszín-légkör rendszer sugárzási energiámérlegének szabályozásában. Feltételezhető tehát, hogy ha az antropogén eredetű légköri kén-szennyeződés növekszik, az említett hatások és kölcsönhatások miatt a Földön éghajlatmódosulás következik be. MÉSZÁROS ERNŐ témabevezető előadása ismertette azoknak a hazai vizsgálatoknak módszereit, amelyek a globális és kontinentális méretű kénforrások és nyelők meghatározta anyagháztartásra és a kén tartalomnak a légkörben lejátszódó átalakulásaira irányulnak. Ehhez kapcsolódva HORVÁTH LÁSZLÓ ismertette a szulfátrészecskék keletkezésének és átalakulásának néhány termodinamikai és kinetikai numerikus paraméterét, amelyeket budapesti mérésekkel határozott meg.

A felhő- és csapadékképződésben fontos szerepet betöltő aeroszol többsége szulfát-részecske. A membránszűrőkön felfogott részecskék elektronmikroszkóppal történt morfológiai identifikációjával sikerült kimutatni (MÉSZÁROS NÉ NAGY ÁGNES), hogy a kéndioxid-gáz szulfáttá történő oxidációjában döntő szerepe van a hőmérsékletnek és a napsugárzásnak.

A felsorolt levegőkémiai alap kutatásokat jól kiegészítik azok a vizsgálatok, amelyek a kéndioxid-szennyeződés terjedésmechanizmusára, nevezetesen a lokális méretű turbulens szóródásra irányultak. Pécs városnak mint alacsony területi forrásnak és a pécsi hőerőműnek mint magas pontforrásnak szennyező hatására kimutatható volt (FEKETÉNÉ NÁRAY KATALIN) a légkör alsó rétegében uralkodó stabilitási viszonyok befolyása. Így a 100 m magas pontforrásból származó szennyeződés terjedésének számításához jól felhasználható az alsó 400 m magas légréteg hőmérsékleti gradiense mint a stabilitás jellemző paramétere.

A légköri kén-szennyeződés terjedésmechanizmusának fontos gyakorlati kérdése az, hogy egy adott területen (pl. az ország légterében) tapasztalható kén-szennyeződés mekkora része származik a közvetlen környezetből, illetőleg távolabbi körzetekből (az országhatárokon túlról). A megoldásra

SZEPESI DEZSŐ számítógépre alkalmazható elméleti modellt dolgozott ki s a kapott eredményeket az aránylag zavartalan Kecskemét-Komlóssy-telepen mért adatokkal vetette össze. A statisztikai vizsgálatok a modell használhatóságát igazolták. Kimutatható volt, hogy Kecskemét környékén, aránylag tiszta levegőkörnyezetben mért kéndioxid-tartalom 49%-a származik távoli forrásokból, 17%-a hazai magas gyárkéményekből, 34%-a pedig a közeli környezetből.

A harmadik Meteorológiai Tudományos Napokon bemutatott hazai kutatások és ezek eredményei hű képet adtak egyrészt a meteorológiai kutatások legfontosabb nemzetközi irányairól, másrészt azokról az alapvető, valamint a népgazdaság számára hasznos alkalmazott és fejlesztési kutatásokról, amelyeket közel negyedszázados meteorológiai kutató bázisunkon, a Központi Légekfizikai Intézetben végeznek.

MAJOR GYÖRGY

a földtudományok kandidátusa



# A „MONSOON-77” KÍSÉRLET ÉS ELŐZMÉNYEI

SIMON ANTAL

Az ázsiai kontinens déli területein lévő igen népes államok kiterjedt és intenzív mezőgazdaságának alapvető szükségletét jelentik az időben és mennyiségben is évről évre változó monszun esőzések. Amennyiben az esőzés kezdete késik és intenzitása csekély, úgy e területeken — elsősorban az igen nagy népsűrűségű Indiában — éhínség lép fel, ha viszont az átlagot meghaladó mértékű csapadék jelentkezik, úgy a különben is nagy vízhozamú folyók áradásai okoznak katasztrófákat. A délkelet-ázsiai monszunra jellemző, hogy a Földünkön a legnagyobb évi csapadék mennyiséget is (*Cherrapunji*: 11.633mm) és a 24 óra alatti legmagasabb csapadék intenzitást is (*Dharampore*: 990 mm/nap) e területeken mérték. A monszuntól emberek millióinak jóléte függ.

Európában a délkelet-ázsiai kontinens szél- és csapadékviszonyait utazók elbeszélése és leírása alapján már a XII. sz. elején is ismerték. AFANASZIJ NYIKITYIN tveri kereskedő 1466 és 1472 között tett utazása alapján az indiai monszunról részletes leírást adott.

A monszun szó maga arab eredetű, módosulása a „mawsin” szónak, ami „évszakos”-at jelent. Az Arab-tengeren utazók már 6—700 évvel ezelőtt is használták e kifejezést és vele jelezték a trópusi, szubtrópusi óceánon évszakosan, rendszeresen megjelenő szelet.

A monszun szélrendszer magyarázatával először HALLEY (1686), majd később VOJEJKOV (1874) foglalkozott. Megállapításaikat a korai, csupán talajon végzett meteorológiai megfigyelésekből származtatott klimatológiai leírás alapján tették. Leírásukban közös megállapítások voltak:

1. A monszun szél évszakosan lép fel, megjelenése jelentős, markáns.
2. A tengerről a szárazföld felé fújó monszun szél nedvességet, esőt hordoz és nem állandó. Ellenkező irányban ez a szél száraz, csapadék nélküli és stabil. A téli monszun kialakulását VOJEJKOV a téli időszakban India fölött rendszeres magas légnyomással hozta kapcsolatba.
3. A monszun szél fizikai oka a szárazföld és a tenger eltérő felmelegedése, vagyis a felszínnek eltérő válasza a napsugárzásra.
4. A nyári félteke trópusi monszunját úgy tekinthetjük, mint a téli félteke egyenlítőn átjutó passzát szelét, amelyet a CORIOLIS-erő eltérített.

E magyarázat szerint a monszun cirkuláció „forrása” a hideg féltekén van és „nyelője” a meleg féltekén — ami termodinamikai paradoxon.

A rendszeres magaslégtörési mérések szerte a világon e század első évtizedeiben indultak meg. Indiában 1915-ben végezték az első kísérleti magaslégtörési szélméréseket. Egyidejűleg kezdtek vizsgálni a felsőlégtörési fizikai állapotát is DINES-féle ballonmeteorográffal. A rendszeres magaslégtörési megfigyeléseket Agrában 1915 júniusában, majd ezt követően Poona, Hyderabad, Madras, Calcutta és Allahabad állomásokon indították meg. A monszun korszerű vizsgálata csak e magaslégtörési mérési anyag birtokában indulhatott meg. Ezen mérések felhasználásával SIMPSON (1921) foglalkozott először a monszun dinamikájával. Ő veti fel először a Himalája és a burmai hegyvidék fontos szerepét a monszun kialakulásában. Munkáját később PETERSEN (1953) folytatta. Az indiai kutatók közül RAMANATHAN és RAMAKRISHNAN (1933, 1939) a monszun áramlási viszonyait elemezték. Kínában COCHING-CHU (1934), Japánban pedig YIN (1949) foglalkozott a nyári monszun Kína és Japán fölötti előfordulásának kérdéseivel. FLÖHN (1943) már egy egyszerű matematikai monszun modellt is felállított.

A szovjet kutatók korán bekapcsolódtak a monszun tanulmányozásába, tekintettel arra, hogy a Szovjetunió egyes területeit a monszun hatása érinti. Jelentős kutatómunkát végzett e területen KAMINSZKIJ (1932), LIR (1932), BERG (1938), KOLOSKOV (1947), ALISZOV (1950), POGOSZJAN (1947, 1952) és HROMOV (1948, 1950, 1956). Vizsgálatuk alapján kialakult egy általános meghatározás a monszunra. E szerint:

„a kelet-ázsiai nyári monszun a légkör általános cirkulációjának összetett áramlása, ami a hőmérsékletileg nem azonos szárazföld — tenger felszín kölcsönhatásaképpen jön létre a kelet-ázsiai orográfia befolyása alatt”.

E definíció természetesen még egy sor kérdést hagy megválaszolatlanul, illetve vet fel újakat. E kérdéseket a szovjet kutatók az alábbiakban meg is fogalmazták:

- a) mit értünk monszunon? Ez *jelenség*, amit eredendően az eltérő tenger — szárazföld felszín és a két félteke közötti évszakos különbség határoz meg, vagy talán az általános légkörzés *folyamata*, amely az eltérő felszín hőmérsékleti különbségével nincs közvetlen kapcsolatban?
- b) Milyen a monszun vertikális eloszlása a felsőlégtörésben? Független (antiklon típusú) vagy vízszintes (tengeri — parti szél típusú) tengelyű a cirkulációja?
- c) Milyen időjárási jellemzők határozzák meg a monszun karakterét? Van-e a monszunnak sajátos időjárási típusa?

d) A trópusi szélességek monszunjának következménye a két félteke közötti légcserre vagy csak az északi félteke általános légkörzésének hatására alakul ki?

Már a felvetett kérdésekből is látszott, hogy csak időben és térben igen részletes és rendszeres mérések birtokában lehet kielégítő választ adni az általánosan megfogalmazott, de igen sok további problémát is rejtő kérdésekre.

A meteorológia viszonylag fiatal tudományában az 50-es évektől kezdődően intenzív fejlődés indult meg. A gépi adatfeldolgozási technológia előrehaladása és a bonyolult légköri folyamatok fizikai megértése ebben az időben már lehetővé tették annak felismerését, hogy a légkör, a szárazföld, az óceán és a krioszféra egyetlen önálló, zárt fizikai rendszer, amelynek minden eleme a többi elemmel állandó kölcsönhatásban áll. E felfogás sugallta azt a gondolatot, hogy a légkörnek mint egységes rendszernek a tanulmányozása globális méretű adatbázist, illetve globális megfigyelőrendszert igényel. Az ugyanezekben az években megjelenő űrkutatási eszközök (Szputnyik 1, 1957. október 4.) csak még további lényeges szemponttal támasztották alá e nézetet. A műholdakkal a meteorológiai megfigyelések valóban globális rendszerének egy eleme fejleszthető ki.

1961. december 20-án az Egyesült Nemzetek Szövetsége XVI. Közgyűlésén, a világűr békés felhasználása terén kialakítandó nemzetközi együttműködésről elfogadott határozat teremtette meg az elvi és gazdasági alapját egy olyan átfogó programnak, mely a légkörkutató terén minőségileg új és a természettudományok eddigi történetében páratlan nemzetközi összefogást indított meg és hozott létre. Az említett ENSZ határozat alapján kétirányú tevékenység indult meg. Egyrészt a WMO létrehozta a *meteorológiai világszolgálatot* (World Weather Watch: WWW) — az addigi partikuláris nemzeti szolgálatokkal szemben —, amely három alapvető összetevőből áll:

- a globális megfigyelő rendszerből (GOS),
- a globális távközlési rendszerből (GTS) és
- a globális adatfeldolgozó rendszerből.

Másrészt a WMO és a Tudományos Uniók Nemzetközi Tanácsa (ICSU) közösen kidolgozta a „*Globális légkörkutató programot*” (GARP), amely a troposzféra és sztratoszféra fizikai folyamatai tanulmányozásának programja és célja az időjárás és az éghajlat fizikai alapjainak jobb megértése, valamint az időjárás és éghajlat változásának előrejelzése.

A WWW megfigyelőbázisa (GOS) földfelszíni megfigyelő állomásokból (9311 db), állandó pozíciójú meteorológiai hajókból (7 db), magaslégköri megfigyelő állomásokból (805 db), időjárási radarokból (411 db), műholdakból, időjárási felderítő repülőgépekből, automata tengeri bójákból és adott, konstans magasságban úszó műszeres ballonokból áll. A WWW tehát a lég-

kör globális folyamatainak állandó felügyeletét teszi lehetővé. A globális folyamatoknál kisebb skálájú folyamatok nyomonkövetése a GARP ún. alprogramjainak feladata. A különböző méretű troposzférikus mozgások karakterisztikus nagyságrendjei az 1. ábrán láthatók. A globális megfigyelő rendszer elsősorban az „A skálájú” folyamatokat figyeli. Az alprogramok az előzőhöz kapcsolódva a kisebb skálájú légköri mozgások (B, C, D skálák) vizsgálatára sűrűbb megfigyelő bázist igényelnek, amelyeket esetenként, nemzetközi összefogással, expedíciós módszerekkel szándékoznak kielégíteni.

Az összesen kilenc alprogram közül a „monszun alprogram”, kizárólag a délkelet-ázsiai monszun problémájával foglalkozik. A monszun kérdést — noha része a trópusokon belüli időjárásnak és általános trópusi alprogramot is megfogalmaztak — elkülönítetten kezelik, tekintve a probléma rendkívüli gazdasági fontosságát.

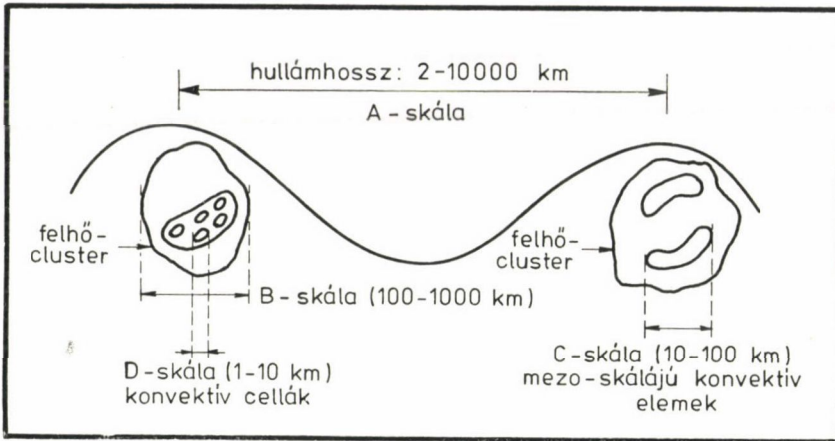
A monszun alprogramon belül az első kísérletre ISMEX-73 (Indo-Soviet Monsoon Experiment) néven 1973. május 15. és július 10. között, az Arab-tenger térségében került sor. Ennek keretében a Szovjetunió hidrometeorológiai szolgálatának négy kutatóhajójával, valamint két meteorológiai és óceánkutatásra alkalmas műszerekkel felszerelt, indiai partvédelmi hadihajóval végeztek méréseket.

A második kísérlet 1977. május 4. és szeptember 15-e között zajlott le a nyári monszun időszakában MONSOON-77 névvel. E kísérlet során a tengeren mozgó kutatóbázis azonos méretű volt, mint az első kísérletben. Az indiai szubkontinens partjain és belsejében a kísérlet időtartamára megnövelt számú meteorológiai és aerológiai állomással végeztek méréseket. Ugyancsak a kísérlet idejére készült el a MONEX adatfeldolgozó és analízisközpont is Új-Delhiben.

A monszun alprogram fő — és egyelőre befejező — kísérlete a MONEX (Monsoon Experiment) lesz, 1979-ben.

Mindhárom kísérletet óceánkutatások egészítik ki. Az egyenlítői zónában a tengeráramlások tehetetlenségi-gravitációs alakzatainak tanulmányozását a mélyáramlások négydimenziós vizsgálatai szolgálják. A szomáli áramlás zónájában a szél és a tengeráramlások kölcsönhatásának, valamint a mélyből feltörő áramlásnak a vizsgálata a cél. A szomáli partvidék tengeráramlási viszonyai nagy hatással vannak az Arab-tengerre. Az Arab-tenger felszínének fizikai állapota viszont jelentősen kihat a monszun-cirkulációra. Kísérletesen és numerikusan tanulmányozzák a térségben a levegő-tenger visszacsatolási mechanizmust is.

India és környéke fölött a monszun megindulását május utolsó hetében az intenzív csapadékhullás kezdete jelzi. A monszun megindulása a kontinentális méretű és komplex cirkulációs rendszer változásainak a következménye. A monszunos eredetű csapadék vízgőz fedezetének számottevő részét az Arab-tenger fölött uralkodó — a déli hemiszféra délkeleti passzátyának



1. ábra. A troposzférikus mozgások karakterisztikus nagyságrendjei a trópusi övben

folytatását képező — délnyugati szelek szállítják. Ma még nem teljesen tisztázott, hogy a rendelkezésre álló vízgőz készlet mekkora hányada származik a déli hemiszférából és mennyi magának az Arab-tengernek a vízfelületéről. A képet mind a légkör, mind pedig az óceán speciális tulajdonságai komplikálják. Az alacsony szintű jet (vagy futóáramlás) és a szomáli tengeráramlás jelentékeny hő-, vízgőz- és impulzusátvitelt bonyolít le, míg a térség nagy része fölötti alsó troposféra inverziója a légtömeg-transzformációt befolyásolja.

Július és augusztus folyamán a Bengál-öböl északi részén kialakuló monszundepressziók a regionális időjárás fontos tényezői. Eddig ezeknek a depresszióknak a szerkezetét csak fejlődésük későbbi fázisaiban tudták tanulmányozni, kialakulásuk mechanizmusa kevéssé volt ismert. Az expedíciós mérések megteremtették e ciklonok közvetlen megfigyelési lehetőségét. A közép-troposféra ciklonjai szintén heves esőzéseket idéznek elő az Arab-tengeren, a Bengál-öbölben és Hátsó-Indiában.

Már az ISMEX-73 adatainak előzetes feldolgozása alapján több alapvető és új megállapítást lehetett tenni a monszun cirkuláció sajátosságaira, ezenkívül hasznos segítséget nyújtottak a MONSOON-77 kísérlet terveinek pontosításához is. A Szovjetunió Hidrometeorológiai Szolgálat 1977. május 4.-én a MONSOON-77 kísérletre Vlagyivosztokból a 6000 tonnás „SIRSOV Akadémikus” zászlóshajó vezetésével az „Okean”, a „Priboj” és a „Priliv” nevű kutatóhajókat indította el. A zászlóshajó 30 tudományos laboratóriuma lehetővé tette, hogy a felsőtroposzférától a tenger, illetve óceán fenekéig a kutatók minden meteorológiai, aerológiai és oceanológiai mérést el tudjanak végezni. A mérések azonnali értékelésére egy MINSZK-22-es számítógép is hozzátartozik a hajó alapfelszereléséhez. A másik három résztvevő hajó kisebb,

csak 4000 tonna vízkiszorításúak és fedélzetükön 12 laboratórium van a zászlóshajóval azonos tudományos értékű mérések elvégzésére. A szovjet kutatóhajókon összesen 500 fő dolgozott a kísérlet során.

A hajók tudományos és alapszemélyzetén kívül meghívott, nemzetközi kutatógárda is részt vett az expedíción. Az NDK meteorológiai szolgálata két főt, Lengyelország egy főt, Jugoszlávia egy főt, Bulgária három főt, a mongol szolgálat egy főt, végül a magyar meteorológiai szolgálat két főt delegált — ANTAL EMÁNUEL (KLFI) és SIMON ANTAL (OMSZ) meteorológusok személyében — a kutatóútra. A meghívott kutatók részben saját speciális mérési programjukkal indultak, részben pedig a hajók kutatási alapfeladatainak ellátásába kapcsolódtak be. Még az expedíció kezdetekor, Szingapurban a hajókra egy-egy indiai — általában hidrológus — szakember is felszállt.

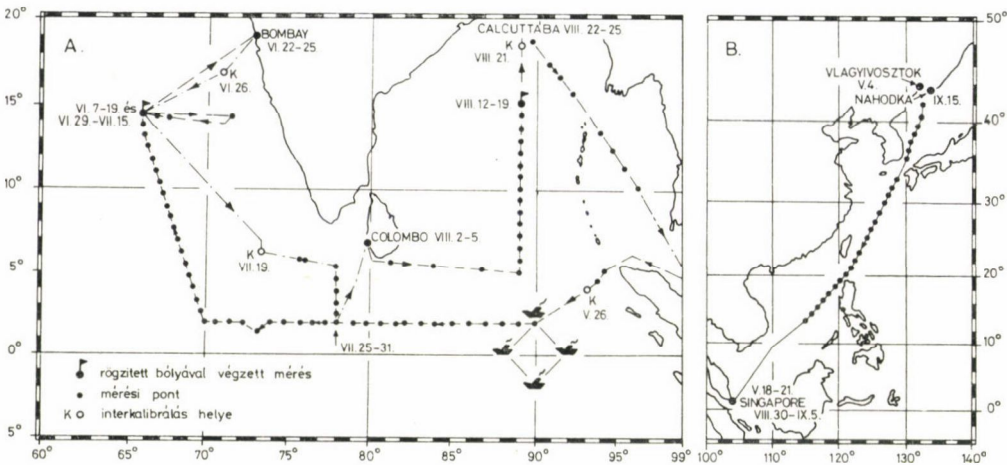
A magyar meteorológiai szolgálat a kutatóútra történt szovjet meghívás vétele után „Az óceáni területek fölötti légtér háttérszennyeződésének műszeres vizsgálata” témát jelentette be. A Központi Légtérfizikai Intézet (KLFI) már évek óta végez levegőkémiai vizsgálatokat. Ezek célja a légkörben lévő nyomgázok és aeroszol részecskék eloszlásának és hatásainak felderítése, részben a klímaváltozások szempontjából. A közép-európai térségben a légkör természetes összetételét már lényegesen befolyásolják az emberi tevékenység során keletkező és bekerülő gázok és részecskék jelenléte. Ezért vált szükségessé a távoli óceánok fölött a még zavartalan környezetben megismerni és értékelni a légköri nyomgázok és aeroszol részecskék természetes eloszlását. A magyar résztvevők a KLFI kutatásaihoz csatlakozva öt különböző mérést, illetve mintavételezést végeztek az expedíció folyamán:

- vizsgálták a látható fény összetételét és intenzitását nyolc sávban, interferencia szűrőkkel felszerelt félvezető, fotodiódás érzékelőjű aktinométerrel. E méréssel a teljes légkör átlátszósága és annak változása határozható meg.
- Fotoelektromos számlálóval (GARNER) mérték az AITKEN-részecskék koncentrációját. AITKEN-részecskéknek a  $10^{-5}$  cm-nél kisebb sugarú légköri részecskéket nevezik.
- A részecskék nagyság szerinti eloszlásának meghatározásához ultramembrán szűrővel (NUCLEPORE) aeroszol részecske mintákat gyűjtöttek optikai és elektronmikroszkópos kiértékelés céljaira.
- A szulfát részecskék tömegkoncentrációjának vizsgálatához szintén ultramembrán szűrővel (SYNPOR) gyűjtöttek nagytérfogatú mintákat. Végül:
- a kéndioxid-koncentráció meghatározásához gyűjtöttek gázmintákat.

Az elvégzett mérések és mintavételezések értékelése még hosszadalmas, utólagos laboratóriumi munkát igényel, így az expedíció magyar méréseinek

tudományos eredményeiről csak a későbbiekben lehet számot adni. Az összegyűjtött minták feldolgoása a KLFÍ laboratóriumaiban történik meg.

A kutatóhajó flotta 1977. május 26-án érkezett meg az Indiai-óceánon lévő  $4^{\circ}00'N$  és  $93^{\circ}00'E$  földrajzi pontra, ahol először a használatba kerülő meteorológiai és hidrológiai műszerek interkalibrálását, vagyis a kísérletben résztvevő összes műszer egyidejű hitelesítését végezték el. E munka befejezése után a hajók az előre megszabott poligonban álltak fel az egyenlítő mentén. Két hajó magán az egyenlítőn haladt egymástól  $2^{\circ}$  hosszúság különbséggel, egy-egy hajó pedig a  $2^{\circ}N$  és  $2^{\circ}S$  földrajzi szélességeken, az előző két hajó közötti felező távolságon. A teljes expedíció útvonalát a 2. ábrán adtuk meg.



2. ábra. A „MONSOON-77” expedícióban résztvevő szovjet kutatóhajók teljes útvonalát. A. A monszon kísérlet mérési pontjai. B. Az oda- és visszaút útvonalát és az utazás alatti mérések pontjai

Az ábrán a világos áttekintés kedvéért csak egyetlen hajó útvonalát és tevékenységeit van feltüntetve. A négy hajó egymáshoz viszonyított elhelyezkedését csak egyszer jeleztük. Az expedíció során három alkalommal rögzített bóják körüli mérésekre is sor került. Ekkor a hajók gyakorlatilag álló helyzetben, egy földrajzi ponton, hosszabb ideig végezték munkájukat.

Augusztus 23-án a kalkuttai *Birla Planetárium*ban közös indiai–szovjet szimpóziumra került sor „*Monsoon Experiment-1977*” címmel, amelyen az 1977. évi mérések feldolgozásával előzetes eredményeket mutattak be az előadók. Az ülést Y. P. RAO professzor, a bombayi meteorológiai központ vezetője nyitotta meg, az elnöki tisztre pedig B. S. CSUCSKALOVOT, a szovjet monszon expedíció tudományos vezetőjét kérték fel. A szimpóziumon négy szekcióban összesen 32 előadás hangzott el, amelyből 12-öt szovjet, 17-et

indiai előadók és hármat a szovjet hajókon dolgozó vendég kutatók (NDK és bulgár) tartottak meg. A mérések befejezésétől számított igen rövid feldolgozási idő miatt az elhangzott előadások zöme leíró jellegű volt. Minőségileg új eredményről ennek megfelelően még nem lehetett szó, részben a korábbi vizsgálatok nyertek további megerősítést.

A hajók augusztus 25-én hagyták el Kalkutta kikötőjét, majd a Bengál-öböl, Andamán-tenger, Maláj-szoros útvonalon behajóztak Szingapurba, a készletek feltöltése céljából. Végül szeptember 15-én kötöttek ki a Vlagyivosztok melletti *Nahodka* kikötőjében. Itt a meghívott vendégkutatók partraszálltak és ezzel az 1977-es nyári monszunkutatás kísérleti része befejeződött.

#### IRODALOM

- ALISOV, B.P.: Climatic regions of foreign countries. Geografiz, Moscow, 1950.  
 BERG, L.S.: 1938 Fundamentals of Climatology, 2nd ed., Uspezdiz, Moscow, 1938.  
 COCHING-CHU: 1934 J. geogr. Soc., China, **1**, 1—27, 1934  
 FLÖHN, H.: 1934 Ann. Hydrogr., **71**, 1934.  
 HALLEY, E.: 1686 Phil. Trans., **16**, 153—168, 1686.  
 HROMOV, S.P.: 1948 Fundamentals of synoptic meteorology. Gidrometeoizdat, L., 1948.  
 HROMOV, S.P.: 1950 Bull. Soc. Russe. Geogr., **82**, 3, 1950.  
 HROMOV, S.P.: 1956 Monsoons in general atmospheric circulation. Collection. "A. I. Vojekov and contemporary problems of climatology." Gidrometeoizdat, L., 1956.  
 KAMINSZKIJ, A.A.: 1932 Climate of the USSR, Pt. 1., 1932.  
 KOLOSKOV, P.I.: 1947 The nature of monsoons. GO IN reports, **99**, 1947.  
 LIR, E.S.: 1932 J. Geophys., Moscow, 2. ed. 3—4, 1932.  
 PETERSEN, S.: 1953 Proc. Indian Acad. Sci., **37**, A, 229, 1953.  
 POGOSZJAN, K.P.: 1947 Seasonal variations of general atmospheric circulation. 1947.  
 POGOSZJAN, K.P.: 1952 Atmospheric Circulation. Gidrometeoizdat, L., 1952.  
 RAMANATHAN, K.P.—RAMAKRISHNAN, K.P.: 1933 Mem. India met. Dep., **26**, Pt. 2, 1933.  
 RAMANATHAN, K.P.—RAMAKRISHNAN, K.P.: 1939 Mem. India met. Dep., **26**, Pt. 10, 189—245, 1939.  
 SIMPSON, G.C.: 1921 Quart. J.R. met. Soc., **47**, 199, 151—172, 1921.  
 VOJEJKOV, A.: 1874 Petermanns Mitt., Ergänzung, Heft **38**, 1874.

# KÖNYVISMERTETÉS

BÁRDOSSY GYÖRGY

## KARSTBAUXITOK

### Bauxittelepek karbonátos kőzeteken

(Akadémiai Kiadó, 413 oldal, 179 fekete-fehér, 22 színes ábra, 3 melléklet, 432 tételből álló irodalomjegyzék, név-, helynév- és tárgymutató, Budapest, 1977.)

Hazai földtani szakirodalmunk komoly nyeresége, hogy könyv formában megjelent a neves szerző akadémiai doktori értekezésének kibővített anyaga. Ez a monografikus feldolgozás egyrészt mennyiségi-statisztikus, másrészt szinoptikus-szintetikus igénnyel tekinti át a Föld karstbauxitjait. A mű szerkezeti felépítése, tagolása (decimálisan részletezve) igen világos. Fő fejezetei:

1. A bauxittelepek osztályozása. 2. Földrajzi és rétegtani elterjedés. 3. Települési mód. 4. Kőzettani felépítés. 5. Ásványos összetétel. 6. A karstbauxitok és a terra rossa. 7. Tektonikai helyzet. 8. Genetikai értékelés.

Nyilvánvalónak látszik, hogy a szerző jórészt ásványtani, kőzettani és teleptani szempontból tárgyalja a karstbauxitokat, ezek a részek a legterjedelmesebbek. Ezen belül is tematikus, nem pedig regionális tagolás érvényesül, ami a világ különböző bauxitterületeinek a sorra vett szempontok szerinti közvetlen összehasonlítását eredményezi. (Aki regionális részletképet akar kiemelni, a helynévmutatóhoz folyamodhat).

Az oldalszámok szerint alárendelt fejezetek azonban aránytalanul fontosak: ezekben tömörödik, kristálytisztá logikával, többszörösen átszűrve, a szerző rendkívül sok területre kiterjedő személyes tapasztalatának, szakmai kapcsolatainak, soknyelvű olvasottságának kvintesszenciája. Különféle osztályozási rendszereket ismertet és bírál, kialakítva saját komplex rendszerét. Térképi és táblázatos formában is összefoglalja a karstbauxittelepek elterjedését, oknyomozó értelmezést készítve elő. Ez az oknyomozó értelmezés rejlik a „Bauxitképződés és földtörténet” igénytelen alcím alatt a 8. fejezetben: „Karstbauxit főként ott keletkezett, ahol kontinenslemezek ütköztek össze mikrokontinens lemezek vagy óceáni mikrolemezek közbeiktatásával. Ilyen volt a paleozoikumban az Uralidák-Turkesztanidák vonulata, a alpi orogenezis során pedig a mediterrán és a karib-tengeri térség. Ez biztosított a bauxitképződésnek kedvező térszint szigeteivel, tengerparti penepain zónákkal, ismétlődő kiemelkedésekkel és a karbonátos kőzetek széles körű elterjedésével. . . A bauxitfelhalmozódás a kontinensperemi és az intrakontinentális orogén övekben a hegységképződési fejlődés paroxizmusát megelőző, gyengébb tektonikai erőhatásokkal jellemzett időszakban esett. . . a posztorogén időszakban újra megindulhatott a bauxitképződés, ha a terület megmaradt a bauxitképződésre kedvező klímában. . .”

Elvi jelentőségű az a megállapítás is, hogy „minél idősebbek a bauxittelepek, annál kevésbé alkalmazható rájuk az aktualizmus elve, annak ellenére, hogy az ásványképző geokémiai folyamatok a legidősebb telepek óta kevésbé változtak; a bauxitfelhalmozódás módját és fáciését illetően viszont már minőségi változások történtek.”

Nem utolsósorban méltatni kell a karstbauxitok képződésére, genetikájára vonatkozó részt. Ez a téma régóta fel-fellángoló szenvedélyes vitákat vált(ott) ki a szakemberek körében. A szerző tárgyilagosan, adatokat szembesítve, tényezőket súlyozva, sine ira et studio következtetve ad dialektikus megközelítést. Végeredményben megállapítja: „a kiinduló kőzetre vonatkozó egyetlen elmélet sem általános érvényű. Az adott bauxit terület földtani fejlődésmenetétől függően más és más kiinduló kőzet lehetséges, sőt több bauxit területen egyszerre többféle kiinduló kőzet is valószínűsíthető” (344. old).

Az irodalomjegyzék természetesen válogatott; ritka szerencsés módon kerül el mind a regionális, mind a nyelvi egyoldalúságot. Természetesen szerepel benne az utóbbi évek két nagy, az egész Földre kiterjedő igényű monográfiája: G.I. BUSINSZKIÉ (Moszkva 1971) és I.

VALETONÉ (Amsterdam, 1972). Ezek a karsztbauxitokon kívül a lateritbauxitokat is tárgyalják. E sorok írójának azonban az a benyomása, hogy mindketten, más-más módon, „elbillentek” a hozzájuk területileg és szakmai feldolgozás szerint közelebb álló típusok javára. BÁRDOSY GY. tudatosan és megfontoltan a karsztbauxitokra korlátozta áttekintését (bár természetesen elkerülhetetlenek bizonyos hivatkozások lateritbauxit-telepekre is). Ez az önmegtartóztatás, valamint a Jamaikától Vietnámig, Tyihvintől Guineáig és Brazíliaig terjedő személyes tapasztalata (a gyűjtött és kapott minták mindig korszerű, sőt sokszor újító-úttörő anyagvizsgálatával kiegészítve) tette számára lehetővé, hogy az aránytalanságokat elkerülje. Az eredmény szinte akrobatikusan kiegyensúlyozott, szemléletes ábrákkal olvasmányossá feloldott, világos, tömör szöveg.

Nem létezhet azonban olyan tudományos mű, amelynek áttanulmányozása után ne maradna a olvasóban hiányérzet. Egyrészt következik ez abból, hogy tudományos ismereteink jellegüknél fogva mindig hézagosak és befejezetlenek, másrészt abból, hogy minél logikusabb felépítésű egy tudományos mű, annál szembeötlőbbek a valamilyen oknál fogva kimaradt vagy csak érintőlegesen tárgyalt témakörök.

A szerző munkásságát, így többek között a magyar bauxitok geokémiájáról írt művét ismerve, csak remélhető, hogy külön könyvben fogja összefoglalni a karsztbauxitok fő- és nyomelemeinek geokémiájára, a diagenetikus, epigenetikus és későbbi folyamatokra, valamint a különféle jellegű és következményű áthalmozásokra vonatkozó adatokat.

Nem kevésbé kívánatos az sem, hogy a lateritek (ezen belül elsősorban a lateritbauxitok) problematikájának szintézisére is vállalkozzék a szerző. Minthogy hazánkban és közvetlen környezetünkben csak karsztbauxitok fordulnak elő, a lateritképződés kérdései hazai szakközönségünk előtt kevésbé ismertek. Lateritterületekkel rendelkező fejlődő országokkal való, egyre bővülő szakmai munkakapcsolataink azonban a téma tudományos fontosságán és érdekességén túlmenően gyakorlati szempontból is indokolnák e problematika magyar nyelvű összefoglalását az e téren is gazdag tapasztalatokkal rendelkező illusztris szerző tollából.

Végül reméljük, hogy a karsztbauxitok hézagpótló szintézise mielőbb a külföldi olvasók számára is, méltó fordításban és kiállításban hozzáférhető lesz.

DUDICH ENDRE

1828 — 1978

MEGJELENT AZ AKADEÉMIA KÖNYVKIADÁS  
150. ÉVÉBEN

*Printed in Hungary*

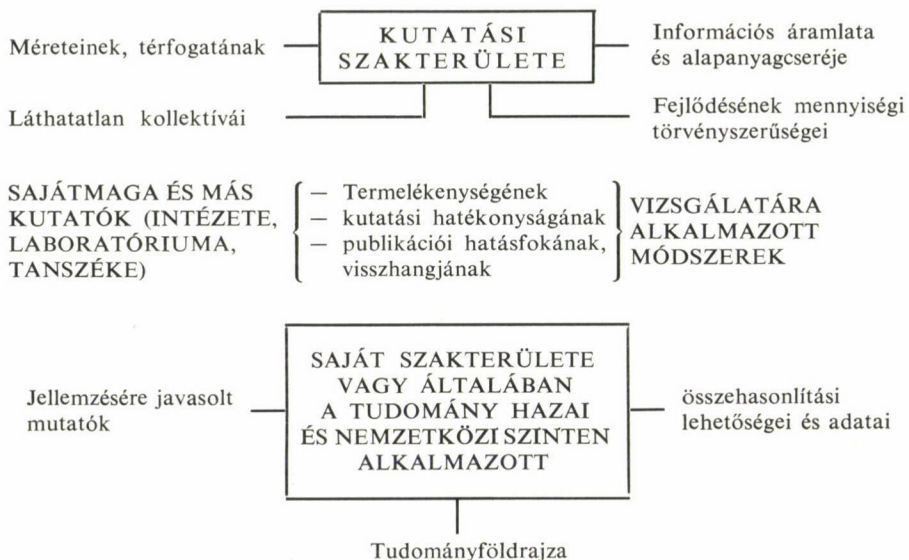
A kiadásért felel az Akadémiai Kiadó igazgatója.

Műszaki szerkesztő: Sándor István

A kézirat nyomdába érkezett: 1978. III. 17. — Terjedelem: 11,90 (A/5)

78.5617 Akadémiai Nyomda, Budapest — Felelős vezető: Bernát György

## Önt bizonyára érdekli



## *mert tudja, hogy*

A TUDOMÁNY MAI FEJLŐDÉSI SZAKASZÁBAN,  
A KUTATÁSBAN CSAKIS ÚGY

- LEHET EREDMÉNYES
- TERVEZHETI MUNKÁJÁT
- VÁLASZTHAT SAJÁT MAGA,  
INTÉZETE, ORSZÁGA  
SZEMPONTJÁBÓL  
LEGMEGFELELŐBB  
TÉMÁT, HA

a fenti kérdésekre megtalálja a választ

*Hol? Hol? Hol? Hol? Hol?*

# Scientometrics

An International Journal  
for All Quantitative Aspects of the Science  
of Science and Science Policy

című

angol nyelvű nemzetközi folyóiratban

## FŐSZERKESZTŐK:

G. M. DOBRON  
Szovjetunió

I. GARFIELD  
Egyesült Államok

D. J. DE SOLLA PRICE  
Egyesült Államok

## KOORDINÁLÓ SZERKESZTŐK:

T. BRAUN  
Magyarország

I. RUFF  
Magyarország

J. VLACHÝ  
Csehszlovákia

## SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG:

A. Avramescu (Románia)  
M. T. Beck (Magyarország)  
G. W. R. Canham (Kanada)  
R. C. Coile (Egyesült Államok)  
Yu. V. Granovszky (Szovjetunió)  
S. P. Gupta (India)  
G. C. Jain (Újzéländ)  
Fr. Jevons (Ausztrália)  
C. Le Pair (Hollandia)  
K. O. May (Kanada)  
A. J. Meadows (Anglia)

I. M. Orient (Szovjetunió)  
A. Rahman (India)  
G. Rózsa (Magyarország)  
I. N. Sengupta (India)  
Sh. K. D. Sharma (India)  
A. Singleton (Anglia)  
I. S. Spiegel-Rösing (NSZK)  
S. Szalai (Magyarország)  
P. Tétényi (Magyarország)  
L. Tosi (Franciaország)  
H. Voos (Egyesült Államok)

H. Zuckerman (Egyesült Államok)

AKADÉMIAI KIADÓ  
Budapest

kiadja

ELSEVIER PUBLISHING CO.,  
Amsterdam

Saját eredménye e területen — ÖNNEK TALÁN VAN — Véleménye, megjegyzése

Megírt vagy megírandó  
közleménye

A FOLYÓIRAT EZEKET ÉRDEKLŐDÉSSSEL VÁRJA

Cím: Dr. J. VLACHÝ Kankovského 1241 180 00 Praha 8 CSSR

vagy Dr. T. BRAUN Eötvös Loránd Tudományegyetem

1443 Budapest, P.F. 123, Magyarország



TARTALOM

AKADÉMIAI SZÉKFOGLALÓ

|  |   |
|--|---|
| <i>Martos Ferenc</i> : FÜLÖP JÓZSEF akadémikus székfoglalója elé .....         | 3 |
| <i>Fülöp József</i> : Magyarország földtana, egy új szintézis irányelvei ..... | 7 |

TUDOMÁNYOS ÉRTEKEZÉSEK

|  |    |
|--|----|
| <i>Faller Gusztáv—Tóth Miklós</i> : A bányagazdasági és ásványvagyon-gazdálkodási kutatások helyzete és néhány fontosabb eredménye Magyarországon — (Conditions and some Remarkable Results of Researches on Mining and Mineral Resources Economy in Hungary) — (Состояние и несколько важнейших результатов исследований в области горной экономики и хозяйствования минеральными запасами в Венгрии) ..... | 14 |
| <i>Lakatos István—Tóth József</i> : Vizes poliakrilamidoldatok alkalmazása a hazai olajbányászásban (Összefoglaló tanulmány) — (Application of Polyacrylamide Solutions to Oil Recovery in Hungary) — (Применение водных растворов полиакриламидов на нефтепромыслах Венгрии) .....  | 29 |
| <i>Major György</i> : A légköri üvegházhatás empirikus vizsgálata — (Empirical Study of the Atmospheric Greenhouse Effect) — (Эмпирическое исследование атмосферного парникового эффекта) .....  | 39 |
| <i>Boldizsár Tibor</i> : Helyzetkép a világ geotermikus energiatermelési lehetőségeiről — (Appraisal of the Geothermal Energy Production Possibilities of the World) — (Оценка возможности освоения геотермической энергии мира) .....   | 47 |
| <i>Tóth Miklós</i> : Az ásványi nyersanyagelőfordulások optimális bányaművelési módját meghatározó természeti feltételek — (Physical Characteristics Controlling the Optimal Techniques of Exploiting Mineral Deposits) — (Природные условия, определяющие оптимальный способ разработки месторождений полезных ископаемых) .....  | 59 |

HELYZETKÉPEK

|   |    |
|---|----|
| <i>Grassely Gyula</i> : Ásványtani, kőzettani és geokémiai helyzetkép ..... | 63 |
| <i>Balogh Kálmán</i> : A földtan helyzete Magyarországon .....              | 85 |

KUTATÓINTÉZETI MUNKÁRÓL

|   |     |
|---|-----|
| <i>Béll Béla</i> : Az aerológia útkeresése egy 25 éves magyar kutatóintézet fejlődésének tükrében ..... | 112 |
|---|-----|

TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKOKRÓL

|   |     |
|---|-----|
| <i>Major György</i> : Az 1977. évi Meteorológiai Tudományos Napok ..... | 119 |
| <i>Simon Antal</i> : A „MONSOON-77” kísérlet és előzményei .....        | 125 |

KÖNYVISMERTETÉS

|   |     |
|---|-----|
| <i>Dudich Endre</i> : BÁRDOSSY GYÖRGY: Karsztbauxitok. Bauxittelek karbonátos kőzeteken ..... | 133 |
|---|-----|