

GEONÓMIA és BÁNYÁSZAT

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

11. kötet 3-4. 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, GRASSELLY 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 84 forint. Belföldi megrendelések az Akadémiai Kiadó (1363 Budapest V., Alkotmány utca 21. Pénzforgalmi jelzőszámunk: 215—11488), külföldi megrendelések a „Kultúra” 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 nyelvtől 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.

A FÖLD- ÉS BÁNYÁSZATI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK TEVÉKENYSÉGÉRŐL

MARTOS FERENC

AZ MTA LEVELEZŐ TAGJA

OSZTÁLYELNÖK

1. Az osztály szervezete és apparátusa

A Föld- és Bányászati Tudományok Osztálya 1965-ben alakult meg. Jelenleg hét rendes és nyolc levelező tagja van. A doktori fokozattal rendelkezők száma 56 fő, a kandidátusoké 217 fő.

Az Osztály testületi feladatait *tudományos bizottsági hálózat* segítségével látja el. A bizottságok két fő csoportba sorolhatók:

- a) osztálybizottságok
- b) osztályközi bizottságok.

A bizottságok felsorolását az *1. melléklet* tartalmazza. Ezenkívül — természetesen — az Osztály tagjai (tisztviselőként vagy tagként) részt vesznek egyéb, központi (elnökségi) bizottságokban, nemzetközi tudományos szervezetekben, illetve azok hazai nemzeti bizottságaiban, folyóiratok és más kiadványok szerkesztőbizottságaiban stb.

A tudományos bizottságok mellett — a feladatokból adódóan — hosszabb vagy rövidebb időtartamra megalakított albizottságok, témabizottságok működnek.

A bizottsági hálózatban mintegy 200 fő tevékenykedik.

Az Osztály munkájában a tagokon kívül, tanácskozó tagokként, részt vesznek az iparágak vezetői, ill. a nagyobb kutató intézetek igazgatói is. (Jelenleg az Osztálynak négy tanácskozó tagja van, közülük három a tudományok doktora, egy pedig a tudományok kandidátusa.) A bizottságok, ill. albizottságok még tovább szélesítik azt a kört, amelyben a tudományos kutatók, oktatók, hatósági szakemberek és vállalati, üzemi vezetők együttese van jelen és tud az elméleti, valamint a gyakorlati ismeretek, ill. tapasztalatok szintézise alapján véleményt, állásfoglalást kialakítani az eléjük utalt vagy általuk felvetett kérdésekről.

1.1. Tudományos bizottságok

A bizottsági (testületi) munka az Osztály működésének alapvető, meghatározó formája. A bizottságok szervezetének és munkamódszereinek az eredményesség, ill. a hatékonyság szempontjából döntő szerepe van.

Az eddigi tapasztalatok azt mutatják, hogy a tudományágazatok összetettsége, az irányító szervekkel és a gyakorlattal való kapcsolat szorosabbá, alkotóbbá tétele érdekében célszerű a tudományos bizottságok számának csökkentése az egymással szervesen kapcsolódó, rokonterületeken működő tudományos bizottságok összevonásával, és ezzel egyidejűleg (de nem formálisan, hanem a *valóságos igényeknek megfelelően*) az al- vagy témabizottságok körének bővítése, valamint — az egyre fokozódó interdiszciplináris igények miatt — az osztályközi, komplex bizottságok erősítése és a szükségleteknek megfelelően újabbak létrehozása.

Már az elmúlt időszakban összevontuk a „Szilárdásvány-bányászati” és a „Kőolaj-, földgáz- és vízbányászati” tudományos bizottságokat egy közös Bányászati Tudományos Bizottsággá, aminek nem csupán szervezeti, de elviszemléletbeli és tudományos módszertani indokai is voltak. (Nevezetesen: az ásványi nyersanyagkutatás és termelés elvi-tudományos alapjai közösek; a jövő bányászatában pedig sok esetben a jelenlegi technológiai különbségek is elmosódnak, mint pl. a szilárd anyagok halmazállapot-változtatással, fúrólukon át történt kitermelése esetében.) Hasonló okok miatt kell megfontolni és legkésőbb az 1979. évi közgyűlés idejére előkészíteni a jelenleg külön-külön működő földtani, geokémiai és geonómiai tudományos bizottságok összevonását egy közös bizottságba, a szükségnek megfelelő és a jelenleginél még jobban differenciált albizottsági hálózat fokozatos kialakításával.

Az *osztályközi komplex bizottságok* még viszonylag új szervezeti formák, bár „ad hoc” jelleggel már működtek ilyenek, és fontos döntések előkészítésében nyilvánítottak véleményt. Csak példaként említjük a VI., VII., IX. és X. osztályokból alakult bizottságot, amely az egyes hazai ásványi nyersanyagok komplex hasznosítása tárgyában készített tanulmányokat véleményezte. Az ilyen típusú munka, és az ilyen célra szervezett testületek jelentősége a jövőben feltétlenül növekedni fog. A tudomány fejlődése, valamint a gyakorlat igényei miatt egyaránt ezt a testületi formát kell már most is, a közeli jövőben pedig még inkább erősíteni, jellemzővé tenni. Szervezésükkel, irányításukkal, működtetésükkel kapcsolatban még több kérdés tisztázandó, de ezekre — az egyre szaporodó tapasztalatok birtokában — „menet közben” ki fognak alakulni a megfelelő megoldások. (Egyes osztályok ilyen jellegű jó tapasztalatainak átvétele főbb törekvéseink közé tartozik.)

1.2 Tudományos intézmények

Az Osztály tudományos kutatói „háttérének” jelentősebb intézményeit a 2. melléklet sorolja fel. A felsorolás nem teljes. Az említetteken kívül még van néhány intézmény és termelő vállalat is, amely igen jól működő, jól felszerelt kutató-fejlesztő részleggel rendelkezik (ha ez a funkció a szervezet nevéből nem is tűnik ki). Amit azonban így is fontosnak tartunk megjegyezni, az az a

körülmény, hogy az Osztály illetékességi körébe tartozó kutató helyeken mintegy 2200—2500 fő dolgozik, s ebből az Akadémia felügyelete alá tartozó szervezetekre kb. 100—110 fő jut, vagyis valamivel kevesebb mint 5%. A kutatás-irányítás, szervezés testületi feladatai számára ennek az aránynak nem elhanyagolható szerepe van.

A tudományos kutatás, ill. a kutató-fejlesztő munka az intézményekben folyik. Ezek közül jó néhányat az Osztály tagjai irányítanak, vagy azokban végzik munkájukat. Az eredmények is ezekben az intézményekben jönnek létre. Az Osztály a tagjain, ill. a testületeiben dolgozó szakembereken keresztül igyekszik megfelelő ráhatást gyakorolni erre a munkára azon túlmenően, hogy az Osztály plénuma (a tanácskozó tagokat és a nem akadémikus bizottsági elnököket is beleértve) alakítja ki a közös véleményt a legfontosabb tudománypolitikai és más kérdésekben.

A 3. melléklet tájékoztatásul felsorolja azokat az OTTKT főirányokat és célprogramokat, amelyek megvalósításában az említett kutatóhelyek kisebb vagy nagyobb mértékben részt vesznek. Egyesek közülük egy-egy főirány, vagy célprogram ún. „bázis-intézménye” és koordinátora.

2. A föld- és bányászati tudományok jellege és társadalmi szerepe

2.1 *Elvi alapok*

A föld- és bányászati tudományok — a tudományágak mai osztályozása szerint — részben természettudományi, részben műszaki tudományi jellegűek. E kettősség természetesen minden diszciplínában jelen van, s csupán arról van szó, hogy valamelyikben az egyik, egy másikban pedig a másik tudományág a meghatározóbb, akár tartalmilag, akár módszertanilag. Az is ugyanilyen természetes, hogy a föld- és bányászati tudományok sok ismeretet szükségszerűen átvesznek a többi fő tudományágból is, mindenekelőtt a társadalomtudományokból (pl. földrajztudomány). Ez az „átvétel” nem csupán felhasználást, adaptálást jelent, hanem olykor olyan mértékű ötvözést, szintézist, ami már önálló és új „minőséget”, új elemet képvisel. Ez a folyamat ma már egyre inkább fordított irányban is érvényesül, amennyiben más tudományágzatok számukra hasznos információkat nyerhetnek a föld- és bányászati tudományok eredményeiből (pl. meteorológia — agrártudományok).

A föld- és bányászati tudományok a közöttük meglevő tartalmi kapcsolódások belső logikájából fakadó, szervesen összefüggő ismeretrendszerbe illeszthetők. Az egyes szaktudományok feltételezik és kiegészítik egymást. Sokféle-képpen érintkeznek és alkotnak határterületi átfedéseket egymás között és más szaktudományokkal is.

A föld- és bányászati tudományok körébe tartozó ismeretrendszer lényegében két nagyobb csoportra bontható. Ezek:

a) a társadalom természeti környezetének, a Földnek, mindenekelőtt azonban a földkéregnek a felépítését, fejlődését, változásait, s e változásokat okozó erők létezésének és működésének törvényszerűségeit feltáró ismeretek rendszere, amely figyelembe veszi az emberi beavatkozás hatásait is;

b) az ásványi nyersanyagok és más, a nem élővilágból származó természeti erőforrások feltárásának és felhasználásának módszereit, eljárásait összefoglaló tudományos ismeretek rendszere, az emberi beavatkozás hatásainak és következményeinek *szükségszerű* figyelembevételével.

Tevékenységünk tudományos alapjai szempontjából mindkét vonatkozásban kiemelt elvi jelentőségű és gyakorlati fontosságú tény, hogy a föld- és bányászati tudományok:

a) hozzájárulnak a társadalmi lét és a fejlődés anyagi alapjai egy jelentős részének megismeréséhez azzal, hogy hozzásegítenek a természeti erőforrások, s ezen belül a most különösen fontos ásványi nyersanyagok felkutatásához, feltárásához, kitermeléséhez és felhasználhatóságuk előkészítéséhez;

b) hozzájárulnak a szocialista társadalom tudatának jobb, hatékonyabb materialista-természettudományos formálásához.

2.2 Gyakorlati konzekvenciák

Az Osztály tevékenységét az elmúlt néhány esztendőben megfogalmazott tudománypolitikai, ill. gazdaságpolitikai állásfoglalásokra, határozatokra, valamint az Elnökség, a szakigazgatás útmutatásaira, rendelkezéseire alapoztuk. Ezek ismertek, s mind az Osztály, mind a bizottságok alapokmányai és munkatervei figyelembe veszik azokat.

Mielőtt a föld- és bányászati tudományok terén elért néhány jelentősebb tudományos eredmény ismertetésére és a további célkitűzések rövid összefoglalására rátérnénk, szükségesnek tartjuk — éppen az előző (2.1) pontban említettek szellemében — tevékenységünket néhány általánosabb vonással is jellemezni.

Hazánk természeti erőforrásai, s ezeken belül ásványi nyersanyag-előfordulásai jobb, valósabb, tehát objektívebb értékelésének kialakításában testületeinknek *kezdemenyező* szerepe volt! Az 1973. évi közgyűlés osztályülésének keretében megtartott előadások kapcsán fogalmazódott meg először, hogy nemcsak geo-tudományi értelemben, de közgazdasági-politikai értelemben is helytelen, bizonyos vonatkozásban káros az a fogalmazás, amelyet kritikátlanul használtak évtizedek óta nálunk, nevezetesen az, hogy „... hazánk ásványi nyersanyagokban szegény ország”. Az ezzel kapcsolatos — s ma már szinte általánosnak mondható — szemléletbeli változás létrejöttében az Osztálynak és testületeinek, valamint néhány osztálytagnak személy szerint, tagadhatatlan pozitív szerepe volt és van ma is.

Ma már a szakmai és a nem szakmai közvélemény is másképpen fogalmaz. Tudják, hogy egy olyan ország, amely ásványi nyersanyagszükségleteinek (építőipari nyersanyagokat is beleértve) globálisan mintegy 50%-át hazai forrásból tudja fedezni és ezt az arányt — a növekvő igények ellenére — még az ezredforduló táján is tartani képes, nem nevezhető abszolút értelemben nyersanyagban „szegény” országnak. Specifikusan persze (anyagfélésegenként) az arányok nagyon is eltérők, de vannak anyagok, amelyek a teljes hazai szükségletet fedezik, sőt olyanok is, amelyekből exportra is jut. S ilyen — némi fejlesztés után — még több is lehet.

A jelenleg ismert ásványi nyersanyagkészleteink értékét mintegy 600 milliárd Ft-ra lehet értékelni. A tervszerű és céltudatos földtani kutatás, valamint a jól kialakított tudományos kutatás által kifejlesztett termelési és feldolgozási eljárások a készleteket még jelentősen növelhetik. Márpedig minél nagyobb a hazai földről gazdaságosan kitermelhető nyersanyagok aránya az összes társadalmi igény kielégítésében, annál jobban javul, de legalábbis annál kevésbé romlik az a bizonyos „cserearány”, amelynek „számlájára” jelenleg — joggal — írhatjuk gazdasági problémáink egy részét. Különösen akkor lehet még eredményesebb ez a folyamat, ha nyersanyagainkból még jobban értékesíthető közbenső- vagy késztermékeket is elő tudunk gazdaságosan állítani (pl. mangánsók, szilikátok stb.).

Kevesen tudják, hogy 148 ország között a területnagyságra eső nyersanyagtermelésben a 28. helyet, és az összes termelés vonatkozásában is az 55. helyet foglaljuk el. Az egy főre eső termelést tekintve a 71. helyen állunk. De sok — nálunk jóval fejlettebb, gazdagabb — ország is importálja nyersanyagszükségletének ilyen, vagy ennél tetemesebb hányadát.

A régi szemlélet fékezte a tudományos kutatást és a gyakorlati irányú földtani kutatást is. Ma már más a helyzet, és nemcsak a világpiac ismert jelenségei folytán, de testületeink tudományosan megalapozott tudatformáló munkája nyomán is.

Nyilvánvaló, hogy a hazai föld természetét, szerkezetét stb. a hazai kutatóknak kell feltárni, megismerni és megismertetni. A magyar földtudomány is része azonban az egyetemesnek, mint ahogyan a mi specifikus eredményeink is beépülhetnek, sok közülük máris beépült a nemzetközi, az egyetemes földtudományok ismeretanyagába. Ebből következik, hogy nagyon is szükséges a nemzetközi kapcsolatok ápolása és fejlesztése, a szocialista akadémiák közötti együttműködésben való aktívabb részvétel (amelyből egy időre elsősorban földtani vonatkozásban indokolatlanul ki is maradtunk), valamint az egyéb tudományágazatokkal való szorosabb kapcsolat kiépítése, illetve továbbfejlesztése.

Konkrét feladatunk a föld- és bányászati tudományok fejlesztésében az, hogy az Osztály és testületei még hatékonyabban vegyenek részt a tudománypolitikai és a legégetőbb gazdaságpolitikai céljaink elérése érdekében folyó

munkában, elsősorban „Az ország természeti erőforrásainak kutatása és feltárása” tárca szintű főirány keretében végzett tudományos kutatásokban, azok szervezésében. Hozzá kell járulnunk e főirány tartalmának oly mértékű fejlesztéséhez, hogy annak *országos jellege* erősödjék, s ez a megfelelő állami tervdokumentumokban is kifejezésre jusson.

Az Osztály ennek elősegítésére úgy határozott, hogy az 1978. évi közgyűléshez csatlakozó osztályrendezvényt tudományos ülészekként fogja megtartani, amelynek keretében *a főirány bázisintézményei és jelenlegi koordináló szerve* (KFH) beszámolnak az eddig végzett munkáról, s néhány további előadásra is sor kerül, amelyek a legkiemelkedőbb tudományos eredményeket ismertetik. Mindezek alapján kíván az Osztály állást foglalni a főirány továbbfejlesztésének ügyében, megfogalmazva javaslatait (az „országos” szintre való kiemelés is beleértve) az illetékes szervek részére.

Ugyancsak az előzőekből következik egy második fő törekvésünk: *a földtani együttműködés fokozása*, elsősorban a szocialista országokkal.

Végül a munkaszervezés, az Osztály „hatásának” jellemzésére említjük meg még röviden a következőket.

Visszautalunk arra a megjegyzésre, amit a tudományos háttér intézményeiről szólva már az 1. fejezetben tettünk, kiemelve azt a tényt, hogy mindössze 5% körül van az MTA felügyelete alá tartozó kutatóbázis, ha a létszám-arányokat tekintjük (költségráfordítások vagy állóeszköz-állomány szempontjából az arány esetleg még „kedvezőtlenebb” is lehet).

Ezt a számot nem elsősorban azért említjük meg, mintha a tudományos kutatásban perdöntőnek tartanánk ilyen vagy hasonló mennyiségi mutatószámokat, hanem azért, mert ez az arányszám fel kell hogy hívja a figyelmet arra, hogy a föld- és bányászati tudományok helyzetének bármely szempontból végzett értékelésekor távolról sem lehet megelégedni csupán az akadémiai intézményekben végzett munka vizsgálatával (más kutatóhelyeken is végeznek alap-, ill. alapoó kutatást és nem is keveset).

A tudományos „háttér” ilyen jellegének azonban az Osztály testületi munkája szempontjából mégis vannak bizonyos konzekvenciái. Ezek közül itt most csupán két tényezőt emelünk ki. Ezek:

a) a kutató munka koordinálásának fokozott jelentősége van, de a különböző szervek felügyelete alá tartozó sokféle intézményben folyó kutatás koordinálása az átlagosnál — úgy véljük — nehezebb;

b) minél közelebb van egy tudományterület a népgazdaság valamely anyagi termelési ágazatához, annál nehezebb a tudományos testületi ráhatás az ott végzett kutató-fejlesztő munka *arányaira*, miután az ipari, vállalati intézetek szintjén, de különösen a végrehajtás (realizálás) szempontjából fontos vállalati-üzemi szinten a tudománypolitika hosszú távú és helyesen irányító elvei gyakran ütközhetnek az ezeken a szinteken sokszor jóval erősebben érvényesülő egyébb, elsősorban a közgazdasági szabályozói rendszer szférájába tar-

tozó és „pillanatnyilag”, rövid távon gyakran más irányba terelő „ösztönzők”-kel.

Az Osztály tudományszervező munkája tehát nem könnyen megoldható feladat, s ezen a területen még jobb eredményeket csakis azáltal lehet elérni, hogy a nem akadémiai kutatóhelyek vezetői, sőt az iparágak állami vezetői is tagjai az Osztálynak, illetve az Osztály testületeinek. Hangsúlyozzuk, hogy amikor bizonyos tudományszervezési problémákról teszünk említést, akkor az összes kutató-fejlesztő munkán belül, főleg az alap kutatások mennyiségére és irányaira, valamint a tudományos kutatás és a kutatói apparátus fokozottabb koncentrálásának és koordinálásának szükségességére gondolunk.

3. Néhány tudományos eredmény és a megoldandó főbb feladatok

3.1 Tudományos helyzetképek

Az utolsó két-három esztendő alatt az Osztály tudományos bizottságai — külső szakemberek széles körének bevonásával — elkészítették tudományágazataink helyzetképét. Ezek a kritikai, értékelő tanulmányok áttekintették a szakterület kutatói bázisának munkáját, a távlati tervekhez kapcsolódó kutatásokat, azok eredményeit és a további feladatokat, célkitűzéseket s azok elérésének, megvalósításának feltételeit. Vizsgálták a hazai színvonalat a nemzetközi összehasonlítások tükrében, és foglalkoztak az oktatás — közművelődés kérdéseivel is. Az alap kutatások terén elért eredményeken túlmenően, kiemelten elemezték az egyes szaktudományok és a gyakorlat kapcsolatait, pontosabban azt a körülményt, hogy az egyes tudományos felismerések hogyan, milyen mértékben hatottak a föld- és bányászati tudományok fejlődésére általában, valamint azt, hogy ezek közül egyesek hasznosultak-e a gyakorlatban és milyen eredménnyel. Nagy figyelmet szenteltünk az elért, de a gyakorlatban még nem vagy nem kielégítő módon hasznosított új felismeréseknek.

A tudományos bizottságok (al- és szakbizottságok) által készített részleges vagy általános helyzetképeket az 1976. évi közgyűlés utáni időszakban az Osztály plénuma egyenként letárgyalta. Megállapítottuk, hogy a helyzetképek többsége teljes egészükben, de valamennyi helyzetkép egy-egy lényeges fejezete objektív és kritikus volt. Nem voltak ezek a tanulmányok számba vehető összeállítások „egyenszilárdságúak”, de a legfontosabb tennivalókat reálisan fogalmazták meg, s ezzel jelentős segítséget nyújtottak mind a kutató helyek, mind pedig az irányító szervek részére. Az ilyen helyzetképeket tárgyaló osztályülésekre ugyanis mindig meghívtuk az illetékes hatóságok (elsősorban a NIM, az ÉVM, a MÉM, az OM, a HM, a KFH) vezetőit, miniszterhelyetteseket vagy azok képviselőit, trösztök és nagyvállalatok vezetőit stb.

E munka során meggyőződünk arról, hogy a *tudományos helyzetképek készítésének módszerét még fejleszteni kell*. Az Osztály számára ez a feladat nem

lehet egy-egy rövid időszakra sűrített „kampánymunka”, hanem egy *folyamatos* tevékenység. Tulajdonképpen az Osztály működésének egyik fontos megjelenési formájáról van szó. A helyzetképek az Osztály és a tudományos háttér közötti kölcsönös információcserének egy-egy időszakra vonatkozó, rendszerezett összefoglalását és hatásmechanizmusát is jelentik.

Az osztályüléseken megvitatott és elfogadott helyzetképek publikálása folyamatban van. A „Geonómia és Bányászat” c. magyar nyelvű osztályközleményünk 1977. évi számaiban már megkezdtük közlésüket.

A következőkben részben a legjelentősebb elméleti, részben pedig már a gyakorlatban is hasznosított tudományos kutatási eredmények közül mutatunk be néhányat csupán jellemzőként, a teljesség igénye (és lehetősége) nélkül.

3.2 *Elméleti eredmények*

A *meteorológiában* jelentős eredmények születtek a légköri folyamatok matematikai modellezése, elsősorban a transzportmodellek kidolgozása, a meteorológiai előrejelzés megalapozása, a szennyező anyagok terjedésének meghatározása, az árvizeket okozó időjárási helyzetek előrejelzése terén. A kozmikus meteorológiai kutatásban a felhőképek vizsgálata körében elért eredmények hozzájárultak a távlati előrejelzés jobb megalapozásához. A levegőkémiában a légköri kén körforgalmára vonatkozó kutatások eredményei emelhetők ki.

A *geofizikában* a Föld-alak és a mágneses tér összefüggésére irányuló kutatások eredményeit, a geoid meghatározását két szimmetrikus forma összegként, a gravitációs árapályvizsgálatokat, a Napszél-prognózist, a kéregköpeny reflexiók jellemzőinek, valamint a Pannon-medence regionális geotermikus viszonyainak tanulmányozását kell megemlíteni. A nyersanyagkutató geofizikában elért eredmények közül a szeizmikus hullámok amplitúdó- és abszorpció-analízisét, a mozgó geofizikai állomások „real time” adatfeldolgozását, illetve megjelenítését, a komplex geofizikai értelmezés függvénykapcsolatainak kidolgozását és a többkomponenses nukleáris elemvizisést emeljük ki.

A *földrajzban* a régió-kutatások eredményeinek feldolgozására új kvantitatív és komplex módszert vezettek be a hazai mező- és makro-régiók környezetpotenciáljának felmérésére és értékelésére. Az ország hat nagy, tervezési körzetére regionális atlaszok készültek (6 kötet) és kerültek kiadásra.

A *geodéziában* a kiegyenlítés és a pontosság-vizsgálat új számítási módszerei terén (szűrő elméleten alapuló, lokalitás elvére épülő kiegyenlítés), az árapályvizsgálatokkal kapcsolatos számítástechnikában, valamint a függőleges kéregmozgások vizsgálata során születtek új tudományos eredmények. Jelentősek az újkeletű szatellita-geodézia eredményei is.

A *földtanban* a rétegtan elméleti alapjainak korszerűsítését, a krono-, bió-, litosztratigrafiai rendszerek és a formáció-nevezéktan hazai viszonyokra történt kidolgozását, a nyersanyagprognózisok alapjául szolgáló fácies- és ő-

földrajzi térképek elvi alapjainak továbbfejlesztését, a Föld karsztbauxit telepeinek világszínvonalon álló áttekintését és e nagyon fontos ásványi nyersanyagok genetikai osztályozása terén elért tudományos eredményeket emeljük ki.

Nagyon sikeres volt és jelentős eredményeket hozott a nagy szárazföldi medencék hidrogeológiájának nemzetközi kongresszusa.

A *geokémiában* az elemdúsulások kialakulásainak felismert új összefüggései elsősorban az ércek genetikája vonatkozásában jelentenek úttörő munkát: a kőzet- és ásványképződés törvényszerűségeinek modellezéssel és petrurgiai kísérletekkel történő meghatározása további kimagasló tudományos teljesítmények. A DK-Európa metamorf aljzat-térképének nemzetközi kooperációjában, magyar irányítással történő elkészítése, ill. e munka megszervezése számottevő.

A *geonómiában* kialakult és megerősödött a lemeztektonikai szemlélet és megfogalmazódott a földi, nagy összefüggéseket leíró ciklustörvény. A geonómia ezzel egyre inkább a földtudományok egy integrált ismeretrendszerét alkotta meg.

A *bányászatban* a nyersanyag-előfordulások gazdasági értékelésére kidolgozott eljárás, a bányák telepítésének optimalizációs-analitikus módszerei, a reológiai-energetikai alapokon kidolgozott kőzetmechanikai kutatások, a kőzetben tárolt folyadék, ill. gáz mozgástörvényeinek (regionális méretekre is érvényes) feltárása, a bányászati termékrendszer-szemlélet és az erre alkalmas modellek kidolgozása jelzik a legszámottevőbb tudományos eredményeket.

3.3 Gyakorlatban is hasznosított tudományos eredmények

A közvetlen társadalmi igények kielégítését, a nyersanyagprognózist, esetenként már a termelést is megalapozó főbb kutatások eredményei közül is megemlítünk röviden néhányat.

A *meteorológia* területén, a megfigyelések automatizálására irányuló kutatásokon belül, a műholdakról érkező jelek vétele növelte a szolgáltatásszerű előrejelzés megbízhatóságát. Az agroklimatológiai kutatások eredményei az éghajlati vonatkozásban megalapozott tájjellegű termelés, a növényhonosítás és az öntözési igény racionális tervezésében hasznosulnak. A felhőfizikai kutatások eredményeire alapozva dolgozták ki a jégeső-elhárítás módszerét, ami ma már a kárelhárítást szolgálja az ország legveszélyeztetettebb területein. A városklíma-kutatások eredményei a településtervezésben adnak hasznos ismereteket.

Az *alkalmazott geofizikai* kutatások a nyersanyag-, elsősorban a szénhidrogén- és a bauxitlelőhelyek pontosabb és biztosabb kimutatását lehetővé tevő új módszereket és eszközöket eredményeztek. Geofizikai előkészítés alapján az utolsó öt évben 27 szénhidrogén lelőhelyet tártak fel. Geofizikai műszereink

világviszonylatban is a legfejlettebbek közé tartoznak, amit a szovjet, NDK és USA kooperáció és műszerigény is tanúsít.

A *földrajz* terén folyó kutatások közül az ország gazdasági körzetesítése, az elmaradt területek elhatárolása és a fejlesztésükre kidolgozott javaslatok, az ipar optimális területi elhelyezkedési modelljének kidolgozása alapot szolgáltatott központi döntésekhez, területfejlesztési és gazdaságpolitikai vonatkozásban. Magyar kezdeményezésre készült el az 1:2500 000-es léptékarányú, nemzetközileg is elismert és nagyra értékelt, 234 szelvényből álló világtérkép-sorozat *nyolc szocialista ország együttműködésével, de a magyar fél irányító szerkesztésével.*

A *geodéziai* kutatások terén a népgazdasági igények közvetlen kielégítését szolgálták a korszerű állami alaptérképek létrehozására irányuló kutatások, mint pl. a fotogrammetriai pontsűrítések és a mérési eredmények korszerű számítástechnikai feldolgozása.

A *földtani* kutatások legfontosabb eredményei a szénhidrogén, szén, lignit, bauxit, színesérc és építőanyagipari nyersanyagok jelentős új készleteinek megismerése, s ezzel a hazai ásványvagyon mennyiségének jelentős növelése. Folytatódott az ország gazdasági szempontból legjelentősebb területeinek komplex földtani térképezése. Lényegesen meggyorsult a főváros, a Balaton-környék és számos nagyváros mérnökgeológiai térképsorozatának elkészítése.

A *geokémia* alkalmazott kutatásai közül a szénhidrogének és az ércetek genetikájára vonatkozó kutatások és kísérletek adtak lehetőséget új nyersanyag-prognózisok készítésére, de ilyen célokat szolgálták a faciológiai és szedimentológiai kutatások eredményei is. Közvetlen ipari felhasználást tettek lehetővé a szabadalmazott petrurgiai kutatások, valamint az egyes ásványok ipari célú felhasználására irányuló kutatások.

A *bányászati* kutatás eredményei realizálódnak a természeti veszélyek elleni hatékonyabb védekezési módokban, amelyek a nagyobb személyi és vagyónbiztonságot eredményezik. Az alkalmazott bányászati kutatások eredménye a bányászat termelékenységének, gazdaságosságának és műszaki színvonalának növekedése.

A kőolajtermelés határfokának növelését segítik elő a kőolajkiszorítással foglalkozó különböző kutatások. A föld alatti gáztárolás műszaki-gazdasági hatékonyságát növelik a gáz-víz-kőzetrendszerre vonatkozó kutatások.

A *földtani, geokémiai, geofizikai és bányászati* kutatások *együttes* eredménye, hogy jelentősen megnövekedett az ismert és a reménybeli ásványi nyersanyagkészlet, és a kitermelt, hasznosítható anyagok értéke jelenleg kb. 20 milliárd Ft/év.

A föld- és bányászati tudományok eredményeinek hatása azzal is jellemezhető, hogy a népgazdaságnak átadott energiahordozók és egyéb ásványi nyersanyagok mintegy 25—30 iparág alapanyagait képezik. Ez a körülmény

pedig azt jelenti, hogy tudományágazataink eredményei az ország ipari-gazdasági helyzetén kívül már a társadalmi lét alakulására is jelentős befolyással vannak.

Ennek a megállapításnak az alátámasztására példaként megemlítünk néhány olyan eredményt, amely az Osztály által képviselt szinte valamennyi szaktudománynak a közreműködésével (sőt, más — nem az Osztály illetékességi körébe tartozó — tudományágazatok jelentős részvételével) jött létre, s amelyek népgazdaságunk szempontjából méltán érdemelnek különös figyelmet.

A világviszonylatban is jelentősnek mondható *recski mélyszinti ércesedés* feltárását földtani, teleptani, ércgenetikai-geokémiai, ásványközettani, bányászati és más szaktudományok komplex együttműködésének eredményeként lehetett megkezdeni, s a bányatelepítés, valamint a feldolgozó üzemek tervezése és építése is még további alap- és alkalmazott kutatások elvégzését igénylik. Csak néhány kiragadott példa: kénizotóp-arányok változása, s e változás térbeli eloszlása az ércképződés folyamatának jobb megismerése szempontjából már eddig is sok információt adott. Ércelőfordulást feltárni, ércbányászatot telepíteni az előfordulás genetikájának ismerete nélkül nem lehet. Nagy mélységről lévén szó, különösen fontos a fő feltáró létesítmények (aknák, vágatok) helyének optimalizálása. A geotermikus jellemzők (1000—1200 m mélységben 54—56°C), a nagyméretű, nagy mélységben megnyitott üregek, valamint a nagy kőzetnyomást elviselni kényszerülő fejtési-, ill. határpillérek egyensúlyának biztosítása, a fémekben szegényebb ércvek baktériumokkal serkentett kilúgozása stb. még sok megoldandó tudományos kutatást igényel, még akkor is, ha akadnak problémák, amelyek a már másutt elért eredmények adaptálásával ígérnek megfelelő eredményt. A végső hozam azonban évi 60—70 ezer tonna réz, jelentős mennyiségű ólom, cink, molibdén, kén stb., ami nagy mennyiségű — jelenleg importból származó — terméket fog részben vagy teljesen kiváltani.

Az „*ecén*”-program, a dunántúli új bányatelepítés ugyancsak összetett, valóban interdiszciplináris kutatások eredményei alapján valósul meg. Évi mintegy 7—8 millió tonna szén, kb. 500 ezer tonna bauxit, nagy mennyiségű és részben ivóvíz minőségű víz (a villamos energián kívül) lesz a várható eredmény. Megalapozta ezt — többek között — az egész Dunántúli Középhegység karsztvíztároló rendszerének szimulációs modellje, aminek megalkotásához a földtani, hidrogeológiai, földalatti hidraulikai és a különféle bányaépítési technológiákat megalapozó tudományos kutatások számos — világszínvonalat képviselő — hazai és néhány (célszerűen) honosított külföldi eredményét használták fel.

A csúcsban mintegy 200—220 m³/perc értéket is elérő vízemelést a budai hévízforrások károsodása nélkül kell megoldani, de ennek a nem kis feladatnak a tudományos-elvi alapjai már tisztázódtak. Hasonló problémákat és egyben kutatási feladatokat jelent a Nyirád-környéki bauxitbányászat Hévíz szempontjából.

Említésre méltó még az *algyői szénhidrogén-előfordulás* feltárása, mint ugyancsak földtani, geokémiai, geofizikai, bányászati-rezervoárméchanikai stb. kutatások eredménye, az előfordulásnak mint háromfázisú rendszernek a fiziko-kémiai, ill. termodinamikai alapokon történő vizsgálata, különösen a másodlagos (pl. vízvisszanyomásos) termelési technológiák kidolgozása stb. A föld alatti nagy robbantások, a baktériumok felhasználása, esetleg az „in situ” elégetés stb. az interdiszciplináris kutatások számára a nem nagyon könnyű, de a szép és izgalmas témák egész sorát tartogatják még.

Lehetne még folytatni a tudományos és népgazdasági szempontból egyaránt fontos témák hosszú sorát, s csupán az anyag racionális terjedelmének tartása miatt tekintünk el a további — ugyancsak jelentős — példák felsorolásától.

A különböző intézményekben végzett kutatások eredményei alapján készített programok, döntéselőkészítő vizsgálatok, regionális tervtanulmányok, ill. párt- és állami szervek részére készített *előterjesztések véleményezésében* (az előbbieken példaként felsorolt esetekben is) az *Osztály mindig* — általában több szakaszban is — *részt vett*. Az egységes, magas fokon szintetizált földtudományok tudatformáló szerepét és hatását pedig a sorozatban megtartott *anyag- és energiaáramlási konferenciák* anyaga közvetítette a hazai és a külföldi szakkörök részére.

Eredményeink vázlatos bemutatása mellett megállapítható, hogy a világszínvonalról általában ott maradunk el, ahol a tudományos kutatás igen nagy anyagi ráfordítást igényel, vagy ahol az ország méretei vagy a kutatás természete miatt csak nagy nemzetközi kooperációban érhető el világszínvonalat jelentő eredmény. Ilyen területek pl. azok, ahol korszerű, nagy értékű műszerekre, berendezésekre van szükség.

3.4 További feladatok

Az Osztály tudományterületi eredményeinek szinten tartása, a jelenleg helyenként mutatkozó lemaradás megszüntetése és a hosszabb távú népgazdasági szükségletek kielégítése érdekében a jövőre nézve a következő általános feladatok jelölhetők ki.

Indokolt, ill. nélkülözhetetlen (többek között éppen a hazai geonómiai kezdeményezések alapján is) a földkéregre vonatkozó ismeretek továbbfejlesztése, a különböző geoszférákban lejátszódó folyamatok okainak, törvényszerűségeinek feltárása, e folyamatok emberi beavatkozás által történő megváltoztatási lehetőségeinek, ill. a bioszférára való hatásuknak további és behatóbb vizsgálata.

Kiemelt figyelmet kell fordítani a társadalmi, a gazdasági fejlődést elősegítő kutatásokra és ezek eredményeinek a gyakorlatban történő alkalmazásá-

ra. Különösen kiemelten kell foglalkozni „természeti erőforrásaink kutatásával és feltárásával”, továbbá a távlati népgazdasági tervezést megalapozó különböző irányú prognózisok készítésével.

Azok a hosszabb távú népgazdasági szükségletek kielégítését, hazai nyersanyagok fokozott igénybevételét elősegítő, *főbb kutatási irányok*, amelyekre a jövőben is kiemelt figyelmet kell fordítani, a következők szerint vázolhatók fel.

A *meteorológiában* a technológiai kutatásokra kell nagyobb erőket koncentrálni, hogy ezek eredményeit az alkalmazott meteorológia, főleg a repülés-, orvos-, agro-, közlekedés- és hidrometeorológia tudományterületein mielőbb hasznosítani lehessen.

A *geofizikában* a földkéreg jobb megismerésére irányuló vizsgálatokra, a nagyobb mélységig hatoló komplex módszerek kidolgozására, és az ilyen vizsgálatokat lehetővé tevő műszerek kifejlesztésére lesz szükség. A nemzetközi szintű kozmikus és planetáris geofizikai kutatások folytatása is indokolt.

A *földrajz* területén a régió kutatásokhoz szükséges komplexitás és szintetizálás további szemléleti és módszertani kifejlesztésére, a gyakorlattal még szorosabb kapcsolatba kerülő regionális kutatásokra, valamint a tematikus térképezés tartalmi és módszertani továbbfejlesztésére kell nagyobb figyelmet fordítani.

A *földtanban* a *geokémiai* és *geofizikai* kutatásokkal kooperálva tudományosan megalapozott új nyersanyagprognózisokat kell kidolgozni; ezekhez további szedimentológiai, rétegtani, ősföldrajzi, tektonikai és genetikai vizsgálatok, valamint a hazai föld nagyobb mélységeit is feltáró kutatások szükségesegek.

A *geonómiában* a Földre vonatkozó, nagy ciklusfolyamatok kapcsolatainak további kutatására, valamint a kontinentális méretű, kéregszerkezeti, lemeztektonikai történések és a helyi, gyakorlati jelentőségű anomáliák közötti összefüggések kimutatására kell törekedni.

A *geodéziában* a Föld alakjára és méreteinek változására, a nehézségi erőter pontosabb meghatározására, a kozmikus geodéziai kutatásokra, a munkaerő-megtakarítást szolgáló automatizálásra, valamint a műszerfejlesztésre irányuló kutatásokra kell nagyobb figyelmet fordítani.

A *bányászati* tudományágakban a szilárd kéregben az emberi beavatkozás előtti és az emberi beavatkozás következtében végbemenő folyamatok még pontosabb leírására, ezek modellezésére és a nyersanyagtermelés és felhasználás rendszerelméletének kialakítására kell nagyobb erőket összpontosítani. Ehhez a szilárd kőzeten kívül a benne tárolt s vele „együtműködő” folyadék- és gázfázisú anyagok hatását, szerepét is figyelembe kell venni. Továbbá elsősorban a termelékenységét növelő feltárási és termelési módszerek, berendezések a biztonságtechnikai, valamint a gyengébb minőségű nyersanyagok nemesítésére szolgáló ásványelőkészítési és — komplex hasznosítást eredményező — technológiai kutatásokat kell szorgalmazni.

4. Szakember-ellátottság, szakképzés, továbbképzés

Az Osztály gondozásában levő tudományágak szakember-ellátottsága és -utánpótlása nagyon különböző.

A földtan felső fokú oktatásának 1968–1973 közötti visszafogása miatt jelenleg geológushiány van. Ugyanilyen okból hiány van geofizikusokból és meteorológusokból is, de a bányászat szakember-ellátottsága sem kielégítő. A többi területen a helyzet valamivel jobb, bár nem azonos mértékben.

A jövőre vonatkozó szakemberigényt illetően a nézetek ma sem egységesek. Ezért az az álláspontunk, hogy a távlati feladatok figyelembevételével, az összes érdekelt bevonásával sürgősen új felmérést kell végezni. A szakemberigényt tudományáganként, szakterületenként kell megállapítani, szakítva az OT eddigi, több tudományágat egybevonó módszerével, ami az egyes szakokra rendkívül hátrányosnak bizonyult, és az illetékeseket sem informálta pontosan.

A szakember-ellátottság elemzésére azonban a mennyiségi (létszám) problémák mellett sokkal inkább a minőségi (felkészültségi) gondokat kell hangsúlyozottan kiemelni. Elsősorban a földtani tudományok terén kevés az új, de egyre sürgetőbb megoldást igénylő feladatokra felkészített szakember (szilikátipari nyersanyagok, építőipari ásványi nyersanyagok, geogazdasági, geökonómiai és geotechnológiai feladatok stb.).

A szakmai szint szorosan kapcsolódik az oktatáshoz: a *szakképzéshez*, ill. a *továbbképzéshez*. A földtudományok oktatása az általános és a középfokú iskolákban nincs megfelelő módon megoldva. Nem oktatják a korszerű, a természettudományos szemlélet, gondolkozásmód kialakítását elősegítő földtudományi alapismereteket. Ezek hiányának a pályaválasztáskor az egyetemi jelentkezésnél, de a közvélemény, ill. a közműveltség szempontjából is negatívan szelektáló hatása van.

A felsőoktatás egyetemi tanrendjét az utolsó években gyakorlatilag minden szakon reformálták, korszerűsítették. Ezzel a keretek kialakultak, de egyes szakokon az oktatás további módosítása célszerű és indokolt. Így elsősorban a már említett, és jelenleg hiányzó szakirányokra való felkészítést kellene szorgalmazni.

Javítaná a végző szakemberek felkészültségét (minőségét), ha a felsőoktatási intézményekbe több tanulót lehetne felvenni, mint a „pillanatnyi” szakemberigény. Ha a felvehető létszám ezt a minimum értéket meghaladhatná, nagyobb mértékű minőségi kiválasztódásra nyílna lehetőség. Azok számára pedig, akik egy-két év lehallgatása után „morzsolódnának le” — és igénylik —, lehetővé kellene tenni, hogy „technikusi” szinten nyerjenek képesítést.

A már gyakorlatban dolgozó szakemberek szakmai tudásának fejlesztése miatt okvetlenül szükséges a *szervezett és rendszeres továbbképzés* lehetőségének megteremtése a tudományegyetemen is, a mérnöktovábbképzés mintájára.

A földtudományi tanszékek — főleg a vidéki egyetemeken — erre kiválóan alkalmasak lehetnek, hiszen ezek legtöbbje szabad oktatási kapacitással is rendelkezik.

5. Nemzetközi kapcsolatok

Az Osztály, az általa átfogott tudományterületeken működő legfontosabb nemzetközi tudományos szervezetekben, azok munkabizottságaiban tagjainak és a tudományterületek minősítettjeinek közreműködése révén vesz részt. A 4. melléklet tartalmazza azoknak a Nemzetközi Unióknak, a hozzájuk tartozó Nemzetközi Asszociációknak, Uniók közti Bizottságoknak és Kormányközi Nemzetközi Szervezeteknek a felsorolását, amelyekben magyar képviselő, illetve közreműködés van.

Az egyes tudományok legtekintélyesebb és legátfogóbb nemzetközi tudományos fórumai az ICSU alá tartozó Nemzetközi Uniók. Ezek szervezeteiben részt veszünk, s ennek következtében az Osztály több tagja visel vezető szerepet az Uniók elnökségében, illetve az egyes munkabizottságok vezetésében.

Itt csupán azokra az — Uniók keretében elért — eredményekre utalunk, amelyek magyar kezdeményezésnek köszönhetők, vagy amelyek jelentős magyar közreműködéssel születtek. Magyar kartográfusvezetője és javaslata alapján készítette el nyolc szocialista ország geodéziai és kartográfiai szervezete a 234 szelvényből álló, 1:2 500 000 méretarányú *világtérképet*. A Nemzetközi Földrajzi Unió keretében a „*Falusi térségek fejlesztésének kutatási koncepciója*” c. programot az Unió magyar javaslatra fogadta el.

A magyar földtudományok képviselői jelentős szerepet töltenek be a Szocialista Akadémiák Planetáris Geofizikai Együttműködésében (KAPG), annak különböző munkabizottságaiban. Több munkacsoport vezetője magyar szakember (Geotermikus, Tellurikus, Geomágneses Munkabizottság). A meteorológia egész tudományterületét kezdettől fogva magyar meteorológus koordinálja. Ugyancsak magyar meteorológus irányítja mintegy 10 év óta a szocialista országok meteorológiai szolgálatainak kutató munkáját.

Kiemelendő a magyar részvétel az Uniók Közti Geodinamikai Bizottság tevékenységében. Jelentős munkát végeztek magyar kutatók a Földtani Tudományok Nemzetközi Uniója Rétegtani Bizottságában, többek között a francia nyelven kiadás alatt álló *Rétegtani Lexikon* kidolgozásában. Magyar kezdeményezésre indult és jelenleg is magyar vezetés alatt áll az UNESCO és az IUGS közös vállalkozásának, a Nemzetközi Geológiai Korrelációs Programnak (IGCP) egyik kiemelt kutatási főiránya, a „*Mangánérc telepek genetikája*”. A kutatás szorosan ráépül az ugyancsak magyar indítású és vezetésű IAGOD Mangán Bizottság tevékenységére.

A Kárpát—Balkán Földtani Asszociáció (KBGA) keretében magyar irányítással készült el *DK-Európa magmás-metamorf*, valamint *geomorfológiai térképe*.

A szocialista akadémiák földtani együttműködésében jelenleg nem veszünk részt. Ezt a hiányt pótolni kell. A közeljövőben megoldandó a hazai földtani tudományok képviselőinek bekapcsolása a szocialista akadémiák közötti együttműködésbe.

További feladatok: áttekintést kell biztosítani az egyes tudósok különböző nemzetközi szervezetekben vagy azok munkabizottságaiban viselt tagságról — akár tagdíjjal jár ez a tagság, akár nem —, mert jelenleg erről központi — teljesnek mondható — nyilvántartás nincs. Ez csak úgy oldható meg, ha a nemzetközi tudományos szervezetekben történő közreműködés, illetve tagság nyilvántartása az Akadémián lenne, függetlenül attól, hogy az illető személy az MTA vagy valamely más főhatóság állományába tartozik. Végül biztosítani kell, hogy a különböző nemzetközi szervezetek hazai nemzeti bizottságai valóban átfogják területüket, s az Osztályt bármikor — részletekbe menően — tudják tájékoztatni mind a nemzetközi szervezetben folyó munkáról, mind az ezek keretében a hazai kutatók által kifejtett tevékenységről. Ennek metodikai és tartalmi kialakítása természetesen osztályfeladat is.

6. Könyvkiadás

Az Osztály tevékenységének mindig igen fontos területét képezte és képezi a tudományos könyv- és folyóiratkiadás. A könyvkiadás évi kerete 170 ív, amely az Osztályhoz tartozó tudományterületek sokrétűsége miatt olykor kevésnek tűnt.

Mind 1974-ben, mind az azt megelőző években azonban előfordult, hogy a rendelkezésre álló ívkeretet nem sikerült felhasználni, bár az előtervekben általában a keretnél nagyobb ívszám megjelentetése szerepelt.

Az Osztály, tudományos bizottságai segítségével felülvizsgálta a korábbi terveket, törölte a meg nem valósult könyvjavaslatokat, és az időközben felgyülemlett kéziratok nagy részét — a kiadóval való egyeztetés alapján, kereten felül — az 1975. (210,7 ív) és 1976. (265,4 ív) években kiadta.

Az 1976—1980 közötti időszakra középtávú tervet készítettünk.

Az Osztály több vonatkozásban is segíteni igyekezett a kéziratok időbeni megjelentetését. Javasolta az Akadémiai Kiadónak, hogy a hagyományos nyomdai eljárások helyett a gyorsabb IBM-módszerrel jelentessen meg egyes kiadványokat. A kéziratok jobb technikai előkészítése érdekében a szerzők számára „Tájékoztató”-t állított össze és tett közzé az osztályközleményekben.

Az Osztály gondozásában megjelent könyvek magas színvonalúak, tudományos értékűek. Erről tanúskodnak a hazai és külföldi referátumok, bírálatok, könyvismertetések. Több kiadványunkat az Akadémiai Kiadó neves külföldi kiadókkal kooperációban, közösen adta ki. A könyvek szakmai elismerését fémjelzi az utóbbi évek *négy Nívó-díja* is.

A könyvek tudományterületenkénti és jellegük szerinti megoszlását az 5. melléklet szemlélteti.

Az Osztály évente legalább egy alkalommal napirendre tűzi a könyvkiadásról, a tervek végrehajtásáról szóló beszámoló megvitatását. Igyekszik tudományos bizottságain keresztül is hatni a szerzőkre a határidők betartása, a jól előkészített kéziratok leadása érdekében. A gondokat az okozza, hogy az 1980-ig tervbe vett kéziratok nehezen érkeznek be, valamint az, hogy az idegen nyelvű (főleg nagyobb terjedelmű) kéziratok kiadása elsősorban a szakfordítói kapacitás szűkössége miatt nagyon hosszú időre (több évre) kitolódik.

I. melléklet

A Föld- és Bányászati Tudományok Osztályának Tudományos Bizottságai

1. Osztály-bizottságok

1.1	Bányászati	Tudományos Bizottság
1.2	Földrajzi	Tudományos Bizottság
1.3	Földtani	Tudományos Bizottság
1.4	Geodéziai	Tudományos Bizottság
1.5	Geofizikai	Tudományos Bizottság
1.6	Geokémiai	Tudományos Bizottság
1.7	Geonómiai	Tudományos Bizottság
1.8	Meteorológiai	Tudományos Bizottság

2. Osztályközi bizottságok

- 2.1 Bányaegészségügyi és Bányászati Ergonómiai Tudományos Bizottság (V. Osztállyal)
- 2.2 Geotermikus Energiahasznosítási Bizottság (VI. Osztállyal)

2. melléklet

A Föld- és Bányászati Tudományok Osztályának tevékenységi körébe tartozó intézmények

1. MTA Kutatóhelyek

- 1.1 Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézet
- 1.2 Földrajztudományi Kutató Intézet
- 1.3 Geokémiai Kutató Laboratórium
- 1.4 Olajbányászati Kutató Laboratórium
- 1.5 Bányászati Munkaközösség

2. Oktatási Minisztérium keretében működő tanszékek

a) Egyetemi tanszékek

- 2.1 ELTE összesen 11 tanszék
- 2.2 NME összesen 5 tanszék
- 2.3 JATE összesen 5 tanszék
- 2.4 KLTE összesen 4 tanszék
- 2.5 BME összesen 4 tanszék
- 2.6 VVE összesen 1 tanszék
- 2.7 MKKE összesen 1 tanszék

b) Főiskolai tanszékek összesen 4 tanszék

3. Más főhatóságok és tárcaik hatáskörébe tartozó nagyobb kutatóhelyek

- 3.1 Bányászati Kutató Intézet
- 3.2 Földmérési Intézet
- 3.3 Földmérő és Talajvizsgáló Intézet
- 3.4 Központi Előrejelző Intézet
- 3.5 Központi Légkörfizikai Intézet
- 3.6 Országos Meteorológiai Szolgálat
- 3.7 Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet
- 3.8 Magyar Állami Földtani Intézet
- 3.9 Magyar Alumíniumipari Tröszt
- 3.10 Magyar Szénbányászati Tröszt
- 3.11 Mecseki Ércbányászati Vállalat
- 3.12 Országos Érc- és Ásványbánya Vállalat
- 3.13 Országos Földtani Kutató- és Fúró Vállalat
- 3.14 Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt
- 3.15 Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet
- 3.16 Vízkutató és Fúró Vállalat
- 3.17 Agrártudományi Egyetem (Debrecen)

3. melléklet

Az OTTKT főirányai és célprogramjai, amelyek megvalósításában az Osztály tevékenységi körébe tartozó kutatóhelyek közreműködnek

Országos szintű kutatási célprogramok

- K-1 Az alumíniumipar központi fejlesztési programja
- K-5 Az emberi makro- és mikrokörnyezet legkedvezőbb kialakítása
- K-9 A talajtermékenység fokozása alapvetően új irányok kidolgozásával

Tárcaszintű kutatási főirányok

- EüM-4 A lakosság védelme a mesterséges és természetes környezet (bioszféra) káros hatásaitól
- KFH-1 Az ország természeti erőforrásainak kutatása és feltárása
- MTA-3 Az ember természetes környezetének védelme
- MÉM-2 A vízgazdálkodás alapösszefüggéseinek kutatása

Tárcaszintű kutatási célprogramok

- NIM-1 A bányászati technológiai folyamatok fejlesztése és komplex gépesítése
- NIM-2 A nagy mélységű szilárd ásványi nyersanyagelőfordulások kutatási és művelési problémái
- NIM-3 A nagy mélységű szénhidrogénelőfordulások kutatási és művelési problémái
- NIM-4 A bányászatot fenyegető elemi veszélyek elleni védekezés fejlesztése
- NIM-5 A kőolajtelepek kihozatalát növelő eljárások fejlesztése
- NIM-6 A gázipar fejlesztésével kapcsolatos feladatok
- KFH-1 Geofizikai műszerek és módszerek kutatása és fejlesztése
- KFH-2 Ritkafémek komplex bányászati és kohászati kutatása
- KFH-3 Hasznosítható ásványi anyagok kiaknázását és feldolgozását alapvetően befolyásoló ásványkőzettani sajátosságok és műszaki eljárások komplex vizsgálata
- MÉM-7 Korszerű földmérési és földrajzi térképrendszer kialakítása
- ÉVM-9 A szilikátipar nyersanyagbázisának kutatása, az ipari melléktermékek és hulladékanyagok hasznosítása
- ÉVM-14 A területfejlesztés komplex tudományos kutatása

4. melléklet

*Az Osztály részvétele nemzetközi szervezetekben*1. *Az ICSU-hoz tartozó nemzetközi UNIO-k és szervezetek:*

Nemzetközi Geodéziai és Geofizikai Unió (IUGG)
 Nemzetközi Földrajzi Unió (IGU)
 Földtani Tudományok Nemzetközi Uniója (IUGS), (egyik alelnöke magyar)

1.1 *A Nemzetközi Geodéziai és Geofizikai Unió-n belül:*

Nemzetközi Geodéziai Asszociáció (IAG)
 Szeizmológiai és a Föld-belső Fizikájának Nemzetközi Asszociációja (IASPEI)
 Földmágnesség és Aeronómia Nemzetközi Asszociáció (IAGA)
 Vulkanológiai és a Föld-belső Kémiájának Nemzetközi Asszociációja (IAVCEI)
 Meteorológiai és Légkörfizikai Nemzetközi Asszociáció (IAMAP) és számos munkacsoportja
 Nemzetközi Központi Szeizmológiai Iroda

1.2 *A Nemzetközi Földrajzi Unió-n belül:*

Falusi Térségek Fejlődési Bizottság (elnöke magyar)
 Nemzetközi Kartográfiai Asszociáció (ICA)

1.3 *A Földtani Tudományok Nemzetközi Unió-ján belül:*

Rétegtani Komisszió
 Kőzetrendszertani Komisszió
 Földtani Tudományok Története Komité (INHIGEO)
 Hidrogeológusok Nemzetközi Asszociációja (IAH)
 Nemzetközi Ásványtani Asszociáció (IMA)
 Nemzetközi Szedimentológiai Asszociáció (IAS)
 Gazdasági Geológusok Társaságainak Nemzetközi Szövetsége (IFSEG-IAGOD)
 Nemzetközi Mérnökgeológiai Asszociáció (IAEG)
 Negyedkorkutatási Nemzetközi Unió (INQUA)
 Planetológiai Nemzetközi Asszociáció (IAP)
 IUGS-UNESCO Nemzetközi Földtani Korrelációs Program (IGCP) 14 project-je

1.4 *Uniók közötti komissziókon belül*

Unióközi Geodinamikai Komisszió (ICG) (a 6. munkabizottság vezetője magyar)

2. *Kormányközi Nemzetközi Szervezetek*

Meteorológiai Világszervezet (WMO) (az európai régió elnöke magyar)
 WMO—ICSU közös project
 Űrkutatási Komité (COSPAR)
 Globális Légkörkutató Program (GARP)
 Szocialista Akadémiák Planetáris Geofizikai Együttműködés (KAPG)

3. *Egyéb szervezetek:*

Kutató Geofizikusok Európai Asszociációja (EAKS)
 Nemzetközi Kőzetmechanikai Iroda (IBG)
 Nemzetközi Kőzetmechanikai Társaság (ISRM)
 Geodéták Nemzetközi Szövetsége (FIG)
 Nemzetközi Geodinamikai Program (IGP)
 Kárpát—Balkán Földtani Asszociáció (KBGA)

5. melléklet

A Föld- és Bányászati Tudományok Osztályának 1974–77 között megjelent könyvei tudományterületenkénti bontásban

Tudományágazat	1974		1975		1976		1977	
	db	ív	db	ív	db	ív	db	ív
Bányászat	—	—	1	53,3	1	81,8	—	—
Geofizika	1	18,9	1	69,6	1	72,7	—	—
Geokémia	—	—	—	—	—	—	1	45,0
Geológia	1	32,4	—	—	1	38,0	—	—
Földrajz	3	60,8	2	87,8	4	72,9	5	85,2
Meteorológia	—	—	—	—	—	—	1	17,0
Összesen	5	112,1	4	210,7	7	265,4	7	147,2

A Föld- és Bányászati Tudományok Osztályának 1974–77 között megjelent könyvei jellegük szerinti bontásban

Kiadvány jellege	1974		1975		1976		1977	
	db	ív	db	ív	db	ív	db	ív
Monográfia	1	32,4	1	58,8	—	—	1	28,4
Doktori, kandidátusi értekezésekből készült könyv	3	40,3	—	—	1	38,0	4	88,6
Kongresszusi kiadvány	1	39,4	2	98,6	2	97,7	—	—
Egyéb	—	—	1	53,3	4	129,7	2	30,2
Összesen	5	112,1	4	210,7	7	265,4	7	147,2

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA ELNÖKSÉGÉNEK HATÁROZATAI AZ 1978. FEBR. 21-I ÜLÉSRŐL

A Föld- és Bányászati Tudományok Osztályának beszámolója az Osztály tevékenységének széles köréből a legfontosabb részletekre koncentrált és azokat elemzi, de ezeken keresztül¹ és mellett, átfogó és teljességre törekvő képet nyújt a magyar földtudomány helyzetéről, problémáiról, terveiről.

A beszámoló az Osztály működési mechanizmusát értékelve rámutat a bizottsági rendszer fontosságára, kiemelve, hogy ezeknek a testületeknek a szervezete, működésének rendszeressége és tartalma határozza meg az Osztály munkájának hatékonyságát. Az Osztály beszámolója éppen ezért kiemelten foglalkozik a bizottsági rendszer működésének kérdéseivel és fejlesztésével, hangsúlyozott figyelemmel vizsgálja az osztályközi komplex bizottságok erősítésének és fejlesztésének lehetőségeit.

A beszámoló jelentés részletesen foglalkozik a föld- és bányászati tudományok szerepével a társadalom életének különböző szféráiban. Rámutat e tudományterületek igen fontos gazdasági jelentőségére, meghatározó szerepére az iparpolitikai célkitűzések megvalósításában, fontosságára a materialista tudatformálás területén.

A beszámoló kiemelten foglalkozik a szakképzés és a továbbképzés néhány igen aktuális problémájával. Rámutat, hogy immár halaszthatatlan feladat a földtan területén dolgozó kutatók és mérnökök továbbképzésének megoldása a mérnöktovábbképzés mintájára.

A vita hozzászólói értékelték, hogy a beszámoló jelentés hiteles képet nyújt az Osztály tudományterületeinek helyzetéről, problémáiról és feladatairól. A föld- és bányászati tudományokról szóló beszámoló jelentés megalapozott megállapításokat tartalmaz, amelyeknek fontos és általánosítható tudománypolitikai jelentőségük van. Az elhangzott megjegyzések foglalkoztak a minősítések területén felmerült problémákkal, hiányolták a helyzetképből a tudományterülethez tartozó intézmények munkájának részletesebb elemzését, változatosnak tartották a könyv- és folyóiratkiadás helyzetének bemutatását. Ezekre a kérdésekre az Osztály elnöke, illetve helyettese részletes választ adott.

Az Elnökség 6/1978. számú határozata

1. Az Elnökség a Föld- és Bányászati Tudományok Osztályának beszámoló jelentését — melyet nagyon tartalmasnak és jónak talált — elfogadja és egyetért a jelentésben az egyes tudományágak számára megfogalmazott feladatokkal, amelyek a tudományterületek eredményeinek szinttartását, ill. fejlesztését, az egyes részterületeken még mutatkozó lemaradás megszüntetését és a hosszabb távú népgazdasági feladatok megoldásában való hatékony közreműködést célozzák.

2. Tovább kell fejleszteni a tudományos bizottsági rendszert, egyrészt az indokolt összevonások elvégzésével, másrészt a bizottsági hálózat oly módon való kialakításával, hogy az Osztály fokozottabban segíthesse a kiemelt tudománypolitikai és gazdaságpolitikai feladatok megvalósítását. Ezzel összefüggésben különös figyelmet kell fordítani a határterületek

re, az interdiszciplináris szemlélet hatékonyabb érvényesülésére, valamint a kutató-fejlesztő munka irányainak célszerű kialakítására és érvényesülésére

3. A közgyűlési osztályrendezvények keretében meg kell vitatni „Az ország természeti erőforrásainak kutatása és feltárása” főirány terén eddig végzett kutatások helyzetét és eredményeit. Ennek eredményétől függően lehet majd javaslatot tenni az elnökség részére, hogy segítse elő a főirány országos szintű kiemelését.

4. Az Osztály munkatervében biztosítani kell a helyzetképek prognosztizáló fejezeteinek továbbfejlesztését, aktualizálását, a kutatóhelyek időszakos beszámolóinak megvitatását, hogy a tervidőszak végén a beszámolók és az új tervek véleményezése — a folyamatosan nyert, bővebb informatív anyag birtokában — szorosabban épülhessen a tartalmi irányítási kérdésekre, összhangban az Akadémia általános feladataival, a tudománypolitikai célokkal és a népgazdasági igényekkel.

5. A földtudományi szakképzés fejlesztése és a továbbképzés megoldása érdekében ajánlásokat, ill. javaslatokat kell készíteni az Osztály állásfoglalásának figyelembevételével az Oktatási Minisztérium részére.

6. Az OT, az OM és az illetékes tárcák bevonásával szorgalmazni kell a földtudományi képzés és szakember-utánpótlás prognózisának felülvizsgálatát és az új követelményeknek megfelelő összhang biztosítását az igények és lehetőségek között.

7. A szocialista akadémiák közötti együttműködést a szocialista országok tudományos akadémiai képviselőinek X. értekezletén (Szófia, 1977. november 21—27) elfogadott megállapodás alapján ki kell terjeszteni a földtan területére is. Az Osztály tegyen ajánlást az együttműködés formáira és a szükséges intézkedésekre.

KOMPLEX ÁSVÁNYVAGYON-GAZDÁLKODÁS

KAPOLYI LÁSZLÓ

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK DOKTORA

1. A feladat általános megfogalmazása

1.1 Bevezetés

A nyersanyagbázis nagy részét jelentő ásványi nyersanyagok egyre nagyobb szerepet játszanak a gazdaságnövekedésben. Egyidejűleg az emberiség anyagigénye mind differenciáltabbá válik. A gazdaságnövekedés és az ásványvagyongigénybevétel kölcsönhatásában néhány, egymással részben ellentétes alapvető tendencia érvényesül:

- az ásványi nyersanyagigények rohamos növekedése;
- a feldolgozástechnika fejlődése révén a fajlagos nyersanyag-felhasználás csökkenése;
- az egyre rosszabbodó természeti adottságokat ellensúlyozni képes termelésttechnikai fejlődés.

Az időtényező szempontjából kiemelendő, hogy a gazdasági környezet is szüntelenül változik. Egyidejűleg a jövőben tervezhető tevékenységek teljes követelményrendszerének mindenoldalú elemzése is szükséges a ma döntéséhez. Az ásványvagyong felkutatása, kitermelése, előkészítése, közbelső, illetve végtermékké váló feldolgozása, sőt rendeltetésszerű felhasználása egyetlen egységes rendszert alkot. A döntések helyes megalapozása megkívánja e rendszer elemeinek, egymáshoz való viszonyának és a viszony időbeli változásának függvénykapcsolatokkal történő leírhatóságát.

1.2. Az ásványvagyong értékesítő vertikum

A földtani kutatás mint megismerési folyamat meghatározza az ásványvagyong-rendszer geometriáját a végtelen feltérben. Egyidejűleg a geometriai tér koordinátáihoz rendeli kvantifikáltan az ásványvagyong jellemző tulajdonságait. Az ásványvagyong-rendszer ezen geometriai és tulajdonságmezejének megismerése, továbbá sztochasztikus eloszlásfüggvényekkel történő leírása két, minőségileg különböző, de egymásra épülő szintet tételez fel:

- egyrészt a földkéreg szinguláris helyein meglévő tulajdonságok konkrét diszkrét értékeinek rögzítését;
- másrészt a szinguláris értékekből felépíthető regionális eloszlás meghatározását.

Az ásványvagyon kitermelési folyamata relációs kapcsolatban van a feldolgozással. A természettudományi, a műszaki és a gazdasági paraméterek egymás mellett együttesen jelentkeznek és meghatározzák az ásványvagyonbázisra épített kitermelő, feldolgozó és végül a termékekben megvalósuló vertikumok használati értékmezéjét. Ez az értékmező csatlakozik a hazai népgazdaság és az egymással kapcsolatban levő (vagy lépő) nemzetgazdaságok termelő-export-import és munkamegosztási potenciáljával.

Az állapotkoordináták időben elsőként a földtani kutatás eredményei alapján jelennek meg. Ezek az értékek — az éppen felderítendő — nagytér „komponensei”, amelyeket rendezni az ásványi anyagonként differenciált geológiai törvények szerint lehet. A kitermelés már módosítja az állapotkoordinátákat, a feldolgozás és a felhasználás az állapotter minőségi paramétereit is generálja a tulajdonságmezők időfüggvényes változásával. Mindkettővel együtt adott — illetve módosul — a használati értékmező, amely már a földtani kutatás fázisában jelez potenciális használati értéket, az állapotterre vetítve: értékmezőt. Ennek megvalósítására éppen a vertikálisan kapcsolódó tevékenységek hivatottak. Az állapotteren belül tehát optimalizálható termelő tevékenység folyik, amelynek során a nyersanyag földkéregbeni állapotából a vertikum fázisain keresztül a felhasználásig eljut. A mai igényeket kielégítő korszerű termékeket köztudottan számos ilyen vertikum szerves kapcsolatán keresztül állítják elő. Ez további kölcsönhatások elemzésének igényét veti fel, mégpedig a helyettesíthetőség mértékének megfelelően itt már a teljes, nem csupán ásványi anyagspektrumra kiterjedően. A vizsgálatok szükségszerűen eljutnak a természeti erőforrások tér- és időkoordinátákat egyaránt összefogó, az optimumkritériumok széles skáláján értelmezendő optimális igénybevételhez.

Az állapotter fázisai rendre más és más diszciplínákra támaszkodva valósulnak meg. A közös vonást — mint rendező elvet — éppen a vertikumhoz való tartozás adja meg. Együttesük annak a termelési kultúrának a hordozója, amelyet éppen az adott vertikum visz bele a népgazdaság szerkezetébe. Az eddigi hazai vizsgálatok — és a világpiac struktúrája — azt mutatják, hogy a magasabb feldolgozási fokot megvalósító vertikumok esetén a szokásos profit mellett a bányajáradék is értékesül. Ennek megfelelően a vertikum termékének és/vagy technológiájának exportja a cserearány javító árualap egyik fontos eleme lehet.

A nyersanyagigények kielégítésének komplex szemléletmódja a feladat interdiszciplináris jellegét emeli ki. A feladat jellegével együtt változnak a tudományterületi kapcsolatok is. Néhány összefüggés nélküli példa: A kiindulásként említett geometriai féltér vizsgálata a geográfia, a geológia, a fizika, a kémia stb. együttműködését kívánja meg, de nem szakadhat el ettől a közgazdaságtan sem. A nyersanyaglelőhelyek és a nyersanyag-feldolgozó helyek világméretben nem esnek egybe. Ez a körülmény alapvető jellemzője volt és lesz az anyagszállítás sok tudományág eredményén alapuló fejlődésének. Az emberi

ség területi elhelyezkedése, a politikai tagoltság — amiről a társadalomtudományok adnak számot — a „nyersanyagszegény” és a „nyersanyagban gazdag” vulgáris megkülönböztetéseket eredményezte. Egyidejűleg a fizika és a kémiai technológia újabb eredményei technikailag új megoldásokon alapuló feldolgozóipari vertikumokat hoztak létre. Ezek értékes és keresett nyersanyag-gá léptettek elő olyan ásványfeleségeket, amelyeket korábban meddőanyagként kezeltek. Az újabb ismeretek gyakran egy csapásra megváltoztatták egy-egy földrajzi terület minősítését ásványvagyon-gazdálkodási szempontból. Az ásványi anyagok felkutatására szolgáló módszerek, a fúrás- és mérés technika fejlődése is nagymértékben hozzájárul egy-egy kedvezőtlen felszíni vagy időjárási adottságokkal terhelt területnek az ásványi anyag termelésbe történő bevonásához (pl. tengerfenékről történő kitermelés, Szibéria, Alaszka, ált. nagy mélység).

1.3. Az ásványvagyon-gazdálkodás rendszerszemléletben

Az ásványi eredetű nyersanyagok termelési folyamata az ipar klasszikus „ember/gép” rendszerével szemben „ember/gép/természet” rendszert hoz létre. Ez sajátos kapcsolatokat, kölcsönhatásokat teremt egyfelől az ember és a természet között, másfelől az ember és az adott természeti feltételek közepette működő gép között. A természeti hatásoknak kitett ember/természet reláció sajátos munkaélettani, egészségügyi, munkalélektani problémákat támaszt. Egyidejűleg megkívánja, hogy a természet hatásaival szemben a tudomány eszközeivel mielőbb jussunk el a passzív védekezéstől a természet aktív befolyásolásáig.

Célunk a természeti törvények, az emberi beavatkozás hatására kialakuló fizikai folyamatok minél mélyebb szintű megismerése. Egyidejűleg a bányászatot kísérő veszélyforrások (kőzetnyomás, vízbetörés, gázkitörés) elleni védekezés fázisából igyekszünk átlépni a természeti hatások irányított levezetéséhez. Így szükségszerűen eljutunk a lokális védekezésből a regionális szabályozásig. A bányászkodás által megbolygatott földkéreg több fázisú, egymással szoros okozati kapcsolatban levő rendszer. A rendszer viselkedésének törvényszerűségeit megismerve lehetőség nyílik a jelenségek bányaművelési célú kihasználására. Így lesz lehetséges többek között a feltárási-fejtési rendszerek tudatos szabályozásával a kőzetnyomás irányíthatósága és a nyomászegény zónák létrehozása, a kőzet—víz rendszer együttes nyomásviszonyainak lokális beavatkozások védelme alatti szabályozása, a kőzet—gáz rendszer egymásra hatásának ismerete alapján a szabályozott gázfelszabadítás stb.

Az ember/gép/természet rendszer dinamikus fejlődésére jellemző az emberi munka színvonalának törvényszerű emelkedése és egyre bonyolultabbá válása. Ez az emberek képzettségének növekedésén keresztül valósul meg, a munka gépesítésének (automatizálásának) fokozódásával kölcsönhatásban.

A folyamat az ún. bányászati ipari háttér (gépgyártás stb.) gyors fejlődését is igényli. Helyesen megválasztott fejlesztési koncepció szükségszerűen ezen a területen is innovációs gócekat hoz létre.

Gazdaságpolitikai állásfoglalás alapján szakemberek és tudományos intézmények széles körének bevonásával, ásványi nyersanyagaink hatékonyabb hasznosítási lehetőségeinek feltárása érdekében széles körű vizsgálatokat végzünk.

A vonatkozó vizsgálatok a következő főbb összefüggésekre támaszkodnak:

- a népgazdaság tervezett gazdaságnövekedéséhez tartozó nyersanyag-igények;
- a hazai ásványvagyonkészletek, a felhasználói igények és a nyersanyag-feldolgozási technológiák fejlődése által meghatározott helyzet;
- az ásványi nyersanyagok behozatali, illetve kiviteli lehetőségei és feltételei;
- a nyersanyagoként kialakítható, az egyes fajták speciális anyagtulajdonságait is számításba vevő és a minél magasabb feldolgozottsági szintet biztosító vertikális termelési rendszerek;
- a termelési rendszerek kialakításához, működtetéséhez, fejlesztéséhez tartozó feltételek: a szükséges ipari háttér, a munkaerő, fejlesztési forrás, kutatási, tervezési, építési, gépgyártási helyzet, a nemzetközi munkamegosztás lehetőségeit is értékelve;
- a hazai termelés és fejlesztés nyersanyagfajtánként várható gazdasági hatékonysága;
- a népgazdaság gazdaságpolitikai fő célja — a gazdasági egyensúly viszonyai között végrehajtandó dinamikus gazdaságnövekedés — és a kialakuló hazai ásványi nyersanyag-hasznosítási koncepció közötti összefüggések.

A vizsgálatok végső célja a hazai ásványvagyonbázis távlati igénybevételenek mértékére vonatkozó döntések megalapozása. E mértéket illetően ez idő szerint okkal tételezzük fel, hogy míg 1950-től 1975-ig az ország teljes nyersanyagigényének hazai bázison kielégített részlete 75%-ról 50%-ra csökkent, eddig ez az 50%-os arány a gazdaságosság határáig terjedő, legnagyobb mértékű fejlesztés esetén az ezredfordulóig is fenntartható. Ennek keretében előirányozható a hazai szénhidrogén-termelés mai szinten tartása, a hazai szén-termelésnek akár megduplázása is, a bauxittermelés mérsékelt növelése, a szénen kívüli, nem fémes ásványi nyersanyagok fokozottabb, importot pótló és a mainál sokkal feldolgozottabb állapotban történő igénybevétele, a réz- és mangánigény-növekmények hazai bázison történő kielégítése, nem fémes ásványaink sokoldalú feldolgozási rendszerű hasznosítása, mely komoly exportlehetőségeket is jelent.

Rendkívül szerencsés az olyan ásványelőfordulások kiaknázása, amelyeknél az eltérő adottságú ásványfélések intermedier termékei komplex, több-

termékes kombinát nyersanyagellátását biztosítják. Ilyen eset a kerámiai alapanyagok és a feldolgozásukhoz szükséges energiahordozók együttes jelenléte, szén-bauxit-víz-mészkeő együttes előfordulása stb. Ilyen esetben a szénbányára brikettüzem (kedvező esetben félkokszyártás, sőt kohókokszyártás), ipari gázgyár, távfűtés, timföldgyár, cementgyár, alumíniumtermék-gyár telepíthető minden és/vagy méret, illetve választék kombinációban, zárt vagy nyitott rendszerben, addicionális nyersanyagimporttal, széles palettájú termékelésegek exportjával az adott térségből. Mindez urbanizációs, infrastrukturális, komplex egészségügyi és oktatásügyi rendszereket is meghatározhat, és a nemzeti jövedelem kitermelésébe, az ott lakók életszínvonalának alakításába szer-teágazó módon kapcsolódik be.

2. Az ásványi nyersanyagbázisra épülő technológiai vertikumok népgazdasági szintű hatékonyságának elemzése

2.1. A vizsgálat és a vizsgálati módszer indokai

Abból az alapvető felismerésből indulunk ki, hogy

- nyitott gazdaságunk adott fejlettségével és fejlesztési koncepciójával (a bányászat, az ipar, a mezőgazdaság, a közlekedés és az infrastruktúra területén fennálló helyzetből kiindulva) az életszínvonal meghatározott szintjét és növekedési ütemét dolgozó népünk számára biztosítja;
- ez a meglevő népgazdasági struktúra történelmileg a nemzeti vagyonnal (amelynek az ásványvagyon integráns része), a dolgozók szakmai és politikai felkészültségével és hazánk — ismert, részben ismert vagy egyáltalában nem ismert, de meglevő — minden, az ásványvagyon is magába foglaló természeti adottságával szoros összefüggésben alakult ki, a mindenkori gazdaságpolitika függvényében;
- a fejlődést mindenkor meghatározza a struktúrával szorosan összefüggő, de nemcsak gazdaságpolitikai, hanem politikai szempontok által is (két- és többoldalúan) befolyásolt külgazdasági környezete.

A társadalmi rendszerünk alapvető politikai követelményei szerint elvárt gazdasági növekedés lényegében két forrásra támaszkodik:

1. A dolgozó emberre (a sokoldalú problémakörből most a munkaképes lakosság szakmai felkészültségét emeljük ki);

2. A „természeti környezetbe” (értve most ezen belül kiemelten az ásványvagyon) beépült technikai adottságokra, amelyek az anyagi termelést (szolgáltatást) egy éppen adott szinten levő technológiával biztosítják.

Az anyagi termelésnek a zárt technológiai folyamatokkal jellemezhető önálló szervezeti egységei a népgazdaságon belül egymással egyre bonyolultabb kölcsönös és komplex műszaki-gazdasági kapcsolatban vannak: a bonyolult-

ságot fokozza, hogy az egyes elemek az őket meghatározó paraméterek függvényében „önálló” (és egymástól eltérő ütemű) fejlődésben vannak, ezzel a meglevő kapcsolatokat módosítják. Az egy ponton elindított fejlődés, a kölcsönös kapcsolatok következtében, számos más elemmel szemben új követel-

1. melléklet

Természeti környezet								Ember	
Nyersanyagok									
a föld kérgében (ásványi) három fázisban: szilárd cseppfolyós gáznemű						a föld felszínén (növényi és állati)			
energia- hordozók		ércek		ipari és építőipari ásványok		víz a felszínen és felszín alatt		ipari és élelmiszeripari növényi és állati nyersanyagok	
szén	szénhidrogének	uránérc	fekete érc	bauxit	színes érc	ipari ásványok	építőipari ásványok	pl. ivó és ipari víz, hévíz	pl. len, kender, állati bőrök, gabonafélék, cukorrépa, hús, zöltség
földtani kutatások						agrotechn. kutatások			
bányászat primer ásványi nyersanyag						növénytermelés és állattenyésztés			
előkészítés intermedier nyersanyag						előkészítés ipari és élelmiszeripari célra			
feldolgozás ultimer nyersanyag						feldolgozás ipari és élelmiszeripari célra			
megmunkálás termék termelői vagy végső fogyasztásra						megmunkálás termék termelői v. végső fogyasztásra			
hazai gyártású vagy (a hazai termékek exportja ellenében) importált termékek (termelői vagy végső) felhasználása a helyettesíthetőség elvén									

Termelő egységek komplex műszaki és gazdasági kapcsolatban, adott ágazati rendszerben

az ember infrastruktúrával bíró természeti környezetben

2. melléklet

Az ásványi nyersanyagok kutatásával és termelésével kapcsolatos tevékenységek rendszere

(Az egyes tevékenységeknél feltüntetett számok az ezredfordulóra becsült nettó termelési értéket jelzik mdFt-ban.)

In situ állapotú ásványi nyersanyag	Primer ásványi nyersanyag	Intermedier ásványi nyersanyag	Ultimer ásványi nyersanyag	Félkész – késztermék			
Földtani kutatás	Bányászat	Előkészítés	Feldolgozás	Megmunkálás, felhasználás			
Szénelőfordulás	0,2 Nyersszén	15,0 Dúsított szén, brikett	0,2	Gáz, koksz	2,0	Mechanikai energia, hő, fény	
				Gőz, vill. energia	15,0		
				Vegyipari anyag	0,5		Vegyipari termékek
Szénhidrogén előfordulás	2,0 Nyers kőolaj, földgáz	15,0 Kőolaj, száraz földgáz	0,2	Kőolajfrakciók	5,0	Mechanikai energia, hő, fény	
				Gáz, vill. energia	5,0		
				Vegyipari anyag	15,0		Vegyipari termékek
Uránérc-előfordulás	0,1 Nyers uránérc	1,0 Dúsított uránérc	1,0	Uránfém töltet	1,0	Mechanikai energia, hő, fény	
				Gőz, vill. energia	5,0		
Feketeérc-előfordulás	— Nyers feketeérc	0,2 Dúsított feketeérc	0,1	Nyers tömbacél	5,0	Gépgyártási termékek	2,5
Bauxit-előfordulás	0,2 Nyers bauxit	1,5 Dúsított bauxit	—	Timföld, tömbalumínium	5,0	Gépgyártási termékek	1,5
Színesérc-előfordulás	0,2 Nyers színesérc	3,5 Dúsított színesérc	2,0	Színes tömbfém	5,0	Gépgyártási termékek	2,0
Ipari- ásványelőfordulás	0,1 Nyers ipari ásvány	1,0 Pl. örölt bentonit	1,0	Pl. duzzasztott perlit	0,2	Ipari vagy építőipari célú termékek	
Építőipari- ásványelőfordulás	0,1 Nyers építőipari ásv.	5,0 Pl. zúzott kő	1,0	Pl. faragott kő	0,2	Építőipari vagy ipari célú termékek	
Felszín alatti vízelőfordulás	0,2 Nyers víz	2,0 Pl. tisztított víz	1,0	Pl. lágyított víz	0,1	Ipari vagy kommunális célú termékek	

3. melléklet

MTA X. Osztályának Közleményei 11/3-4, 1978

i \ j	Az ágazatok megnevezése	A technológiai mátrix oszlopai								Lakosság	Közületek	Beruházás	Export	Készletváltozás	Összes forrás
		1	3	95	72	73	8	E	N	a	b	c	d	e	95
1	Szénbányászat						X _{1,8}								
3	Kőolaj és földgáz kitermelés		X _{3,35}				X _{3,8}								
35	Kőolaj-feldolgozás						X _{35,8}								
72	Uránércbányászat						X _{72,8}								
73	Vízgyártás						X _{73,8}								
74	Uránércfeldolgozás											X _{74,d}			
8	Villamosenergia-termelés	X _{8,1}	X _{8,3}	X _{8,95}	X _{8,72}	X _{8,73}	X _{8,8}	X _{8,E}	X _{8,N}	X _{8,a}	X _{8,b}	X _{8,c}	X _{8,d}	—	F _{8,95}
81	ebből: szénbázison														
82	kőolajbázison														
83	földgázbázison														
84	atomerőműben														
85	vízenergia-termelés														
E	Exportáló ágazatok						X _{E,8}						X _{E,d}		

energiaforrások (EF)

X_{EF,d}

bontás ÁKM-en kívül a vertikum semáján

N	Népgazdaság egyéb, fel nem sorolt ágazatai						$X_{N,8}$								
A	Anyagi és nem anyagi ágak összesen						$X_{A,8}$								
90	Amortizáció						$X_{90,8}$								
91	Bérek és jövedelmek						$X_{91,8}$								
92	Felhalmozás						$X_{92,8}$								
93	Hazai termelés összesen						$X_{93,8}$								
94	Kiegészítő import (l. vertikum sémát)						$X_{94,8}$								
95	Összes forrás:						$F_{95,8}$								

ményeket támaszt, amelyek kielégítése ismét más irányokba tovagyűrűző hatásokat kelt. Ezt a sokoldalú — időben mintegy öntörvényei alapján „spontán” alakuló kapcsolatot a rendszerszemlélet segítségével lehet leírni, belső összefüggéseit — függvénykapcsolatok formájában — feltárni, dinamikáját ily módon követni, illetve (és ez a végső célkitűzés) az általunk kívánt irányban és kívánt ütemben történő fejlődését döntéseinkkel megszabni az anyagi termelés és az infrastruktúra minden területén.

2.2. *A vizsgálat keretei*

A vizsgált rendszer struktúráját és határait — célkitűzéseinknek megfelelően — az 1. melléklet szemlélteti. Az 1. melléklet a vizsgált rendszer kereteit jelöli ki. Kiindul a természeti környezetből — amelynek része az ember is, — kiragadja belőle a nyersanyagokat, ezen belül külön a föld kérgében meglevő, ill. a föld felszínén termelhető ásványi, növényi és állati nyersanyagokat. Utal az ásványi nyersanyagok háromfázisú előfordulására: szilárd-cseppfolyós-gáznemű, amelyek mindegyike lehet hasznos és káros.

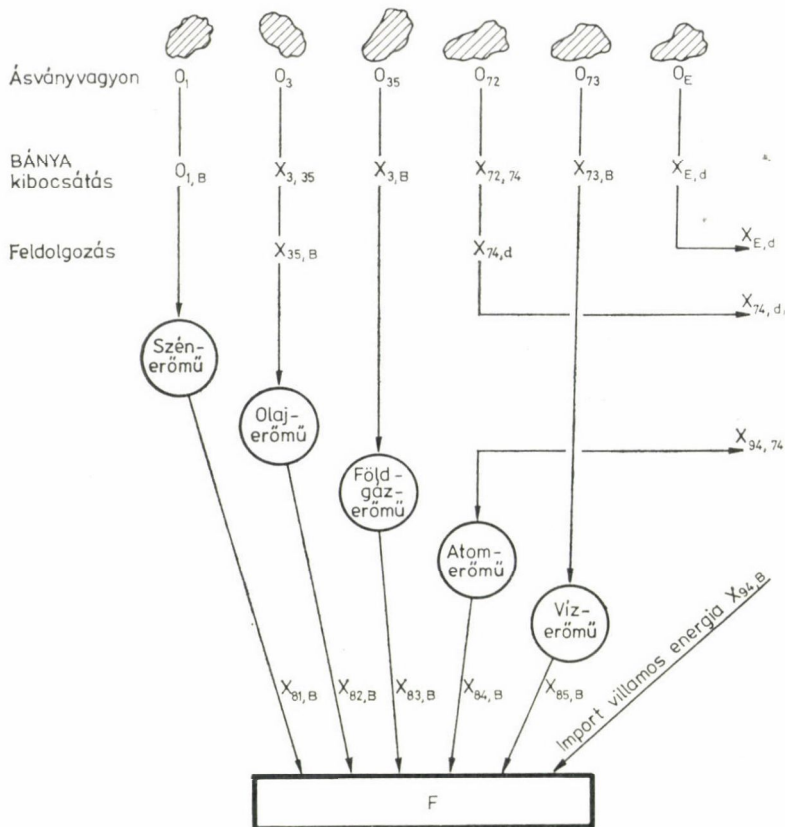
A vizsgálatokat a továbbiakban a föld kérgében található ásványi nyersanyagokra: energiahordozók, ércék, ipari és építőipari ásványok, illetve a víz területére szűkítjük. A rendszer teljessége kedvéért párhuzamosan bemutatjuk az ipari és élelmiszeripari, növényi és állati nyersanyagok feldolgozásának fázisait is. Az ásványi nyersanyagok tekintetében külön a 2. mellékletben bemutatjuk a hazai nyersanyag-előfordulások vertikális feldolgozásának részleteit is.

Eljutva a végtermékhez — akár az ásványi, akár a növényi vagy állati nyersanyagokra támaszkodó végtermékről van is szó — mindig felmerül az a kérdés, hogy hazai forrásból vagy importból elégítsük-e ki a népgazdasági igényeket, amelyeket az infrastruktúrával rendelkező ember természeti környezetében támaszt. Végig az egész folyamat mentén az értékelés egyik kiemelkedő csomópontja a termelő (szolgáltató) egységek komplex műszaki és gazdasági kapcsolata, a népgazdaság adott ágazati rendszerében.

Az idézett rendszer egyik alrendszerének tekinthető anyagi termelés (értékbeli) folyamatainak a kölcsönös kapcsolatokat feltáró leírására az ágazati kapcsolatok modelljét választjuk. A 3. melléklet az ágazati kapcsolatok mérlegének szokásos formáját mutatja be, de összhangot teremt jelöléseivel a 4. melléklet fázisszintű számítási modelljével.

Egy „ágazat” — példánkban a j. ágazatot vizsgáljuk — legyen most egy olyan „vertikum”, amely részben valamely hazai ásványvagyonra települt, részben importálja a terméket, mert az összes igényt hazai forrásból csak részben elégítheti ki (a példában a technológiai hasonlatot végig a villamosenergia-termelésből vesszük). Egy ilyen „vertikum” teljes rendszermodelljét mint a legáltalánosabb és szándékosan egyszerűsített modellt, vázlatosan a 4. melléklet mutat be.

4. melléklet

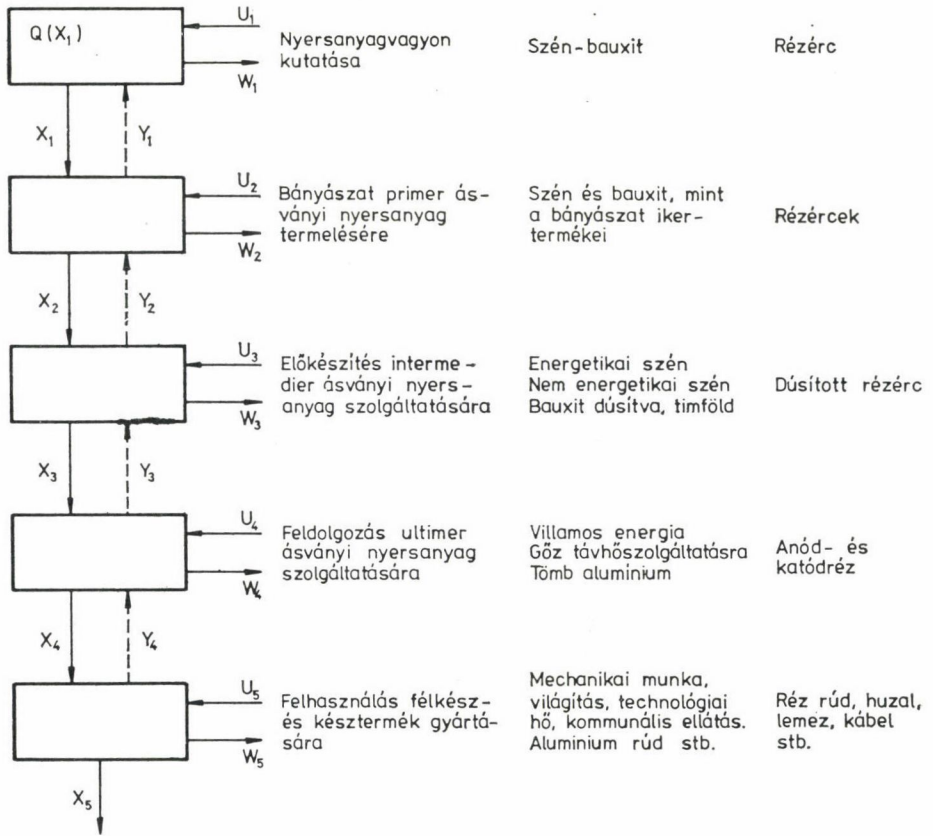


A 4. melléklet az adott esetben konstansnak tekintendő F_j összes villamosenergia felhasználás öt különböző forrásból történő kielégítésére mutat be vertikum-sémát. Az öt ásvány: szén, kőolaj, földgáz, uránérc és víz. Tetszőleges nyersanyagának tüntettük fel az exportáló ágazat bázisát, amely az uránérc töltötté váló feldolgozásának, illetve a közvetlen villamosenergia importnak az ellentételét termeli ki. A séma jelölései az inputokkal és outputokkal meg-egyeznek a 3. melléklet ÁKM sémáján alkalmazott jelölésekkel.

Az 5. melléklet általánosítva tárgyalja a vertikum fázis szintű hatékonysági számításának menetét. Az x vektor a termelési főfolyamatot, y a visszacsatolásokat jelenti, u a feldolgozási fázisok ráfordításait, w ezek kibocsátásait, p az árakat, k a költségeket jelenti. A Z a célfüggvények rendszere, az optimum feltételeket fogalmazza meg. Végül a 6. melléklet egy regionálisan szervezett vertikumra ad példát.

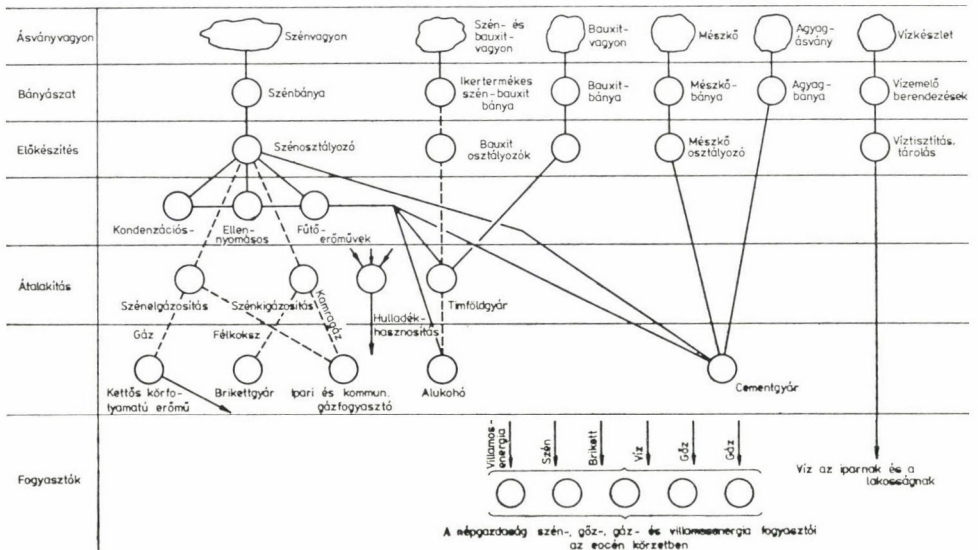
5. melléklet

Az ásványi nyersanyagok vertikális feldolgozásának bloksémája



6. melléklet

Az eocén körzettevékenység gráfjai



2.3. *A vizsgálat algoritmusa*

A — példának választott — vizsgálat célja (és ez a példa alapján bármely F_j forrásra — akár múlt tényszámokról, akár tervszámokról van szó — általánosítható) annak eldöntése, hogy az F_j igény adottnak feltételezett fejlesztési üteme milyen nyersanyagbázison elégíthető ki a leghatékonyabban. Ennek érdekében legyen ismert — esetleg csak az idő függvényében — a műszaki paraméterek M_o halmaza a rendszer egészére, a gazdasági paraméterek G_o halmaza a rendszer egészére és adottak

$$Q_i = Q_i(M_y, G_y, t), \quad (1)$$

ahol

M_y az M_o halmaz egyik eleme,

G_y a G_o halmaz egyik eleme,

t a vizsgált időhorizont, és

$$t' < t < t'',$$

tehát

t' az időhorizont kezdőpontja

t'' az időhorizont végpontja

$$B_i = B_i(M_u, G_u, t) \text{ a beruházási költség} \quad (2)$$

$$E_i = E_i(M_v, G_v, t) \text{ a termelés egységköltsége} \quad (3)$$

és

$Z_l = Z_l(M_w, G_w, t)$ az optimalizálás célfüggvénye,

ahol most u, v, w a részhalmazok indexei y mintájára.

A dinamikus programozás algoritmusa szerint ezután az F_j constans igény mellett (tehát annak feltételezésével, hogy ebben a kérdésben népgazdasági szinten már döntöttek, és most már csak arról van szó, hogy az azonos használati értéket biztosító alternatíváról döntsünk) keressük rendre az ehhez illeszkedő és alkalmasan választott Z célfüggvények mellett az összes

$$E_i, D_i, Q_i \quad (5)$$

parciális optimumát az adott sorrendben. A célfüggvények az iteráció első lépésében egyváltozósak lehetnek, a részoptimumok tisztázása után gazdaságpolitikai megfontolásokra támaszkodva a célfüggvények hierarchiáját lehet meghatározni. Ha — egyébként mindenkor törekvésünk eredményeként — már a vizsgálat kezdetén konvex függvényeket találtunk, a PARETO-optimum alapján eljárva zárhatjuk le az elemzést végső döntési javaslattal és következményeinek teljes körű feltárásával. Konvex függvények hiányában diszkrét függvények kezelésére alkalmas algoritmust kell alkalmazni, fokozottan ügyelve

a peremfeltételek korlátaira és a paraméterek gazdaságpolitikai hierarchiájára. Mindkét esetben keresünk az értékmutatók mellett természetes egységekben mérhető, népgazdaságilag döntő jellegű gazdasági paramétereket (pl. létszám, fajlagos anyagfelhasználás, minőségi mutatók). Itt jegyezzük meg, hogy minden paramétert külön is rendszerszemlélettel kezelünk: a létszám tehát területileg adott, képzettség szerint differenciált halmaz és ezzel sok más értékmutatót megelőzhet a hierarchiában. Ugyanígy alapvetően „rendszert” jelent a külgazdasági kapcsolatok mindkét oldala: a biztos vagy bizonytalan exportpiac (és exportár) vagy a rövid, ill. hosszú lejáratú importmegállapodás. Az optimalizált eredménnyel „lépünk” vissza a vertikummal az ágazati kapcsolatok terv-mérlegének rendszerébe, feltárva az összes szükségszerű szignifikáns indikációt az érintett ágazatok felé. Az ágazati kapcsolatok rendszerében felépített tervmérlegek az 1 Ft kamatos beruházási költségre eső termelési eredményt fejezik ki.

2.4. *A vizsgálat sajátosságai*

A rendszer- és függvényt szemlélet ebben a metodikában kiemelten éppen azt jelenti, hogy

1. figyelembe vesszük a rendszer minden tagjára vonatkozóan az összes ár- és költségtényezőt, a rendszernek (alapvetően a teljes nyersanyagvagyton kimerüléséig tartó) egész élettartamára prognosztizálva;

2. figyelembe vesszük a potenciális technológiai fejlesztést és ennek prognosztizálható gazdasági következményeit minden fázisban;

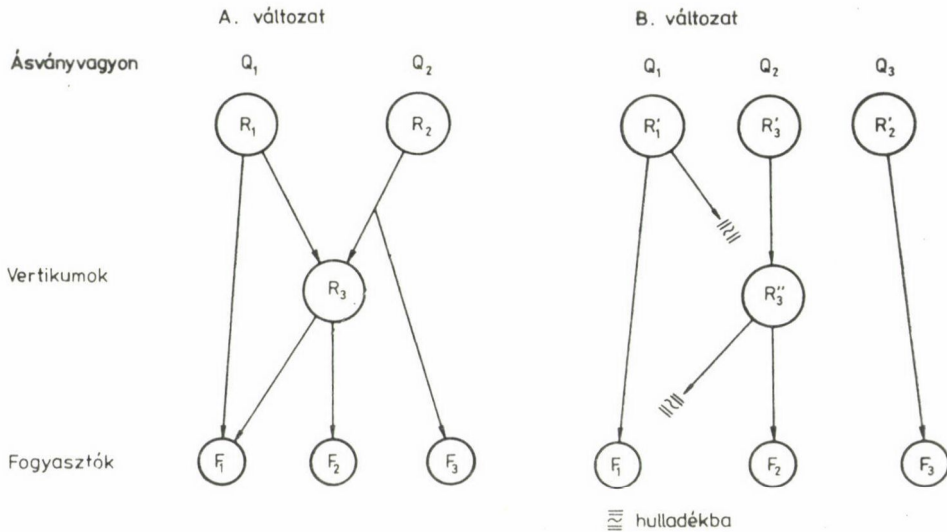
3. a kompetitív importot ugyancsak fázisszinten, de minden fázisra nem általánosságban, hanem a hazai ellátás biztonságával azonos szinten kimunkált — célszerűen kooperációval megerősített, de mindenképpen hosszú lejáratúnak ítéltető — külgazdasági kapcsolat realizálható paraméterei alapján állítjuk be költséghatárként.

Külön figyelmet érdemelnek nyersanyag-politikánkban a 4. mellékletben $x_{E \rightarrow d}$ -tel jelölt — export — paraméterek a határmenti nyersanyag-előfordulásoknak esetleg partnereinkkel közösen megvalósítható kihasználásában. Jelentős szerepet látunk a vertikum kifejlesztése során megszerzett szellemi tőke komplett technológia formájában történő exportjában, ami a várható külgazdasági helyzetben a „legkeményebb” exportcikkek egyike lehet (és így alkalmas arra, hogy a cserearány romlás következtében várhatóan elkerülhetetlen veszteségeinket ellensúlyozza).

2.5. *A vertikumok kombinációja*

Az ásványi nyersanyag-felhasználás kombinációja járulékos előnyök forrása lehet: az általános sémát a 7. melléklet mutatja be.

7. melléklet



A 7. mellékleten egymás mellett két megoldást ábrázoltunk. Az *A.* változat az ásványi nyersanyagok kombinatív felhasználását mutatja be, ahol az R_1 és R_2 az R_3 input adatait szolgáltatja és az F fogyasztók alternatív ellátásban részesülnek. A *B.* változat nem számol kapcsolódásokkal, minden fogyasztó önálló vertikumra épül és ezért hulladékok is keletkeznek. Általában azt várjuk, hogy ez utóbbi eset hátrányosabb a kombinatív megoldásoknál.

Itt is dinamikusan — pl. célra irányított kutatás az *A.* változat létrehozása céljából — kell a kérdéseket kezelni: hozzátartozik a gyakorlathoz az ilyen döntéseknél bizonyos kockázat is. Az alternatívák közötti választásnál nagy szerepe van a kockázat csomópontjai felismerésének és helyes megítélésének.

2.6. *A paraméterek bizonytalansága a prognosztizálásnál*

Nagy szerephez jut a kockázat becslése olyan esetben, amikor egy vertikum mentén a nyersanyagtól a késztermék felé haladva adott időpontban lehetségesnek látszik valamely — önmagában kevésbé hatékony — megmunkálási fázis helyettesítése importtal. Ez esetben tehát lényegében véve egy közbenső technológiai lépcső külföldön valósul meg. Tudomásul (és számításba) kell venni, hogy a nyersanyag-kitermelés viszonylag nagyobb eszközigénye tendenciában mindenütt igaz, így első törekvése mindenkinek a „látványos” (végső) feldolgozóipar fejlesztése. Az ilyen fejlesztés eredményeként a felénk exportálható féltermék idénycikk lesz. Nyilvánvaló, hogy ez az általános törekvés végeredményben mindenütt felértékeli az ásványvagyon, hiszen ilyen törekvés mellett

fokozatosan hiánycikk lesz a nyersanyag. Az ilyen és hasonló kockázat számszerűségének kimutatására szolgáló módszert az irodalom részletesen tárgyalja.

A módszerek — általánosítandó példákon keresztül — arra kívánnak rámutatni, hogy a függvényszemlélet alapján

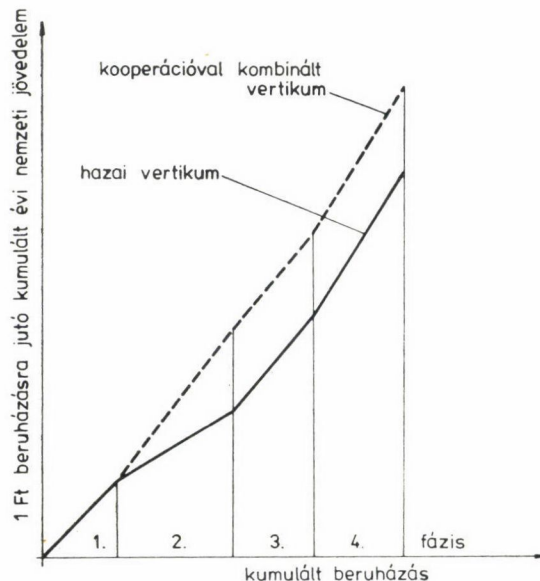
- a paraméterek valószínűségi változók;
- de van mód a várható értékek becslésére egy közelítően behatárolható tartományon belül.

2.7. A tőke hatékonyságának növekedése a vertikum mentén

A már idézett általános tendencia azt mutatja, hogy a nyersanyag ki-termelésétől a végső feldolgozásig a technológiai fázisok mindegyikében növekszik a befektetett tőke hatékonysága, azaz az 1 Ft állóalpra jutó nemzeti jövedelem. A tendencia alapján joggal alakul ki elvárás arra, hogy ez mindig így legyen. Abban az esetben, ha adott esetben — mint a 8. melléklet ábráján a 2. fázis esete példaként mutatja — ez a feltétel nem teljesül, a közgazdászok azt tanácsolják, hogy ezt a fázist váltsuk ki kooperációval, feltéve, hogy ilyen kooperáció külgazdasági helyzetünk alapján létrehozható.

A 8. melléklet négy fázist követve mutatja be a tőke hatékonyságát az 1 Ft beruházásra jutó évi nemzeti jövedelem alakulásával. A példa szerint a 2. fázis hatékonysága kisebb, mint az elsőé volt, ezért a hazai vertikum hatékonyságának folyamatos növekedésében törés jelentkezik. Ha a 2. fázist import kooperációval helyettesíthetjük — és az ellentételezés hatékonysága nagyobb,

8. melléklet



mint az első fázisé volt —, úgy az eredő hatékonyság emelhető. Egy ilyen kooperáció kialakításánál azonban kockázatelemzést is figyelembe kell venni.

Nyomatékosan kell hangsúlyozni, éppen az előző fejezet alapján, a vertikum ellátásbiztonságban jelentkező előnyét az ilyen beiktatott kooperációs fázissal szemben. Természetesen a javaslat adott esetben vonatkozhat az 1. fázis (a nyersanyag-kitermelés) cseréjére is: ebben az esetben a nyersanyagkincsek fokozatos (25–30 év távlatában biztos) felértékelésének tendenciájából kell kiindulni a hazai ellátás mérlegelésénél. (A kockázat itt a reménybeli vagyonnok prognosztizálendő műrevalóságának megítélésében van.)

3. A hazai ásványvagyon potenciális szerepe a struktúrapolitikában

A 2. melléklet jó képet ad arról, hogy — reális ásványvagyon-kitermelést biztosító gazdaságpolitika mellett — milyen termelési ágakban juthat szerephez a hazai ásványkincs. Az ellátás biztonsága minőségi érvként csatlakozik az ismertetett elemző módszerekkel kimutatott gazdasági hatékonysági mutatókhoz. Az alapfeltétel a kompetitív importtal való versenyképesség, amelyet elsősorban a végtermék — amely lehet végső fogyasztásra vagy termelő fogyasztásra szánt termék — oldaláról kell megközelíteni. Az ásványvagyon oldalról a megközelítés realitásának ellenőrzése céljából indítjuk a vizsgálatot.

A versenyképesség az idő függvényében jelentősen változhat: ezért van nagy jelentősége a prognosztikának. Ez is biztosabb talajon áll a geológiai kutatások előrehaladtával a hazai ásványkincs tekintetében, mint az ásványi anyagok világpiacát figyelve. Ez a körülmény a döntéselőkészítés során vállalható kockázat mérlegelésénél nagy súllyal eshet latba.

Az ásványvagyon-kitermelés és -feldolgozás sajátos módon kapcsolódik a népgazdaság számos ágazatához: igénnyel lép fel az ágazatokkal szemben, és ezek az igények kezdeményező szerepet játszhatnak az ágazat egészének fejlődésében. Jó példa erre a termelő ágazatok között a gépipar (bányagépek, technológiai berendezések gyártása), a nem termelő ágazatok között az oktatás (a differenciált munkaerőigény kielégítésére felkészülve). Ugyanakkor más ágazatok — pl. alumíniumtermékek gyártása — az alapanyag-ellátó ágazat kötelezettségeit teljesítik. Közvetlenül és közvetve beleszólnak az exportstruktúra kialakításába is, hiszen az export importfüggőségének csökkentése fontos gazdaságpolitikai célkitűzés.

Nehéz kitérni az elől a megállapítás elől, hogy az ásványvagyon-gazdálkodás korszerű döntései szorosan összefüggnek a technikai haladással: ezen belül az innovációs góccok kialakulását meghatározhatja a még mindig újat rejtegető, tulajdonképpen mindig csak részben megismerhető hazai ásványkincs. A földtani kutatás bővülése, eszköztárának korszerűsödése viheti előre ismereteinket a mindenkor optimális hatékonyságot biztosító ásványvagyon-gazdálkodás célszerű irányainak kijelölése érdekében.

IRODALOM

1. KAPOLYI LÁSZLÓ: Ásványvagyon komplex hasznosításának bányagazdaságtani vizsgálata a rendszerszemlélet eszközeivel. A Szovjetunió Tudományos Akadémiáján megvédett műszaki doktori disszertáció. Kézirat, 1975.
2. KAPOLYI LÁSZLÓ: Ásványi nyersanyagaink igénybevételének rendszer- és függvényszemléletű értékelése. *Bányászati és Kohászati Lapok*, **109**, Bányászat, 4/1976.
3. KAPOLYI LÁSZLÓ: Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület (OMBKE) feladatai a bányászat V. ötéves tervének megvalósításában. *Bányászati és Kohászati Lapok*, **110**, Bányászat, 2/1977.
4. KAPOLYI LÁSZLÓ: Az eocénprogram jelentősége. *Bányászati és Kohászati Lapok*, **111**, Bányászat, 1/1978.

COMPLEX MINERAL RESOURCES ECONOMY

L. KAPOLYI

Abstract

Interrelation of economic growth and non-renewable natural resources as a dialectical integrity. Intersectoral, features of verticums characterized by techno-economic parameters based on natural resources. Man — machine — nature as an integral system.

Tasks and perspectives of economic policy in planning the economy of mineral resources. The role, of the assessment of demands; prognosticated technical and economic environment as a frame. Fitting the various verticums into branches of the National Economy. General algorithm of cost function and of the system of conditions.

System analysis and its functional approach. Dynamic and complex interpretation of conditions.

КОМПЛЕКСНОЕ ХОЗЯЙСТВОВАНИЕ РЕСУРСАМИ МИНЕРАЛОВ

Л. КАПОЙИ

Резюме

Диалектическое единство взаимодействия экономического нарастания и нерегенерирующихся источников природных ресурсов. Интерсекторальные свойства вертикамов охарактеризуемы техническими, технологическими и экономическими параметрами, основывающимися на ресурсах минералов. Единая система: человек — машина — природа. Задачи и перспективы экономической политики в проекции хозяйствования минералами. Роль оценки потребности; прогнозируемая техническая экономическая окружающая среда, как ограничение задач. Интеграция отдельных фаз вертикама в отраслевой системе народного хозяйства. Общий алгоритм целевой функции и системы уравнений условий. Аспекты исследования по системе и функции. Динамическое и комплексное истолкование эффективности.

AZ ENERGIAHORDOZÓK KÖZÖTTI GAZDASÁGI VERSENY FELTÉTELRENDSZERÉNEK ALAPJAI

TÓTH MIKLÓS

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK DOKTORA

Az alapvető energihordozók — szén, szénhidrogén, hasadóanyag — versenyében az igen olcsó és gazdaságosan felhasználható szénhidrogének gyors előretörése az 1960-as években — megdöntve a szén egyeduralmát — fejlesztési mérséklésre, sőt helyenként visszafejlődésre készítette a régi versenytársat jelentő szénbányászatot, de a kutatások és fejlesztések mérséklését váltotta ki az időközben új versenytársaként fellépő urániparban is. Így tehát a szénhidrogének a versenytársak legyengülése révén úgy jutottak további pozicionális előnyhöz, hogy közben a szén- és atomenergia versenyfeltételei — a jövőre is kiható átmenetiséggel — jelentős mértékben romlottak.

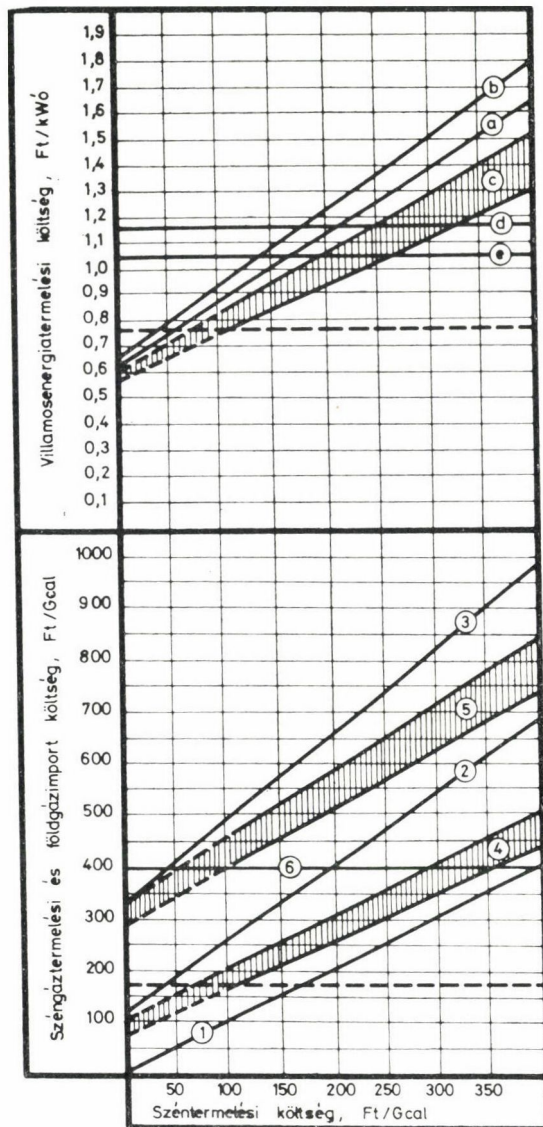
Ilyen előzmények után következett be az 1970-es évek első felében a mértékét illetően előre nem látható szénhidrogén-árrobbanás, amely az alapvető energiahordozók gazdasági versenyében teljesen új helyzetet teremtett. A továbbiakban bemutatott vizsgálati eredmények lényegében e helyzetet, illetve az e helyzetből prognosztizálható jövőt veszik alapul.

A szénből történő gázgyártásra, a szénből és szénhidrogénből történő villamosenergia-termelésre, valamint ezek más forrásokkal történő összevetésére vonatkozóan, a szénelőfordulások adottságaival meghatározott széntermelési költség függvényében végzett vizsgálatok számszerű eredményeit az 1. ábra szemlélteti.

A szénből gázgyárban vagy in situ (föld alatti) elgázosítással előállított gyenge minőségű gázt fűtőgáznak, a földgázéval megegyező minőségben előállított gázt pedig SN-gáznak nevezzük.

A gázbázisú villamosenergia-termelést — akár fűtőgázzal, akár földgázzal van szó — minden esetben olyan kettős (gáz-gőz) körfolyamú, vagyis kombinált ciklusú erőműben tételezzük fel, amelynek beruházásigénye cca. 15%-kal kisebb, hatásfoka pedig cca. 15%-kal nagyobb a hagyományos szénhidrogén-erőműhöz képest. (A gázgyári beruházás költsége a fűtőgáz költségében szerepel.)

A szénből történő gázgyártás és főleg az in situ szénelgázosítás, valamint a kombinált ciklusú erőműben történő villamosenergia-termelés számba vett költségei a technika várható fejlődése alapján becsült olyan értékek, amelyeket az üzemszerű alkalmazás általánosan még nem bizonyított, így tehát azok a fel-



1. ábra

- Ⓐ Közvetlenül szénből
- Ⓑ Gázgyári fűtőgázból
- Ⓒ In situ nyert fűtőgázból
- Ⓓ Világpiaci áras import földgázból
- Ⓔ Világpiaci áras import hasadóanyagból

- ① Közvetlenül felhasznált szén
- ② Gázgyári fűtőgáz
- ③ Gázgyári SN-gáz
- ④ In situ nyert fűtőgáz
- ⑤ In situ nyert fűtőgáz-alapú SN-gáz
- ⑥ Világpiaci áras import földgáz

A vízszintes szaggatott vonalak a földgáz 10–15 évvel ezelőtt prognosztizált világpiaci árából számított költségeket jelzik.

tételesen számba vettekől mindkét irányban eltérhetnek. Ezért például az in situ nyerhető fűtőgáz költségeit eleve egy sávval jellemezzük.

Az 1. ábrán vázolt egészen megközelítő összefüggések 1977-es értékű forintban, minden esetben 12%-os beruházási tőkekamatteherrel, általában 6000 óra/év üzemidővel vannak számolva és — 1977-es értékű dollárban, vagyis inflációmentesen prognosztizálva — a földgázra 8 \$/Gcal-os, az atomtöltetre 800 \$/kg-os világgpiaci árat, a növekményes külkereskedelmi és az általános nem külkereskedelmi devizasorzó között pedig $50 \text{ Ft}/\$: 30 \text{ Ft}/\$ = 1,7$ -es arányt tételeznek fel.

Az atomerőmű beruházásigényét a hagyományos szénérőműhöz képest cca. 50%-kal, a hagyományos szénhidrogén-erőműhöz képest pedig cca. 100%-kal nagyobbak tételezzük fel.

Az 1. ábra abszcisszáján szereplő széntermelési költség és a szénelőfordulások alapvető természeti paraméterei között a következő megközelítő összefüggés a feltételezett:

$$k = \left(100 + 50 \sqrt{\frac{M}{V}} \right) \frac{1}{F} \cdot p \quad \text{Ft/Gcal,}$$

ahol M a települési mélység, méter

V a széntelepösszlet vastagsága, méter

F a széntelepösszlet fűtőértéke, Mcal/kg

p az egyéb adottságok (kiterjedés, tagoltság, elemi veszély, különleges minőség stb.) faktora, amely általában 0,8 és 1,3 szélső értékek között vehető számításba.

E képlettel számolva a magyar szénelőfordulások 125—250 Ft/Gcal-os teljes tartományán belül a kiaknázni tervezettek termelési költsége 125—175 Ft/Gcal-nak adódik.

Ha a természeti paraméteres képlet szerint 100 Ft/Gcal-nál kisebb termelési költségű szénelőfordulásokat kedvezőnek, a 100—200 Ft/Gcal költségűeket közepesnek, a 200 Ft/Gcal-nál nagyobb költségűeket pedig kedvezőtlennek minősítjük, akkor az 1. ábráról — a vázolt feltételekhez kötöttséget nyomatékosan hangsúlyozva — többek között a következőket olvashatjuk le:

- A kedvező adottságú szénelőfordulások bázisán a gázgyári SN-gáz is versenyképes lehet a világgpiaci áras import földgázzal. Az ilyen szénből előállítható villamosenergia költsége lényegesen kisebb az atomenergiánál és csak 2/3-a a világgpiaci áras földgáz bázisán előállított villamosenergia költségének.
- A közepes adottságú szénelőfordulások bázisán az SN-gáz nem, illetve kedvező esetben is csak megközelítőleg versenyképes a világgpiaci áras földgázzal. Ezzel szemben a közepes adottságú szénbázison közvetlenül gyártható villamosenergia egyértelműen, a gázgyári fűtőgázból termelhető villamosenergia pedig éppen versenyképes a korszerű

atomerőműben termelt villamosenergiával. Az ilyen szén bázisán az *in situ* nyert fűtőgázból termelhető villamosenergia kedvező esetben 25%-kal is olcsóbb lehet a szénből hagyományos szén-erőműben gyártott villamosenergiánál és az atomenergiánál.

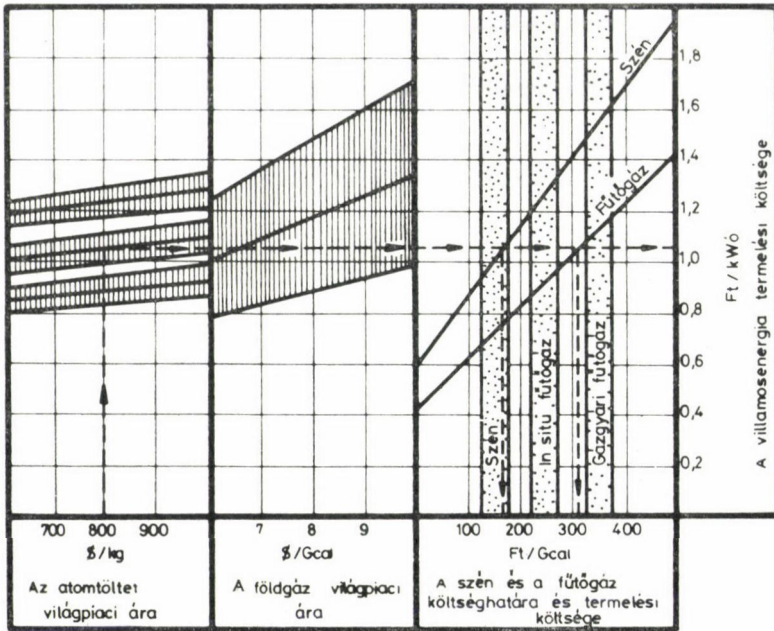
- ← Minthogy a gázgyárban előállítható fűtőgáz költsége még a közepes adottságú szénelőfordulások bázisán is kisebb a prognosztizált világpiaci földgázár költségénél, ezért olyan meglevő földgázfogyasztók esetén, amelyeknél a földgázt (vagy a fűtőolajat) közvetlenül és egyenértékűen lehet fűtőgázzal helyettesíteni, a gázgyári fűtőgáz is egyértelműen versenyképesnek minősül.
- A kedvezőtlen adottságú szénelőfordulások bázisán az SN-gáz egyáltalán nem versenyképes a világpiaci áras földgázzal. Az ilyen kedvezőtlen szénbázisú villamosenergia is csak az *in situ* nyert fűtőgázból előállítva lehet versenyképes az atomenergiával.
- A világpiaci áras import földgázból előállítható villamosenergia költsége cca. 10%-kal nagyobb az atomenergiáénál és gyakorlatilag azonos a kedvezőtlen adottságú szénelőfordulások bázisán termelhető villamosenergia költségével.

Az ábra egyébként világosan mutatja azt az általános érvényű alapigazságot, hogy drága szénből sem olcsó gázt, sem olcsó villamosenergiát nem lehet előállítani. Ennek elsődleges feltétele a kedvező adottságú szénelőfordulások korszerű technológiával történő kiaknázásából eredő olcsó szénbázis. Ez a feltétel szabja meg a minél kedvezőbb előfordulások felderítésére hivatott földtani kutatás és a kiaknázástechnológia fejlesztésére hivatott bányászat kettős és egymástól elválaszthatatlan alapfeladatát.

A vázolt megállapítások és következtetések természetesen csak a számításokhoz alapul vett kiinduló feltételekhez rendelten érvényesek. Ezért az energiahordozók közötti gazdasági feltételrendszer általánosabb értelmezhetősége, illetve az egyes tényezők hatásának érzékelhetősége érdekében számba kell venni a kiindulási feltételek (az atomerőmű beruházásigényének aránya, az atomtöltet és a földgáz világpiaci ára, a külkereskedelmi és nem külkereskedelmi devizasorzók aránya) változásának hatását is.

Ezeket a függvénykapcsolatokat érzékelteti a 2. ábra, amelynek első részábráján a középső három vonal arra a kiinduló esetre vonatkozik, amikor az atomerőmű beruházási igénye cca. 1,5-szerese a hagyományos szén-erőműnek, a felső három vonal ezt az arányt 1,75-nek, az alsó három vonal pedig 1,25-nek tételezi fel. A három vonal közül (és ez a második részábra három vonalára is vonatkozik) a középső a devizasorzók arányát a kiinduló esetnek megfelelő $50:30 = 1,7$ -nek, a felső $70:30 = 2,3$ -nak, az alsó pedig $30:30 = 1,0$ -nak tételezi fel.

Az ábra első két részábrájából látható, hogy a korszerű hasadóanyagbázisú villamosenergia-termelés költsége alapvetően az atomerőmű és a hagyo-



2. ábra

mányos erőművek beruházási arányától függ és szinte független az atomtöltet világpiaci árától, valamint az érte adandó csereárak devizakitermelési költségével meghatározott külkereskedelmi devizasorzótól. Ezzel szemben a földgázbázisú villamosenergia-termelés költsége nagy mértékben függvénye a földgáz világpiaci árának, valamint a külkereskedelmi devizasorzónak, illetve a megfelelően értelmezett devizasorzó-aránynak.

A 2. ábra harmadik részarábrája azt mutatja, hogy a széntermelés és a fűtőgáztermelés költséghatára hogyan függ a hasadóanyag- és a földgázbázis költségétől, sőt az is leolvasható róla, hogy a közepes adottságú (az ábra szerint például 125–175 Ft/Gcal termelési költségű) szénelőfordulásokból termelhető szén és fűtőgáz pontozott sávokkal ábrázolt költsége belül vagy kívül esik-e ezek költséghatárán. Látható például, hogy amíg a közepes adottságú szénelőfordulásokból termelhető szén költsége gyakorlatilag megegyezik a költséghatárral, az in situ fűtőgáz költsége pedig lényegesen kisebb is lehet a fűtőgáz költséghatáránál, addig a gázgyári fűtőgáz költsége meghaladja a fűtőgáznak ugyancsak a hasadóanyag-bázisú villamosenergia költségéből lezármaztatott költséghatárát.

A 2. ábrából az is leolvasható, hogy a közepes adottságú szénbázison előállítható gázgyári fűtőgáz — újonnan létesítendő erőművekben — akkor lenne versenyképes az atomenergiával, ha az atomerőmű beruházási költsége a ha-

gyománys szénérőművének legalább 1,7-szerese (a hagyományos szénhidrogén-érőművének legalább 2,4-szerese) lenne. Ebben az esetben — közvetlen szénfelhasználás esetén — még a kedvezőtlen adottságú szénelőfordulások egy része is versenyképesé válna.

Az is látható a 2. ábráról, hogy ha a földgáz (és a fűtőolaj) prognosztizált világpiaci ára cca. 20%-kal kisebb lenne a számba vettnél, vagyis ha néhány évig még egy cca. 4%-os évekénti dollárinfláció ellenére sem növekedne a kiindulásul inflációmentesen felvett 8 \$/Gcal fölé, akkor a szénhidrogén-bázisú villamosenergia-termelés már újra versenyképes lenne a hasadóanyag-bázisú és a közepes adottságú szénbázisú villamosenergiával.

Hasonló hatása lenne annak is, ha a csereárak devizakitermelési költsége, vagyis a külkereskedelmi devizasorzó lenne mintegy 20%-kal kisebb a kiindulásul felvettél. Ha pedig a külkereskedelmi devizasorzó megegyezne, vagy lecsökkenne a nem külkereskedelmi devizasorzó szintjére — aminek lehetősége az iparilag fejlett vagy gyorsan fejlődő országokban áll fenn — akkor már nem az atomenergia, hanem a világpiaci áras földgáz határozná meg a szén és a fűtőgáz költséghatárát, mégpedig az utóbbit olyan szinten, amellyel a közepes adottságú szénelőfordulások bázisán legfeljebb az in situ nyert fűtőgáz lehetne versenyképes. Ez utóbbi lenne az eredménye annak is, ha az atomerőmű beruházási igénye csak 1,25-szöröse lenne a hagyományos szénérőműének.

Ha a széntermelés és a gázgyártás költséghatárát közvetlenül a földgáz világpiaci árából vezetnénk le, akkor a 2. ábrához hasonlóan felrajzolt összefüggések szerint — közepes adottságú szénelőfordulás esetén — a gázgyári SN-gáz akkor lenne versenyképes az import földgázzal, ha annak inflációmentes világpiaci ára, az alapul vett 8 \$/Gcal-lal szemben, 8–11–18 \$/Gcal lenne attól függően, hogy a devizasorzó arány 2,3 vagy 1,7, vagy 1,0. (A 2. ábra szerint az atomenergia — 800 \$/kg-os töltetár esetén, a devizasorzó arányától függően — még akkor is 7–9–14 \$/Gcal-ban limitálná a földgáz világpiaci árát, ha az atomerőmű beruházási igényét a szénérőműhöz képest 75%-kal nagyobbak tételezzük fel.) De a 8 \$/Gcal-os földgázár szintjén is létrejöhetne a közepes adottságú szénbázison gyártott SN-gáz versenyképessége akkor, ha annak gyártástechnológiai költsége — például az oxigén, igénytelen technológia megvalósítása révén — csökkenne le a számba vettnek mintegy 75 %-ára.

Ha az 1. ábrán a földgáz és a földgázbázisú villamosenergia-termelés költségét — a szaggatott vonalakkal jellemzetten ugyancsak 1977-es értékű dollárban és forintban — az 1960-as években prognosztizált világpiaci árak alapján is számba vennénk, akkor a világpiaci áras földgáz költsége legfeljebb 1/3-a lenne a közepes adottságú szénbázison lehetséges SN-gázgyártás költségének. Az ilyen világpiaci árszinten számításba vett földgázbázisú (és a vele egyenértékű fűtőolajbázisú) villamosenergia-termelés költsége ugyanakkor legalább 25%-kal kisebb lenne a hasadóanyag-bázisú villamosenergia termelés

költségénél, sőt a legkedvezőbb adottságú amerikai és szibériai szénelőfordulások bázisán termelhető villamosenergia költségénél is kisebb lenne. Ezért lehetett könnyen — bár a mértéket illetően már akkor sem vitamentesen — az 1960-as években a szénhidrogének fokozott igénybevétele mellett dönteni világszerte és azért nehéz most, amikor a szóba jöhető energiaforrások (szén, szénhidrogén, hasadóanyag) várható gazdaságossága között nincs szignifikáns eltérés.

Mivel az I. ábrához rendelt feltételek mellett a hasadóanyag-bázison, valamint a kedvező és a közepes adottságú szénbázison termelt villamosenergia gazdaságosabb a világgpiaci áras fűtőolaj- és földgázbázisúnál, ezért az új erőműveket az ilyen adottságú szénelőfordulások bázisán, valamint hasadóanyagbázison célszerű előirányozni, arányukat illetően abból kiindulva, hogy e két bázis — az egyedi szélső értékektől eltekintve — a jelenlegi ismeretek szerint gazdaságilag egyenértékűnek tekinthető, tehát közöttük más megfontolások (műszaki-gazdasági kockázatosság, eredő beruházásigényesség, eredő munkaerőigényesség stb.) alapján lehet csak dönteni.

Minthogy az *in situ* nyert fűtőgázból előállítható villamosenergia kedvező esetben 20–25%-kal is olcsóbb lehet a szénből hagyományosan előállítottnál, és mivel számolni kell azzal, hogy néhány évtized múlva még a legkedvezőbb munkakörülmények biztosítása esetén is alig lesz lehetséges a föld alatti munkaerőigényt fedezni, ezért a szénvagyon gazdaságos igénybevétele határainak kibővítése, a szénhidrogénekkal és az atomenergiával való versenyképesség biztosítása, illetve általában az energiatermelés ráfordításainak csökkentése érdekében a szén föld alatti elgázosítására irányuló kutató-fejlesztő tevékenységet feltétlenül célszerű fokozni, illetve fokozott figyelemmel kell kísérni, hogy az adaptációs kutató-fejlesztő tevékenység az esetleges későbbi realizálást elősegítse és meggyorsítsa. E kutatási feladatok megvalósítása igen jelentős célkitűzést szolgáló példája lehetne a fizikai, kémiai, tüzeléstechnikai, műszaki, geológiai, a mélyfúrási, valamint a szén- és szénhidrogén-bányászati tudományok, valamint ezek gyakorlata olyan interdiszciplináris együttműködésnek, amely célszerűen nemzetközivé is kibővíülhetne.

Az előzőkből egyébként az is következik, hogy ha a világ szénbányászata már a szénhidrogének előretörését megelőző, a versenytárs lebecsülésével párosult egyeduralmi helyzetében nagyobb gondot fordított volna a kedvezőbb szénelőfordulások fokozott felderítésére és intenzívebben foglalkozott volna a korszerűbb, illetve gazdaságosabb termelési módszerek (komplex gépesítés hidromechanizáció, külművelés, *in situ* elgázosító fúrólukas művelés) kifejlesztésével és szélesebb körű alkalmazásával, akkor egyrészt az 1960-as években lefékezhetne volna a szénhidrogének nagyfokú előretörését, illetve a szénbányászat visszafejlesztését, másrészt mértéket illetően letompíthatta volna az 1970-es években egyébként indokoltan bekövetkezett szénhidrogén-árrobbanást, jelenleg pedig kedvezőbb pozícióban lehetne az atomenergiával folyó versenyben.

Mindezeket nem árt emlékezetbe idézni most sem, amikor a világ szénbányászata újra olyan nagy perspektívát lát maga előtt, amely elhomályosíthatja e perspektíva realitását biztosítani képes feladatok súlyát és jelentőségét.

BASES OF SYSTEMS OF CONDITIONS OF THE ECONOMIC
COMPETITION AMONG
ENERGY SOURCES

M. TÓTH

Abstract

Starting from the international conditions of energy supply the production costs of gas and electric energies produced by coal either in situ or in gas-works are compared as a function of the coal production costs determined by the natural parameters of the occurrences. Conclusions are drawn based on these comparisons and on the sensibility investigations carried out so far.

ОСНОВЫ СИСТЕМЫ УСЛОВИЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ КОНКУРРЕНЦИИ
МЕЖДУ НОСИТЕЛЯМИ ЭНЕРГИИ

М. ТОТ

Резюме

Автор — исходя из международного развития энергохозяйства — сравнивает производственные расходы газа и электроэнергии производимых в газовом заводе или «in situ» в функции стоимости добычи угля определённой основными природными параметрами месторождений, и поступает к выводам на этом основании, учитывая также результаты производимых тестов чувствительности.

NAGYMÉLYSÉGŰ SZÉNHIIDROGÉNTÉLEPEK KUTATÁSA ÉS TERMELÉSE

ALLIQUANDER ÖDÖN
A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA

I. Bevezetés

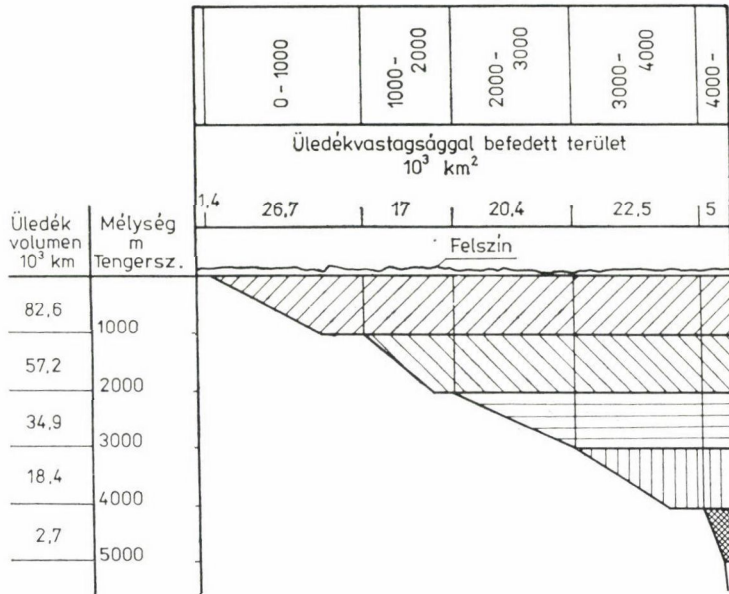
Hazánk 93 000 km²-nyi területének 98,5%-át (91 000 km²-t) üledékes kőzet borítja és ebből 77 100 km² szénhidrogén-kutatásra érdemes. Ezen a területen megfelelő geológiai és geofizikai előkészítés után, rotari rendszerű fúrással immár több mint 40 éve folyik intenzív szénhidrogén-kutatás és feltárás, amelynek során 1978. január 1-ig közel 9,5 millió m összhosszúságú fúrás mélyült. Az 1935-ben elkezdett rendszeres szénhidrogén-kutató fúrásokat 1937-ben a Budafapusztán, 1940-ben pedig a Lovászikban gravitációs mérésekkel kimutatott boltozatra telepített fúrásokkal kísérte először — a felső- és alsó-pannóniai tárolórétegekből — jelentős kőolajtermeléssel siker. Azonban mind ezalatt, mind pedig az azóta feltárt nagyobb jelentőségű szénhidrogéntelepek nagy része (Lovászi, Nagylengyel stb.) alatt az üledékes rétegsor teljes vastagságában még ma sem ismert. Nagyrészt kutatásra várnak a mélyebb, 3000 m-nél vastagabb üledékes kőzetösszlettel feltöltött medencék is. Márpedig az üledékes területünk 20,4%-a 3000—4000 m vastag, 5,0%-a pedig 4000 m-nél vastagabb üledékekkel fedett, s a lehetséges mély¹ és nagymélységű¹ fúrási tevékenység az összes, kereken 196 000 km²-t kitevő üledéktérfogat 10,8%-ának kutatását célozza (lásd I. ábrát, amelyen az üledéktérfogat adatai a tengerszint feletti felszín 100 m-es átlagos térszíni magassággal korrigáltak).

A mélysintek megismerésére irányuló törekvések során az első hazai próbálkozás a budafapusztai felső- és alsó-pannóniai produktív szénhidrogén-tároló rétegek alatti teljes üledékes rétegsor megismerésére 1940-ben telepített B-57 fúrás volt. Ez annak idején ugyan közelítően hazai rekordmélységet — 2502,5 m-t ért el (2. ábra) —, de a fúrást a miocén rétegek felső szakaszában, a nagy közethőmérséklet okozta öblítőiszap-kezelése nehézségek miatt abba kellett hagyni.

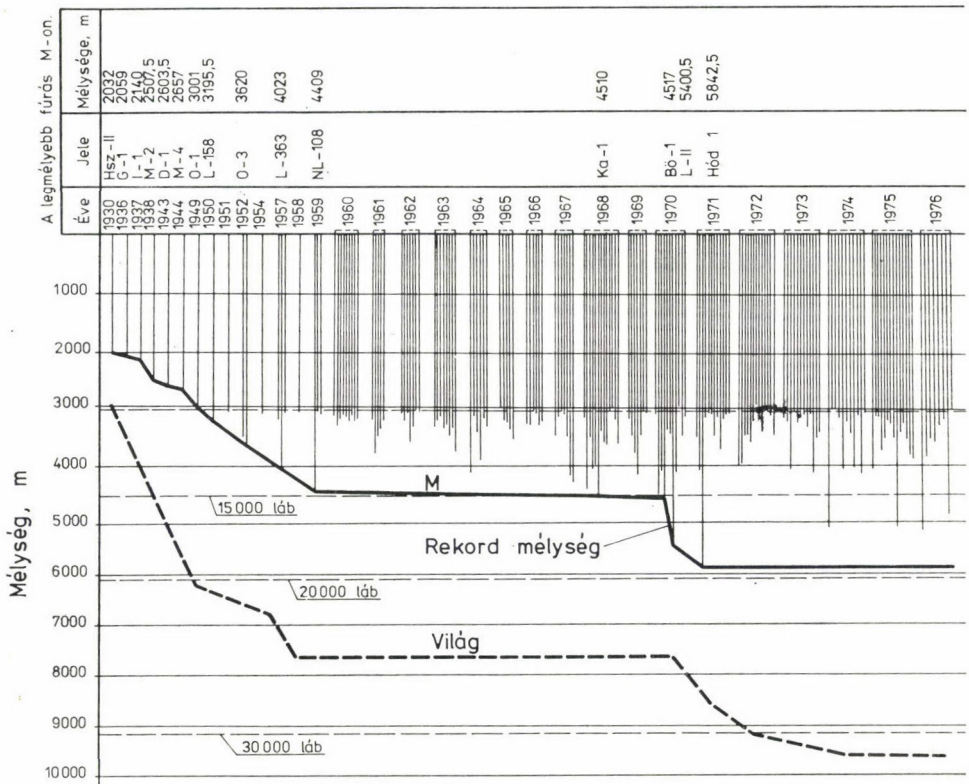
Csak 1949-ben sikerült első ízben túljutni a 3000 m-es mélységhatáron, és pedig a budafapusztai szénhidrogéntelepeket tartalmazó brachiantiklinálistól

¹ Nagy mélységű fúrásokként a világstatisztikában az egyedileg nyilvántartott 15 000 lábnál, azaz 4575 m-nél mélyebb fúrásokat tekintik; a KGST által elfogadott nomenklatúra szerint a 3000 m-nél mélyebb fúrások a „mélyfúrások”, a 4500 m-nél mélyebbek a „nagymélységű fúrások” csoportjába tartoznak. Újabbban a 20 000 lábnál (6100 m-nél) mélyebb fúrásokat az „ultranagymélységű” kategóriában külön is nyilvántartják.

ALLIQUANDER ÖDÖN



1. ábra. Magyarország üledékes közzettel borított területeinek vastagság és volumen megoszlása



2. ábra. Magyarország mély és nagymélységű fúrásai a hazai és a világ rekordmélységű fúrásainak alakulásával

K-re, az oltárci maximumon mélyített O-1 fúrás 3001 m-es talpmélységével. Azóta számos a mély, sőt már a nagy mélységű kategóriába sorolható fúrást (2. ábra) lemélyítve sem sikerült az ismert, termelő olajtároló formációk alatti üledékes kőzetösszetlet teljes vastagságában átfúrni, s pl. Budafapusztán, Lovásziban vagy Nagylengyelben a medencealpnak tekintendő kristályos alaphegységet elérni. A Lovásziban az 1970-ben fúrt 5400,5 m-es fúrás is még miocén rétegekben állt meg; lényegében ismét a nagy hőmérséklet, s az anomálishan nagy pórusnyomás miatt szükségképp fenntartott nagy öblítőiszap-sűrűség okozta öblítőfolyadék kezelési nehézségek miatt kellett ezt a fúrás is az alap-kőzet elérése előtt befejezni.

A szegedi és a békési medencék közötti, ún. makói árokba telepített Makó-1 fúrás 4156 m-ben igen nagy nyomású (885 bar) gáztároló rétegben állt meg, de éppen azért, mert nem számítottak és szeizmikus előrejelzés nélkül nem is számíthattak ilyen szokatlanul nagy túlnyomásra (közel 113%), a megbízható kútkiképzés akadályait nem sikerült elhárítani.

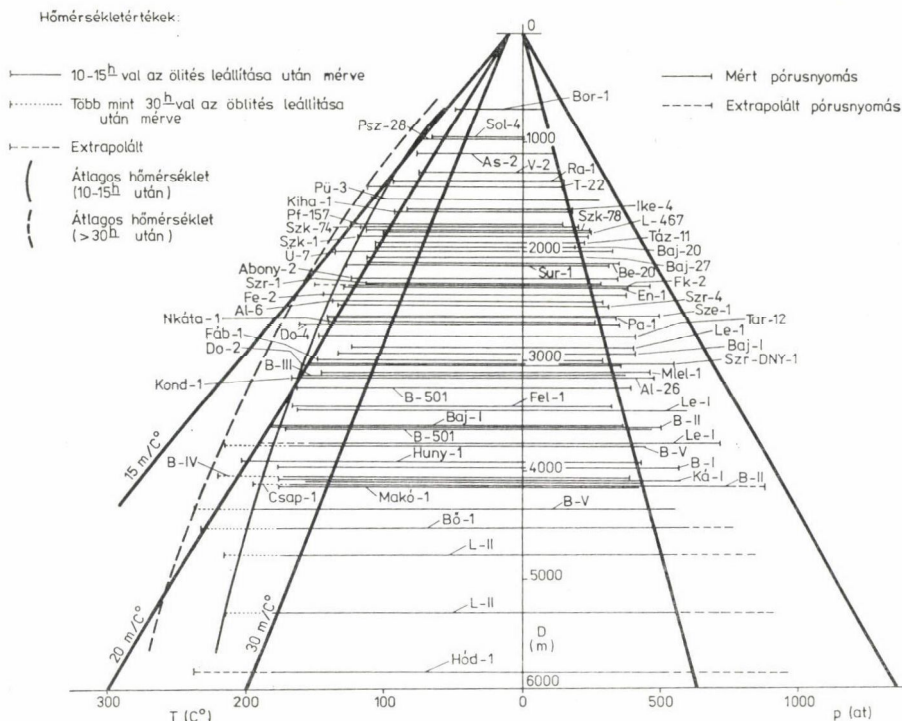
A makói a jelentősnek minősíthető kutatási eredménynek alapján telepített Hód-1 fúrás ugyan a hazai legmélyebb fúrás (5842,5 m), azonban néhány fúrócsőtörést követő nehézség miatt ennek a fúrásnak is fel kellett adni az 5000 m alatti szakaszát; ebben a fúrásban viszont, a hazai viszonyok közt első ízben alkalmazott olajközegű — pontosabban invert emulziós — öblítőiszappal sikerült a 220 °C feletti talpi hőmérséklet okozta öblítőfolyadék-kezelési nehézségeket leküzdeni.

A fentiekben összefoglalt mélykutatási lehetőségek, továbbá a 3000, sőt 4000 m alatti tényleges szénhidrogén-előfordulások azt igazolják, hogy a mély- és nagymélységű fúrási tevékenység — éppúgy, mint világszerte — a kitermelhető szénhidrogén készletek növelésének, a szénhidrogén-termelés fokozásának sokat ígérő lehetősége, amelyeknek kihasználása nagy jelentőségű, s továbbra sem elodázható feladat.

A hazai nagymélységű fúrások mélyítésekor fellépő igen nagy nehézségek elhárítására irányuló nagy erőfeszítéseket, s az elért részeredményeket tükrözi a függelékként közölt nagyszámú, hazai szerzőktől származó fúrástechnikai tárgyú publikáció.

Már az előzményekből, a hazai mélyfúrások fejlődésének leírásából is kitétnik, hogy a hazai mély- és nagymélységű fúrások technológiájának kialakítását elsősorban az anomálishan nagy pórusnyomás és közethőmérséklet akadályozta és akadályozza.

A hazai pórusnyomás és közethőmérséklet ténylegesen mért értékei a közismerten nagy nyomású Gulf Coast pórusnyomásainál és a Gulf Coast, valamint Sziklás-hegység, Kalifornia (K-ban gőzkutak ismeretesek!) és Kansas nagy közethőmérsékleteinél is jelentősen nagyobbak. A hazai fúrásokban mindkét nehézséget okozó tényező együtt jelentkezik, amit néhány jellemző hazai fúrásnak, a normális és anomális hőmérséklet- és nyomásgradiens vonalaival együtt-



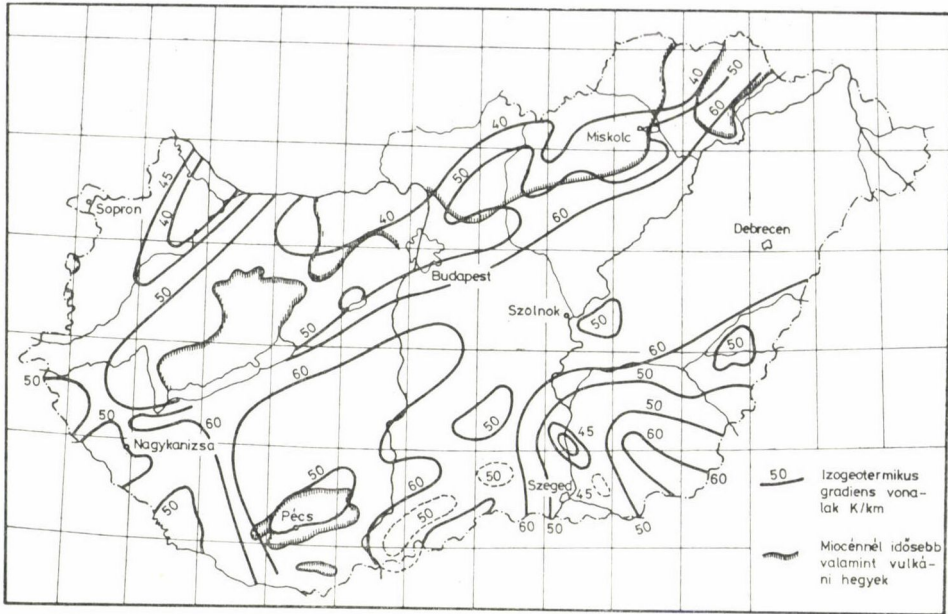
3. ábra. Néhány magyarországi mélyfúrás hőmérséklete (T) és pórnyomása (p_r) a fúrólukak mélységének függvényében, a normális és az anomális hőmérséklet- és nyomásgradienshez képest

tesen ábrázolt, ténylegesen mért hőmérséklet a pórnyomás adatai bizonyítanak (3. ábra). Ez az utóbbi ábrázolás világosan rámutat arra, hogy a hazai 3500–4500 m mélységű fúrásokban mért pórnyomás és hőmérséklet adatok megfelelnek a világ más területein telepített ultranagymélységű (6000 m-nél mélyebb) fúrásokban várható, azaz mért pórnyomásoknak és kőzet-hőmérsékleteknek.

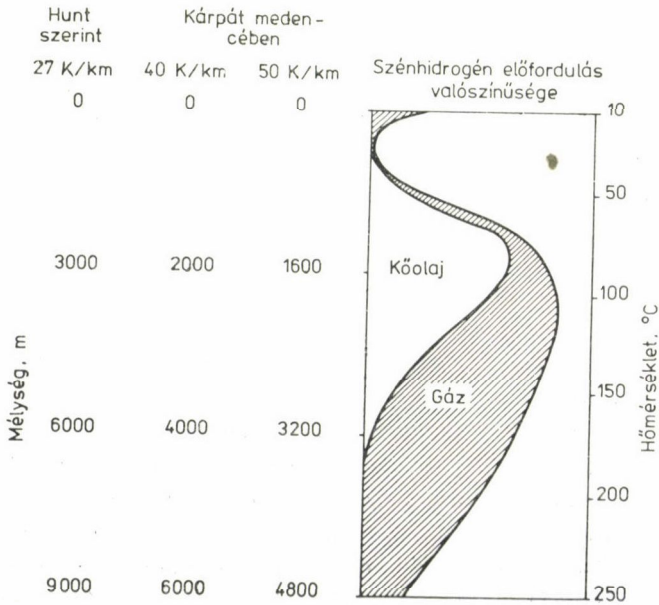
Ennek ékes bizonyítéka az, hogy a világ legmélyebb, oklahomai Bertha Rogers-1 jelű, 9583 m mély fúrásában mért legnagyobb hőmérséklet szinte egyezik a hazai legmélyebb 5842,5 m mély Hódmezővásárhely-1 fúrásban mért 237 °C-al.

A Kárpát-medence rendellenesen nagy közethőmérséklet és pórnyomás viszonyainak

- kutatási konzekvenciája az, hogy mivel hazánkban a geotermikus gradiens rendellenesen nagy, 40–65 K/km, tehát a világon 15–70 K/km között ismert geotermikus gradiensek inkább felső határának megfelelő, ezért mélyfúrásainkban a világon általában szokottnál jóval nagyobb közethőmérsékletre kell számítani (4. ábra), vagyis a SZOKOLOV [1] és HUNT [2] által a mélység és a hőmérséklet függvé-



4. ábra. Magyarország izogeotermikus-grádiens térképe (BOLDIZSÁR T. sz.)



5. ábra. A szénhidrogén-előfordulás valószínűsége a mélység és hőmérséklet függvényében SZOKOLOV és HUNT szerint az átlagos geotermikus-grádiensnek és a Kárpát-medencében előforduló 40 K/km és 50 K/km geotermikus-grádienseknek megfelelően

nyében ábrázolt szénhidrogén-képződési diagram mélységskáláját a várható hazai hőmérsékletnek megfelelően eltolva kell alkalmazni (5. ábra), tehát 3000 m alatt még kőolajra, 4000 m alatt már földgázra kell számítani (ezt egyébként igazolták is az eddigi kutatási eredmények, lásd Kiskundorozsma kőolajtermelését, ill. Makó-1, Budafa-II. földgázt tároló formációit);

— 3500—4500 m mélységben fellépnek a világszerte csak a 6000 m-nél mélyebb furásokban tapasztalt, s óriási költségeket okozó összes ismert nehézségek: a fúrhatóság romlása, s ezzel a fúrési sebesség nagymértékű csökkenése; a rétegnehézségek, mint amilyen a lyukfal omlása, az öblítésvesztés, a fúrószerszám megszorulása, a kitörésveszély, s a permanensen fenyegető kitörés; de természetesen jelentkeznek az iszapkezelés, a béléscsöcementezés nehézségei, a fúrólukszelvényezés problémái, a formációmegnyitás, a kútkiképzés, a formáció közetrepesztési (savazási) nehézségei, a fokozott korrózió stb.

2. Fúrési technológia

A megelőző időszak műszaki fejlesztési erőfeszítései (ötvenes években BEM által létrehozott Mélyfúrési Bizottság munkája, az 1963. évi GB határozat, az 1965. évi NIM Műszaki Tanács határozata, az 1971. évi OMFb felmérés a nagymélységű bányászatról) ha nem is oldották — s a fennálló feltételek mellett nem is oldhatták — meg a hazai nagymélységű furások biztonságos és gazdaságos fúrastechnológiájának egészét, de fokozatosan sikert hoztak a hazai mély- és nagymélységű fúrás egy-egy fúrési nehézségesoportjának leküzdésében:

- a nagyobb terhelésű, a mély- és nagymélységű furásoknak ténylegesen megfelelő mélységkapacitású fúróberendezés-állomány kifejlesztésével (egyelőre 2 berendezésből) megszűntek a túleröltetésből fakadó nehézségek (lassú fúrás, az ebből eredő fúrólyuk-falbomlás, az ezt követő megszorulás stb.);
- a kitörésgátló felszerelés korszerűsítése, kiegészítése ellennyomás-szabályozó rendszerrel sokkal nagyobb biztonságot nyújt a múlthoz képest a kitörések megelőzésében, leküzdésében;
- a fúrési sebesség fokozása, s ezzel a költségek csökkentése szempontjából a fúróterhelés radikális növelése s a fúrési hidraulika optimalizálási törekvései átütő eredményt hoztak (pl. a B-IV. és V. furásokban a 8 1/2"-es fúró 20 Mp-ot meghaladó terhelése, minden bizonnyal a kemény kőzetek „küszöbterhelés”-ének túllépését eredményezte, szemben a B-I és -II okozta 15 Mp körüli fúróterhelésével, ami nem bizonyult elegendőnek ugyanezen márgák hatékony fúrásához szükséges küszöbterhelés eléréséhez; a B-IV és V. 3000—3500 m szakaszában

megnövelt fúróterhelés ténylegesen többszöröződött fúrási időben, vagyis felére, harmadára csökkent fúrási időben és kisebb fúró-felhasználásban jelentkezett);

- a hőtűrő iszapok fajtáinak fokozatos bevezetése a meszes, gipszes, a ferrochromlignoszulfát-kromlignin kezelésű öblítőiszap, az olajközegű (invert emulziós) öblítés — mint azt a függelékben felsorolt vonatkozó hazai beszámolók tükrözik — fokozatosan megoldották a 3000, 4000 m-es fúrások és megoldani látszanak az 5000 m-t elérő, sőt annál nagyobb mélységű fúrások öblítési problémáját;
- a fúrócső és bélésű szilárdsági választékának bővülése (import útján) lehetővé tette a tervezési megszorítások- megalkuvások nélküli fúrási terv (lyukszerkezet) tervezését és végrehajtását.

Így sorolhatók azok a részeredmények, amelyek oda vezettek, hogy a vázolt rendkívüli nagy nehézségek ellenére is ma már kialakult a 3000—4000 m-es fúrások rutin technológiája. A 4500 m-t meghaladó mélységű fúrások gyakorlata szempontjából a gyorsabb fúrás, a kisebb költségek érdekében, a vázolt anomálishan nagy pórusnyomás és hőmérséklet miatt — éppúgy, mint világszerte — új utakra kell térni, s ez az út a *kiegyensúlyozott fúrás*. Ez az a módszer, amellyel a nagymélységű fúrások mélységgel rohamos fúrási sebességsökkenése megakadályozható, növekvő műszaki nehézségei leküzdhetők, s mellyel sikeresen mérsékeltek a mélységgel rohamosan emelkedő ágát a költséggörbének a texas-oklahomai ultranagymélységű fúrásokban, sőt ezen tették gazdaságossá a Milánó mellett felfedezett Malossa mező ultramély feltárófúrásainak mélyítését is. Ezt az utat jelöli meg a szovjetunióbeli nagymélységű fúrások technológiájaként ANKIEV [3] is. E témakörben írt „*A rétegyomás ellenőrzési rendszerek kialakításának problémája a hazai mélyfúrási viszonyok között*” c. könyvnek utolsó fejezetében, mondván:

- „Létre kell hozni a nagymélységű fúrás során alkalmazandó szuper nagy pórusnyomások szabályozásának és a mély- és nagymélységű fúrólyukak fúrási technológiájának az adott alapokon való tökéletesítési rendszereit.”
- „Az adott tárgykör problémájának megoldására ki kell dolgozni a kiegyensúlyozott nyomású fúrási rendszer technológiáját a fúrólyukréteg rendszerében, minimálisan nehezített és könnyített öblítőfolyadékokkal végzett nyomásegyensúlyozás alkalmazásával. A rendelkezésre nagy formációkban végzett fúrások során a fúrási tényezőzők automatikus szabályozását perspektivikus célnak kell tekinteni.”
- „Nagy munkára van ezen a téren szükség a geológusok, fúrási mérnökök, geofizikusok és egyéb szakterületen dolgozó szakemberek közötti információs, pszichológiai és egyéb 'akadályok' és 'fehér foltok' leküzdésére, illetve eltüntetésére, a különböző szakterületek között 'hidak' létesítésére.”

A kiegyensúlyozott fúrás alapját a pórusnyomás előrejelzése és az ebből számítható kőzetrepesztési nyomásgradiens szerkesztése képezi. A pórusnyomás előrejelzésére az alapot az üledékes kőzetek konszolidálódási folyamatának rendellenességeiből adódóan a túlnyomásos formációkra jellemző kőzetsűrűség, elektromos ellenállás, hangterjedési sebesség, hőmérséklet stb. változásokra alapított szeizmikus, fúrási és mélyfúrási geofizikai, valamint egyéb szelvényezési lehetőségek nyújtják. A pórusnyomás és a kőzetrepesztési nyomás gradiensvonalának ismeretében megvan az alap a fúrás zavarmentessége, nagyobb sebessége és biztonsága szempontjából oly fontos öblítési nyomás, pórusnyomás és kőzetrepesztési nyomás közti egyensúly fenntartására, vagyis a szabályozott nyomású fúrási technológiára, amely alkalmas:

a) a fúrási sebesség megtöbbszöröződésére, mert a fúrási sebesség és talpi differenciális nyomás (az öblítés talpi hidraulikus nyomása és a pórusnyomás közti különbség) között fordított exponenciális összefüggés áll fenn;

b) a tárolórétegek nyomásváltozásainak, illetve a túlnyomásos formációk helyének érzékeny detektálására, a túlnyomásos tárolók határának pontos kijelölésére; ezáltal:

c) a megbízhatóbb kitörésvédelemre;

d) a kőzetrepesztési nyomás számítása útján a fúrás folyamatát megszakító, s ezzel költségét, kockázatát növelő egyik leggyakoribb fúrás technikai nehézségnek, az iszapvesztésnek, s közvetve a kitörésveszélynek is a csökkentésére; továbbá:

e) a biztonsági és gazdaságosságszempontról legkedvezőbb fúróluk, illetve kútszerkezetnek, a védő-béléses oszlopok legbiztonságosabb saruállításainak kiválasztására (minél nagyobb a spácium az öblítés nyomásgradiense és a kőzetrepesztés nyomásgradiense közt, annál egyszerűbb lehet a lyukszerkezet);

f) a kiegyensúlyozott fúrás csökkenteni továbbá a differenciális nyomás okozta fúrószerszám megszorulás, a lyukfalra ragadás veszélyét, márpedig az utóbbi a fúrószerszám megszorulásának leggyakoribb oka; s ami talán a legfontosabb:

g) a kisebb vagy minimális értékben tartott túlnyomás a tárolórétegek előtt csökkenti a formációk károsodásának, a részleges vagy teljes gáthatásnak a veszélyét.

A szabályozott (kiegyensúlyozott) nyomású fúrás:

alapját a pórusnyomás meghatározásának, előrejelzésének lehetősége és az ebből levezethető kőzetrepesztési nyomás, ill. e nyomások gradiensvonalainak megbízható megszerkesztése képezi;

követelménye pedig *egyrészt* egy sor iszaptechnológiai probléma megoldása és biztosítása (kis szilárdanyag-tartalmú, ún. nem diszpergált öblítésfajták kidolgozása; a lyuktalpi viszonyokat szinte már tökéletesen szimuláló vizsgálati módszerek, az ehhez szükséges műszerek kidolgozása; a túlnyomásos formációk kiegyensúlyozott és kiegyensúlyozatlan átfúrásához szükséges öblítésfajták

reológiai tulajdonságai hatékony szabályozási lehetőségeinek megoldása stb.); *másrészt* a fúrási művelet műszerezésének-automatizálásának tökéletesítése, amelyhez számítandó a kitörésgátló rendszer kiegészítése az állandó talpnyomás biztosítása érdekében félautomatikus ellennyomás-szabályozó rendszerrel.

A műszerezés-automatizálás tökéletesítése, tehát olyan műszerekkel, eszközökkel való kiegészítést kíván, amely az öblítés mennyiségi egyensúlyának fennállását, ill. megbomlását folyamatosan jelzi, regisztrálja, érzékenyen detektálja, s a megbomlott egyensúly biztos helyreállítását segíti.

A hazai teendők szempontjából részleteiben ez azt jelenti, hogy:

1. A kiegyensúlyozott fúrás helyes tervezésének és végrehajtásának alapfeltételét képező pórusnyomás és kőzetrepesztési nyomás előrejelzésére a szeizmikus mérések megfelelő értékelési módszereivel [4] fel kell készülni;

2. a szelvényezési módszerek körének szélesítésével, beleértve a fúrási művelet közben a felszínen mérhető szelvényezési tényezők, jellemzők (fúrási sebesség, „d” kitevő, furadék sűrűség stb.) módszereit is, fokozni kell az információ-szerzés forrásait;

3. az öblítőfolyadékok fiziko-kémiai kutatását oly irányba kell fejleszteni, hogy a kiegyensúlyozott fúráshoz, a nagymélységű fúrások öblítéstechnikája által kívánt reológiai tulajdonságokkal, mégpedig jól szabályozható reológiai tulajdonságokkal rendelkező, hőálló, a fúróluk falának stabilitását megőrző öblítőfolyadékok mielőbb rendelkezésre álljanak. Ezek a követelmények tekintettel a hazai szélsőségesen nagy geotermikus gradiensre, fokozott — lehet mondani az ezen a téren elért világszínvonalat meghaladó — feladatokat rónak a fizikokémikusokra. Az ilyen irányú fejlesztéssel összhangban kell állnia a mélyfúrási geofizikai módszerek hazai tökéletesítésének, fejlesztési programjának;

4. a műszer- és automatizálási technika segítségével fokozni kell a fúrási és az öblítési paraméterek műszeres mérését, regisztrálását, és meg kell valósítani az ellennyomás-szabályozás félautomatikus rendszerét.

E feltételek közül számos — mint azt a függelékként közölt vonatkozó hazai bibliográfiai felsorolás igazolja — már megvalósult vagy a megvalósulás útján van.

A fentiek mindenesetre rávilágítanak a pórusnyomás előrejelzésére alapított és az öblítési egyensúly pontos műszeres észlelését, továbbá az ellennyomás szabályozásra való felkészülést feltételező kiegyensúlyozott fúrási rendszer előnyeire és hazai aktualitására elsősorban a mély és nagymélységű fúrásokban. Minden bizonnyal ez az az út, amely a gyorsabb, olcsóbb fúráshoz vezet és amellyel a hazai 4000 m-t meghaladó mélységekben a világ más részein csak 6000 m alatti mélységeknek megfelelő nagysággal jelentkező pórusnyomásból és kőzethőmérsékletből adódó súlyos fúrástechnikai nehézségek leküzdhetők.

3. Nagymélységű fúrások kiképzése kúttá

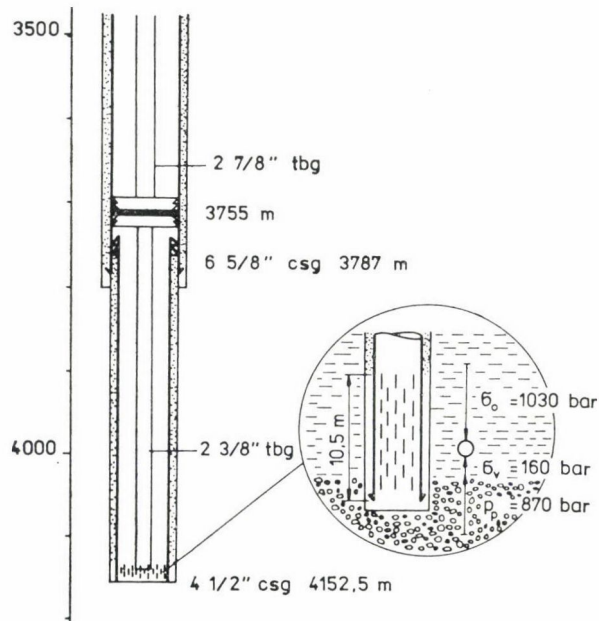
Az anomálishan nagy telepnyomás, kőzetnyomás és kőzethőmérséklet a nagymélységű fúrások kúttá való kiképzését is bonyolulttá teszi. Vonatkozik ez a megállapítás a tárolórétegek megnyitására, a kút felszín alatti és felszíni szerelvényeinek kiválasztására.

3.1. Túlnyomásos tároló formációk megnyitása

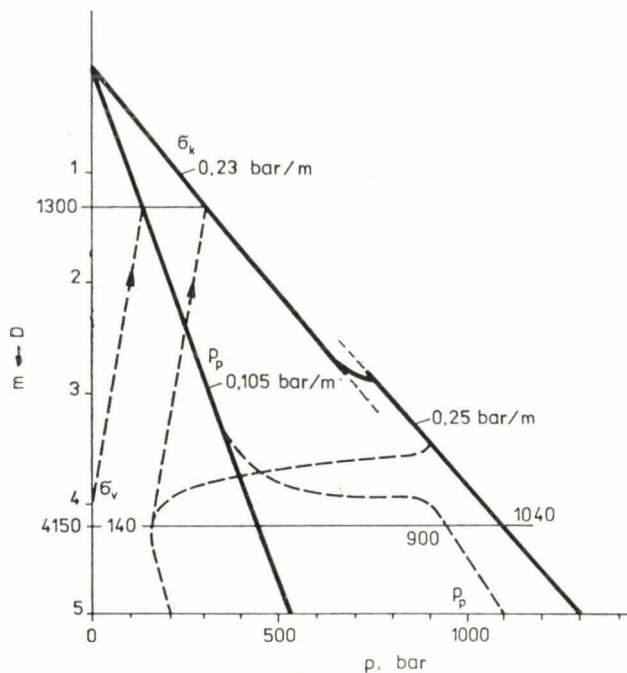
A nagymélységű, túlnyomásos tárolókőzetek hatékony és tartós megnyitása a szuper nagy telepnyomás, a rendellenesen nagy hőmérséklet miatt rendkívül nagy nehézséget okoz. Erre élesen rávilágít két magyarországi példa elemzése:

1. a Dél-alföldi Makó-1 kutatófúrásban a vastag pliocén és miocén határán — 4152 m mélységben — fekvő alapkonglomerátba ért a fúró; fölötté a beakasztott 4 1/2''-os héléscsőszlop cementezése egy alsó perforált csővel nyitva hagyta a túlnyomásos átmeneti zóna nagy részét. Az ilyen kútkiképzés mellett (6. ábra) végzett dugattyúzós rétegvizsgálat során a tárolóréteg mátrixanyaga és a fedőmárga is a kútba termelt.

Az eset úgy értelmezhető, hogy mivel a kereken $p_r = 900$ bar pórusnyomáshoz kb. 1040 bar fedőkőzetfeszültség (σ_0) tartozik, a formáció mátrixfeszültsége



6. ábra. A Makó-1 fúrás mélybeli kiképzése a hozamvizsgálatkor (csg. = héléscső, tbg. = termelőcső)



7. ábra. A Makó-1 fúrás mélybeli feszültségviszonyai

(σ_m) mindössze 140 bar. Ez gyakorlatilag annak felel meg, mintha 1300–1400 bm mélységben fekvő, normálisan tömörült kőzet 4150 m körülményei közé került volna (7. ábra). Az 1600 m-ben fekvő kőzet nyomószilárdságát kb. 500 bar-nak becsülve, ez azt jelenti, hogy $500 - 140 = 360$ bar-ral csökkentve a formációnyomást, vagyis ekkora depressziót keltve a megnyitott formáció előtt, ennek mátrixanyaga összetörik és robbanásszerűen betermel a lyukba, illetve a kútba. Ez a folyamat annál hevesebb, minél kisebb a formáció áteresztőképessége. Ezért az ilyen mértékben túlnyomásos megnyitásakor, és depresszió létesítésekor fokozott óvatossággal kell eljárni, s csak a megfelelő szelvényezési módszerekkel (mikro-log, mikro-laterolog, proximitolog), minél megbízhatóbban kijelölt legáteresztőbb formáció-szakaszokat tanácsos megnyitni.

2. A nagymélységű nagy hőmérsékletű és rendellenesen nagy nyomású, konszolidálatlan tárolókőzetek perforálással való megnyitását követően, a hozamvizsgálat során számos esetben a formáció összesháródott, a termelés rohamosan csökkent. Kézenfekvő megoldásnak kínálkozik a savazás, illetve a savazásos kőzetrepesztés.

A savazásos műveleteket azonban a korróziós veszély elhárítási nehézsége, vagyis a 200 °C-on vagy e fölött is hatékony inhibitorok hiánya akadályozza.

A B-II mélyfúrásban 4200 m mélységben kerekén 700 bar telepnomás mellett 200 °C talphőmérsékleten inhibált sósav-fluorhidrogénsav keverékkel

végrehajtott savazási művelet ideje alatt a termelő-csőoszlop alsó szakaszán a P-105 anyagminőségű 2 7/8"-es termelőcsövek 4,8 mm falvastagsága helyenként 1 mm-re csökkent. A megoldás az erőteljes hűtéssel végrehajtott savazásos kőzetrepszítés vagy ugyancsak hűtést követően valamely nagy viszkozitású gélített folyadékkal vagy cseppfolyósított gázzal végrehajtott kőzetrepszítés lehet.

3.2. *A nagymélységű kútkiképzés felszín alatti és felszíni szerelvényeinek kiválasztása*

Egy nagymélységű — pl. 6000 m-es — gáztermelő kút (márpedig a hazai geotermikus körülmények közt, mint az 5. ábrából kiderül, nagy mélységben gáztároló formációkra kell számítani) termelési időszakában a lezáráskor, a folyadékkal való feltöltéskor (elfojtásakor) érvényesülő különböző nagyságú kúthőmérsékletek, valamint a csőben, s a csövön kívüli gyűrűs térben érvényesülő nyomások rendkívül nagy hosszváltozást okoznak a termelő-csőoszlop szabad részében. Ez az utóbbi a legtöbb esetben a bélésescsőfejben való felfüggesztés előfeszültségének megfelelő megválasztásával — különleges szerelvények nélkül is — kiegyenlíthető. Lehetséges azonban olyan nagy termelési hőmérséklet, hogy ennek a bélésescső-oszlopnak is szabad mozgást kell biztosítani. Ennek biztosítása jelenti a hazai nagymélységű kútkiképzés különlegességét.

A hosszú termelőcső-oszlopnak a várható üzemviszonyok következtében fellépő maximális nyúlása és maximális rövidülése közti különbség tekintélyes lehet. Pl. egy 5750 m 3 1/2"-os termelőcső-oszlopé, feltételezett 10^6 m³/d gáztermelés mellett, kereken 6 m-nek adódik.

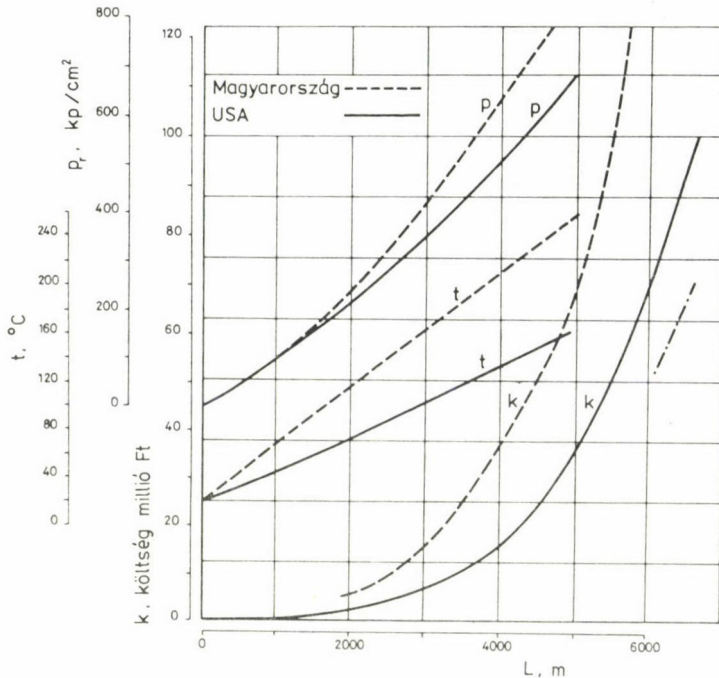
Ilyen hosszváltozás már csak a fúrólukba épített különleges expanziós közdarabbal, ún. „production receptacle”-l oldható meg, ami nem más, mint egy csúszó (teleszkopikus) közdarab, amelynek 9 m hosszú köpenycsőve esiszolt teflon-bélésű belső felületű cső, amelyben tömören zár a termelő-csőoszlop aljára kívül felszerelt tömítőgyűrű-rendszer.

A nagymélységű, nagynyomású kút mind a mélyben, mind a felszínen olyan automatikus zárószélepet igényel, amely a termelési nyomás hirtelen lecsökkentésekor automatikusan lezár. Gondoskodni kell a mélybeli és felszíni szerelvények korrózióvédelméről (inhibitorok mélybeli adagolása, időszakos felszínről való besajtolás többek közt a lehetőségek).

A lyukfejszerelvény elemei: a megfelelő nyomásfokozatú (700, 1050, 1400 bar üzemnyomású) elzárórendszer (karácsonyfa), a termelőcsőfej, a bélésescsőfejek API szabvány szerinti kivitelben ismertek.

4. Költségek

A mély- és nagymélységű fúrások költséggörbéje meredeken emelkedő exponenciális görbe. Így van ez az USA-ban is, ahol a 450–500-at már meghaladja az éveként fúrt 4500 m-nél mélyebb fúrások száma. A 3000 m alatti hazai mélyfúrások költséggörbéjének igen meredek voltát a ki nem alakult



8. ábra. A magyarországi és az USA fúrási költségek alakulása a mélység függvényében (az USA költséggörbéjétől jobbra eső eredményvonal a texasi ultranagymélységű fúrások esetében a kiegyensúlyozott fúrási technológiával elért költségcsökkenést tükrözi)

technológián kívül természetesen s elsősorban az anomálishan nagy kőzetnyomás és közhőmérséklet grádiens (8. ábra) indokolja.

Amint az USA ultranagymélységű fúrásai költséggörbéjének meredek szakaszát a kiegyensúlyozott fúrás jelentősen kedvezőbbé tette (8. ábrán eredményvonalal jelölt görbe), úgy minden bizonnyal hazai viszonyok közt is a kiegyensúlyozott fúrás a kulcsa a költséggörbe kedvezőbb alakulásának.

IRODALOM

1. SZOKOLOV, V. A.: Migrácija gaza i نفتi. Goszoptehizdat, Moszkva, 352, 1956.
2. HUNT, J. M.: How Deep Can we Find Economic Oil and Gas Accumulations? SPE Preprint No. 5177, 7. 1974.
3. ANIKIEV, K. A.: Prognoz szverhglubokih plasztovüh davlenij iz szoversesztvovanie glubokogo burenija na نفت' i gaz. Nedra, Moszkva, 167, 1971.
4. REYNOLDS, E. B.: Seismic Interpretation for Drilling. Oil and Gas Journal, II, 112–114, 123–124, 1974.

A NAGYMÉLYSÉGŰ FÚRÁSI TECHNOLÓGIA TÉMAKÖRÉT ÉRINTŐ
HAZAI PUBLIKÁCIÓK

1961

1. ALLIQUANDER Ö.: A fúrási sebesség növelésének és az igen nagymélységű fúrások mélyítésének néhány kérdése hazánkban. BL, 559—563.

1962

1. ALLIQUANDER Ö.—KOMORNOKI L.: Nagylengyel-108 sz. fúrás. Magyarország legmélyebb fúrása. Nagymélységű fúrások problémái, BL, 335—345.

1966

1. ALLIQUANDER Ö.: A mély- és nagymélységű fúrások kérdése külföldön és Magyarországon. BL, **3**, 178—181.
2. GILICZ B.—PATSCHE F.: Nagymélységű fúrások nagy átmérőjű szakaszainak öblítési problémái. BL, 186—190.
3. JESCH A.—KOMORNOKI L.: Nagymélységű fúrólukak beléscsőszakaszának cementezése. BL, **3**, 244—249.

1967

1. ALLIQUANDER Ö.: Nagymélységű fúrások fúrócső-méretezésének szempontjai. BL, 185—197.

1971

1. ALLIQUANDER Ö.: A kiegyensúlyozott fúrási rendszer a hazai mélyfúrásokban. MTA X. Osztály Közleményei, **2—4**, 231—241.
2. ALLIQUANDER Ö.—GILICZ B.: A kiegyensúlyozott fúrás elméleti alapjai és gyakorlati feltételei. I. NIMDOK Szakirodalmi tájékoztató. **5—6**, 210 p.; II. NIMDOK Szakirodalmi Tájékoztató. **3—4**, 220 p.; III. NIMDOK Szakirodalmi Tájékoztató. 1972. **5—6**, 104.
3. HINGL J.—TÓTH B.: A lyukfalstabilitás kérdései. KF, 161—165, 293—298.
4. SZABÓ J.—FÜLÖP M.—TÓTH Z.: Hőmérsékletviszonyok alakulása mélyfúrásokban. KF, 205—211.
5. SZEPESI J.: A fúrási paraméterek szerepe az anomális pórusnyomás és a fenyegető kitérés előrejelzésében. OMBKE. XIII, Fúrás 58—62.
6. CSABA J.: A kiegyensúlyozott nyomású fúrási mód műszerezése. OMBKE XIII. Fúrás 70—77.
7. DOMBI I.: Mélyfúrási öblítőrendszer paramétereinek detektálása és ezek felhasználása a kitérésvédelemre. OMBKE XIII. 78—87.

1972

1. DOMBI I.: Ellennyomás-szabályozás kőolaj- és földgázkitörések leküzdésére. KF, 10—13.
2. ALLIQUANDER Ö.: Az iszapveszteség és a kitérés elleni védelem néhány szempontja. KF, 240—245.
3. HINGL J.—TÓTH B.: Fúróluk-stabilitás laboratóriumi vizsgálata. KF, 234—239.
4. SZEPESI J.: Termelőcsőszakaszok hosszváltozásai a kőolaj- és gázkutakban. KF, 336—338.

1973

1. ALLIQUANDER Ö.: A nagymélységű gázkutak fúrási és kútkiképzési tervének alapelvei a Kárpát-medencében. KF, 295—299.
2. HINGL J.—LENDVAI L.—NÉMETH F.—SZABÓ GY.: A hazai nagymélységű fúrási tevékenység problémái, értékelése. KF, **1—2**, 13—19.
3. TÓTH Z.: A kiegyensúlyozott nyomású fúrás néhány problémája. FK, **1—2**, 20—26.
4. HINGL J.—TÓTH B.: Mélyfúrások optimalizálási lehetőségei. FK, **1—2**, 33—44.
5. SZABÓ GY.: A nagymélységű fúrás technika műszaki technológiai újdonságai. FK, **1—2**, 125—127.
6. FÜLÖP M.: Az elektronikus számítástechnika alkalmazása a mélyfúrás kutatási, tervezési és üzemi feladataihoz. FK, **1—2**, 94—97.
7. ALLIQUANDER Ö.: A rotari fúrás jövője. FK, **1—2**, 1—12.
8. KATONA J.: Kis szilárdanyag-tartalmú (szilárdanyagmentes) öblítőfolyadékok előállítása poliszaharidok felhasználásával. OMBKE XIV. **II**, 71—78.
9. MOLNÁR J.—VINCZE J.: A magyarországi omlékony kőzetek vizsgálatával kapcsolatos laboratóriumi és iszaptechnológiai tapasztalatok. OMBKE XIV. **II**, 167—178.
10. KARDOS GY.: Felületaktív anyagok adszorpciója az öblítőiszapok szilárd fázisán. OMBKE XIV. **II**, 179—190.

11. GARADNAI B. — ECSEK L.: Nagymélységű fúrólukak cementezésére alkalmas hazai cementező anyagok tulajdonságai és korrózióállósága. OMBKE XIV. II, 261—272.
12. DORMÁN J.: Invert-emulziós öblítőfolyadék alkalmazásának hazai tapasztalatai. OMBKE XIV. II, 323—331.

1974

1. ALLIQUANDER Ö.: A védő-béléscsőszlop saruállításának meghatározása. KF, 296—300.
2. ÁRPÁSI M. — FÜLÖP M.: Béléscsőszakatok méretezése elektronikus számítógépen. KF, 134—139.
3. FÜLÖP M.: Fúrólukak hőmérsékletének numerikus analízise. KF, 169—173.
4. GILICZ B.: Minimális áramlási ellenállások a gyűrűs térben. KF, 201—213.
5. DANK V. — HINGL J. — SZABÓ GY. — BÉRCZI I.: A nagymélységű szénhidrogén-kutatás helyzete Magyarországon. FK, 4, 1—10.
6. BARABÁS L. — KÁDINGER B. — TIHANYI G.: Nagymélységű fúrások műszerezési kérdései és fejlesztési irányai. FK, 4, 11—14.
7. TÓTH B. — CSABA J. — FÜLÖP M.: Mélyfúrások aktív paraméterei, optimalizálásának köztetfizikai megfontolásai. FK, 4, 19—26.
8. PÉTER R. — TREFFLER T. — SZABARI K. — PETRIK B. — DORMÁN J.: Cementreceptúrák megválasztásának szempontjai és gyakorlati tapasztalatai nagymélységű fúrásoknál. FK, 4, 27—32.

1975

1. ALLIQUANDER Ö.: Nagymélységű fúrások hazai helyzete. FK, 1—2, 111—116.
2. ÁRPÁSI M. — CSELEY A.: A kiegyensúlyozott nyomású fúrás kísérleti alkalmazásának első eredményei. KF, 7—16.
3. CSABA J.: Rendellenesen nagy telepnomású formáció előrejelzésének hazai tapasztalatai. KF, 300—304.
4. DORMÁN J.: A fordított emulziós öblítőfolyadék alkalmazásának hazai tapasztalatai. KF, 176—182.
5. PETRIK B.: Mély és nagymélységű kutak cementezése. KF, 15—16.
6. SZABÓ GY.: A hazai fúróberendezés-állomány teljesítménynövelési lehetőségei. KF, 342—348.
7. SZEPESI J. — ALLIQUANDER Ö.: A pórusnyomás és a kőzetrepesztési nyomás szerepe a fúrólyukszerkezet tervezésében. KF, 337—341.
8. TÓTH B.: Mélyfúrások optimalizációs eljárásai. KF, 193—205.
9. HINGL J. — PAPP I. — SZABÓ M. — KATONA J. — BUDA E.: Tapasztalatok az USA ultramélységű fúrások mélyítésével és fúróberendezéseivel kapcsolatban. OKGT. Tanulmányúti jelentés. 74.
10. CSABA J.: Az anomális rétegnomás előrejelzésének módszerei és hazai alkalmazása. OMBKE XV. G-3/5, 13.
11. SZEPESI J.: A kútszerkezet-tervezés határvonalai. OMBKE XV. G-3/3, 10.
12. VARGHA, N. — SASVÁRI J.: Agyagásványok szerepe a lyukfal stabilitásában. OMBKE XV. G-2/1a. 10.
13. ÁRPÁSI M.: A csőméretezés új iránya a fúrási iparágban. OMBKE XV. G-1/3a. 7.

1976

1. ALLIQUANDER Ö. — CSABA J.: Túlnyomásos formációk fúrási és kútkiképzési szempontjai. KF, 116—121.
2. HINGL J. — SZABÓ GY.: A mélyfúrási technológia helyzete, fejlődésének irányvonalai. FK, 2, 1-3
3. GYULAY Z. — ALLIQUANDER Ö. — JESCH A.: A fúróluk mint információforrás. KF, 321—329.
4. CSABA J.: Túlnyomásos formációk előrejelzésének hazai tapasztalatai. FK, 2, 27—32.
5. SZABÓ GY.: A hazai mélyfúróberendezés-állomány célszerű fejlesztési irányai. FK, 2, 15—22.
6. ALLIQUANDER Ö. — CSABA J.: Túlnyomásos formációk fúrási és kútkiképzési szempontjai. KF, 116—24.
7. MARKÓ L. — GELLÉRT T.: A túlnyomásos szénhidrogén-tároló rétegek kimutatása mélyfúrási geofizikai módszerekkel. KF, 257—263.
8. SZABÓ M.: A fúrólyukszerkezet-tervezés határvonalai Endrőd térségében. KF, 330—339.

1977

1. BÁNYÁSZ GY. — HAÁSZ GY. — MAGYAR J.: Lyukfal-stabilitási problémák Nagylengyelben. KF, 233—238.
2. CSABA J. — MAGYAR M.: Túlnyomásos formációk előrejelzésének üzemi kísérlete a komádi kutatási területen. KF, 377—381.
3. GARADNAI B.: Hőálló és könnyített fajsúlyú cementek kutatása. KF, 348—350.
4. MUCSÁNYI J. — SZABÓ M. — TÓTH Z.: A kútszerkezet-tervezés elvi alapjai és optimalizálásának feltételei. KF, 297—301.

5. ŐSZ Á.: Fúrócsőoszlopok hosszváltozása kőolaj- és földgázkutak mélyítéskor. KF, 105—113.
6. SCHALL I.—TATÁR A.: Fúráselemző műszer csoport. KF, 247—251.
7. SZEPESI J.: A kütszerkezet tervezésének határvonalai. KF, 51—53.

1978

1. BALÁZS J.—GILICZ B.—MOLNÁR J.: Az invert emulziós iszap kidolgozásának előzményei Magyarországon. KF, 161—167.

A NAGYMÉLYSÉGŰ HAZAI KUTATÓFÚRÁSI TEVÉKENYSÉGET ÉRINTŐ GEOLOGIAI ÉS GEOFIZIKAI TÁRGYÚ PUBLIKÁCIÓK

1. BODZAY I.: A beleznai és lovászi szénhidrogén-tárolók hidrosztatikusnál nagyobb telepnyomásának kialakulása. KF, 137—138, 1969.
2. DANK V.: A Dél-alföldi magyar medencérezek mélyszerkezeti viszonyai és kapcsolatok a délszláviai jugoszláviai területekkel. Földtani Közöny, **95**, 123—129, 1965.
3. DANK V.: Szeged környéki szénhidrogén kutatások. BL, 122—126, 1966.
4. SOMFAI, A.: Examination of Overpressure Reservoir in the Great Hungarian Plain: A Classification of the Causes of Overpressure. Acta Miner. Petr., **XIX**, 2, 173—194, 1975.

A NAGYMÉLYSÉGŰ HAZAI KUTATÓFÚRÁSI TEVÉKENYSÉGET ÉRINTŐ GEOLOGIAI GEOFIZIKAI, ÉS FÚRÁSTECHNIKAI TÁRGYÚ, NYOMTATÁSBAN NEM PUBLIKÁLT TANULMÁNYOK, JELENTÉSEK

1. OKGT előterjesztés a nagymélységű fúrásokhoz szükséges fúróberendezések, fúrási eszközök tárgyában az Országos Tervhivatalhoz, 1963.
2. OKGT előterjesztés a NIM Műszaki Tanács Kőolajbányászati Albizottságához a nagymélységű fúrások tárgyában, 1964.
3. Szakértőbizottsági előterjesztés a NIM Műszaki Tanácshoz a nagymélységű fúrások tárgyában 1968.
4. Nagymélységű bányászat lehetőségei és műszaki-gazdasági feltételei. OMF B tanulmány 105, 1971.
5. ALLIQUANDER Ö.—CSÓKÁS J.—JESCH A.—SZEPESI J.: A telepnyomás és a közetrepesztési nyomás gradiensvonalai előrejelzésének hazai lehetőségei. NME Olajtermelési Tanszék tanulmánya, 105, 1974.
6. ALLIQUANDER Ö.—SZEPESI J.: Mélyfúrások technológiája. NME Olajtermelési Tanszék tanulmánya, 99, 1975.
7. SOMFAI A.: A Kárpát-medence Nagyalföldjének magyarországi területén megismert szénhidrogén-tárolók fluidumainak nyomásviszonyai, a nyomásértékek kialakulásának földtani okai. Kandidátusi értekezés 299, 1976.
8. CSABA J.: Túlnyomásos formációk jelzése és nagyságának meghatározása. Doktori disszertáció 86, 1977.
9. SZABÓ M.: A fúrólyukszerkezet-tervezés határvonalai Endrőd térségében. Doktori disszertáció, 87, 1976.
10. DANK V.: A magyar kőolajipar által 1978-ig lemélyített alapjellegű és mély-nagymélységű fúrások, továbbá az 1990-ig terjedő időszak alapfúrási terveinek áttekintése. OKGT 83, 1978.
11. ZELEI A.—ZSELLÉR P.: Túlnyomásos zónák előrejelzése szeizmikus módszerekkel. OGIL jelentés, 1975.

RÖVIDÍTÉSEK: BL = Bányászati Lapok
 KF = Kőolaj és Földgáz
 FK = Földtani Kutatás
 OMBKE XII, XIII . . . = az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület Kőolaj- Földgáz- és Vízzakosztálya
 XII, XIII . . . kötete, ill. különnyomata.

EXPLORATION AND EXPLOITATION OF HYDROCARBON RESERVOIRS
OF GREAT DEPTH

By

Ö. ALLIQUANDER

Abstract

Because of the anomalous geothermal and pore pressure conditions of the Carpathian Basin, exploratory drilling and well exploitation operations connected with hydrocarbon reservoirs lying at great depth are very expensive and are faced with considerable technological difficulties. Keys to eliminating the technological risk and reducing the high cost involved are offered by the technology of drilling at controlled pressure, the more and more sophisticated instrumental equipment of the wells and the increase of heat tolerance of drilling fluids. To produce oil and gas from reservoirs situated at very great depth requires the use of special techniques for perforating the reservoir rock and to enhance the upsurge oil and gas.

ПОИСКИ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЛУБОКОЗАЛЕГАЮЩИХ ЗАЛЕЖЕЙ
УГЛЕВОДОРОДОВ

Э. АЛИКВАНДЕР

Резюме

В связи с аномальными геотермическими условиями и условиями порового давления в пределах Карпатского бассейна поисково-разведочное бурение на глубокозалегающие залежи углеводородов и приемы эксплуатации этих залежей связаны с высокими затратами и представляют собою тяжелую техническую задачу. Ключевыми вопросами уменьшения технического риска и весьма высоких затрат, связанных с бурением глубоких скважин на территории Венгрии являются: технология бурения в условиях урегулированного давления, усиленная оснащенность скважин соответствующими приборами и увеличение теплостойкости скважинных промывочных растворов. Добыча нефти и газа из залежей, находящихся на необычайно большой глубине, требует решения специальных задач перфорации коллекторских пород и форсированной добычи углеводородов.

A SZÉNHIDROGÉN PROGNÓZIS MÓDSZERTANI KÉRDÉSEIRŐL

KONCZ ISTVÁN — SZALAY ÁRPÁD — SZENTGYÖRGYI KÁROLY

A szénhidrogének prognózisa a gazdasági tervezés számára nélkülözhetetlen. A szénhidrogén-prognózisok célja, a prognosztizálandó objektumok nagyságrendje határozza meg az alkalmazott prognózismódszert és feladatait.

Első, alapvető feladat a prognózis objektumának kijelölése. Átfogó földtani vizsgálatok után tisztázni kell a vizsgálandó terület földtani — szerkezeti fejlődéstörténetét, meg kell állapítani a fejlődés fő szakaszait, a főbb szerkezeti elemeket. A földtani fejlődéstörténet hasonlóságai alapján kijelölhetők azok a regionális földtani provinciák, melyeken belül a szénhidrogén-genezis kritériumai körülhatárolják a *szénhidrogén-prognózis objektumait* (MAXIMOV, S. P., 1974.)

A prognózis objektuma az ismertség, illetve a prognosztizálás igénye alapján regionális, zonális vagy konkrét lehet (VORONOV A. N.—REZNIK V. H., 1977., 1. sz. táblázat). A prognózis általános feladata a prognosztizálandó objektum méretétől függetlenül az alábbi feladatok megoldása:

- a prognosztikus földtani készlet meghatározása
- a prognosztikus földtani készlet minőségének és minőségi arányainak meghatározása.

Újabbban VORONOV A. N. és REZNIK V. N. (1977) szükségesnek tartják a prognosztizálási módszer kiválasztása előtt a prognózis *optimális stratégiájának* meghatározását. Szerintük a stratégiának három útja lehetséges. A feladat megközelíthető az első esetben úgy, hogy az objektumot egy bonyolultabb objektum részének tekintjük és a zonális, konkrét prognózisokat ebből származtatjuk. A második esetben az objektum prognózisa a részobjektumok mechanikus összegezéséből adódik. A stratégia harmadik útja analógiás közelítés, amely feltételezi a genetikai folyamatok — képződés — migráció — felhalmozódás — hasonlóságát.

A prognosztizálandó objektum földtani — szerkezeti sajátosságai, a prognózis regionális vagy lokális igénye és a rendelkezésre álló komplex szénhidrogén-földtani információk alapján a prognosztizálás több módszere közül kell a legmegfelelőbbet kiválasztani. Két alapvető módszert lehet elkülöníteni:

A) *összehasonlító (analógiás) módszer*

fajlagos készletsűrűség alapján:

a területegységre jutó fajlagos készletsűrűség szerint

I. táblázat

Az objektum osztályozása, a prognózis feladatai (VORONOV A. H., REZNIK N., V. 1977. szerint)

A prognózis szintje	A prognosztizált objektumok kategorizálása	A mennyiségi becslés feladatai		A keletkezett termékek minőségének prognosztizálása	
		Az objektum perspektivitásának értékelése	Az objektumban levő szénhidrogének mennyiségi prognózisa	A szénhidrogének fázisállapotának prognózisa	Az egyes termékfajták minőségi jellegének prognózisa
Általános, regionális.	Provincia. Medence. Zárt terület. Izolált komplexum.	Az objektum perspektivitási fokának becslése	Az objektumban zárt potenciális kőolaj- és földgázkészletek meghatározása	A kőolaj és földgáz arányának és a szénhidrogén típusának prognózisa	Az egyes minőségi mutatók általános prognózisa
Zonális	A kőolaj és földgáz eloszlása a rendszeren belül	A területek és komplexumok felosztása a perspektivitás foka szerint	A kőolaj és földgáz térbeli eloszlása mélységintervallumonként, szerkezeti zónánként és alrendszerenként	A készletek eloszlása termékek szerint (kondenzátum, oldott gáz, szabad gáz, kőolaj)	A termékek minőségi mutatóinak prognózisa (a kőolaj minőségi jellemzői, a főbb gázkomponens-tartalom minőségi jellemzői)
Lokális	A lelőhelyek prognózisa (a telepek lokalizálása)	A kőolaj-, földgáz- és víztároló-csapdák prognózisa	A lelőhelyek méretének prognosztizálása, a lelőhelyek méret szerinti eloszlása	A településviszonyok prognózisa (túlnyomás stb.), a telepek fázisállapotának prognózisa	A kőolaj és a gáz kísérőanyagainak prognózisa (kálium, kéndioxid, vanádium stb.)

a térfogategységre jutó fajlagos készletsűrűség szerint szerkezet analógia alapján feltártsági analógia alapján.

B) *Térfogatgenetikai módszer*

(Más osztályozás is ismert, így matematikai extrapolációs, genetikai volumetrikus és földtani analógiás módszerek) (HOUBEURT A. H. et. al., 1975.)

A számítási eljárást illetően két fő módszer különböztethető meg: *determinisztikus* és *sztochasztikus* módszerek. A földtani folyamatok sztochasztikus jellegéből következően a prognózis statisztikus — valószínűségi módszerétől várható korrekt eredmény.

Az eredményes prognózis módszernek magába kell foglalnia a *szénhidrogénképződés — migráció — felhalmozódás rekonstruált szénhidrogén-földtani folyamatait* (DANK V., 1976).

2. táblázat

A térfogatgenetikai szénhidrogén-prognózis általános kérdései

Geológiai modell		Geokémiai modell		Hidrogeológiai modell	
Az objektum földtani-fejlesztéstörténeti rekonstrukciója	A medencealakulás jellege, tektonikai meghatározottsága, medencealakulás típusa, a süllyedés elemzése.	A szerves anyag átalakulása genetikai rekonstrukciója, genetikai zónák kijelölése	Az üledékképződés geokémiai fáciese.	A migrációs viszonyok rekonstrukciója	A diagenezis és a kőzetkompakció folyamata.
	Az üledékképződés időbelisége, rétegtani felépítés, üledékképződési folyamatok.		A diszperz szerves anyag típusa		A primér migráció jellemzői, időbelisége, mechanizmusa, iránya.
	Az üledékképződés litológiai-faciológiai jellegei, rétegződési viszonyok.		A szervesanyag-bomlás folyamata, a katagenézis stádiumai, a gázképződés fő fázisa, az olajképződés fő fázisa.		A szekundér migráció viszonyai.
	Tektonikai folyamatok.		Az emigráció kritikus mélysége.		A primér és szakunder migráció kapcsolata, a szekunder migráció iránya, a fő áramlási zónák, az áramló fluidumok mennyiségi változása, a fluidumok szervesanyag tartalma, termodinamikai viszonyok.
	Az üledékképződést követő folyamatok.		A litológiai egységek adszorpciós határértékei.		A terciér migráció elemzése, mechanizmusa, jellemzői.
	Geotermikus viszonyok.		Az autochton, allochton, szénhidrogének elkülönítési kritériumai.		
			A genetikailag azonos populáció kijelölése.		

Perspektivikus zónák és mélységzakaszok kijelölése
 Potenciális kőolaj és földgáz mennyiségi meghatározása
 Kőolaj- és földgázarány prognózisa
 Minőségi mutatók általános becslése

Az etalon objektumok kiválasztása genetikai ismeretekre alapozott hasonlóságot tételez fel, a genetikai folyamatok tisztázása pedig az etalon területeken megismert folyamatok adaptálása nélkül nem oldható meg. A két módszer merev elkülönítése tehát nem célszerű. A térfogatgenetikai módszer megbízhatósága a képződött — elmigrált —, felhalmozódott szénhidrogének mennyiségi becslése sorrendjében csökken, a földtani analógiás módszer szerepe ugyanezen sorrendben nő. Távolatilag helyesnek tartjuk a térfogatgenetikai módszer és a földtani analógiás módszer *szénhidrogén genetikai sorra illesztett szintetizálását*.

A magyarországi szénhidrogén-prognózisokat eddig földtani analógiás-módszerekkel végezték el. A szénhidrogén-földtan fejlődése és a szervesgeokémiai kutatási eredmények megteremtették a térfogatgenetikai módszerű készletbecslés alkalmazásának lehetőségét. A következőkben elemezzük a módszer alkalmazásának kritériumait.

A térfogatgenetikai módszerű szénhidrogén-prognózis egységes genetikai folyamatsort kifejező, illeszkedő geológiai — geokémiai — hidrogeológiai modellek felhasználásával végezhető el. A 2. táblázatban összefoglalóan vázoltuk a prognosztizálandó objektumokra vonatkoztatott modellek alapvető és általános kérdéseit.

A földtani modell szempontjai

A földtani modell kialakítása a szénhidrogén-prognózis feladatainak első lépése. A modell információtartalma, pontossága (megbízhatósága) számottevő mértékben kihat a fluidumdinamikai és szerves geokémiai modell tartalmára is.

A szénhidrogén-prognózis céljaira kialakított modell tartalmilag is különbözik az egyéb célú földtani modellektől; közös vonás azonban a *fejlődéstörténeti* szemlélet.

A prognózis földtani modelljének nagyságrendje és tartalma a prognózis céljának (objektumának) nagyságrendjével egyező. Ez viszont kisebb nagyságrendű modellek készítése esetén feltételezi a megbízható, áttekinthető méretű modell létét.

Elvileg is kifogásolható olyan prognóziscélú földtani modell, amely egy kiragadott üledékösszletre vonatkozik. Jóllehet, sok esetben az üledékkomplexumok számottevő térbeli elterjedéssel rendelkeznek, természetes földtani környezetükből kiszakítva tévútra kerülhet a prognóziskészítés. Nem helyes tehát földtani modellt készíteni pl. a triász képződményekre általában, hanem meg kell határozni azt a földtani keretet, amelyen belül a vizsgáldást célszerű folytatni, és amelyre a fejlődéstörténeti rekonstrukció vonatkozik.

Felfogásunk szerint a prognózis céljaira kialakított *földtani modellnek fejlődéstörténetileg kialakult nagyszerkezeti-tektonikai keretek által meghatározott szedimentációs egységekre (medence, medencerendszer) kell vonatkoznia*. Amennyiben a lehatárolás bizonytalan, a medencefejlődés természetes keretei nehezen vagy rosszul meghatározhatók, úgy a földtani modell és következőképpen a

prognózis is csökkent megbízhatóságú. A földtani modellnek véleményünk szerint fejlődéstörténetileg, szerkezetileg körülhatárolt üledékkomplexumra kell vonatkozni, és ennek a földtani egységnek a fejlődéstörténeti rekonstrukcióját kell tartalmaznia.

A modell tartalmát célja és nagyságrendje határozza meg. Akkor konstruktív a modell, ha valamennyi szerves geokémiai és fluidumdinamikai adat beleépíthető; ebből következik viszont, hogy a földtani modellalkotás nem lehet egyoldalúan adatközlő, hanem a szintetikus prognózismodell egyéb problémaköreinek kidolgozása során felmerülő kérdések nyomán dinamikusan továbbfejleszthető kell hogy legyen.

A prognózis alapmodelljét az alábbi főbb szempontok figyelembevételével célszerű elkészíteni:

1. a medence (medencerész, medencerendszer) nagyszerkezeti helyzete;
2. a medencealakulás szerkezeti mozzanatai;
3. paleomorfológiai viszonyok;
4. az üledékképződés időbelisége (diszkordanciák típusai stb.) és térbelisége (litológiai alkat, a fáciesek viszonya, dominanciája);
5. litológiai heterogenitás, a heterogenitás időbeli kialakulása, térbeli eloszlása;
6. a medencefejlődés üledékföldtani és szerkezeti rekonstrukciója;
7. a vizsgált egység hőtörténete;
8. a keletkezési, szállítási és csapdázódási zónák kijelölése.

E kívánalmak lényegében minőségi jellegűek, amelyeket azonban a gyakorlati igényeknek (prognózis) megfelelően lehetőség szerint mennyiségi tartalommal is ki kell tölteni. A földtani folyamatok mérhető mennyiségekkel, paraméterekkel jellemezhetők, azonban — hasonlóan a többi természeti folyamathoz — többnyire sztochasztikus jellegűek. Az üledékképződés és a szerkezeti események (kölsönös összefüggés alapján) *sztochasztikus modellel közelíthetők* meg, legfeljebb egyazon szempontú vizsgálódást több úton megközelítve kell elvégezni (pl. a litológiai heterogenitás leírása).

Tehát a földtani modellnek is a megfelelő egzaktság érdekében — formailag — több ponton matematikai valószínűségi támpontokra kell támaszkodnia úgy, mint a szerves geokémiai és fluidumdinamikai modellnek, ill. végső soron a prognózisnak.

Geokémiai modell szempontjai

A szénhidrogén-prognózis geokémiai modellje a szervesanyag-átalakulás rekonstrukciójára, a genetikai zónák kijelölésére épül. A szervesanyag-átalakulás rekonstrukciójának idő és hőmérséklet kereteit a geológiai modell határozza meg. A képződött szénhidrogének mennyisége az idő és hőmérséklet — „hőtörténet” — által meghatározott átalakultsági foknak, a szerves anyag tí-

pusának és mennyiségének, valamint az anyakőzet ásványos összetételének a függvénye.

A genetikai zónák egy üledékes medencében azon mélységtartományokat jelentik, amelyekben a szénhidrogén-genezis jellegzetes termékeinek valamelyike (kőolaj, gázkondenzátum, nedvesgáz, szárazgáz) képződik döntő mértékben.

Az üledékekben eltemetődött szerves anyag termikus átalakulása (katagenezis) szolgáltatja a szénhidrogén-felhalmozódások többségét. A katagenezis fő befolyásoló tényezői a *hőmérséklet* és az *idő* (LOPATIN N. V., 1971; KARVEIL J., 1956). A szerves anyag termikus átalakulása a hőmérséklet és az idő növekedésével változó összetételű termékeket eredményez. Egy üledékösszlet földtani fejlődéstörténetében a katagenezis ismert törvényszerűségei alapján kijelölhetők azok a hőmérséklet- és időtartományok, amelyekben a katagenezis-termékek összetétele valamely komponensének túlsúlyával jellemezhető. A katagenezis folyamatának ezen szakaszos jellegével függ össze a *kőolajképződés fő fázisának* VASSZOJEVICS N. V. (1969) által történt felismerése és széles körű hasznosítása a szénhidrogén-kutatásban. A katagenezis során végbement átalakulások szakaszos jellegének megfelelően a szerves anyag termikus átalakulási folyamata genetikai fázisokra tagolódik. A genetikai fázisok sorrendje törvényszerű. A genetikai fázisok hőmérséklet- és mélységtartományainak (genetikai zónák) konkrét értékei adott időszakokban az üledékek földtani fejlődéstörténetének, a geotermikus gradiens időbeli változásának függvénye.

A genetikai fázisok szoros kapcsolatban állnak a szerves anyag átalakultságának (metamorfózisának) mértékével. Ebből következően a genetikai zónák egy adott üledéktömegben belül kijelölhetők az üledékekből származó kőzetek olyan paramétereinek mérése segítségével, amelyek egyértelmű kapcsolatban vannak a szerves anyag átalakultságának mértékével, ha ismeretesek a genetikai fázisok határaihoz tartozó paraméterértékek. Ilyen paraméter a kőzet diszperz szenesedett vitrinjeinek reflexióképessége. Meghatározott feltételek mellett a kőolajképződés fő zónája és az ezt követő emigrációs zóna észlelhető a kloroformoldható bitumoid koeficiensének mélységfüggése segítségével.

A szerves anyag közel azonos típusa esetén a genetikai zónák kimutathatók a pirolízis vizsgálatokkal meghatározott, ún. diagenezis koeficiens (CR/CT) felhasználásával (BALÁZS Á.—KONCZ I., 1975).

Abban az esetben, ha nincs mód a genetikai zónák kijelölésére a mért paraméterek alapján, a szerves anyag átalakultsági foka és a genetikai zónák helye több módszerrel becsülhető, melyek az üledékek hőttörténeti rekonstrukcióján alapulnak (LOPATIN N. V., 1976).

A genetikai zónák törvényszerű sorrendjéből következően a jelenleg száraz gázt képző zónából előzőleg gázkondenzátum, kőolaj képződött. Ezért a szerves anyag metamorfózis fokának növekedésével az üledékeket a belőlük képződött szénhidrogének mennyisége szempontjából integráltan kell figyelembe venni.

Hidrogeológiai modell szempontja

A hidrogeológiai modell képezi a geológiai és geokémiai modell dinamikus kapcsolatát. Az üledéktömegek kompaksiós, diagenetikus folyamatainak következményeiként meginduló és végbemenő fluidummozgás a szénhidrogének primér és szekunder szállításában a legdöntőbb tényezők. A rekonstruált üledékképződési és szervesanyag-bomlási folyamatokhoz rendelt migrációs folyamatok elemzése a prognosztizálandó objektum zonális vagy lokális perspektíváinak előrejelzését teszi lehetővé.

Az üledékes kőzetekben végbemenő folyadékmozgások leírásához ismerni kell az üledékkomplexum részletes litológiai felépítését, szerkezeti viszonyait, a szedimentáció és medencesüllyedés időbeli lefolyását. Így meghatározható a migráció időbeli alakulása, a migrációs vezető zónák térbeli elhelyezkedése, a csapdázódási lehetőségek és a várható csapdatípusok (SOMFAI A., 1976).

A neogén üledékösszlet kompaksiós-diagenetikus dinamikájú migrációs modellje felfogásunk szerint *rekonstrukciós szemléletű* kell hogy legyen. Az áramlási mechanizmus, az áramlási paraméterek — az áramlás iránya, sebessége, volumene — a paleohidrogeológiai és a termodinamikai viszonyok — tisztázása teszi lehetővé a szénhidrogén-migrációs folyamatok követését.

Az egykori valós viszonyok feltárása olyan szimuláció, ami az idő függvényében egyszerre követi nyomon a szedimentáció litológiai jellemzőinek térbeli változását, a medence süllyedését, az üledékbe zárt szerves anyag metamorfózisát és az üledék kompaksiójából fakadó fizikai paraméterek változását. Csak az összes tényező kedvező egybeesése esetén, a tényezők által meghatározott helyeken kedvező a szénhidrogén-felhalmozódási perspektíva.

Olajszénhidrogének mennyiségi becslésére vonatkozó térfogatgenetikai számítási módszerek

A prognózis térfogatgenetikai számítási módszere olyan anyagmérlegből indul ki, amely figyelembe veszi a képződött szénhidrogének jelenlegi eloszlását (MAXIMOV S. P., 1974):

$$Q_k = Q_m + Q_{sz} + Q_v + Q_a$$

- Q_k — a képződött szénhidrogének mennyisége,
- Q_m — az elmigrálás után a kőzetfelületen maradt, autochton szénhidrogének mennyisége az emigrációs zónában,
- Q_{sz} — az elmigrált szénhidrogén mennyiségéből a szórt (diszperz) állapotban maradt migrációs eredetű szénhidrogének mennyisége,
- Q_v — az elmigrált szénhidrogén mennyiségéből a felszínre távozott, oxidálódott vagy bakteriális úton lebomlott szénhidrogének mennyisége (vesztesége),

Q_a — az elmigrált szénhidrogén mennyiségéből a tárolókban akkumulálódott szénhidrogének mennyisége (potenciális készlet).

Az anyagmérleg a következő *feltételek* mellett érvényes:

Az anyagmérleg elvileg abban az esetben helytálló, ha izolált szerkezetre (lelőhelyzónára) vagy autonóm medencére vonatkozik. Az anyagmérleg-egyenletben szereplő szénhidrogén-mennyiségekhez (Q_m , Q_{sz} , Q_a) rendelt közettömegek nem egy és ugyanazon közettömeget jelentik, hanem egymással érintkező kőzeteket.

Az anyagmérlegben csak azon szénhidrogének vehetők figyelembe, amelyek genetikailag azonosak.

Az elmigrált szénhidrogén-mennyiség (Q_e) a szórt állapotban levő, a veszteségként számításba vett, valamint az akkumulálódott szénhidrogénekből tevődik össze:

$$Q_e = Q_{sz} + Q_v + Q_a.$$

A feltárt és megismert szénhidrogénkészletek (Q_{ai}) segítségével az alábbi módon számítható a prognosztikus készlet (Q_{ap}):

$$Q_{ap} = Q_a - Q_{ai}.$$

A prognosztikus szénhidrogénkészlet (Q_{ap}) az előző összefüggésekből elvileg a következő módon számítható:

$$Q_{ap} = Q_k - (Q_m + Q_{sz} + Q_v + Q_{ai}).$$

Az összefüggésben szereplő mennyiségek közül közvetlen módszerekkel az autochton szénhidrogének maradványmennyisége (Q_m) és a megismert szénhidrogén készletek összege (Q_{ai}) határozható meg.

Az autochton szénhidrogének maradványmennyisége (Q_m) az emigrációs zónából származó kőzetminták extrakciójából adódik. A szénhidrogén-veszteségek becslése ez idő szerint földtani megfontolások alapján lehetséges.

Az elmigrált szénhidrogének mennyiségéről az akkumulálódott szénhidrogének mennyiségére való áttérés nemcsak a szórt szénhidrogének becslésével, hanem az ún. *akkumulációs tényező* (K_a) segítségével is lehetséges. Az akkumulációs tényező a telepekben akkumulálódott és az elmigrált szénhidrogének mennyisége közötti kapcsolatot fejezi ki:

$$K_a = \frac{Q_a}{Q_e}.$$

A megismert szénhidrogénkészletek összessége a lelőhelyzónákban vagy autonóm medencékben feltárt telepek kezdeti földtani készleteinek összege.

A közvetlenül nem meghatározható képződött szénhidrogén-mennyiség (Q_k) NYERUCSEV (1969) szerint az emigrációs zónában lévő (effektív) anya-

kőzetek emigrációs tényezőjével (olajleadási koefficiens) számítható, amely az elmigrált és képződött szénhidrogének mennyisége közötti kapcsolatot fejezi ki:

$$K_e = \frac{Q_e}{Q_k}.$$

Az elmigrált szénhidrogének mennyisége az emigrációs tényező felhasználásával az autochton maradvány-szénhidrogének mennyiségéből közvetlenül számítható. (Ily módon a képződött szénhidrogének mennyiségét a számítási eljárásból kiküszöbölik.)

$$Q_e = \frac{K_e}{1 - K_e} \cdot Q_m$$

Néhány szerző (TROFIMUK A. A.—VUSEMIRSZKIJ V. Sz., 1972) olyan koefficientst használ, amely az akkumulálódott és a képződött szénhidrogének között teremt kapcsolatot:

$$K = \frac{Q_a}{Q_k}.$$

Az összefüggésekből a prognosztikus szénhidrogén-készletek a következő módon számíthatók:

$$Q_{ap} = \frac{K_a \cdot K_e}{1 - K_e} \cdot Q_m - Q_{ai}.$$

Az összefüggéssel jellemzett koefficiens segítségével a prognosztikus szénhidrogén-készlet az alábbi módon adható meg:

$$Q_{ap} = \frac{K}{1 - K_e} \cdot Q_m - Q_{ai}.$$

A szórt szénhidrogén-mennyiség becslése esetén a prognosztikus szénhidrogén készletet kifejező egyenlet az alábbi szerint alakul:

$$Q_{ap} = \frac{K_e}{1 - K_e} \cdot Q_m - Q_{sz} - Q_{ai}.$$

A K koefficiens a K_e koefficiens nélkül akkor lenne hasznosítható, ha a képződött szénhidrogének mennyiségét ismernénk:

$$Q_{ap} = K \cdot Q_k - Q_{ai}.$$

TÓTH J. (1975) a kőzetmintákon végzett mérések eredményeit használta fel a prognosztikus kőolajkészletek számítására. Alapvető feltételezése az volt, hogy az 1000 m-nél mélyebben fekvő neogén üledékekben a primér migráció végbement. A mobilizálódott szénhidrogének mennyiségét a kőzetmintákon végzett mérések eredményeinek statisztikai feldolgozása alapján számította, a

„kevert anyaközetekben” jelenlevő allochton és autochton bitumoidok és a „tiszta anyaközetekben” jelenlevő autochton bitumoidok mennyiségének különbségeként. A mobilizálódott szénhidrogének mennyiségéből az akkumulálódott (prognosztikus) készletet etalon területen végzett mérések eredményeiből és az etalon terület megismert szénhidrogén készleteiből meghatározott akkumulációs tényező (K_a) segítségével számította.

Az újabb vizsgálati eredmények és azok interpretációja alapján TÓTH J. megállapításai a következő korrekciókra szorulnak:

1. A primér migráció kritikus mélysége (az emigrációs zóna teteje) a neogén üledékekben a DK-Alföld területén 2300—2500 m (KÓKAI J.—SZALAY Á.—SZENTGYÖRGYI K., 1977), a többi neogén medencében KONCZ I. szerint 3000—3500 m mélységre tehető (OGIL zárójelentések, 1977).

2. Az allochton bitumoidokat is tartalmazó, ún. kevert anyaközetek és a csak autochton bitumoidokat tartalmazó, ún. tiszta anyaközetek elkülönítésére használt matematikai statisztikai módszer csak abban az esetben helytálló, ha a vizsgált kőzetek olyan mélységből származnak, amelyekben a primér migráció már végbement. A vizsgált kőzetminták döntő többsége azonban abból a mélységből származott, amelyben a primér migráció meg sem indult vagy csak éppen elkezdődött. A kőzetmintákon végzett kémiai—bituminológiai elemzések eredményei is alátámasztják azon megállapításunkat, hogy a szerzőnek az allochton bitumoidok elkülönítésére használt módszere az adott körülmények között nem helytálló (BALÁZS Á.—KONCZ I., 1975).

A Pannon-medence neogén összetételére javasolt térfogatgenetikai számítási eljárás elvei

Az előző fejezetben ismertetett módszer, melyet a szovjet geokémikusok dolgoztak ki, a KGST-tagállamok térfogatgenetikai szénhidrogén prognózisainak módszertani alapját képezi. A Pannon-medence neogén fejlődéstörténetének sajátos viszonyai miatt célszerűnek látszik azonban a módszer adaptálása mellett felvetni az általánosan belüli, az egyedi jellegeket pontosabban tükröző szempontokat is.

A szovjet szerzők által kidolgozott számítási eljárás az autochton szénhidrogének mennyiségéből — az emigrációs tényező segítségével — következtet az elmigrált szénhidrogének mennyiségére:

$$Q_m \xrightarrow{K_e} Q_e.$$

Az előzőekben vázoltuk a térfogatgenetikai számítási eljárás elvi alapjait, amely a következőkből indul ki:

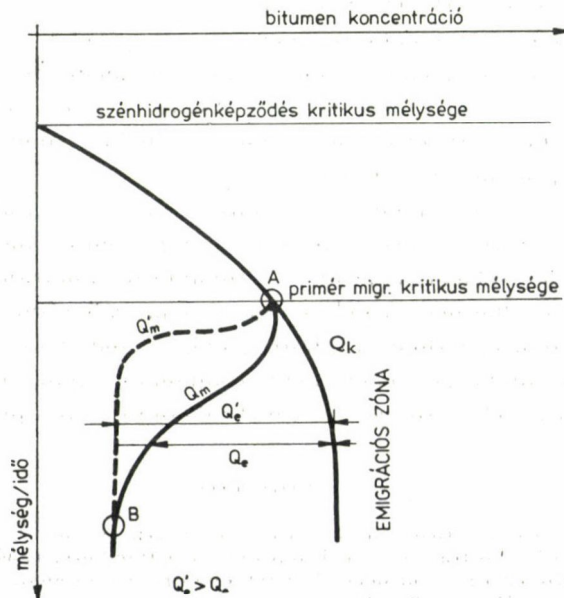
Az autochton maradvány szénhidrogének mennyisége az emigrációs zónából származó kőzetminták vizsgálata révén analitikailag mérhető. Az

emigrációs tényező számszerű értékének megállapítása az emigrációt nem szenvedett, jelenleg a kőolajképződés fő fázisában levő és az emigrációs zónában zónában lévő bitumoidok elementáris összetételét (C s%, H s%, N + O + S s%) használja fel. Ez az eljárás azt feltételezi, hogy az emigrációs zónában levő bitumoidok elementáris összetétele azonos volt a kőolajképződés fő zónájában jelenleg levő bitumoidok elementáris összetételével (geokémiai analógia).

Ez az eljárás az emigrációs tényező felhasználásával, a képződött szénhidrogén mennyiség megállapítása nélkül, a maradvány szénhidrogének mennyiségéből következtek az elmigrált szénhidrogénekre. Elhanyagolja a képződött szénhidrogén-mennyiség becslésének tudományos szempontból jól megalapozott lehetőségeit és egy bizonytalanabb tényezőt (K_e) vezet be. Ezért célszerűbbnek tartjuk a képződött szénhidrogén-mennyiséget kiindulási alapul venni a térfogatgenetikai számítási eljárásban az alábbi szerint:

$$Q_k \xrightarrow{Q_m} Q_e.$$

Az 1. ábrán egy-egy idealizált görbével szemléltetjük az (olaj) szénhidrogénképződési és elmigrálási folyamatokat. A két görbe közti terület nagysága — $Q_k - Q_m$ — az elmigrált (olaj) szénhidrogének mennyiségével arányos. A számítási eljárásnál figyelembe kell venni, hogy a keletkezési és emigrációs



1. ábra. A képződött (Q_k) és az autochton (Q_m) bitumoid mennyiségek idealizált görbéinek különbsége az elmigrált bitumoidok (Q_e) mennyiségével arányos. — (Q_m) gyors medencesüllyedés és üledékképződés esetén; - - - (Q'_m) lassú, egyenletes medencesüllyedés és üledékképződés esetén

folyamat is mélység-, időfüggő. (A szóbanforgó folyamatok természetesen még több tényezőnek is függvényei, de itt most ezek elemzésére nem térünk ki.)

A folyamatok időfüggése miatt a Pannon-medence neogén összleteinek térfogatgenetikai számításánál fontosnak tartjuk a számítás diszkrét értéke helyett a folyamatot időben és térben jellemző függvények, illetve azok analitikus alakjainak használatát. Megfelelően nagy időintervallumok esetén ugyanis a szénhidrogén keletkezési és elmigrálási folyamatok a maguk teljességében játszódhatnak le. Ilyen esetben tehát a folyamat kezdő, illetve végpontjainak diszkrét értékei megfelelően jellemezhetik az egész folyamatot (1. ábra). Abban az esetben azonban — a neogén üledékeink esetében ezzel állunk szemben — ha a keletkezési, elmigrálási folyamatok az igen gyors medencesüllyedés és feltöltődés miatt csak részben mentek végbe, akkor nem elégséges a kezdeti és végső értékek használata, mert a két érték között a folyamatot leíró függvény számos értéket vehet fel. Akkor járunk el helyesen, ha a szénhidrogén-genetikai helyzetnek megfelelően a genetikai képbe illő folyamatokat, illetve az azokat leíró függvényeket használjuk. A folyamatok függvényyszerű kezelése a folyamatok valószínűségi szintekhez kötött értékelését is lehetővé teszi. A meghatározott valószínűségi szinten kezelt folyamatfüggvények kivonása útján előállított változókhoz — pl. Q_e — rendeljük a litológiai heterogenitással súlyozott megfelelő közzétömegeket.

A térfogatgenetikai számítási módszer közvetlenül mért mennyiségek (Q_k , Q_m , C s%, H s%, H+O+S s%) és geokémiai analógiák segítségével egzaktt módon az elmigrált szénhidrogének mennyiségének becslésére képes. Az elmigrált szénhidrogének mennyiségéből az akkumulálódott szénhidrogénekre való áttérés csak szénhidrogén-földtani analógiák segítségével valósítható meg. Az akkumulálódott szénhidrogének mennyiségéből az ismert készletek levonásával adódik a prognosztikus készlet.

A térfogatgenetikai módszerű számítási eljárás a számítás e szakaszában elvi alapját veszti kvantitatív értelemben. A geokémiai módszerek (olaj-olaj, olaj-anyakőzet korreláció) a prognózis további folyamatában csak kvalitatív értelemben szerepelhetnek. A keletkezett és elmigrált részek mennyiségi becslése után a szénhidrogén-földtani, hidrogeológiai modellekre épített interpretáció jut nagyobb súlyhoz, és genetikai kritériumokra alapozott analógiák és valószínűségi számítási eljárások segítségével vihető tovább a prognózis.

IRODALOM

1. BALÁZS, Á.—I. KONCZ: Geochemische Untersuchungen der übertiefer Bohrungen. Compendium 74/75. Vorträge der 24. Haupttagen der Hamburg, 1, 84—94, 1974.
2. BALÁZS, Á.—KONCZ I.: Az üledékes kőzetek diszperz szerves anyagának vizsgálata. Földtani Kutatás, 18, 17—20, 1975.
3. BALÁZS, Á.—KONCZ I.: Az Alföld területén 1969—1976 között végzett geokémiai vizsgálatok prognózis szempontú értékelés. OGIL jelentés, OKGT Adattár, 1977.
4. DANK V.: A hazai szénhidrogén-prognózis néhány kérdése. Földtani Közlöny, 106, 457—463, 1976.

5. HOUPERT, A. H. et al: Principe et methodes de calcul des reserves d'huile et de gaz. Preprint of the Proc. of the 9th. World Petroleum Congr., London, 1975.
6. KARWEIL, J.: Die Metamorphose der Kohlen vom Standpunkt der physikalischen Chemie. Zeitschrift Deutsch. Geol. Ges., **107**, 132–139, 1956.
7. KÓKAI J.—SZALAY Á.—SZENTGYÖRGYI K.: A geokémia szerepe a földtani szénhidrogén-prognózisban. Kőolaj és Földgáz, **10**, (110), 370–376, 1977.
8. LOPATIN, N. V.: Temperatura i geologicseskaja vremja, kak faktorie ugelfikacii. Izv. SzSzSzR. Szer. Geol., **3**, 1971.
9. LOPATIN, N. V.: K opredeleniju vlijanyija temperaturüe i geologicseskovo vremeni na katageneticseszkie processzüe uglefikacii i nyeftegazoobrazovanyija. Izv. Nauka, Moszkva, p. 631, 1976.
10. MAXIMOV, S. P.: Klassifikation der Ressource von Erdöl und Erdgas und Methoden zur Einschätzung der Erdöl-Erdgashäufigkeit in der UdSSR. Zeitschrift d. angewandte Geologie, **20**, 289–298, 1974.
11. NERUCSEV, Sz. G.: Nyefteprodukcijazscie szviti i migracija nyefiti. Izv. Nyedra, 1969.
12. SOMFAI A.: A Pannon-medence magyarországi területén feltárt csapdatípusok osztályozása, a litológiai és sztratigráfiai csapdatípusok kutatásának lehetőségei. Földtani Kutatás, **19**, 11–19, 1976.
13. TÓTH J.: Geokémiai szénhidrogén-prognózis lehetőségei hazánkban. Geonómia és Bányászati, **7**, 169–178, 1974.
14. TÓTH J.: Geokémiai szénhidrogén-prognózis lehetőségei hazánkban. Földtani Kutatás, **18**, 23–35, 1975.
15. TROFIMUK, A. A.—V. Sz. VUSEMIRSZKIJ: Novüje variantü objomno-geneticseskovo metoda ocenki prognozüh zapaszov nyefiti is gaza. Geologija Nyefiti i Gaza, **5**, 1–7, 1972.
16. VASSZOEVICS, N. B.: Die Hauptphase der Erdölbildung. Zeitschrift für angewandte Geologie, **15**, 611–621, 1969.
17. VASSZOEVICS, N. B.: Proizhozsdenyije nyefiti. Vesztnik Moszkovszkovo Universziteta Geolog., **5**, 3–23, 1975.
18. VASSZOEVICS, N. B.: Pohjatje o vozraszte nyefiti v szvjazi szo sztadijosztyu processza jija obrazovanyija. Szovjetszkaja Geologija, 1976.
19. VORONOV, A. N.—V. Sz. REZNIK: Puti szoversensztvovanyija metodologicseszkih osnov prognoza nyeftegazonosztyi. Szovjetszkaja Geologija, **7**, 3–11, 1977.

ON THE QUESTIONS OF METHODOLOGY OF HYDROCARBON PROGNOSIS

By

I. KONCZ—Á. SZALAY—K. SZENTGYÖRGYI

Abstract

On the basis of similarities in geological history those regional geological provinces are distinguished within which the objects of hydrocarbon prognosis can be outlined by relying on the criteria of hydrocarbon genesis. The purpose of the prognosis is to determine the potential geological reserves in terms of qualitative and quantitative proportions.

The prognosis can be prepared on the basis of a synthesized model based upon a reconstructive approach. As far as the content is concerned, it is basically two methods, a deterministic and a stochastic one, that can be distinguished, one being based on geological analogies, the other on volumetric-genetic principles of calculation. The reliability of the volumetric-genetic method diminishes according to the order of succession of the quantitative estimates of the hydrocarbons formed, off-migrated and accumulated, while the role of the geological analogy method increases in the same order. The two methods do not exclude each other, the less so, it is even sequence of processes responsible for hydrocarbon genesis.

According to the authors' approach, the fundamental principles of the volumetric-genetic method consist in relying on the reconstruction of the formation-migration-accumulation sequence of the hydrocarbons dispersed in an autonomous basin, a reconstruction to be based on geological, genetic and fluid-dynamic considerations. Their method of calculation issues from a material balance taking into consideration the present distribution of the hydrocarbons formed. According to their opinion, the proper method for prognostic calculations is to assess the stochastic processes by functional relationships and to evaluate them with reference to probability levels.

К ВОПРОСАМ МЕТОДИКИ РАЗРАБОТКИ ПРОГНОЗОВ НЕФТИ И ГАЗА

И. КОНЦ—А. САЛАИ—К. СЕНТДЬЕРДЫ

Резюме

На основании сходных черт истории геологического развития тех или других районов можно выделить региональные геологические провинции, в пределах которых при помощи критериев генетики нефти и газа оконтуриваются объекты прогнозирования нефтегазоносности района. Задачей прогнозов является определение геологических запасов согласно их качественно-количественным соотношениям.

Прогнозы могут быть разработаны на основании синтезированной модели, составляемой реконструктивным подходом к решению проблем. Что касается содержания прогнозов, то в этом отношении можно выделить два коренно различных метода, а именно метод геологических аналогий и метод объемно-генетический, причем в отношении приемов вычислений один метод является детерминистическим, а другой стохастическим. Надежность объемно-генетического метода уменьшается по мере количественного подсчета углеводородов в очередности их образования — миграции — аккумуляции, в то время как роль метода геологических аналогий увеличивается в том же самом порядке последовательности. Два метода не исключают друг друга, более того, считается желательным их синтезирование применительно ко ряду процессов генетики скоплений нефти и газа.

Основные принципы метода объемно-генетических прогнозов согласно мнению авторов сводятся к реконструкции сплошного ряда процессов формирования — миграции — аккумуляции углеводородов, рассеянных в пределах автономного бассейна, причем такая реконструкция обосновывается геологическими, генетическими и жидкостно-динамическими соображениями. Примененный авторами метод вычислений исходит из баланса веществ, учитывающего современное распределение образовавшихся скоплений углеводородов. Они считают, что правильный метод вычисления прогнозов заключается в приближении к стохастическим процессам путем применения функций и оценке этих процессов применительно к уровням вероятностей.

A KUTATÁSI MODELLEK VÁLTOZÁSAINAK GAZDASÁGI JELENTŐSÉGE ÉS HATÁSA A SZÉNHIDROGÉN-KUTATÁSRA, AZ ÚJABB PERSPEKTÍVÁK ELŐTT ÁLLÓ ÜLLÉSI PÉLDA ALAPJÁN*

T. KOVÁCS GÁBOR

Bevezetés

A szénhidrogén-kutatások jelentőségét — a mélyföldtani megismerés mellett — a kőolaj- és földgáztelepek felfedezése adja. Amíg azonban a telepek megtalálásáig és lehatárolásáig eljutunk, hosszú utat kell megtenni. Egy új terület kutatását az adott geofizikai és földtani ismeretek összessége határozza meg. Ennek függvénye a kialakított kutatási modell. A tudományos kutatás megköveteli, hogy a mélyfúrások által szolgáltatott vizsgálati eredmények bővülésével, ha szükséges, változtassunk a programon, s azt folyamatosan építsük be a kutatási modellbe.

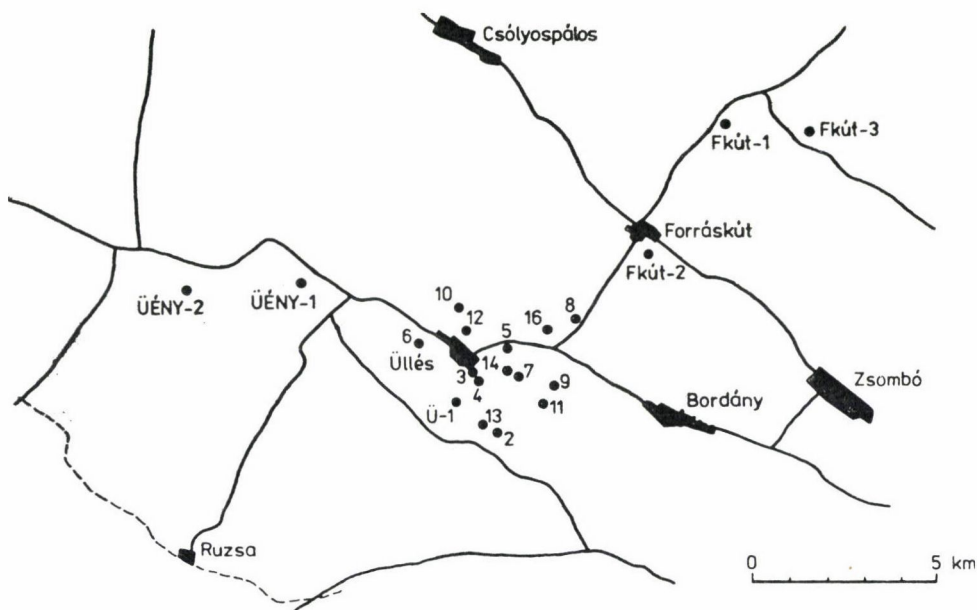
Eredményes szénhidrogén-kutatás esetén ki kell alakítani a földtani és szénhidrogén-földtani modellt. Ennek legfontosabb előfeltétele a részletes kőzettani és őslénytani vizsgálatokon alapuló földtani felépítés meghatározása, és a különböző korú képződményekben elhelyezkedő tárolókőzetek rétegtartalmának megismerése. A tudományosan előkészített kutatás meghatározó fontossággal bír gazdasági vonatkozásban is. Egy rossz helyre kitűzött fúrás hátráltatja az eredményességet és növelheti a kutatási költségeket. A helyes kutatási programra alapozott pontkitűzés viszont a szénhidrogén-mező feltárását, lehatárolását — időkiesés nélkül — a leggazdaságosabban valósíthatja meg.

Üllésen a földtani megismerés előrehaladtával a kutatási terület földtani fejlődéstörténetéről és szénhidrogén-földtani viszonyairól alkotott elképzelés többször változott. Ez kihatással volt a kutatási koncepciókra. Ma már rendelkezünk azokkal a földtani és teleptani ismeretekkel, amelyek feltétlen szükségesek a mező mélysíntjének lehatároló fázisú szénhidrogén-kutatási programjának elkészítéséhez. Ezt a kutatási modellt mutatjuk be az újabb perspektívák tükrében.

Kutatástörténeti áttekintés

Az üllési kutatási terület Csongrád megye szegedi járásában Üllés község területére esik (1. ábra). Földtanilag a Pannóniai-medence Duna—Tisza köze déli részének középső, pliocén—miocén üledékekkel kitöltött része. Szénhidro-

* Az MTA Szegedi Bizottságánál pályadíjjal jutalmazott értekezés



1. ábra. Az üllési fúrások helyszínrajza

gén-földtanilag az országos jelentőségű Szegedi-medence nyugati részén helyezkedik el.

A Dél-Alföldön a közvetett és közvetlen kutatási módszerekkel már több mint egy évtizede igazolódott, hogy a terület földtani múltja lehetővé tette a szénhidrogének képződését és felhalmozódását. A földtani szerkezetek kimutatása céljából kezdődtek meg itt is a szeizmikus mérések. Az 1959–1961 évek között végzett hagyományos szeizmikus mérések Üllés község területén, a pannonfekű szintjében — és magasabb szintekben is — jól záródó szerkezeti indikációt mutattak. Ezek a mérések adták az 1962-ben meginduló fúrásos kutatás alapját. Az 1962 nyarán lemélyített első, Ü-1 jelű fúrást a szeizmikus szerkezet maximumára telepítették. A fúrás 2273 m-ben, torton korú rétegekben fejeződött be. A rétegvizsgálatok során a torton konglomerátumból kevés dugattyúzható olajat, az egyik felsőpannon homokkőből pedig ipari értékű olajbeáramlást kaptak. A kutatást a szeizmikus szerkezetre telepített fúrásokkal folytatták. A 7 db kutatófúrás lemélyítése után nyilvánvalóvá vált, hogy a területen két perspektivikus produktív szinttáj található. Egyik a felsőpannon homokkövekben, a másik a torton homokkő-konglomerátumban helyezkedik el. A továbbiakban a fúrásos kutatást gazdasági okok miatt szétválasztották, áttértek a kétszintes kutatásra. A mélyfúrások mellett a felsőpannon olaj- és gáztároló homokkőlelencsék kutatását az Üllés–Felső jelű, 1400 m-ig hatoló fúrásokkal folytatták. A két szint vertikális elterjedésben nem került egymással fedésbe, mivel a felső szintű telepek a Ny-i részen helyezkednek el.

Az 1962-ben megindult fúrásos kutatás 1965-ig folyamatosan tartott. Ez alatt lemélyült 14 db Üllés – Felső szintű és 11 db mélyszintű fúrás. A mélyfúrások kitűzése 4 ütemben zajlott le. Miután ismeretessé vált, hogy a szeizmi kus térkép adatai a tényleges torton felszint nem tükrözik (3. és 4. sz. fúrás szárnyhelyzetben magasabban jött be), a továbbiakban a miocéntető rétegvonalas térképét használták a tároló magkutatását célzó tervezéshez. A mélyszintben jelentkező túlnyomás műszakilag sok nehézséget okozott. A 3. és 4. sz. kúton olaj- és gázkitörés következett be, mindkét fúrás megsemmisült. A mélyfúrások egyike sem érte el az alaphegységet. A mélyszintből csak a 7. sz. fúrást tudták gáztermelésre kiképezni. Az 5. sz. fúrás magas szerkezeti helyzetben, egy alsópannon homokkőből ipari mennyiségű gázt adott, amit azóta le is termeltek. Az Üllés – Felső szintekben 8 db olaj- és gáztelep alakult ki. Ezek között van a gázsapkás olajtelep, oldott gázos olajtelep és gáztelep. A felső szintű olaj- és gázlencsék letermelésére – a nagymértékű homokbetermelés miatt – eddig mindössze az 1. sz. kútban került sor. Az itteni olaj fokozatosan elvizesedett, s ma már a termeltetést is beszüntették.

A 7. sz. kúton a gáztermelést 1966 májusában kezdték, s a rétegnyomás – a folyamatos termeltetés ellenére – napjainkig számottevően nem csökkent (1964-ben 322 att, 1975-ben 309,4 att). Az 1975-ben készült átértékelés azt mutatta, hogy újból szükséges a torton tároló horizontális és vertikális lehatárolása, a telep etázmagasságának meghatározása, a volumetrikus és anyagmérleges vagyonebecslés közötti jelentős eltérés okának tisztázása és a teleptani összefüggések felderítése. A kutatási terv alapján 1976-ban (a keleti részen) további 4 mélyfúrásra került sor (11., 13., 14. és 16. sz. fúrás). A 16. sz. fúrás elsőként harántolta át a miocént, az alatta levő középsőtriász dolomitot, az alsótriász kvarchomokkő és agyagpala rétegeket, s érte el a karbon korú metamorfbitreccsát. Mind a 4 fúrás produktívnak bizonyult. Az elvégzett rétegvizsgálatok messzemenően igazolták az előfordulás átértékelésének időszerűségét, és indokolják a kutatás folytatásának szükségességét. Ugyanis mind a torton alsóbb szakasza, mind a középsőtriász dolomit ipari mennyiségű földgázbeáramlást adott.

Az új földtani és szénhidrogén-földtani modellre épített továbbkutatást 1978. évben folytatjuk.

Földtani modellek változásai

a. 1. sz. földtani modell (1965)

A terület földtani felépítéséről 1962-ben gyakorlatilag semmilyen adattal nem rendelkezünk. A legközelebbi földtani adatunk a 20 km-re lévő pusztamérgesi fúrásokból származik. Itt a vékony pannon rétegek alatt szarmata üledék található. Az alaphegységet alsókréta korú, sötétszürke mészkövek alkotják.

A szeizmikus maximumra kitűzött fúrásoknak tehát tisztázni kellett a Pusztamérgestől keletre lezökkent medencealjzat és medenceüledékek földtani felépítését, szerkezetét, az előforduló képződmények szerepét, vastagságváltozásait, szénhidrogén-földtani viszonyait és az esetleges kréta — paleogén flis képződmények kifejlődését. Nyilvánvaló volt, hogy itt is csak ilyen adatok birtokában beszélhetünk tudományosan megalapozott szénhidrogén-kutatásról.

A terület földtani viszonyai a fúrások számának növekedésével fokozatosan alakultak ki, s a 7 db fúrás lemélyítése után, 1965-ig, már új földtani eredmény alig született. A modell tükrözi a hiányos mélyföldtani ismeretekre és téves értelmezésekre épülő bizonytalanságokat.

A *pliocén levantei és pannon üledékek képviselik*. Az alsópannon alján mészmárga található. *A harmadidőszaki üledékképződés a középsőmiocénben indult meg*. A Globigerinákban dús torton korú rétegeket agyagmárga, márga, aleurit, homokkő és konglomerátum alkotja, a pélites rétegek túlsúlyával. Az összletre jellemző a rétegek szeszélyes váltakozása. Egyes fúrásokban (pl. a 6. és 8. sz. fúrásban) tufa- és tufitesikok is előfordulnak.

A *szarmata képződmények* csak a 10. sz. fúrásban találhatóak. Itt az agyagmárga és mészmárga rétegekre a rotaliás — nonionos szintbeli foraminiferák jellemzők.

A tortonai rétegek alatt a paleogén (vagy idősebb) durvatörmelékes összletét érték el (2., 7., 9. és 12. sz. fúrás). Egy fúrásban sem harántolták át. Ez a flis jellegű konglomerátum, ill. breccsa durvaszemű, osztályozatlan, helyenként agyagbetelepüléseket tartalmaz. Benne ősmaradványt nem találtak. A túlnyomórészt szögletes kavicsok anyaga: fehér kvarcit, szürke dolomit, mészkő, csillámpala és vörös kvarchomokkő. Itt meg kell jegyezni, hogy BALLA K. (1965) már rétegtani alapon felveti a durvatörmelékes összlet tortonba való sorolásának lehetőségét, s azt a torton idősebb részének tekinti.

b. Dél-alföldi újabb földtani eredmények (1965—1975)

Az üllési földtani eredmények dél-alföldi keretbe való beillesztését a szomszédos területek kutatásai nagymértékben elősegítették, ezért vázlatosan ezekről is beszámolunk.

Az újabb szeizmikus szerkezeteken az intenzív szénhidrogén-kutatás tovább folytatódott. Fokozatosan ismertük meg a Dél-Alföld földtani felépítését, közben igen jelentős olaj- és gázmezőket tártunk fel.

Csikéria—Pusztamérges—Öttömös vonalában húzódik (ÉK—DNy-i irányban) egy nagyszerkezeti vonal, ami a Dél-Alföldet egy K-i és egy Ny-i részre osztja (T. KOVÁCS G. 1977). Ny-ra a Mecsek és Villányi-hegység hézagos triász—jura—kréta üledékei fejlődtek ki, míg K-en a kristályos alaphegységre (foltokban) az alsó- és középsőtriász üledékei települnek. A triász meglétét először a szegedi fúrások igazolták (Sze-1. sz. fúrás, 1971). Az alsótriázon belül

megkülönböztethetünk egy idősebb homokköves (szeizi emelet), és egy fiatalabb dolomitmárgás (kampili emelet) tagozatot. A középsőtriászt kizárólag sötét színű, összetört dolomitok képviselik. Az anizuszi emeletbe való besorolásukat a kampili rétegekből való fokozatos kifejlődése indokolja.

Az alaphegységre (Algyőn, Ásotthalmon és Kelebián metamorf, Kelebia D-en vulkáni, permi kvarcporfir, Szegeden triász) transzgressziós jellegű, durvatörmelékes összlet települ, mely fokozatosan sekélytengeri fáciesbe megy át. Az újabb vizsgálatok szerint (BALOGH K. 1973; szegedi és T. KOVÁCS G. 1973, 1975; dél-alföldi) *a torton üledékképződés polimikt alapkonglomerátuma, ill. alapbreccsája és a fiatalabb sekélytengeri agyagmárga — aleurit, homokkő és konglomerátum váltakozásából álló fácies* egy üledékképződési ciklusnak tekintendő, s az előkerült Foraminiferák alapján egyértelműen az alsótorton képviselik.

Az üllési torton pontos rétegtani beosztása már 1973-ban megvalósult. Az alapbreccsára települő összlet a sekélytengeri faciést képviseli, és a *Globigerina*, *Bolivina* és a *Candorbulina* fajok alapján az alsótortonba sorolandó. A korábbi paleogén durvatörmelékes összlet transzgressziós torton alapbreccsának tekintendő, s a sekélytengeri összlettel egy üledékképződési ciklust alkot.

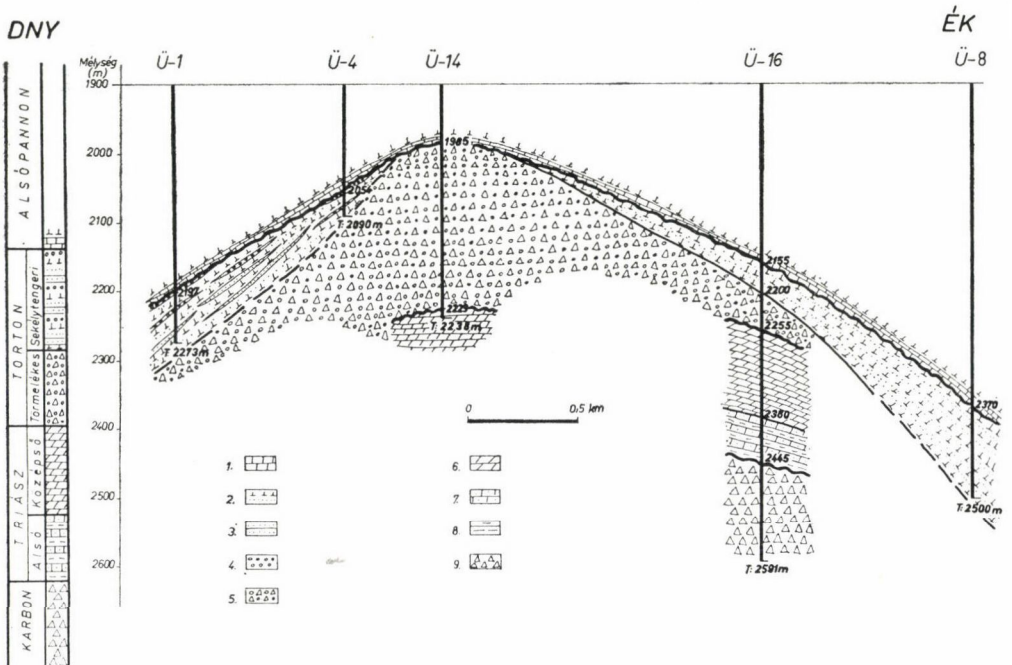
A torton üledékek a kelebiai és az ásotthalmi terület kivételével mindennütt megtalálhatók. A Dél-Alföldön a szarmatának csak az alsó (elphidiumos — miliolinás) szintje mutatható ki, viszont Üllésen a felső szint (rotaliás — nonionos) is jelentkezik, a pannóniai rétegekbe való fokozatos átmenettel. A szarmatát transzgressziós, partmenti kor glomerátum, homokkő, mészkő és mészmárga alkotja. Ezeket az üledékeket Ásotthalmon, Kelebián, Algyőn, Pusztamérgesen és Öttömösön tártuk fel.

A területen a pannon transzgresszió fokozatosan tért hódít. Kialakul a Pannon-beltenger, melyben megkezdődik az üledékképződés. Az üledékek kifejlődése azonos az Alföldön megismert pannonéval, eltérés csak az alapkonglomerátum hiányában jut kifejezésre. A Tisza vonalától Ny-ra a konglomerátum helyett a márga — mészmárga faciés fejlődött ki. A csoportosan elhelyezkedő alsópannon homokkövek itt is jól azonosíthatók, s szárnyhelyzetben kikelődő jellegűek.

c. 2. sz. földtani modell (1977)

Az 1976-ban lemélyült fúrások tervezése az 1965. évi ismeretekre épült, s nem vette figyelembe a szomszédos területek újabb földtani eredményeit, tehát a kutatási program földtani modellje nem változott. A tortonai összlet sekélytengeri és durvatörmelékes faciésre való bontása nem történt meg. A program a durvatörmelékes összlet paleogén flisbe való besorolása helyett csupán kérdéses miocénról beszél.

Az újabb fúrások jelentős földtani adatokkal egészítették ki ismereteinket. A földtani felépítés modellje azonos a szegedivel.



2. ábra. Az üllési szerkezet földtani szelvénye. Szerkesztette: T. KOVÁCS GÁBOR (1977). 1. Alsópannon mészmárga; 2. torton agyagmárga, aleurit; 3. torton homokkő; 4. torton konglomerátum; 5. torton alapkonglomerátum és -breccsa; 6. triász dolomit; 7. triász kvarchomokkő; 8. triász kvarchomokkő; 9. karbon metamorfittbreccsa

Üllésen a durvatörmelékes fácies polimikt alapkonglomerátumában, illetve breccsájában tufacsíkok is kimutathatók, pl. a 16. sz. fúrásban a bontott andezittufa. Az egyes szakaszok erősen aleuritosak, pl. a 14. sz. fúrás 2100–2160 m közötti része. Itt a breccsában (a 2138–2144 m közt végzett magfúrás szerint) aleuritos homokkő és kavicsos aleurit is található.

A törmelékes összlet alatt (14. és 16. sz. fúrásban feltárva) a középsőtriász sötétszürke, összetört breccsásodott dolomitja helyezkedik el (2. ábra). Az alsótriászt vörös és zöld színű kvarchomokkő és aleurolitpala építi fel. A karbonat szürke szericites csillámpala- és csillámkvarcit-breccsa alkotja.

Az üllési szerkezet ÉK-i folytatásában, a mélyebb szerkezeti helyzetű röglépcsőn, Forráskúton is folytattuk a kutatást. 1976-ban lemélyült a 2. és 3. sz. fúrás (1. ábra). Itt is az üllési földtani viszonyokat ismertük meg. A kristályos alaphegységre az alsótriász tarka kvarchomokkőve és agyagpalája, majd a középsőtriász breccsásodott dolomitja települ.

Az üllési és forráskúti triász összefüggő, lapos pikkelyt, esetleg takarót alkothat a prekambriumi kristályospala fölött, s vékony ÉK–DNY-i irányú sávban helyezkedik el.

A további kutatáshoz szükséges földtani modell kialakult, s véglegesnek tekinthető. Nagyon lényeges a torton képződmények szétválasztása egy se-

kélytengeri és egy durvatörmelékes fáciesre. Ez meghatározója a szénhidrogén-földtani viszonyok helyes értelmezésének is. Az üllési terület 2. sz. földtani modellje a következő:

Holocén — pleisztocén

80 m Agyag és homok váltakozása, édesvízi mészkőbetelepülésekkel.

Felsőpliocén

400 m Mészkonkréciós agyag, kavics és homok.

Felsőpannon

900 m Agyag, meszes agyag és homok, alsó szakaszán agyagmárga, aleurit és laza homokkő sűrű váltakozása, helyenként lignitesíkokkal.

Alsópannon

750 m Agyagmárga és aleurit, felső szakaszában sok homokkő-betelepüléssel. Az alsó szakaszon az agyagmárga márgában, majd mészmárgába megy át.

Felsőszarmata

5 m Agyagmárga és mészmárga.

Alsótorton sekélytengeri fácies

0—250 m Zömmel agyagmárga és aleurit, s ritkán márga és mészmárga alkotja, változó kifejlődésben homokkő és finomszemű konglomerátum is jelentkezik. A szerkezet tetején a homokkő és konglomerátum dominál. A tufa- és tufitesíkok is előfordulnak.

Alsótorton törmelékes fácies (alapbreccsa)

Max. 240 m Durvaszemű, polimikt konglomerátum, illetve breccsa alkotja. Egyes szakaszai agyagosak, betelepülésként agyag, aleurit, kavicsos aleurit, homokkő és tufa is előfordul.

Középsőtriász (anizuszi)

125 m Összetört, breccsásodott dolomit.

Alsótriász (szeizi — kampili)

65 m Tarka kvarchomokkő és agyagpala.

Karbon

Szürke metamorfítbreccsa.

Szénhidrogén-földtani modellek változásai

a. 1. sz. szénhidrogén-földtani modell (1965)

A mélyföldtani megismeréssel párhuzamosan változott a szénhidrogén-földtani modell is. A teleptani modell is tükrözi azokat a bizonytalanságokat, amelyek a mélyföldtani értékelésekben jelentkeztek. Ezt bonyolította még az ellentmondásos rétegvizsgálati eredmények megoldatlansága. Elsőként az 1965-ben feltételezett modellt mutatjuk be, mely — mint látjuk — az új eredmények és vizsgálatok alapján lényegesen megváltozott.

Három tároló szinttáj ismeretes

- a. Felsőpannon gáz- és olajtelepek (8 telep)
- b. Alsópannon gáztelep (1 telep)
- c. Mélyszínti gáztelep (halmaztelep)

A továbbiakban csak a mélyszínti gáztelep értékelésével foglalkozunk; a pannon-telepek szénhidrogén-földtani viszonyainak értelmezése már első alkalommal megoldódott, s a telepek feltárása, lehatárolása 1965-ben sikeresen befejeződött.

Az AKÜ 1966-os „Az üllési terület kőolajföldtani áttekintése” c. munkájában, az ellentmondó rétegvizsgálati eredmények miatt, a produktív zóna határát csak a 3., 4. és 7. sz. fúrások által határolt ellipszis alakú területre helyezte. Olajtestet nem tételezett fel. Ekkor még a miocén vastagsága nem ismert. A modell szerint a miocén az alatta levő paleogénnel együtt egyetlen tárolót képez, s halmaztelepet alkot.

b. Miocénen belüli rétegvizsgálati eredmények (1962–1965)

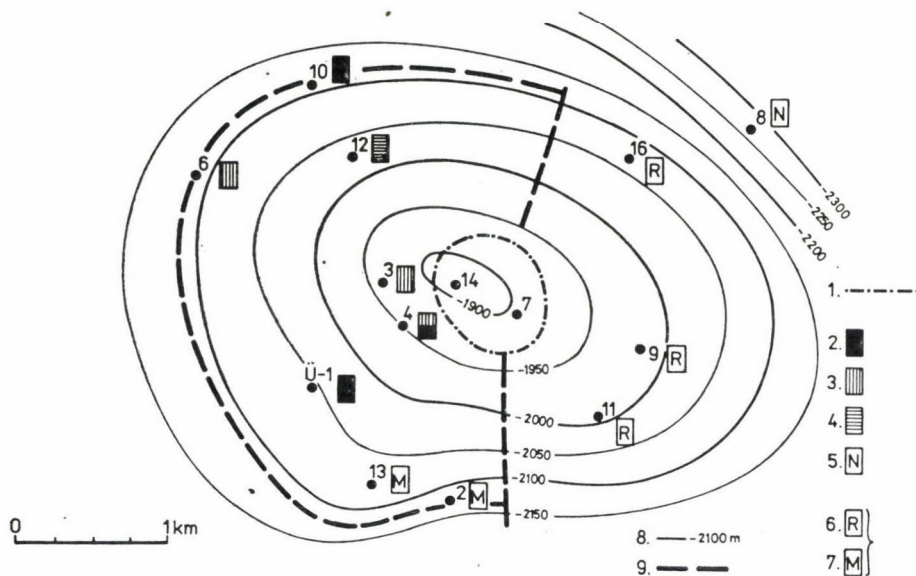
1. Biztosan produktív területen:

- Ü– 3: Kitérés közben földgázt és homokos vizet termelt (2050–2066 m).
- Ü– 4: Kitérés közben földgázt, majd kőolajt, végül homokos, gázos, olajos vizet termelt (2054–2090 m).
- Ü– 7: Az egyetlen termelőkúttá kiképzett gázkút. Földgázt és párlatot termel (2009–2016,5 m).

2. Az improduktívnak vélt területeken:

- Ü– 1: Mély szárnyhelyzetből szakaszos olajtermelést produkált (2197–2201 m).
- Ü– 6: Kevés földgázt adott (2210–2300 m).
- Ü– 9: Gázbeáramlás volt (az olaj felszíni szennyeződés lehetett!) (2135–2175 m).
- Ü–10: Legmélyebb helyzetből kevés kőolajbeáramlás volt (2197,6–2236 m).
- Ü–12: Az Ü–10-nél magasabb szerkezeti helyzetből sósvíz-beáramlást adott (2186–2220,5 m).

A felsorolásból látható, hogy az ellentmondásos rétegvizsgálati eredmények, a különböző rétegtartalmak (mélyebb szintből olaj, magasabb helyzetből víz) a teleptani modellel nem egyeztethetők össze. Ezt az ellentmondást erősítette az is, hogy a kőolajok jellege eltérő. Az Ü–1, és Ü–10. sz. fúrások kőolaja intermedier, a felsőpannon szinteké pedig paraffin jellegű. A modell ellenőrzését indokolta továbbá az a körülmény is, hogy az Ü–7. sz. kúton a telep nyomása gyakorlatilag nem változott, noha a kezdeti, számított földgázvagyion letermelése megtörtént.



4. ábra. A torton sekélytengeri összlet szénhidrogén-földtani térképe. Szerkesztette: T. KOVÁCS GÁBOR (1977). 1. törmelékes összlet határa; 2. olajbeáramlás; 3. gázbeáramlás; 4. vízbeáramlás; 5. nincs beáramlás; 6. rossz kőzettani kifejlődés miatt nincs vizsgálva; 7. műszaki baleset miatt nincs vizsgálva; 8. sekélytengeri összlet tetőtérképének szintvonalai; 9. produktív terület határa

jellemzi, s mégis egységes teleptani rendszert alkot. A 3. ábra mutatja be a törmelékes összlet szénhidrogén-földtani térképét, a rétegtartalmat és a várható produktív terület kiterjedését.

Az alsótorton sekélytengeri összlet jól záró agyagmárgával települ az alapbreccsára, tehát nem alkot vele egységes hidrodinamikai rendszert. Az agyagmarga, márga, mészmárga és aleurit rétegek között vékony, szabálytalan elrendezésű homokkő és konglomerátum lencsék települnek. Ezek különálló teleptani rendszert alkotva telítődtek szénhidrogénnel. Ezek a lencsék a szerkezeti helyzetüktől függően, tárolónként más és más fázishatárral tartalmazzák a kisebb olaj- és gáztelepeket. A sekélytengeri összlet szénhidrogén-földtani térképe (4. ábra) mutatja be a telepek rétegtartalmát és területi kiterjedését. Ezek a mező Ny-i részén fejlődtek ki, a K-i részen ugyanis tároló homokkő és konglomerátum alig található. A telepek vertikális elhelyezkedésének elvi vázlatát az 5. ábrán láthatjuk. A telepek számát, kiterjedését nem ismerjük, de jelenlegi feltártságuk ezt nem is teszi lehetővé.

A rétegvizsgálati ellentmondások feloldása ezzel a modellel teljes egészében megoldást nyer. Ugyanis a torton rétegek felbontása alapján kigyűjtött rétegvizsgálati eredmények egyértelműen igazolják, hogy a lencsés kifejlődésű telepek fázishatárváltozása természetes. A torton sekélytengeri összletben vizs-

gált (homokkő és konglomerátum) tárolók rétegvizsgálati eredményeinek telep-tani elemzése azt mutatja, hogy az Ű—3. és Ű—4. sz. kutak kitörése (gáz mellett olaj is volt) nem a törmelékes összletből, hanem egy sekélytengeri, kisebb gáz- és olajtelepből következett be. A torton törmelékes összletben végzett rétegvizsgálatok eredményei azt bizonyítják, hogy egyes szakaszokból — a gyenge átteresztőképesség miatt — nincs beáramlás, más esetekben csak gáznymokat észleltek. A vízbeáramlás hiánya azonban feltételezi az összefüggő telep-tani rendszert. A vizsgálatokra hatással volt a rétegmegnyitás nem megfelelő hatékonysága is. A műszaki problémák egyes esetekben nem tették lehetővé a rétegvizsgálatok megfelelő lefolytatását, pl. az Ű—9. sz. fúrásban.

A telepek értelmezése után egyértelműnek látszik az olaj keletkezésének eltérő jellege. A torton sekélytengeri rétegekben tárolt olaj intermedier jellegű, s valószínűen miocén keletkezésű. A felsőpannon rétegekben tárolt olaj paraffin típusú s pannon keletkezésű.

A fentiekből megállapítható, hogy a miocénen belül egységes tárolóról, halmaztelepről nem beszélhetünk.

Az Ű—13. és az Ű—16. sz. fúrásban a torton törmelékes összlet fekjében középsőtriász breccsásodott dolomit található. A dolomit alsó szakaszában (Ű—16. sz. fúrás) végzett rétegvizsgálat ipari mennyiségű földgázt és párlat-beáramlást adott. Az értékelés szerint a dolomit teljes vastagságában (2255—2380 m) gáztároló. A torton törmelékes összlete és a középsőtriász breccsásodott dolomit egységes tárolórendszert, halmaztelepet alkot.

Az alsótriász összetört kvarchomokkőve (Ű—16. sz. fúrás) két szakaszban vizsgálva nem adott beáramlást. Itt meg kell jegyezni, a szegedi azonos képződmény egyes szakaszai olajbeáramlást adtak. Éppen ezért az alsótriászt is a továbbiakban reményteljes összletnek kell tekinteni.

Az alsótriász karbon korú metamorfithreccsára települ. Az Ű—16. sz. fúrás nyitott szakaszának (2445—2591 m) vizsgálatát nem lehet egyértelműen értékelni. A sós víz mellett jelentkező párlat és kevés földgáz azt sejteti, hogy a breccsa felső szakasza még földgázt tárolhat. Egyelőre nem lehet azt sem eldönteni, hogy a gázttest összefüggésben van-e a torton, illetve középsőtriász tárolóval, s megvan-e az olajtest? Mindenesetre a legnagyobb valószínűséggel számolni kell azzal a lehetőséggel, hogy a torton alapbreccsa, a triász dolomit és kvarchomokkő, a karbon breccsa felső része egységes tárolórendszert alkot.

Az 5. ábrán az elvi szénhidrogén-földtani modell látható, a tényleges és várható rétegtartalmi oszlopokkal. A jelenlegi ismereteink szerint a gáztelep vertikális kiterjedése igen nagy (1985 m-től 2460 m-ig, esetleg 2500 m-ig tart-hat), s ez azt mutatja, hogy több milliárd m³ gáznövekedéssel kell számolni. A feltárandó kőolaj a földgáznál jóval szerényebb mennyiséggel szerepel, de ipari jelentősége így is igen nagy. A produktív telepek 2000—2200 m között találhatók.

d. 2. sz. szénhidrogén-földtani modell (1977)

Négy tároló szinttáj ismeretes

- a) felsőpannon gáz- és olajtelepek
- b) alsópannon gáztelep
- c) alsótorton sekélytengeri olaj- és gáztelepek
- d) mélyszinti gáztelep (alsótorton törmelékes összlet, triász breccsásodott dolomit, esetleg kvarchomokkő, karbon korú metamorfibreccsa felső szakasza), halmaztelep.

A tárolókőzetek litológiaiag eltérő kőzetekből épülnek fel, melyek nemcsak kifejlődésben, de korban is különbözőek. A tárolókőzetek a következők:

1. *Karbon korú metamorfibreccsa*

Szericites csillámpala és csillámkvarcit alkotja. A max. 10 cm nagyságú paladarabokat saját anyagú törmelék cementezi össze. Elsődleges porozitásuk nincs meghatározva. Fontos tárolókőzet lehet.

2. *Alsótriász kvarchomokkő és agyagpala*

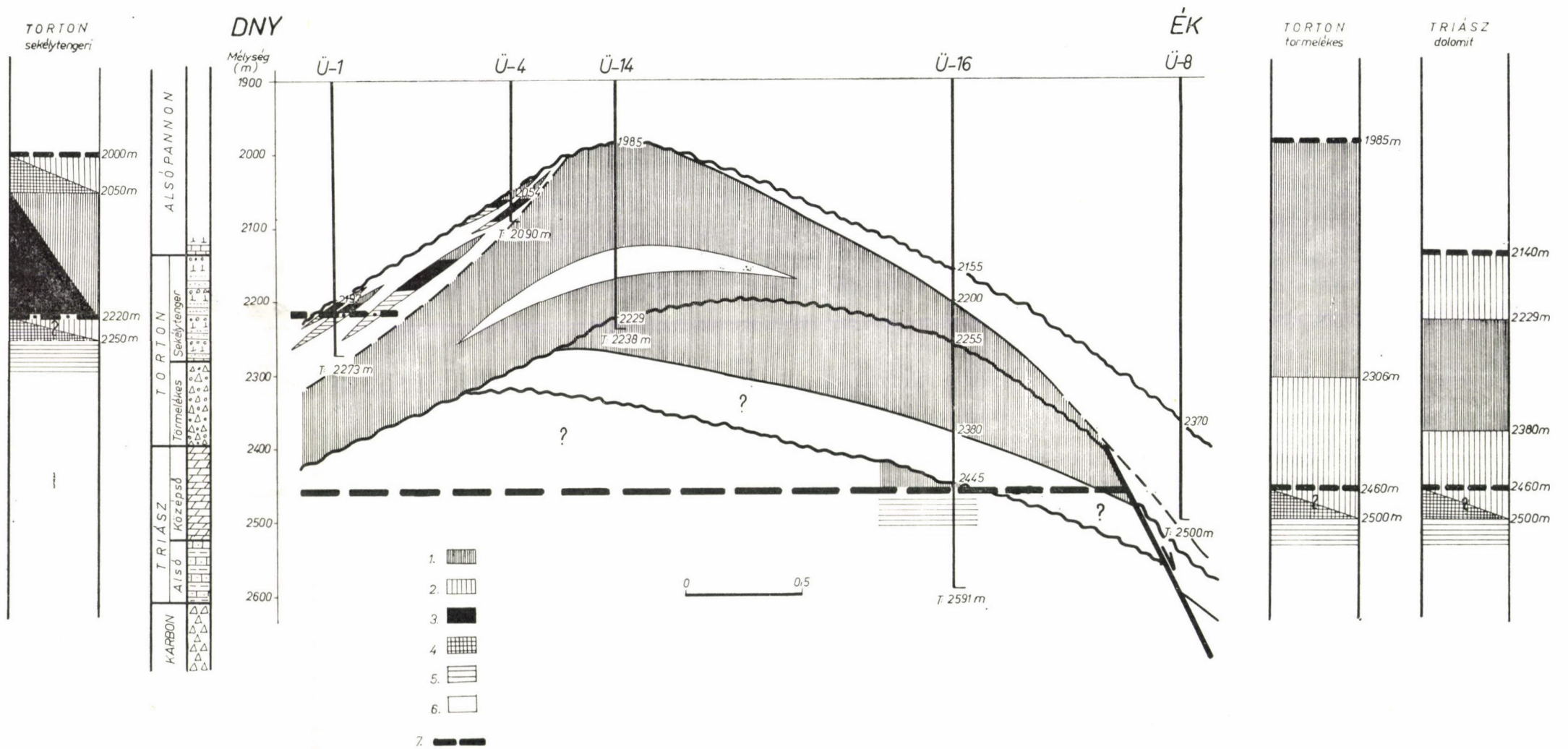
Elsődleges porozitásuk igen kicsi lehet (a szegedi területen is tapasztalható), ezért tárolóképességüket összetöredezetttségük mértéke határozza meg. Az Ű—16. sz. fúrásban nem adott beáramlást, más területrészen azonban pozitívan kell értékelní.

3. *Középsőtriász breccsásodott dolomit*

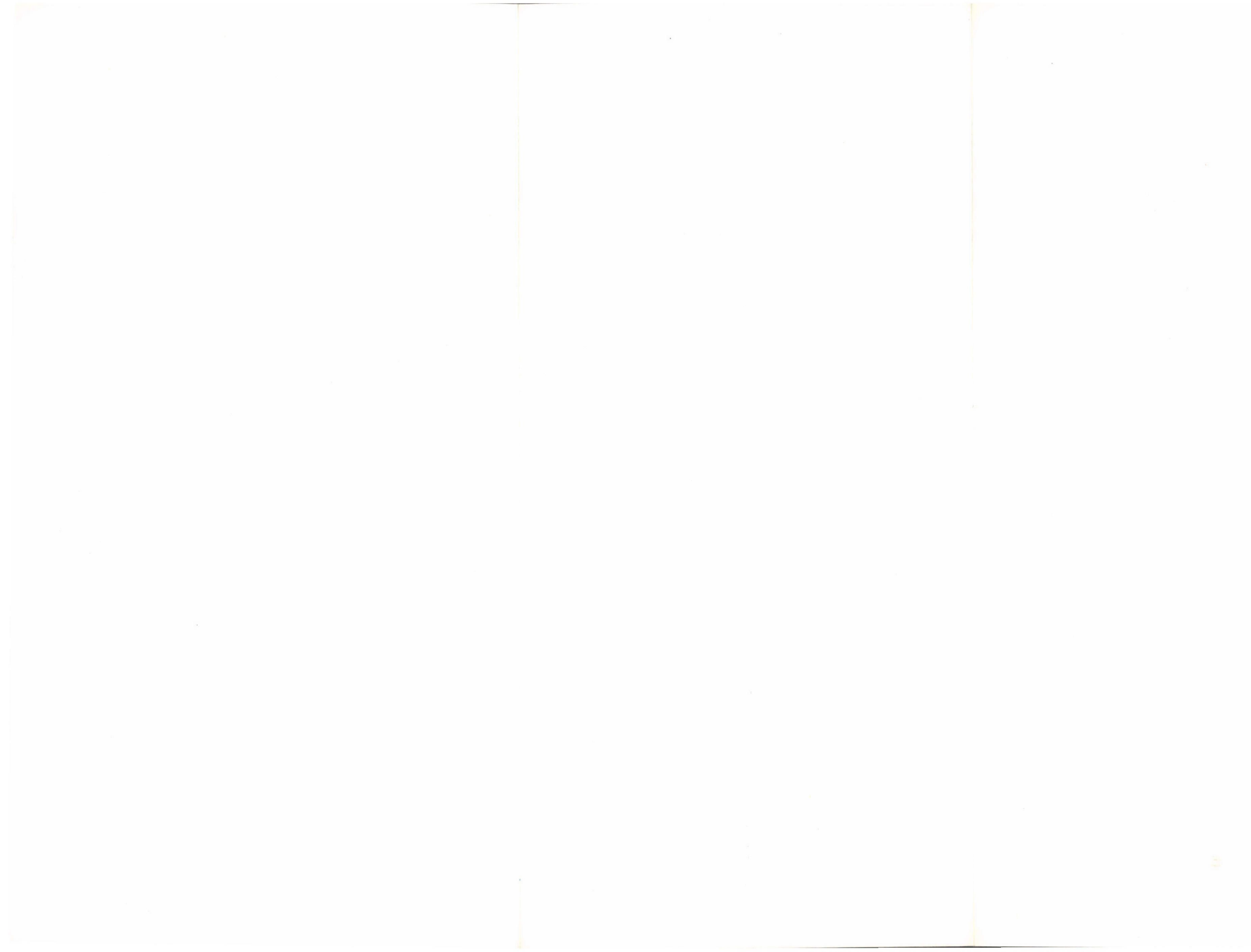
Elsődleges porozitása gyakorlatilag nulla, ezért csak összetört, breccsásodott állapotban tárolhat földgázt. A területen a breccsásodás nagymérvű, ezért tekintjük az egyik legfontosabb és legjobb tárolókőzetnek.

4. *Alsótorton alapkonglomerátum és -breccsa*

Transzgressziós képződésű, polimikt, általában durvaszemű tárolókőzet. Heterogenitása nagyon változó. A porozitást és permeabilitást meghatározza a finomabb kőzetfrakció (aleurit, agyag és agyagmárga) kötőanyagban vagy betelepülésként való megjelenése. Ez egyes szakaszokban lerontja a tárolóképességet, ezért az alpbreccsa csak második legjobb tárolókőzetként jöhet számításba. Jelentőségét emeli viszont nagy területi kiterjedése és nagy vastagsága.



5. ábra. Elvi szénhidrogén-földtani modell — rétegtartalmi oszlopok Szerkesztette: T. Kovács GÁBOR (1977). 1. Igazolt gáz; 2. várható gáz; 3. igazolt olaj; 4. várható olaj; 5. víz; 6. impermeábilis képződmény; 7. feltételezett fázishatár



5. Alsótorton sekélytengeri homokkő és konglomerátum

Igen fontos tárolóközet, viszont kis kiterjedésben jelentkezik, ezért szerepe harmadlagos. A konglomerátum finomszemű, a homokkő közép- és durvaszemű. Agyagmárgába, mészmárgába és aleuritba lencsék formájában települ. Megfelelő szerkezeti helyzetben kőolajat és földgázt tárol.

A pannon tárolóközetek jellemzésével nem kívánunk foglalkozni.

A mélyszinti tárolót morfológiailag kialakult halmaztelepnek tekintjük. A csapdaképző kőzete az also-pannóniai mészmárga és az alsótorton agyagmárga. A csapda szénhidrogénnel való feltöltődése már az alsótortonban megkezdődhetett. A migráció valószínűen É-i és K-i irányból történt. Az anyagközettel kapcsolatos kérdések kevésbé tanulmányozottak.

A sekélytengeri telepek vonatkozásában csak É-i irányból való feltöltődést tételezünk fel. Ezeknek a telepeknek az anyagközete szintén torton korú üledék lehetett. A miocén anyagkozetre jellemző intermedier típusú olaj azt mutatja, hogy a csapdák feltöltődése már a miocénben befejeződött. Itt nem szabad elfelejteni azt, hogy a területen a pannon előtt erőteljes lepusztulás volt, s a torton felső szakasza teljes egészében (a kialakult szénhidrogén-telepek egy részével együtt) megsemmisült.

További kutatási feladatok — ajánlások

Az eddigi eredmények igazolták az előfordulás át- és újraértékelésének időszerűségét, és egyúttal indokolják a kutatás folytatásának szükségességét.

A továbbkutatásnak tehát kettős feladatot kell teljesítenie. A legfontosabb földtani cél az alapkonglomerátum, a dolomit, a kvarchomokkő és a metamorfitebreccsa elterjedésének és vastagsági viszonyainak tisztázása, a prekambriumi kristályos kőzetek megismerése és a terület szerkezeti viszonyainak meghatározása. A tervezett fúrásoknak feleletet kell adni a torton sekélytengeri fácies teleptani kifejlődésére, az itteni kőolaj- és földgáztelepek lehatárolására s a rétegtani viszonyokra. A legfontosabb szénhidrogén-földtani feladat a mélyszinti halmaztelep vertikális és horizontális lehatárolása, a fázishatárok pontosítása, a tárolók beáramlási viszonyainak tisztázása rétegvizsgálatokkal és a magfúrásokkal felszínre került durvatörmelékes tárolóközetek áteresztőképességének közfizikai vizsgálatokkal való meghatározása.

Mindez elég nehéz feladatnak látszik, hiszen a mélyföldtani viszonyokat még csak egy fúrásból ismerjük. A fúrásos kutatást tulajdonképpen újból kell kezdeni.

A feladatot 2800–3000 m-es fúrásokkal kell megoldani. A földtani cél minden esetben a kristályos alaphegység 50–100 m-es feltárása. A vízfázis pontosítása után ez a feltártsági mélység növekedhet, esetleg csökkenhet. Nem

engedhető meg azonban a fúrások befejezése (magas vízfázis esetén sem) alsó-triász képződményekben.

A fúrások számának csökkentése a kitűzött célt, a telepek feltárását, lehatárolását nem érintheti, hiszen egy népgazdaságilag jelentős gázmező és a kisebb olajtelepek termelésbe állítása elsődleges fontosságú.

IRODALOM

1. BALLA K.: Az üllési kutatási terület mélyföldtani ismertetése. Föld. Közl., **95**, 190–197, 1965.
2. BALOGH K.: A dél-alföldi neogén transzgressziós rétegsorok üledékjegyei. Föld. Közl., **103**, 251–269, 1973.
3. DANK V.: A dél-alföldi kőolaj- és földgázkutatások története, eredményei és kilátásai. Bányászati Lapok, **97**, 775–788, 1964.
4. DANK V.: Kőolaj- és földgázkutatásunk 1965. évi eredményei, 1966. évi tervei. Földtani Kutatás, **9**, 1, 2–7, 1966a.
5. DANK V.: Szeged környéki szénhidrogén-kutatások. Bányászati Lapok, **99**, 122–132, 1966b.
6. DANK V.: A hazai szénhidrogén-kutatások eredményei és feladatai. Föld. Közl., **98**, 3–16, 1968.
7. DANK V.: Szénhidrogének genetikája, migrációja, felhalmozódása. Földtani Kutatás, **13**, 1, 1–5, 1970.
8. DANK V.: A Magyarhoni Földtani Társulat és a kőolajipar. Földt. Közl., **104**, 190–199, 1974.
9. DANK V.: A magyarországi szénhidrogén-földtani kutatás értékelése és perspektívái. Földtani Kutatás, **19**, 4, 3–10, 1976.
10. KERTAI GY.: A magyarországi földgáztelepek kialakulásáról és továbbkutatásuk alapelveiről. Földt. Közl., **92**, 274–279, 1962.
11. T. KOVÁCS G.: A Duna–Tisza köze déli részének földtani fejlődéstörténete. Doktori disszertáció. Szeged, 1973
12. T. KOVÁCS G.: A Duna–Tisza köze déli részének miocén képződményei. Földt. Közl., **105**, 220–236, 1975.
13. T. KOVÁCS G.: A Szeged alatti szénhidrogén-kutatás geofizikai-geológiai lehetőségei, problémái és eredményei. Kőolaj és Földgáz, **109**, 193–197, 1976.
14. T. KOVÁCS G.: A Dél-Alföld mezozoikum. Földt. Közl., **107**, 150–167, 1977.
15. KÖRÖSSY L.: A Nagy Magyar Alföld flis jellegű képződményei. Földt. Közl., **89**, 115–124, 1959.
16. KÖRÖSSY L.: Magyarország medenceterületeinek összehasonlító földtani szerkezete. Földt. Közl., **93**, 153–172, 1963.
17. KÖRÖSSY L.: Magyar kőolaj- és földgáz-előfordulások törvényszerűsége. Bányászati Lapok, **98**, 115–126, 1964.
18. KÖRÖSSY L.: A magyarországi kőolaj- és földgáztelepek elhelyezkedésének néhány törvényszerűsége. Földt. Közl., **98**, 20–28, 1968.
19. SOMFAI A.: A pannon medence magyarországi területén feltárt csapdatípusok osztályozása, a litológiai és sztratigráfiai csapdatípusok kutatásának lehetőségei. Földtani Kutatás, **19**, 4, 11–22, 1976.
20. TÓTH J. – KÓKAI J.: A dél-alföldi szénhidrogén-előfordulások anyaközetére és migrációjára vonatkozó újabb vizsgálatok eredményei. OGIL Műszaki Tudományos Közleményei, 329–334, 1970.
21. TRÓCSÁNYI G.: A Nagy-Alföldön végzett szeizmikus mérések és azok eredményeinek ismertetése 1957. évtől 1968. évig. Földtani Kutatás, **13**, 1, 46–53, 1970.
22. VÁNDORFI R.: Alföldi szénhidrogén-kutatásaink jelenlegi helyzete és feladatai. Magyar Geofizika, **4–6**, 131–138, 1970.

ECONOMIC SIGNIFICANCE AND EFFECT OF THE CHANGES OF RESEARCH MODELS ON HYDROCARBON PROSPECTING EXEMPLIFIED BY THE ÜLLÉS REGION OF NEW PERSPECTIVES

By

T. G. KOVÁCS

Abstract

On scientific hydrocarbon prospecting the application of the changes of research models bears great importance and this is demonstrated by the example of the Üllés region. In this area 11 deep-bores were drilled between 1962 and 1965 but none of them reached the basement. The geological and hydrocarbon-geological model of 1965 reflected the fact that only deficient information was available in this region. In 1976 four additional bores were drilled in the area which crossed the Tortonian, the Lower and Middle Triassic and reached the Paleozoic metamorphite breccia. In constructing the model of 1977, addition to the new geological data the facial distinctions within the Tortonian series proved to be of greatest significance since the coarse-clastic and the shallow marine facies of the Lower Tortonian were not distinguished in the previous interpretations. The contradiction risen in the previous investigation has been solved by this distinction (i.e. oil was observed in deeper and water in higher horizons). According to the recent hydrocarbon-geological model the sequence is as follows: 1. Lower Tortonian shallow marine oil and gas accumulation (in lenticular sandstone and conglomerate, in irregular formations); 2. gas accumulation in the deep-horizon (it is composed by the Lower Tortonian clastic sequence, by the Triassic brecciated dolomite and probably by the upper part of the fractured quartz sandstone and metamorphite breccia). According to the recent research model productive areas can be expected in Üllés both in vertical and in horizontal directions. Accordingly, the previously estimated hydrocarbon resources will be multiplied.

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ И ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ МОДЕЛЕЙ ПОИСКА И РАЗВЕДКИ НА ПОИСКОВЫЕ РАБОТЫ НА УГЛЕВОДОРОДЫ, НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЮЛЛЕШ ИМЕЮЩЕГО НОВЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ

ТАБОР Т. КОВАЧ

Резюме

В районе Юллеш а гг. 1962—65 были привурены 11 глубокие скважины, но ни одна не достигла фундамента. Паннонского бассейна. В геологической и УВ-геологической модели разработанной в 1965-ом году отражался факт, что в то время ещё не имелось достаточной информации о районе. В 1976-ом году были прибурены 4 буровых скважин, которые пересекли отложения тортонского яруса, среднего и нижнего триаса, и отстоялись в брекчии метаморфитов палеозойского возраста. Кроме новых данных, в разработке новой геологической модели в 1977-ом году главнейшую роль играло литофациальное разделение тортонских слоев, так как ранние оценки не разделили грубо-красочную и мелководно-морскую фации нижнего тортона. В результате этого разделения выяснилось то противоречие, что в более глубоком положении обнаружилась нефть, а в менее глубоком вода.

Вот настоящая УВ-геологическая модель.

1. Залежи нефти и газа ниднего тортона мелководно-морской фации (очень неустойчиво, в линзообразных песчаниках и конгломератах), 2. Залежь газа в глубоком горизонте (охватывает класическую толщу нижнего тортона, триасовые доломиты превратившиеся в брекцию, и эвентуально верхнюю часть сильно тектонизованного кварцового песчаника и брекчии метаморфитов).

По настоящей модели, в районе Юллеш можно предполагать дальнейшие продуктивные зоны, так в горизонтальном, как и в вертикальном направлении. Таким образом перспективные запасы УВ повышаются несколько раз.

GEOTERMIKUS ENERGIATERMELÉS MAGYARORSZÁGON I. RÉSZ A PANNON-MEDENCE GEOTERMIKUS ANOMÁLIÁJA

BOLDIZSÁR TIBOR
A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK DOKTORA

Bevezetés

1943. május 22-én Budapesten, a Bányászati és Kohászati Egyesület választmányi ülésén elhangzott előadásomban [1] kifejtettem, hogy „a geotermikus gradiens helyett tulajdonképpen szabatosabb és egyértelműbb volna a Föld belsejéből a felszínre áramló hőmennyiség meghatározása”. E tanulmányomban közrebocsátottam a Pécs-vidéki liász széntelepes rétegek geoizotermás metszetét, amelyet 1937-ben kezdett eredeti érintetlen közethőmérsékleti vizsgálataim alapján készítenem.

1944-ben a Bányászati és Kohászati Lapokban [2] megállapítottam, hogy a Mecsek-hegység DNy-i részének geotermikus gradiense $15-18$ m/C° és ezen érték beillik az Alföldön néhány megbízható módon értékelhető fúrásban észlelt $16-20$ m/C° közötti és Zalában a MAORT által megállapított $17-19,5$ m/C° közötti értékközbe.

Vizsgálataim eredményét, amely a Pannon-medence nagy geotermikus anomáliája felfedezésének előhírnöke volt, csak PAPP SIMON, GYULAI ZOLTÁN és KERTAI GYÖRGY értették meg, a földtudományi szakemberek többsége ezt 1965–66-ig szóban és írásban vitatta és a termálvizeink „juvenilis” eredetét képviselte. A félremagyarázás alapja főleg a SÜMEGHY-féle sekély kutakban végzett kifolyó víz hőmérsékletének az eredeti geotermikus hőmérséklettel való azonosítása volt (SCHEFFER—KÁNTÁS, 1951; STEGENA, 1957; GÁLFI—STEGENA, 1961; STEGENA, 1965). Ez hátráltatta a magyar geofizika fejlődését, bár 1965 után egyre többen tették a Kárpát-medence nagy földi hőáramát geofizikai kutatásaik egyik alapvető tényezőjévé.

Sajnos, földi hőárammérések végzésére már a háború végén nem volt lehetőségem. 1952-ben neveztek ki tanárnak a Soproni Egyetemi Karokra. Javaslatomra a Pécs-vidéki kokszolható szenek erőteljes igénybevétele érdekében nagy mélységű bányákat létesítettek. A mély bányák üzeme szempontjából a nagy földi hőáram nagyon kedvezőtlen, mert a szellőztető levegőt a bányaterek mély kőzetei erősen felmelegítik. A bányák klimatizációjának előzetes számításaihoz szükségem volt a geotermikus viszonyok alapos ismeretére, és ezért Sopronban geotermikus laboratórium létesült a Bányászati Kutató Intézet segítségével, amihez később a Magyar Tudományos Akadémia is csatlakozott. A tanzéki laboratórium szervezetenként az MTA Bányászati Munkaközösségébe tartozott 1977 közepéig.

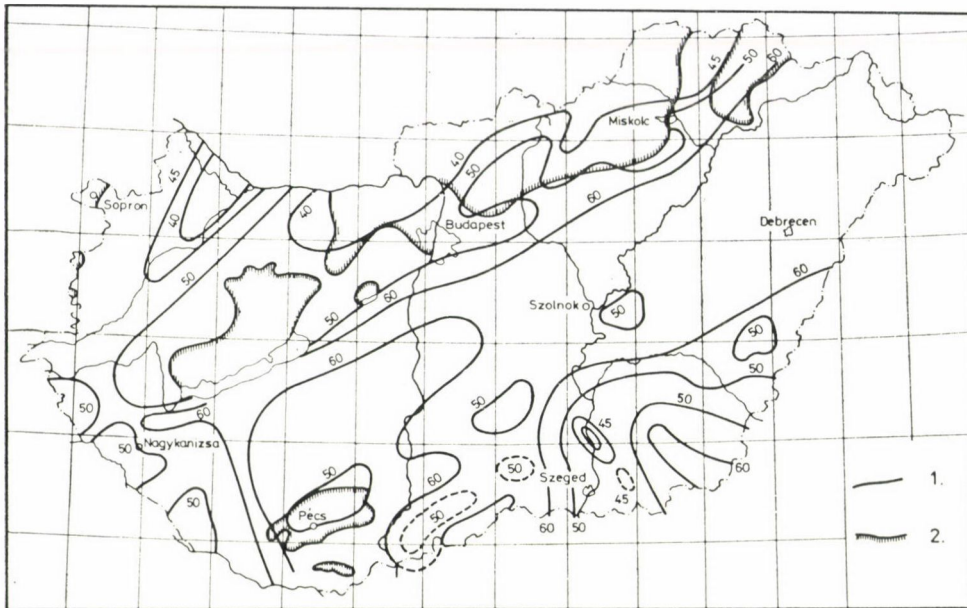
Az első földi hőáram mérést Zobákon, egy kettős aknában végeztem. Ez a mérés volt nemcsak Magyarországon, hanem az európai kontinensen is az első közvetlen földi hőárammérés. Minthogy a hőmérséklet mérése a 7 m átmérőjű, egymástól 90 m távolságra levő ikeraknákban történt, az érintetlen kőzet eredeti geotermikus hőmérsékletének mérésére az 1937–40. években kidolgozott eljárással, a mérések pontosak, ellenőrizhetőek voltak. A kőzetmintákat a nagy átmérőjű aknában fölös számban vettük, a földtani szelvényben „benne álltunk”, a kőzetminták porozitása 1–2%-nál kisebb volt, ezért a pontos hővezetőképesség mérése alapján meghatározott földi hőáram érték pontossága minden addigi mérést felülmúlt. Először nyílt alkalom a földi hőtér finom változásait megfigyelni, ami mélyfúrásokban sohasem lehetséges. Zobákon és utóbb Hosszúhetényben valóban in situ hőmérsékletet, hővezetőképességet és földi hőáramot mértünk.

A hővezetőképesség mérésére szerkesztett készüléket az 1953-ban a University of Cambridge Geofizikai Intézetében használt kvarc-etalonokkal hitelesítettük.

A Kárpát-medence geotermikus viszonyainak földi hőárammérések útján végzett felderítése nemcsak azért váltott ki nemzetközi érdeklődést, mert az európai kontinensen az első ilyen mérés volt, hanem a megállapított érték az akkor normálisnak tartott 1,2 HFU értéknek két-háromszorosa volt. A World Data Center 1976-ban megjelent földi hőáram világtérképe szerint [3] még jelenleg is a Pannon-medence a világ legnagyobb addig felismert összefüggő szárazföldi pozitív geotermikus anomália területe.

Földi hőáram a Pannon-medencében

A Pannon-medence geotermikus viszonyainak részletesebb ismertetésére összegyűjtöttem az érintetlen kőzetek hőmérsékletét adó fúrólukak adatait. Ezek közül — félretéve a nyilvánvalóan rossz mérések adatait — lassan kialakult a Pannon-medence egységes geotermikus képe. Az öblítővíz fűtő-hűtő hatása következtében nagyon sok mérésről kellett lemondani, mert azok nem adták az érintetlen kőzet hőmérsékletét. Közben a mérési módszerek is fejlődtek és a kőolajipar hőmérsékletmérési adatait, melyek nagy számmal álltak rendelkezésre, egymás közti ellenőrzésre is fel lehetett használni. Közben a geotermikus energia termelésre mélyített, mintegy 80 fúrólukban lehetett a termelő szintek eredeti hőmérsékletére vonatkozó pontos adatokat nyerni. Amikor a kőolajipar bevezette a JOHNSTON teszteres méréseket, lehetővé vált a megnyitott rétegekbe beáramló folyadék hőmérsékletének közvetlen mérése. Mivel a horizontálisan beáramló telepfoladék mind az olaj- és gázkutató fúrásokban, mind a geotermikus energia termelő fúrásokban gyorsan visszamelegíti a fúrás közben kihűtött kőzeteket, ezek a mérések igen megbízhatóan adták az eredeti



1. ábra. Hőmérséklet gradiens térkép. 1. Hőmérséklet gradiens $^{\circ}/\text{km}$ 2. miocén és idősebb kőzetek

érintetlen közethőmérsékletet. Ebből számított gradiensek azonos területen csak jelentéktelen szórást mutattak, míg a talphőmérsékles-mérések ugyanazon a mezőn is erősen szórnak. Így 800 megbízható és ellenőrzött érintetlen kőzeti hőmérsékletadat alapján lehetett megszerkeszteni Magyarország hőmérsékletgradiens térképét [4] és [5], amit az 1. ábra mutat. 1953-ban megkezdett hővezetőképesség-mérések fokozatosan lehetővé tették a Pannon-medence földi hőáramának mérésekkel való megállapítását. Jelenleg a Pannon-medencében 18 földi hőárammérés van (1. táblázat). A magyarországi területen végzett méréseim után a Pannon-medence szovjet és csehszlovák részén is végeztek méréseket, amelyek az én méréseimhez hasonló anomálishan nagy értékeket adtak. Újabbán a Pannon-medence román területre eső részén is vannak hőmérsékleti gradiens értékek, amelyek szintén a magyarországi mérésekhez hasonló értékűek.

Korábban azt írtam, a pozitív geotermikus anomália a Kárpátok által övezett egész területre kiterjed. Az újabb hőmérsékletmérések azonban azt mutatják, hogy az erdélyi harmadkori medencében a földi hőáram normális értékű és a geotermikus anomália a Kárpát-medence erdélyi részére nem terjed ki. A Jugoszláviában végzett hőmérsékletmérések szerint az anomália a Száva vonaláig tart, és Ausztriában kiterjed a Steier Alpok vidékére is.

1952-ben megkezdett geotermikus vizsgálatok alkalmával a felhasznált fúrások átlagos mélysége mintegy 400 m volt. Ez az évek folyamán fokozatosan

1. táblázat

Földi hőáram adatok a Pannon-medencében

Hely	Hosszúság K	Szélesség É	Földi hőáram $\mu\text{cal}/\text{cm}^2\text{s}$	Szerző
Zobák	46°11'	18°14'	3,31	BOLDIZSÁR
Nagylengyel	46°46'	16°45'	1,9—2,0	BOLDIZSÁR
Hosszúhetény	46°10'	18°22'	2,49	BOLDIZSÁR
Banska Stiavnica, Szlovákia	48°27'	18°53'	2,66	BOLDIZSÁR
Hajdúszoboszló	47°26'	21°23'	2,2—2,6	BOLDIZSÁR
Bakonya	46°05'	18°05'	2,46	BOLDIZSÁR
Szentendre	47°41'	19°05'	2,01	BOLDIZSÁR
Edelény	48°18'	20°46'	3,10	BOLDIZSÁR
Zalus, Szovjetunió	48°24'	22°42'	2,60	LUBIMOVA
Malacky, Szlovákia	48°27'	17°00'	1,57	ČERMÁK
Láb, Szlovákia	48°23'	16°57'	2,22	ČERMÁK
Kolárovo, Szlovákia	47°56'	18°01'	2,32	ČERMÁK
Ptuská, Szlovákia	48°29'	22°04'	2,45	ČERMÁK
Stretava-5, Szlovákia	48°36'	22°03'	2,70	ČERMÁK
Stretava-7, Szlovákia	48°36'	22°04'	2,70	ČERMÁK
Szenc, Szlovákia	48°11'	17°23'	1,98	BOLDIZSÁR
Topolniky, Szlovákia,	47°58'	17°48'	1,71	BOLDIZSÁR
Bodrogszerdahely, Szlovákia	48°23'	21°44'	2,57	BOLDIZSÁR

növekedett, mert a mélyfúrások mind nagyobb és nagyobb mélységre hatoltak le és szolgáltatottak egyre több telep- és réteghőmérsékleti adatokat. Ebben az időben még nem volt tisztázható az a kérdés, hogy a Pannon-medence pozitív geotermikus anomáliája milyen mélységből származik. Az egyre mélyülő fúrások azt mutatták, hogy az anomália a nagyobb mélységű fúrásokra is jellemző. A 2. táblázat a hőmérsékleti gradienseket mutatja a magyarországi területen

2. táblázat

Hőmérséklet gradiensek eloszlása

Mélyéghőköz m	Dunántúl		Duna—Tisza köze		Tiszántúl	
	Értékek száma	Átlagos hőm. grad. °C/km	Értékek száma	Átlagos hőm. grad. °C/km	Értékek száma	Átlagos hőm. grad. °C/km
400—1000	34	51,57	83	55,79	95	56,60
1000—1500	31	48,64	34	53,11	44	56,60
1500—2000	37	48,10	50	49,93	46	55,13
2000—2500	30	47,74	18	48,20	25	50,35
2500—3000	14	44,51	3	50,60	3	49,40
Több mint 3000 m	13	46,43	1	45,20	6	47,71
Összeg és átlag	159	48,00	189	50,47	219	52,56
Az egész országra	567	50,34				

3. táblázat

Eredeti közet hőmérsékletek és gradiensek a 3000 m-nél mélyebb hazai fúrásokban

Fúrólyuk	Mélység m	Hőmérséklet °C	Hőm. gradiens °C/km	Átlag °C/km
I. Dunántúl				
Bajcsa-I	3590,0	180,0	47,2	} 50,65
Bősárkány-1	4474,0	126,0	48,1	
Budafa-I	4071,0	183,0	42,2	
Budafa-VI	4067,0	214,0	50,0	
	4060,0	219,0	51,3	
Budafa-500	3208,0	165,0	48,1	} 47,3
Budafa-501	3220,6	154,4	44,5	
Budafa-III	3220,0	163,0	47,2	
	3120,0	159,0	47,4	
Budafa-502	3076,0	160,0	48,4	} 42,5
Szentgyörgyvölgy-5	3125,0	149,5	44,2	
Felsőszentmárton-I	3392,0	154,4	42,3	
	3440,0	158,0	42,7	
II. Duna—Tisza köze				
Algyő-21	3209,6	156,0	45,2	
III. Tiszántúl				
Fábiánsebestyén-3	2980,0 ⁽¹⁾	150,0	46,6	} 49,03
Kondoros-1	3177,0	165,5	48,5	
	3188,0	165,5	49,5	
	3775,0	170,5	50,3	
	3175,0	162,8	47,8	
Szarvas-DNy-1	3020,0	154,0	47,4	
Hódmezővásárhely-I	5750,0	217,0 ⁽²⁾		

(1) Fúrólyuk mélysége 3600 m

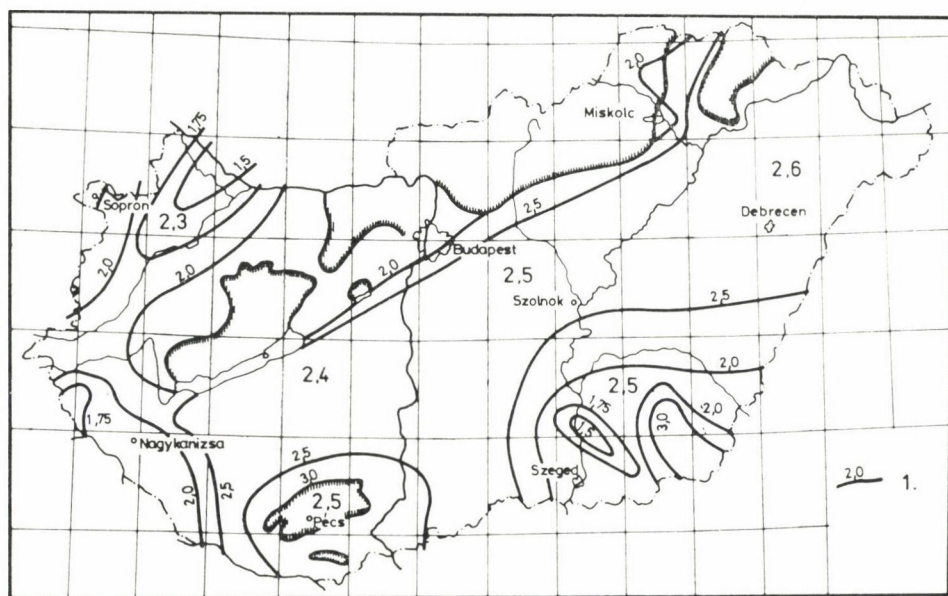
(2) Nem eredeti közet hőmérséklet. Valószínű érték 272 C°.

három régióban és öt mélységközben. E táblázatból világosan következtethető, hogy a nagy hőmérsékleti gradiensek a Pannon-medence magyar területén nem hozhatók egy felszínközeli jelenséggel összefüggésbe, és a nagy hőmérséklet gradiens érvényes legalábbis a medence fenekéig. Igen érdekes, hogy a hőmérséklet gradiensek átlagos értéke a Dunántúlon a legkisebb, a Duna—Tisza közén nagyobb és a Tiszántúlon a legnagyobb.

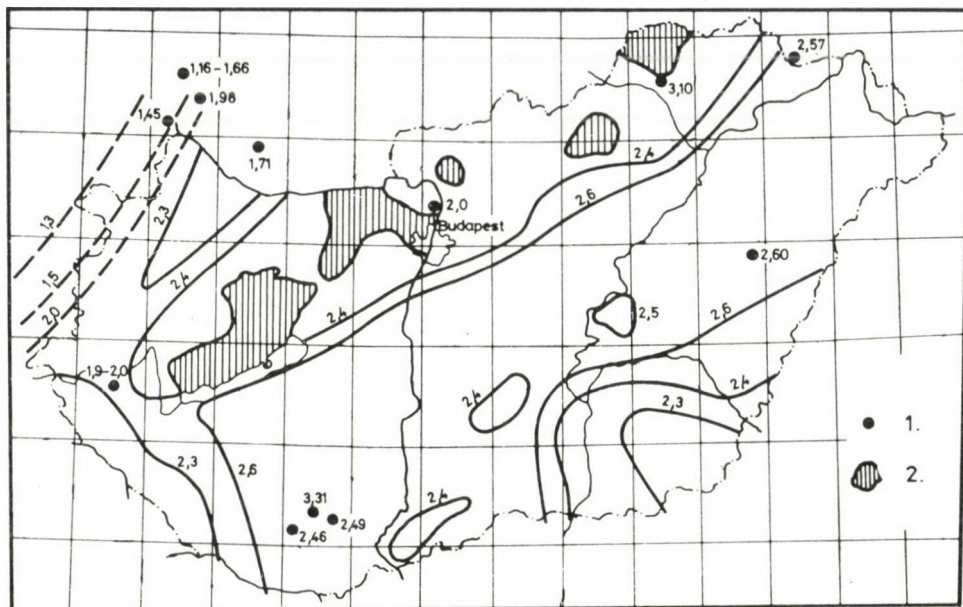
Különösen érdekesek e szempontból a 3000 m-nél nagyobb mélységű fúrások, amelyekben pontos réteghőmérsékleti adatokat lehetett megállapítani. Ezen adatok az átlagos hőmérsékleti gradiens szempontjából ugyan némileg kisebb értékeket mutatnak, ez azonban nyilvánvalóan nem a földi hőáram csökkent értékével, hanem a nagy mélységben levő kőzetek konszolidáltabb állapota miatti nagyobb hővezető-képességgel függ össze. Ebből viszont követ-

kezik, hogy a felszínhez közelebb levő rétegekben végzett nagyszámú mérésből számított hőmérséklet gradiens és földi hőáram megbízhatóan használható a mélyebb részokről származó földi hőáram megállapítására is. A 3. táblázatból arra lehet következtetni, hogy a Pannon-medence pozitív geotermikus anomáliája legalább 6–8 km mélységből származik.

Igen érdekes az alaphegység topográfiájának hatása a földi hőáram értékére (2. ábra). Azokon a medencerészekben, ahol az alaphegység nagy mélységbe süllyed le — így a Kisalföldön és a makói árokban — a felszínközeli földi hőáram kisebb értékű. Azokon a helyeken ahol az alaphegység a felszínhez közel van — például Pusztaszentlászló, Orosháza környékén —, vagy ahol az alaphegység a felszínen van és nem karsztosodott, így a Mecsekben, a felszín közelében mért földi hőáram nagy. Azokon a területeken, ahol a repedezett karsztosodott mezozóikum a felszínen vagy a felszínhez közel van, az áramló karsztvíz a földi hőáram egy részét elvezeti, és ennek megfelelően a felszínen mért földi hőáram, illetve a hőmérséklet gradiens rendellenesen alacsony értékű. Annak kiderítésére, hogy a földi hőáram milyen mélységből származik, igen tanulságos választ adott a felszíni és az alaphegység topografikus hatását elimináló földi hőáramtérkép (3. ábra) és a MOHO mélység térkép (MITUCH—POSCAY, 1972) összehasonlítása. Azokon a területeken, ahol a MOHO magasabban van, mélysége 24–26 km, ott a földi hőáram értéke legnagyobb. Ebből arra lehet következtetni, hogy a MOHO felület izotermális felület, amelynek felszínhez való közelsége nagyobb felszínen mérhető hőáramot létesít. Másrészt ebből az a



2. ábra. Magyarország földi hőáramtérképe. 1. Izofluxus vonal, 10^6 cal/cm²sec



3. ábra. Az alaphegység alól 10 km mélységből származó földi hőáram számított értéke. 1. Megmért hőáram $\mu\text{cal}/\text{cm}^2\text{sec}$; 2. mezozoikum részben karsztosodott

következtetés is levonható, hogy az anomálishan nagy földi hőáram a Pannoni medencében a MOHO felület alatti régiókból származik.

Magnetotellurikus mérések (ÁDÁM, 1970) a Pannon-medencében arra a következtetésre utaltak, hogy a jó vezető réteg 55–100 km átlagban 70 km mélységben van, ezzel szemben a balti és ukrán pajzs területén több mint 200 km mélységben helyezkedik el. Ennek a rétegnek a magas helyzete a Pannon-medencében nyilvánvalóan a nagy környezeti hőmérséklettel magyarázható, amely a nagy földi hőáram következménye. E réteg a Pannon-medencében 70 km mélységben jelentkezik, szemben a balti és az ukrán pajzssal, ahol az anomálishan kis hőáram miatt e réteg 200 km mélységben van. Ezt a zónát a kis szeizmikus sebesség is jellemzi. A GUTENBERG-féle kis szeizmikus sebességű zónának a jó villamos-vezetőképességi zónával való együttes jelenlétét a mai felfogás azzal magyarázza, hogy a kőzetek részben olvadt állapotban vannak. Ezt a sűrűség inverziója is alátámasztja. Ebben a zónában a részben olvadt, részben szilárd kristályokat tartalmazó kőzetek a nagy nyomás és hőmérséklet hatása alatt igen lassú plasztikus folyásra is képesek.

A MOHO és a jó vezető réteg magas helyzetéből viszont arra kell következtetni, hogy a Pannon-medence pozitív geotermikus anomáliájának oka legalábbis 80–100 km mélységben keresendő, és a nagy hőmérsékleti gradiens a MOHO szinttől lefelé a jó hővezető réteggel, illetve az alatt is jellemzi a Pannon-medence felső köpenyét.

A Pannon-medence feltűnően nagy hőáramának felfedése adta kezünkbe a kulcsot e medence különleges kéreg- és felső köpeny szerkezetének egységes magyarázatára.

Kéreg alatti izosztatikus, lassú plasztikus folyás és a kontinensek növekedése

Minthogy a földi hő nagyrészt a kéreg alól, sőt valószínűleg a GUTENBERG-féle kis szeizmikus sebességű réteg alól származik, továbbá az alsó kéreg és a felső köpeny anyagi minőségét biztosan nem ismerjük, ezért a földi hőáram normális, kis vagy anomálishan nagy értékének magyarázatára feltevésekre vagyunk utalva. Az újabb vizsgálatok valószínűsítik, hogy a GUTENBERG-rétegben részlegesen olvadt állapotú szilikátok vannak, ennélfogva e rétegek nagyobb mobilitása megengedheti a lassú plasztikus folyást.

ANDERSON és HART (1976) a globális szeizmikus mérések alapján szerkesztett Föld modellje 60–240 km mélységközben a kis szeizmikus sebességű réteg jelenlétét mutatja ki. A mérések elemzése sűrűség inverzióra mutat:

$$\begin{array}{lll} 60 \text{ km mélységben} & \rho = 3,52 \text{ g/cm}^3 & t = 1100 \text{ C}^\circ \\ 240 \text{ km mélységben} & \rho = 3,34 \text{ g/cm}^3 & t = 1400 \text{ C}^\circ \end{array}$$

Vizsgálataik szerint 20–60 km mélységközben eklogit, 240 km mélység alatt olivin, pyroxen, β - és γ -spinel és gránát összetételű felső köpeny felel meg az átlagos globális szeizmikus Föld-modellnek. Ezen megállapítások alátámasztják az 1967-ből származó megállapítást a sűrűség inverzióra vonatkozólag [10].

A planetáris kémiai vizsgálatok az utolsó 3–4 évben magyarázatot adtak a H^1 , He^4 , a C^{12} , N^{14} , O^{16} , a Mg^{24} , Al^{27} , Si^{28} , továbbá a Fe^{56} - Ni^{58} izotópok nagy kozmikus és planetáris mennyiségére vonatkozóan. A Nap bolygóközi terében három fő anyagtársulás található: a H-He, amelyek a Jupiter és Saturnus belső részében szilárd halmazállapotúak, a H_2O , NH_3 és CH_4 , amely az Uranus és Neptunus fő alkotó része és a SiO_2 , Al_2O_3 , MgO , CaO , Fe_2O_3 és fémes Fe-Ni, a belső bolygók fő anyagi építő alkatrészei.

A földkéreg szerkezetének vizsgálata alapján tudjuk, hogy a szárazföldek nemcsak topografikus kiemelkedések, hanem a 30–35 km vastag kontinentális kéreg szerkezetileg is megkülönböztethető a 4–8 km vastag óceáni kéregtől. Az utolsó 25 évben végzett és az 1963 óta nemzetközi viszonylatban is megélt földi hőáramvizsgálatok arra mutatnak, hogy harmadkori orogén területeken a földi hőáram kétszerese az óceáni medencék és kontinentális pajzsok, tehát az inaktív területek hőáramának.

A kontinensek növekedésének elvén állva sikerült kimutatni [10], hogy a kontinentális kéreg kialakulásának és a tektonikus jelenségeknek energetikai forrása csakis a Föld hőenergiája lehet, mert minden más rendelkezésre álló energia a hőenergiához képest elhanyagolhatóan csekély. Az óceáni kéreg az ősi, elsődleges differenciáció révén képződött a Föld egész felületén, és a kontinen-

tális kéreg a ma is tartó másodlagos differenciációs folyamat eredménye. A kontinensek növekedését előidéző periódusos orogenezis oka a felső köpenyben radioaktív nukleonok bomlásából származó hő, amely az olvadás és a másodlagos differenciáció révén az óceáni kéreg vastagságát fokozatosan 35–40 km-re megnövelte. Minden orogén ciklusnak hőfejlődési, dilatációs és lehülési, kontrakciós periódusa van. A 4–8 km vastag óceáni kéregből lassú, fokozatos vastagodás révén válik először 15–25 km vastag átmeneti, majd 30–40 km vastag kontinentális kéreg. Eközben az orogenikus tevékenység legaktívabb zónájában, a nagy lánchegységek centrális zónájában a kéreg vastagsága átmenetileg 50–60 km-re is megnövekszik.

Az öt kontinentális kéreg már a harmadkorban összenőtt, és a jelenleg folyó kéregvastagság-növekedés a cirkumpacifikus övezetben és Indonéziában az óceán rovására megy végbe. A Földközi- és Fekete-tenger, a Dél-Kínai-, Japán-, Ochotszk-, Bering-tenger, valamint a Karibi-tenger és a Mexikói-öbölben a kéreg részben már átmeneti jellegű, és a „negyedkori orogén ciklus” ideje alatt e zónákban is a kéreg vastagodása főleg üledékfelhalmozódás révén tovább fog tartani. A tengeri üledékek a magmatikus differenciáció révén keletkezett, radioaktív nukleonokban dúsult savanyú frakció erodálása révén keletkeztek. A radioaktív nukleonok az üledéktranszport révén, a tengeri szedimentekbe jutva, az orogenizmust létesítő és fenntartó hőfejlődést a kontinensek területének határán állandóan biztosítják. A kontinensek növekedése általánosan érvényes, azonban mindenütt hosszú ideig tartó regresszív szakaszok vannak és egyes helyeken nincs kizárva a kéreg vékonyodásának folyamata sem, habár erre bizonyítékunk nincsen.

A kontinentális kéreg vastagodásához az anyagot a felső köpeny szolgáltatta, miközben maga bázikusabbá lett. A kéreg mintegy 4–5 km vertikális izosztatikus kiemelkedése alatt keletkezett tömeghiányt az óceáni kéreg alól a kontinensek alá lassú, pasztikus folyás révén áramló anyag pótolta. Térfogati számítások szerint az ősi óceán átlagos mélysége mintegy 2,6 km volt és a kontinensek kiemelkedésével kapcsolatban az óceán feneké lesüllyedt. A kontinensek térfogata a –2,6 km szint felett (beleértve a kontinentális küszöblejtő és előtér térfogatát) $640 \cdot 10^6 \text{ km}^3$, míg az óceáni süllyedés térfogata $520 \cdot 10^6 \text{ km}^3$. A $120 \cdot 10^6 \text{ km}^3$ különbözetet főleg a harmad- és negyedkori orogén területeken ma is észlelt kétszeres földi hőáram okozta többletfelemelegedés miatti térfogatlátatáció okozza. A számítások arra utalnak, hogy a Prekambrium óta a hidroszféra $1350 \cdot 10^6 \text{ km}^3$ térfogata csak jelentéktelenül változott. Mivel a Földön a dilatációs és kontrakciós területek közel azonosak, a litoszféra térfogata is közel állandó. Ebből viszont a globális tengerszint viszonylagos állandósága következik, aminek fontos elvi, tektonikai és sztratigráfiai következményei vannak.

A Föld sűrűségének mélységi változásából és a fémoxidok planetáris eloszlásából arra lehet következtetni, hogy a felső köpenyt túlnyomóan fors-

terit, diopsid, hypersten, fayalit, grossularit, pyrop és spinell fénoxid mennyiségi arányú anyagok alkotják, míg az alsó köpenyben az almandin, fayalit, hercynit és magnetit fénoxid arányú anyagok dominálnak. Az Al_2O_3 mennyisége nagyobb, mint a MgO -é, ellentétben az eddigi elképzelésekkel. A felső köpeny differenciálódása után a kérget növelő frakció SiO_2 és alumíniumszilikát tartalma a maradék frakció rovására képződik, amelyben a Ca-, Mg- és Fe-szilikátok feldúsulnak.

A kontineneseket felépítő és kiemelő magmatikus differenciáció, kéregfejlődés és kéreg alatti plasztikus anyagáramlás jelenleg évente 1 km^3 vulkáni erupcióval, $0,17 \text{ km}^3$ plasztikus magma aláfolyással jár és $0,04 \text{ km}^3$ dilatációs térfogatnövekedést igényel. Vulkanológiai megfigyelések szerint jelenleg évente mintegy 1 km^3 anyag eruptálódik, ami azt jelenti, hogy az orogén folyamatok jelenleg is a múltbelivel azonos intenzitással folynak. A szeizmikus és vulkánikus jelenségeket is a kéreg vertikális mozgása és az ezzel kapcsolatos kéreg alatti plasztikus folyás okozza. A földrengések évi energiája 10^{27} erg, ezzel azonos nagyságrendű az orogén területeken mérhető többlet földi hőáram. A normális hőáramú kontinentális és óceáni területek aszeizmikusak és vulkáni tevékenység sincsen.

A cirkumpacifikus övezetben a helyenként 700 km mélységig lehatoló fokális zóna választja el az emelkedő kontinentális és süllyedő óceáni kérget, és e zónában folyik le az alááramlás és a differenciálódás frakcióinak fel-, illetve leáramlása.

Mivel a kontinensek centrális részein vannak az archaikus pajzsok, ezeket pedig a paleozóos övek, majd a terciér hegységképző öv veszi körül, kézenfekvő feltételezni, hogy az idők folyamán a kontinensek felülete növekedett, és ezzel egyidejűleg a kéreg is vastagodott. A vastag, kis sűrűségű kontinentális kéreg lassan kiemelkedve az alatta levő nagyobb sűrűségű felső köpenyből, a kiemelkedés miatt a nagy sűrűségű felső köpeny anyaga az óceáni medencék felől a kontinensek alá áramlik ma is. Ez a nézet 1965-ben a Scripps-intézetben, a Lamont-intézetben és Harvard egyetemen tartott előadásaim és az azokat követő viták után alakult ki.

A Föld tömegének állandó volta a Föld felszínének minden kiemelkedéséhez ugyanakkora tömeg lesüllyedését követeli meg. A tömeg állandósága jó közelítéssel térfogat-állandóságot is jelent, mert a Föld térfogata csak hőmérséklet- és nyomásváltozás okozta dilatáció és módosulatváltozás miatt változhat. A plasztikus közet vagy magma áramlása közbeni nyomásváltozás és módosulatváltozás hatása javarészt ki van egyenlítve, hiszen a differenciáció miatt plasztikusan felfelé folyó anyagok helyére felülről, oldalról lefelé folyik az anyag. A hőmérséklet változása miatti dilatáció vagy kontrakció a Föld térfogatának változásával jár, de egymást kiegyenlíti.

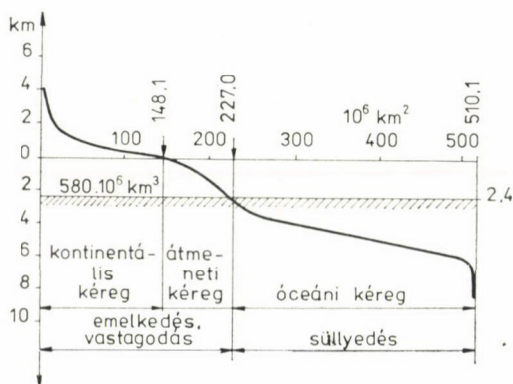
A térfogat állandó voltára vonatkozóan megfigyelések is rendelkezésre állanak. Számtalan megfigyelés tanúskodik arról, hogy a vulkáni tevékenység

után a környezetben süllyedések jelentkeznek. A magas hegyláncok előterében süllyedő medencék vannak, amelyeket az erózió kitölt; a mélytengeri árkok is a szigetívek és magas lánchegységek előterében vannak. A Föld felszínén egyes kéregrészek kiemelkedésének szükségszerű következménye más kéregrészek süllyedése olyan módon, hogy a kiemelkedő és süllyedő részek térfogata egymással lényegileg egyenlő.

Az alábbi számítás alapadatait MENARD és SMITH [11] cikke alapján kerekítve használom fel. Az óceánok köbtartalma $1350 \cdot 10^6 \text{ km}^3$. Ha feltételezzük, hogy a kontinensek kialakulásának kezdetén, mintegy $3000 \cdot 10^6$ évvel ezelőtt csak óceáni jellegű kéreg volt, akkor az óceán átlagos mélysége 2640 m volt. Jelenleg a szárazföldek felszíne $148,1 \cdot 10^6 \text{ km}^2$. Azonban a kontinentális kéreg túlnyúlik a szárazföldeken, és a csekély számú kéregvastagság-megfigyelés miatt bizonytalanságban vagyunk a kontinentális kéreg felületének nagysága tekintetében. Feltételezve, hogy — 2640 m felett levő kiemelkedett kéregrészek lényegileg a —2640 m alatti óceánfenék lesüllyedése révén nyerték az anyagukat — bár nem közvetlenül — ezzel elhatároltuk a kontinentális és az óceáni kéreg területét. Az óceánok hipszometrikus táblázatai alapján (MENARD—SMITH idézett cikkének 4/a. táblázata) az óceánok és tengerek 2640 m mélység feletti és alatti felszíne és a kiemelkedett és lesüllyedt részek köbtartalma kiszámítható. A kontinensek átlagos magasságát a tenger szintje felett 840 m-ben vettem figyelembe. A számítás eredménye az alábbi (4. ábra):

	10^6 km^2	10^6 km^3
Kiemelkedett — 2640 m fölé		640
Lesüllyedt — 2640 m alá		520

A — 2640 m felett levő óceán és tenger felülete $(227,0 - 148,1) \cdot 10^6 \text{ km}^2 = 78,9 \cdot 10^6 \text{ km}^2$. Ez a felület képezi a jelenlegi szárazföldeken felül a vízzel borított „szárazföldeket”, ahol a kéreg részben kontinentális, részben átmeneti,



4. ábra. A Föld hipszometrikus és batimetrikus görbéje

továbbá a szárazföldről erodált anyaggal fedett óceáni kéregrészeket. MENARD és SMITH (1966) szerint, akik az óceánokat morfológiai alapon osztályozták, a kontinentális küszöb és lejtő (continental shelf and slope) az óceánok felületéből $55,4 \cdot 10^6$ km²-t, míg az óceáni kéreg felett levő vastag szárazföldi üledékekkel jellemzett kontinentális előtér (continental rise) $19,2 \cdot 10^6$ km² felületet foglal el. E két felület együttesen $75,6 \cdot 10^6$ km², vagyis közelítőleg egyenlő a -2640 m feletti tengerfelülettel.

Mivel a vastag szárazföldi eredetű üledékekkel fedett előtér anyaga a szárazföldről származik, indokolt az előtér is a szárazföldi kéreg anyagi részének tekinteni. A két külön úton kapott érték közeli egyezése igen jelentősen alátámasztja a volumetrikus megfontolás helyességét. Megjegyzendő még, hogy a $74,6 \cdot 10^6$ km² jelentős része a Csendes-óceánhoz csatlakozó beltengerekre, az Északi-tengerre s a Földközi-tenger-, Fekete-tenger-, Karibi-tenger- és Mexikói-öbölre esik.

Az átlagos kiemelkedés 2810 m, míg az átlagos süllyedés 1840 m, tehát a szárazföldi kéreg és előtér az óceánfenék átlagosan lesüllyedt szintje fölé 4650 m-el kiemelkedik. A -2640 m fölé kiemelkedett kéreg köbtartalma $120 \cdot 10^6$ km³-el, 23% -al nagyobb, mint a -2640 alá lesüllyedt óceánfenék által szabadon hagyott és vízzel kitöltött süllyedék.

A szárazföld, a kontinentális küszöb, lejtő és előtér egyes felszíni részei porózus kőzetekből állanak. A pórustérfogat üledékes kőzetekben általában $5-30\%$, tengeri és folyami iszapokban 80% -ig felmegy. A pórusok térfogatát víz tölti ki. A kiemelkedett kéreg térfogatának nem elhanyagolható, de nehezen számítható hányada nem kőzet — végeredményben minden kőzet magmatikus eredetű —, hanem víz. A pórusok víztartalma a tengerekből kerülve a kőzetekbe, megnöveli a mai $1350 \cdot 10^6$ víztérfogatot.

A másik jelentősebb tényező a felső köpeny és a kéreg dilatációja az orogén övekben levő nagy földi hőáram okozta felmelegedés hatására. Az óceáni medencék és a régi kontinentális táblák földi hőárama $0,8-1,0 \mu\text{cal}/\text{cm}^2, \text{sec}$, amihez képest a harmadkori orogén területek és óceáni hátságok hőárama $1,6-2,0 \mu\text{cal}/\text{cm}^2, \text{sec}$. A kereken kétszeres földi hőáram hatására a mintegy kétszeres gradiens az azonos mélységű kőzetekben kb. kétszeres hőmérséklet-növekedést okozván, sok kutatóval egyezően feltehető, hogy 30 km mélységben az óceáni medencékben és a kontinensek magjaiban a hőmérséklet mintegy 600° , míg a harmadkori orogén övekben 1200° körüli hőmérséklet uralkodik. Ez 300° átlagos hőmérséklet-növekedést jelent. 300° -ra 1% térfogati dilatációt számítva és a kétszeres hőáram területét $50 \cdot 10^6$ km²-nek véve, $100 \cdot 10^6$ km³ kéregtérfogat-hiányt $100 \cdot 10^6$ km³ kőzet dilatációja pótol, amihez mintegy $50 \cdot 10^6$ km² felületen 200 km vastag köpeny és kéreg átlagosan 300° -os felmelegedése szükséges.

Ha a dilatáció ennél kisebb, akkor két lehetőség van a $120 \cdot 10^6$ km³ kontinentális kéregkiemelkedés-többlet megmagyarázására:

1. az eredeti tengerfenék nem —2640, hanem csak mintegy —2400 m-ben volt. Ez esetben a kiemelkedett és lesüllyedt térfogat egymással egyenlő. Ez azt jelenti, hogy kezdetben a mai értéknél kb. $130 \cdot 10^6 \text{ km}^3$ -rel kisebb volt az óceán víztérfogata. A $130 \cdot 10^6 \text{ km}^3$ térfogatnövekedés 3000 millió év alatt következett be, $43,3 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ vízzel szaporodott (esetleg szaporodik ma is) a hidroszféra. Ez 100 000 év alatt a mai óceánfelületen cm nagyságrendű vízszint emelkedést jelent.

2. a Föld felszínére hulló meteorok és mikrometeorok a kontinensek térfogatát növelik, az óceánok mélységét csökkentik, ezért van $120 \cdot 10^6 \text{ km}^3$ különbség. Ez a feltevés évente átlagosan 40 millió m^3 tömör térfogat hullását igényli.

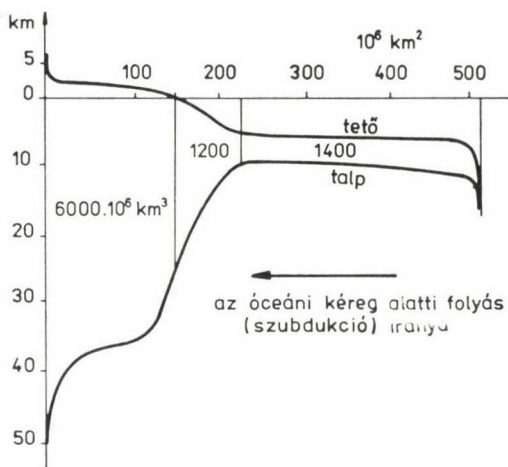
Mindkét jelenség feltételezhető, ill. észlelhető, kétséges azonban, hogy hatásuk elegendő nagy a kívánt térfogatnövekedés létrehozására? Jelenleg a mikrometeorit-hullást évi 1 millió tonnára becsülik, ami közel két nagyságrenddel kisebb, mint az előzőekben számított évi 40 millió m^3 (BROCAS and PICCIOTTO, 1967 [12]).

Mindezeket összevetve bizonyosra vehető, hogy a kontinensek az óceánok fenekének lesüllyedése rovására emelkedtek ki. A kiemelkedő térfogatot kis mértékben megnövelte a Földre hulló meteorok tömege, míg a kontinentális kéreg differenciációjának előfeltétele, a felső köpenyben lévő hőforrások okozta felmelegedés miatt bekövetkezett térfogati tágulás lényegesen nagyobb szerepet játszik a látszólagos térfogathiany pótlásában. A hidroszféra tömegének kismértékű növekedése is lehetséges, sőt valószínű. A többlet vízmennyiség részben vagy egészben a kiemelkedő kontinentális kéregből lehordott üledékek pórusaiban talált helyet.

A kontinentális kéreg növekedése és ezzel egyidejűleg az óceáni medencék süllyedése nem követeli meg szükségszerűen a hidroszféra térfogatának állandó voltát. Sőt, e jelenség a térfogati elv szempontjából az óceánok jelenléte nélkül is végbemehet. Következtetéseink szempontjából közömbös az, hogy az óceánok térfogata 3000 millió év alatt állandó volt, vagy vulkáni tevékenység révén fokozatosan növekedett a mai értékre.

Kéregfejlődés és vulkanizmus

A kontinentális kéreg térfogata $200 \cdot 10^6 \text{ km}^2$ felület és 30 km átlagos vastagság figyelembevételével $6000 \cdot 10^6 \text{ km}^3$ (5. ábra). A kontinentális kéreg differenciáció révén képződött, és a differenciáció savanyú kis fajszámú szilikát-fázisai az eredeti óceáni kéreg alatt összegyűltek, a vulkáni tevékenység révén a felszínre ömlöttek; az egyre vastagodó kéreg izosztatikusan emelkedni kezdett és végül az óceán felszínre fölé emelkedett. Az erózió hatására a lehordott anyag szétterült az óceáni kéreg felületén és amíg a differenciáció folyamatosan



5. ábra. A kéregvastagság vázlatos hipszo- és batimetrikus határvonalai

növelte a kontinentális kéreg vastagságát, addig az erózió a differenciáció termékeit horizontálisan széthordta és a kéreg felületét laterálisan növelte. A szárazföldi és tengeri üledékek képződése, átdolgozása, metamorfizálása jól ismert és leírt folyamatok. A vulkáni szigetívek és hegyláncok képződése a térfogati elv következtében a környezet lesüllyedésével járt együtt, és kialakultak az üledékgyűjtő geoszinklinálisok.

A $6000 \cdot 10^6 \text{ km}^3$ térfogatú kontinentális kéreg a differenciáció övezeteiben képződött és oldalirányban szétterült. Anyagát a felső köpeny 100–400 km vastag zónájából nyerte. A kisebb fajsúlyú részek kiemelkedése, a nagyobb fajsúlyú részek süllyedése a magma lassú plaztikus aláfolását tette szükségessé, és a kontinentális kéreg kiemelkedése jórészt az óceáni medencék süllyedésével járt együtt.

Az előzőekben számított $520 \cdot 10^6 \text{ km}^3$ magma áramlott a kontinensek alá, és ez $3000 \cdot 10^6$ éven keresztül évente átlag mintegy $0,17 \text{ km}^3$ anyag beáramlását jelenti. A kontinentális kéreg vízzel kitöltött pórustérfogatának levonása után fennmaradó $(80-100) \cdot 10^6 \text{ km}^3$ anyag a köpeny térfogati hőtágulása révén emelkedett ki. Az évi $0,17 \text{ km}^3$ alááramló mennyiség nagyon csekély, ha meggondoljuk, hogy a mai működő vulkánok évente mintegy $0,8-1,0 \text{ km}^3$ anyagot eruptálnak, amihez még a tenger alatti vulkáni működés járul.

A mintegy $6000 \cdot 10^6 \text{ km}^3$ kontinentális kéreg kifejlődése évente átlagosan mintegy 2 km^3 differenciációt jelent, tehát rendkívül lassú folyamatot, még akkor is, ha a folyamat egyes periódusokban élénkebb. A kéreg felső, átlag 15 km vastag részét eruptív eredetűnek vehetjük, tehát a differenciált magma felszínre kiömlött részének, míg az alsó, 15 km vastag rész a differenciáció után a mélységben szilárdult meg. Így vulkáni erupciók révén kb. $3000 \cdot 10^6 \text{ km}^3$ kéreg képződött, amiben természetesen az üledékes kőzetek is bennfoglaltatnak. Ez évente 1 km^3 vulkáni erupciót kíván, ami jelenleg is észlelhető. Nincs szük-

ség tehát arra, hogy a Föld történeti fejlődésében a mainál hevesebb vulkáni működést, katasztrofális korszakokat, kataklizmákat tételezzünk fel. Következésképpen a jelenleg lefolyó vulkanizmus, szeizmikus manifesztációk a kontinentális kéreg és az óceáni hátságok ugyanolyan mértékű fejlődésére mutatnak, mint amilyen méretben az a geológiai múltban lefolyt, tehát a kéregfejlődés jelenleg is tartó és működő folyamat.

Összefoglalva megállapítható, hogy a kontinentális kéreg kialakulása ma is tartó folyamat, amely évente mintegy 1 km^3 vulkáni erupcióval, $0,174 \text{ km}^3$ plasztikus magmaaláfolyással és $0,04 \text{ km}^3$ dilatációs térfogat-növekedéssel jár. Az orogén jelenségek után a dilatáció megszűnik és évente mintegy $0,04 \text{ km}^3$ kontrakció következik be, ami a stabil kontinentális kéreg alatti további lassú differenciációs kéregnövekedés miatt nem észlelhető.

A $0,174 \text{ km}^3/\text{év}$ aláfolyás a kontinentális kéreg alá, ha a cirkumpacifikus, indonéz és mediterrán orogén vonalak hosszát $20\,000 \text{ km}$ -re vesszük, ha a kontinentális és óceáni kéreg alatt az aláfolyási csatorna vastagsága mintegy 100 km , mintegy $0,009 \text{ cm}/\text{év}$ átlagos sebességgel megy végbe. A kapott átlagsebesség olyan kicsiny, hogy az a szilárd kéreg rugalmas állapotában lehetséges. Plasztikus állapotban ennél nagyságrenddel nagyobb sebességek is elképzelhetők. Így a lassú magma-alááramlás az óceáni kéreg alól a kontinentális kéreg alá nincs ellentétben a rugalmas földköpeny kvázielasztikus, szeizmikus viselkedésével. Azok, akik az óceáni kérget részben negyed-, részben harmadkorinak tartják, cm nagyságrendű felszíni elmozdulást is lehetségesnek tartanak [15].

Kéregfejlődés és szeizmikus energia

A kontinentális kéregfejlődés folyamata néhány 10^9 év óta tart, különböző fázisai vannak, a folyamat intenzitása változik. A földrengések eloszlásáról 60 év óta vannak rendszeres megfigyeléseink, tehát csak egy pillanatfelvételünk van a hosszú, bonyolult folyamatról. E pillanatfelvétel nem tartalmazza szükségszerűen a folyamat minden lényeges elemét, bár a kontinensek fejlődését ma is különféle fázisban láthatjuk: a kontinentális kéreg összenövése, a periferiális növekedés, a Csendes-óceán DNy-i térségében látható, egyelőre kevésbé érthető jelenségek. Nem tudjuk, hogy nincsenek-e jelenleg átmeneti, retrográd folyamatok, pl. a szovjet szerzők ún. óceánizálódása?

A jelenleg észlelt földrengések évi energiája 10^{27} – 10^{28} erg. Ebből mintegy 75% sekély rengésekre, 20% közepes, 5% mély rengésekre esik. A földrengések, eltekintve az óceáni hátságoktól, a kontinentális kéregfejlődéssel járó, a kéreg- és felső köpenyre kiterjedő mechanikai igénybevételek kiegyenlítődései. A feszültségek növekedésében felhalmozódott energia túlnyomó része a kéregben és közvetlenül a kéreg alatt van, ahol a felszín közelében húzó igénybevétel is felléphet. A kőzetek húzó igénybevétellel szemben tanúsított

ellenállása (szilárdsága) csak töredéke a nyomószilárdságnak, ezért a feszültségi állapot változása következtében hamar feszültségkiegyenlítődéssé jön létre és húzó feszültségekre valló repedésrendszer keletkezik. E tektonikus vonalak mentén gyakran vulkáni tevékenység is jelentkezik. A kéregben az egyenlőtlen izosztatikusság emelkedés vagy süllyedés miatt keletkeznek feszültségek (helyesebben feszültségállapot-változások). A hegylécok kiemelkedése, az előmélységek lesüllyedése, az eróziótermékek felhalmozódásával kapcsolatos kéregsüllyedés és -vastagodás, az óceánok felőli magma-alááramlással kapcsolatos óceáni kéregsüllyedés a feszültségállapot megváltozásával és egy kritikus határon feszültség-kiegyenlítődéssé kapcsolatos szeizmikus jelenségekkel jár.

A térfogati hiány fedezésére $50 \cdot 10^6$ km² aktív orogén felület alatt az óceánihoz képest kétszeres földi hőáramot kell feltételezni. A többlet hőáram tehát kerekén 10^{-6} cal/cm²sec, ami $50 \cdot 10^{16}$ cm² orogén hőáramú felületen $50 \cdot 10^{10}$ cal/sec, vagyis évente kerekén 10^{27} erg, ami nagyságrendben a földrengések évi energiájával egyezik. Nem látható be teljesen kielégítő módon, hogy ezen látszólagos nagyságrendi egyezés mit jelent. Azon az állásponton vagyok, hogy a Föld belsejében egy kvázistacioner hőáram van, kivéve az orogén területeket. A kvázistacioner hőáramú területeken, amelyek részben kontinentális, részben óceáni kérgűek, felmelegedés, lehűlés nincsen, tehát nincsen feszültségkoncentráció, amely a földrengések előfeltétele. Az orogén területeken, beleértve az óceáni hátságokat, ha azok valóban orogén öveknek tekinthetők, a többlet hő fejlődés miatt egyre növekvő dilatáció, ennek következtében feszültségkoncentráció van, ami egy határ után szeizmikus és tektonikus jelenségekben oldódik fel. Ugyanez áll az orogén területek kontinentális határán beálló lehűlésre, ami kontrakció révén ugyancsak feszültségnövekedést és ennek kiegyenlítésekor tektonikus és szeizmikus jelenségeket okoz. Ebből arra lehet következtetni, hogy a földrengések és a tektonikus jelenségek két okra vezethetők vissza, tágulásra és zsugorodásra. Az orogén ciklus első felében tágulós, a második felében zsugorodós feszültségállapot-változások okoznak földrengéseket és orogén jelenségeket és ezzel kapcsolatosan vulkanikus tevékenységet.

A kontinentális kéregfejlődés legintenzívebben vizsgált területei a Japán-szigetek, a Kamcsatka—Kuril-ív, az Aleuták íve és Alaszka-, a Peru—Chile-árok és a nagy mélységű rengések klasszikus területe, a Tonga—Kermadec-árok övezete. Mindenütt megfigyelhető egy kb. 45—50°-os dőlésű, szűk zóna, amelyben a mély rengések fókuszai vannak. A fokális zóna a kontinentális és átmeneti kéreg és az alatta lévő felső köpeny felemelkedő zónáit határolja el a süllyedő óceáni részeketől. A fokális zóna az óceáni felső köpenynek a kontinensek alá leáramló ágát elválasztja egyes, a differenciáció révén képződött kis fajsúlyú frakciók áramlási sávjaitól. A le-, illetve feláramlás alatt mintegy 1000—1200°C hőmérsékleten végbemenő lassú plasztikus folyást kell érteni. A valóságban a kéreg alatti folyás jelenségei bonyolultabbak, átmenetileg a kontinentális kéreg

alól is van plasztikus utánfolyás, aminek következtében a szárazulat egyes részei lesüllyednek és víz alá kerülnek. A nagy tektonikai árkok (rift valley) képződését is ilyen kéreg alatti anyagelfolyásnak lehet tulajdonítani.

A kéreg alatti magmaáramlások létezését alátámaszthatja az a megfigyelés is, hogy Kalifornia partvidéke és esetleg a Baja California félszigete a San-Andreas vető mentén ÉNy-i irányban horizontálisan, lassan elmozdul, amit az egyes, igen gyakori földrengések alkalmával észlelt 1–10 m-es diszlokációk és a vető által több száz méter távolságra diszlokált hegyvonulatok és vízfolyások igazolnak (HAMILTON and BRADLEY MYERS, 1966 [13]). Imperial valley-ben magam is láttam egy földrengés után horizontálisan diszlokált öntöző csatornát.

Úgy az emelkedő kontinentális kéregben, mint a süllyedő óceáni kéregben, az egyenlőtlen deformáció következtében húzó feszültségek léphetnek fel, amelyek mentén tektonikus felrepedések keletkeznek. E repedések hálózata utat nyit a kéregben vagy a kéreg alatt levő magmának. A nyomás lecsökkenése a plasztikus anyag olvadását okozza, és az alulról jövő, lassú plasztikusan folyó magma fluiditása megnövekszik. Ez lehetővé teszi a magma kéregbe hatolását és magmatartályok kialakulását. A magmatartályok alulról túlnyomásos táplálást nyerve felpuffadnak, és az így keletkezett felszíni repedéshálózaton keresztül részben a felszínre ürülnek. Az ürüléssel járó felszíni vulkanikus jelenségek, mivel a kéreg alól az utánpótlás lényegesen lassúbb, lassan megszűnnek, és a magmatartályból kiáramló anyaghiány következtében, az erupció környezetében a felszín lesüllyed és a repedéshálózat bezáródik. A vulkáni erupció, hamuszórás és lávafolyás csak látszólag jár a szárazföld térfogatának növekedésével, mert a vulkáni működés közvetlen környezetén a felszín lesüllyed. Mivel a szárazföldi kéreg felépítéséhez és kiemelkedéséhez a felszíni vulkános tevékenység mégis nagymértékben hozzájárult, nyilvánvaló, hogy a szükséges anyag csak a kontinensek területén kívüli, óceáni kéregrészek alól kerülhetett a kontinensek alá és okozta az óceánok fenekének süllyedését. A geológiai múlt alatt sokszor ennek az ellenkezője is megfigyelhető volt. A kiemelkedő kontinentális kéreg anyagi utánpótlását egészben vagy részben a szomszédos kontinentális kéreg alól nyerte. Ez a szomszédos kontinentális kéreg akkor süllyedni kezdett, gyakran a tenger szintje alá süllyedt. Mivel jelenleg már $148,1 \cdot 10^6$ km² kontinentális kéreg ténylegesen a tenger felszíne fölött van, ez a kontinentális növekedés elve alapján csakis az óceáni kéreg süllyedése révén és kis részben átmeneti hőtágulás révén mehetett végbe. Az orogén hőfejlődés utáni kontrakció azonban a kontinentális kéreg és az alatta levő felső köpeny térfogatát lecsökkenti, tehát a dilatáció tartósan nem növeli a kontinenseket.

Bár nem olyan szembetűnő módon, de a kontinentális kéregfejlődés mellett az óceáni kéreg is fejlődik, vastagodik, az eredeti egyhangú topográfia csak a mély óceáni medencékben található. Az óceáni kéreg vastagodása — el-

tekintve az üledékek képződésétől — az óceánfenék változatos domborzata, a tenger alatti lánchegységek, tektonikus árkok, vulkáni képződmények nagy változatossága a kéreg alatti magmatikus tevékenységre mutat. A kontinensekre megállapított térfogati elv itt is változatlanul érvényes. A tengeri erupciók kiömlött anyagának felhalmozódása — eltekintve a dilatációtól — feltétlenül a környezeti óceáni kéreg süllyedésével jár együtt. Így pl. Hawaii szigetének egyre növekedő magassága a sűrűn ismétlődő bazalt lávafolyások révén együtt jár a szigetet környező terület tengerfenekének süllyedésével. Tehát a sziget tengerszint feletti magasságának növekedésével a környezet tengerfenekének mélysége is növekszik, és így csak az óceáni kéregrész anyaga térfogati eloszlásának változásáról van szó. Mivel a kontinensek növekedése az óceán fenekének süllyedésével együtt jár, a kéreg alatti plasztikus magma-folyások okozta egyenlőtlen süllyedés miatt ugyancsak repedések keletkeznek, amelyek mentén tenger alatti lávafolyások, szabálytalanul ismétlődve, egyre növelik az óceáni kéreg vastagságát. Az sincs kizárva, hogy egyes óceánfenéki topografikus kiemelkedések a szomszédos kontinens rovására képződnek és egyes kontinentális táblák átmeneti elsüllyedését okozzák. Általában azonban mégis az óceánfenék süllyedése és a kontinensek növekedése és kiemelkedése az általános jelenség.

Az utolsó 15 évben az elméleti geofizikában az új globális tektonika igyekszik a kéregfejlődés jelenségét egységesen magyarázni.

A hazai szakirodalomba azonban néha kellő kritika nélkül kerül átplántálásra a cirkumpacifikus övezet óriási területére kidolgozott új globális tektonika, amely nem minden vonatkozásban alkalmazható a Kárpát-medence kisméretű kéregtöredéke fejlődésének magyarázatára. Az általam kéreg alatti izosztatikus plasztikus folyásnak nevezett jelenség és a globális tektonikában definiált szubdukció azonos fogalmak, egymással ellentétben nincsenek, ha a szubdukciót nem a kéregre, hanem a részben olvadt szilikátköpenyre értjük.

A kontinensek egyes részeinek horizontális elmozdulása nagy vetőzónák mentén ma már megfigyelésekkel, mérésekkel bizonyított jelenség. A kontinentális vagy óceáni kéreg másik kontinens alá úszásával vagy rátolódásával kapcsolatban megjegyezendő, hogy bár horizontális jellegű mozgások éppen a felső köpeny GUTENBERG-féle kis sebességű rétegében és a vele plasztikusan kapcsolt felsőbb részekben lehetségesek, azonban a hegységképződésben mégis a vertikális jellegű izosztatikus emelkedés-süllyedés dominál. A Himalája, az Andok, a Zagrosz és más lánchegységek torlódásos felépítése ma nem figyelhető meg és a múltra sem extrapolálható.

Konvekciós „áramok”, plume-ok, sódiapir jellegű „feláramlások” és ehhez hasonló ma divatos, de nem bizonyítható fogalmak nem mások, mint a folyadékok mechanikája fogalmainak mértéktelen extrapolációi, melyek a felső köpeny rugalmas szilikátjaira nem alkalmazhatók. Nincs fizikai értelme a felső köpeny szilikátjainak pl. 10^{22} poise értékű viszkozitásáról vagy a RAYLEIGH

számáról beszélni. A földgolyó felszínének relatív érdessége nagyságrendben azonos a biliárdgolyó relatív érdességével. Szükséges az elefántesont biliárdgolyó felületi érdességét belsejében lefolyó „anyagáramlásokkal” magyarázni?

A kontinensvándorlás elméletének ma divatos formája, a „lemezvándorlás” elmélete is mértéktelen fizikai extrapoláció eredménye. Még a lemez elnevezés sem helyes, hiszen kontinentális méretű kéreglemez helyett héjat kellene mondani. Az „úszó kéreghéjak” deformációja szubdukció közben nem olyan egyszerű, mint a lemezeké.

Még egyszer hangsúlyozni kell, hogy az új globális tektonika nem tény, hanem elméleti elképzelés, amely sok megfigyelést látszik megértetni, de még többre nem képes elfogadható, elhihető magyarázatot adni [15].

Kéregfejlődés a Kárpátok medencéjének környezetében

A magyar medence kéregfejlődésére vonatkozóan eddig a földi hőárammérések és a mélyrefrakciós vizsgálatok szolgáltatott értelmezhető adatokat. A magyar medencében a gravitációs vizsgálatok alapján kiszámított BOUGUER anomália értékek $+10 - +20$ mgal értéke 25–30 km kéregvastagságra jellemző (KOSMINSKAYA—RISNICHENKO, 1964 [14]). Az újabb vizsgálatok szerint (POSGAY—MITUCH, 1965) a magyar medencében a kéregvastagság 26–28 km; ez kisebb, mint az átlagos kontinentális kéregvastagság (30–35 km). A magyar medencében tehát *átmeneti kéreg van*, azonban közel a normális kontinentális kéregvastagsághoz.

A földi hőáramméréseim a magyar medencében $1,9-3,4 \mu\text{cal}/\text{cm}^2\text{sec}$ értéket adtak, és átlagosan 2,4–2,6 érték vehető mértékadónak. A Kárpát-medence szovjet és csehszlovák területén végzett 2, ill. 5, összesen 7 mérés 2,22–2,70 $\mu\text{cal}/\text{cm}^2\text{sec}$ értéket adott, ami megerősíti az általam korábban jellemzőnek elfogadott átlagértéket, amely úgy látszik a Kárpátok medencéjének egész területére jellemző. A magyar medence hőárama a harmadkori (alpi) hegyképződésre jellemző orogén értékű, ami arra mutat, hogy az alpi hegyképződést okozó többlethő a Kárpátok medencéjében ma is mérhető.

Magyarország területének túlnyomó része azonban az alpi hegyképződés alatt nem vagy alig emelkedett, később pedig süllyedő tendenciát mutatott, és Alföldünket a kiemelkedő környezetből lehordott tengeri és tavi üledékek töltötték ki. A medence feneke helyenként 5000 m-nél is mélyebbre süllyedt le. E süllyedésnek oka az volt, hogy a Kárpátok és a Dinaridák feltornyosulásához szükséges anyag részben a magyar medence alól, lassú plasztikus folyással a kiemelkedő hegységek alá áramlott és azok kiemelkedését a szükséges anyag szállításával fenntartotta. Mivel a kéreg alatti elfolyás hosszú ideig tartó szakaszos folyamat volt, a magyar medence egyes kéregrészelei változatos időben és mértékben süllyedtek, bár helyenként és időnként a belső folyás eredményeként egyes kéregrészek átmenetileg vagy végleg kiemelkedtek.

A főként mezozóos magyar középhegység késői kiemelkedése és jelenleg is tartó lassú emelkedése kapcsolatban lehet a Kis- és Nagyalföld mély részeinek ma is tartó süllyedésével. Ennek ékes bizonyága a Duna hordaléklerakó tevékenysége a Csallóköz—Szigetköz területén, továbbá a Tisza és Körös hasonló szerepe a DK-alföldi süllyedő területen. E területek jelentős méretű süllyedését a jelenleg is tartó kéreg alatti plasztikus elfolyás okozza.

Túlnyomóan miocénban lezajlott nagy vulkanikus tevékenység a Kárpátok erőteljes kiemelkedésével kapcsolatban lépett fel. A magyar medence belsejében a kéreg ekkor stagnált vagy némileg süllyedt, és a kiemelkedés határán egyre megújuló repedésrendszer képződött, amely mentén a vulkáni eruptív tevékenység intenzív hamuszórással és lávafolyással felépítette a Pilis, Börzsöny Cserhát, Mátra, Bükk-előtér és az eperjesi—tokaji hegység főleg andezit- és riolitból és tufáikból álló hegységeit. A nagy hamuszórás különösen vastag vulkáni tufa rétegeket képzett a Nyírség medencéjében. A Bakony kissé erőteljesebb emelkedése a Pliocénben bazalt-lávaömlések kíséretében ment végbe; a kéreg-repedések mentén képződött vulkáni csatornákból némi bazalttufa szórás is volt.

A medence belsejében lefolyó, a peremi hegyképződéshez viszonyítva kis méretű kéregmozgások nem mindig függenek össze a kéreg alatti jelenségekkel, hanem a kéregben lefolyó plasztikus folyási jelenségek is okozhatnak olyan kisméretű felületi kéregmozgásokat, mint amilyenek a magyar medencében észlelhetők. A nagy földi hőáram okozta felmelegedés a kéregben is elősegítheti a plasztikus folyás révén létrejövő helyváltoztatást, esetleges helyi olvadékképződést, amit a repedésrendszerek képződésével kapcsolatos feszültségsökkenés szintén elősegít. A kéregben lefolyó magmafolyások megmagyarázzák a medence belsejében észlelt viszonylag gyorsan emelkedő és süllyedő tendenciákat. A kéreg alatti folyások hatása a felszínre lényegesen lassúbb és a fáziseltolás is nagyobb.

A medence töréses szerkezete a medence kis méretei által megszabott kismértékű vertikális mozgások okozta kis deformációk következménye. A kis méretek következtében az üledék-felhalmozódás is korlátozott és szabálytalan, emiatt nagyobb kiterjedésű szén- és kőolaj-földgáz-előfordulások sincsenek. A gyakran ismétlődő vertikális oszcilláló mozgások következtében viszont a töréses vetők gyakoriak, ami szénbányászatunkat kisméretű fejtési egységek leművelésére kényszeríti.

A Pannon-medence geotermikus anomáliájára kielégítő magyarázatot adni ma még nem vagyunk képesek.

A Pannon-medencében geotermikus energiát termelni különösen kedvező feltételek mellett azért lehet, mert

1. a fizikai mérések bebizonyították, hogy a földi hőáram itt mindenütt mintegy kétszerese a normális értéknek, tehát a hőmérséklet is a mélység felé mintegy kétszer gyorsabban növekszik, mint normális geotermikus területeken.

2. a kőolajipar fúrásainak vizsgálata alapján megállapítást nyert, hogy 1000—2500 m mélységközben főleg a felsőpannonban egy igen jó porozitású és permeabilitású rezervoár létezik, amely óriási mennyiségű 60—130 C° hőmérsékletű forró vizet tárol, melynek sótartalma csekély és legtöbbször fűtésre közvetlenül használható;

3. a geotermikus fűtés minden más alternatívánál olcsóbb ott — az ország területének mintegy 40%-án —, ahol az rendelkezésre áll.

Ezek felismerése után 1958-ban, majd 1960-ban újra javasoltam a nehézipari miniszternek, hogy ezt az óriási energiakészletet aknázzuk ki. E munkára az OMFV vállalkozott és 1962 és 1970 között megteremtette egy geotermikus energiatermelő ipar alapjait. E munka eredményei folyóiratunk 1976. évi 9/3—4. számában 269—281. oldalakon található.

IRODALOM

1. BOLDIZSÁR T.: A geotermikus gradiens bányászati vonatkozásai. Bányászati és Kohászati Lapok, **20**, 466—470, 1943.
2. BOLDIZSÁR T.: A pécsbánya-telepi liaz szénelőfordulás geotermikus viszonyai. 280—287 és 289—296, 1944.
3. Terrestrial Heat Flow Data. World Data Center A., Boulder, Colorado, 1976.
4. BOLDIZSÁR T.: Magyarország geotermikus térképe és földi hőárama. MTA Műsz. Tud. Osztályának Közleményei, 307—327, 1964.
5. BOLDIZSÁR T.: A magyar medence geotermikus viszonyai. MTA Műsz. Tud. Osztályának Közleményei, 119—136, 1968.
6. MITUCH—POSGAY: Geophys. Transactions Spec. Ed. Műszaki Könyvkiadó, 118—129, 1972.
7. ÁDÁM: Gutleitende Schicht. Acta Geod. Geophys. Mont. Acad. Sci. Hung., **5**, 106, 1970.
8. ANDERSON, D. L.—R. S. HART: An Earth Model etc. J. Geophys. Res., **81**, 1461, 1976.
9. HART et al.: Effect of Attenuation etc. J. Geophys. Res., **82**, 1649, 1977.
10. BOLDIZSÁR T.: Orogenesis és földi hőáram. NIM, Miskolc, **53**, 1969.
11. MENARD—SMITH: Hypsometry of Ocean Basin Provinces. J. Geophys. Res., **71**, 4305—4325, 1966.
12. BROGAS—PICCIOTTO: Nickel Content of Antarctic Snow etc. I. Geophys. Res., **72**, 2229—2236, 1967.
13. HAMILTON—BRADLEY MYERS: Cenozoic Tectonics of the Western United States. Rev. Geophys., **4**, 509—549, 1966.
14. KOSMINSKAYA—RIZNICHENKO: Seismic Studies [Research in Geophysics, MIT Press, Cambridge, **2**, 81—122, 1964.
15. LE PICHON et al.: Plate Tectonics. Elsevier, **1**, 4—5, 1973.

PRODUCTION OF GEOTHERMAL ENERGY IN HUNGARY

By

T. BOLDIZSÁR

Abstract

Measurement of the strikingly high terrestrial heat flow of the Pannonian Basin has led to the discovery of the greatest positive geothermal anomaly of the world. The value of the terrestrial heat flow is 2 to 3.4 $\mu\text{cal}/\text{cm}^2 \text{ sec}$. Because of the spectacularly favourable coincidence of the geothermal and stratigraphic conditions there are excellent possibilities for the production of geothermal energy which have been confirmed by wells producing geothermal energy put down upon the author's proposal. After describing the history of discovery of the anomaly,

the author, seeking to explain the anomaly, expounds the theory of slow subcrustal, isostatic plastic flow providing, in a broader sense, an explanation for the orogeny as well. He shows a connection to exist between geothermal anomaly on the one hand and the results of gravimetric, seismic and magnetotelluric measurements on the other.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГЕОТЕРМИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В ВЕНГРИИ

Т. БОЛДИЖАР

Резюме

При измерении необычайно большого земного теплового потока в Паннонском бассейне нами была обнаружена до сих пор известная крупнейшая в мире положительная геотермическая аномалия. Величина земного теплового потока составляет 2—3,4 $\mu\text{кал}/\text{см}^2$ в секунду. Вследствие весьма благоприятного совпадения геотермического режима и стратиграфических условий имеются выдающиеся возможности для эксплуатации геотермической энергии, что доказано производственными скважинами, пробуренными по предложению автора для эксплуатации ресурсов геотермической энергии. После описания истории постепенного открытия рассматриваемой аномалии рассматривается теория о замедленном подкоровом изостатическом пластичном потоке веществ, которая в более обширном смысле дает объяснение также и горообразованию. Геотермическую аномалию автор статьи связывает с результатами гравиметрических, сейсмических и магнетотеллурических измерений.

A HAZAI HÉVÍZ-ELŐFORDULÁSOK HIDROGEOLOGIAI ALAPJAI

KORIM KÁLMÁN

I. Bevezetés

A magyarországi hévíz-előfordulásokat, a hévízkincs elhelyezkedését, nagyságát és jellegét a hegyközi magyar medencében s annak periferiális részein megnyilvánuló rendkívül kedvező geotermikus hatótényezők mellett elsősorban a földtani és vízföldtani viszonyok szabják meg. A gazdag hévízkészletek létrejöttében és kialakulásában meghatározó szerepet játszanak a Kárpát-medence kéregszerkezeti és magmatektonikai jelenségei, a földtani felépítés, az üledékközzettani, teleptani és a tágabb értelemben vett vízföldtani jellemzők és folyamatok. A több mint egy évszázados, de különösen az 1950-es évektől felgyorsuló magyarországi hévízkutatás és fúrásos hévízfeltárás, nem különben az 1920-as évektől folyó szénhidrogén-kutatási tevékenység következtében fokozatosan ismertté vált hévíz-előfordulásaink általános rendszere és szabályszerűsége. Hévízeink szoros kapcsolatot mutatnak a mélységi vizek hidrogeológiai, geohidroológiai és hidrodinamikai törvényszerűségeivel, ami nagyban elősegíti a hévizek általános hidroológiai-hidraulikai viselkedésének értékelését. Ugyanakkor a hévizek különleges termodinamikai, rezervoárfizikai és kémiai viszonyai, elsősorban a nagy mélységben elhelyezkedő hévízkészletek esetében sajátos vizsgálati módszerek alkalmazását teszik szükségessé. Emellett hévíztelepeink jelentős része változó, de sokszor nagy mennyiségű oldott földgázt tartalmaz, ami ugyancsak különleges adottságot kölcsönöz a hévíztermelésnek. Egyben rámutat a mélységi fluidumok kölcsönhatására egyazon üledékképződési környezeten és földtani provincián belül.

Az alábbiakban a hazai hévízkincs térbeli elhelyezkedését, a hévíztárolók hozzávetőleges alakját és méretét, a hévizek minőségét és mennyiségét, valamint a hévízkitermelést meghatározó és befolyásoló tényezőket vizsgáljuk meg. E tényezők rendkívül változatosak és bonyolultak, hatásukban összetettek, de mindamelllett felismerhetők azok a fő jellegek, melyek meghatározzák a regionálisan jelentős, hasznosítás szempontjából elsőrendű fontosságú hévíz-előfordulások ismérveit.

2. A hévíztároló rendszerek földtani jellege és rétegtani helyzete

2.1 Hévíztároló nagyrendszerek

A hévíz-előfordulásokat és hévízkészleteket meghatározó optimális földtani, kőzettani és hidrológiai tényezők két nagy földtani képződményben nyilvánultak meg, s következőképpen regionális jelentőségű hévíztároló rendszereket hoztak létre, nevezetesen

- a felső-pannóniai rétegzett típusú többszintes-soktelepes homok-homokkő sorozatban
- a triász időszaki repedezett-hasadékos, részben karsztosodott karbonátos kőzettömegben

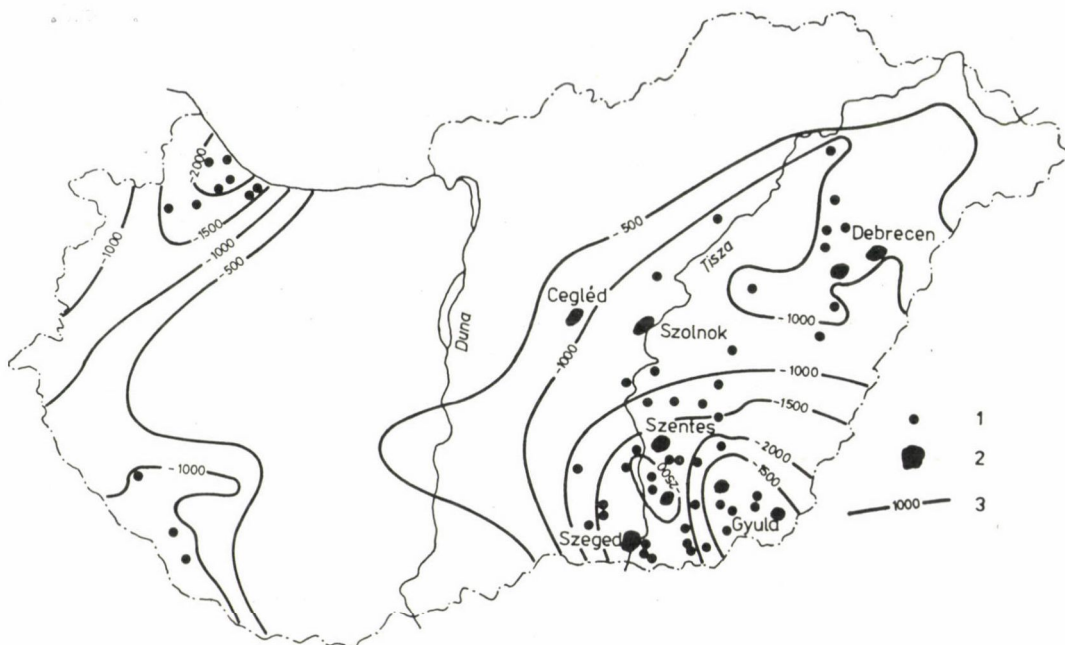
E két nagyrendszert merőben eltérő földtani, tektonikai, kőzetfizikai, hidrodinamikai-hidraulikai és vízkémiai viszonyok jellemzik.

2. 1. 1 *A felső-pannóniai, rétegzett típusú többszintes-soktelepes homok-homokkő alkotta hévíztároló rendszer*

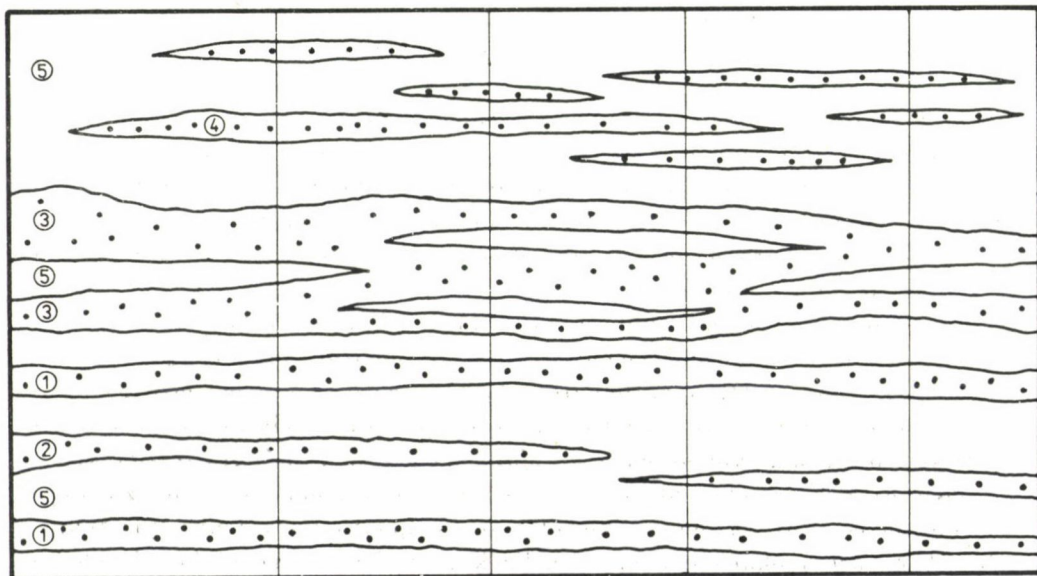
A magyarországi neogén medencefejlődés, üledékképződés és a hévízkészletek kialakulása között nyilvánvaló kapcsolat áll fenn. Az alpi-kárpáti-dinarida orogén öv kiemelkedésével egyidejűleg s a miocén korszakban kezdődően végbement kratogeoszinklinális jellegű medencekialakulás következtében nagy tömegű, uralkodóan törmelékes üledékösszlet halmozódott fel. Az epirogén jellegű süllyedés a pliocénben, s ezen belül is a felső-pannóniai alemeletben érte el paroxizmusát, s az ország területének mintegy 70 százalékán képződött különböző vastagságú, helyenként 2000 métert is meghaladó felső-pannóniai üledéksorozat. Az egyenlőtlen süllyedés hasonló szerkezetű és felépítésű részmedencéket hozott létre. Ebből adódik a felső-pannóniai üledékösszlet vastagságbeli különbözősége (1. ábra).

E hatalmas regionális kiterjedésű üledékösszleten belül területenként és függőleges értelemben véve különböző százalékarányban és megjelenésben helyezkednek el vízszintes vagy közel vízszintes településben a homok és homokkő rétegek. Ezeket az egymás fölött és egymás mellett kifejlődött változatos méretű, vízzel telt, porózus kőzettesteket vízzáró vagy félig vízrekesztő finomszemcsés üledékek, agyagok, agyagmárgák és sziltek veszik körül. A víztároló, vízzáró és félig vízrekesztő rétegek a pannóniai üledékes medencében egy-egy fúrási szelvény vagy fúrásokkal sűrűn feltárt területen belül nyert tapasztalatok szerint meglehetősen gyorsan váltakoznak és sokszor kaotikus képet mutatnak. Mindez természetszerű következménye a Pannon-medencében időben és térben változó oszcillációs mozgásoknak, az üledékanyag-szállítás egyenetlenségének s a tektonikailag nyugalmi és aktív időszakok váltakozásának.

Az egyedi homoktestek uralkodó megjelenési formája a lepelszerű, vagyis a vékony homokrétegek viszonylag nagy területi kiterjedése. A lencsés kifejltő



1. ábra. A felső-pannóniai hévíztároló rendszert feltáró hévízkutak (< 60 °C kifolyó víz) 1978. I. 1. 1. Hévízkút; 2. hévízkútcsoport; 3. felső-pannóniai fekvő szintvonal t.sz. a. mélysége



2. ábra. Homokkő kifejlődési alapformák. 1. Szinttartó, folytonos réteg; 2. kiékelődött réteg; 3. összeolvadó homok; 4. homoklencsék; 5. vízzáró réteg

déstől a homokrétegek összeolvadásáig mindenféle átmenet előfordul (2. ábra). A homoktestek alakja döntően befolyásolja a hévíztároló egység méretét. Több ezer fúrás tanúsága szerint a legtagoltabb, legvastagabb egyedi homokrétegek a felső-pannóniai alemelet alsó szakaszában fordulnak elő, s elérik a 20–30 métert is. Ezzel szemben a alemelet felső szakaszán a porózus és vízrekesztő rétegek s ezek átmeneti típusai gyorsan váltakoznak, miáltal ún. sandwich-típusú üledéket alkotnak, ahol az egyedi homokrétegek meglehetősen vékonyak (1–5 méter).

A felső-pannóniai hévíztároló rendszer a részmedencék kifejlődésétől függően a terepszinttől számított 500 méteres mélységtől 2500 méterig terjed. Legmélyebb és egyben legvastagabb kifejlődésben a Nagyalföld déli-délkeleti részén (Délalföldi süllyedék) a Makó—Hódmezővásárhelyi-árok és Szentés környékén, a Békési-medencében Békéscsaba és Gyula vidékén, valamint a Kisalföld belső süllyedékében (Lébény, Lipót) található.

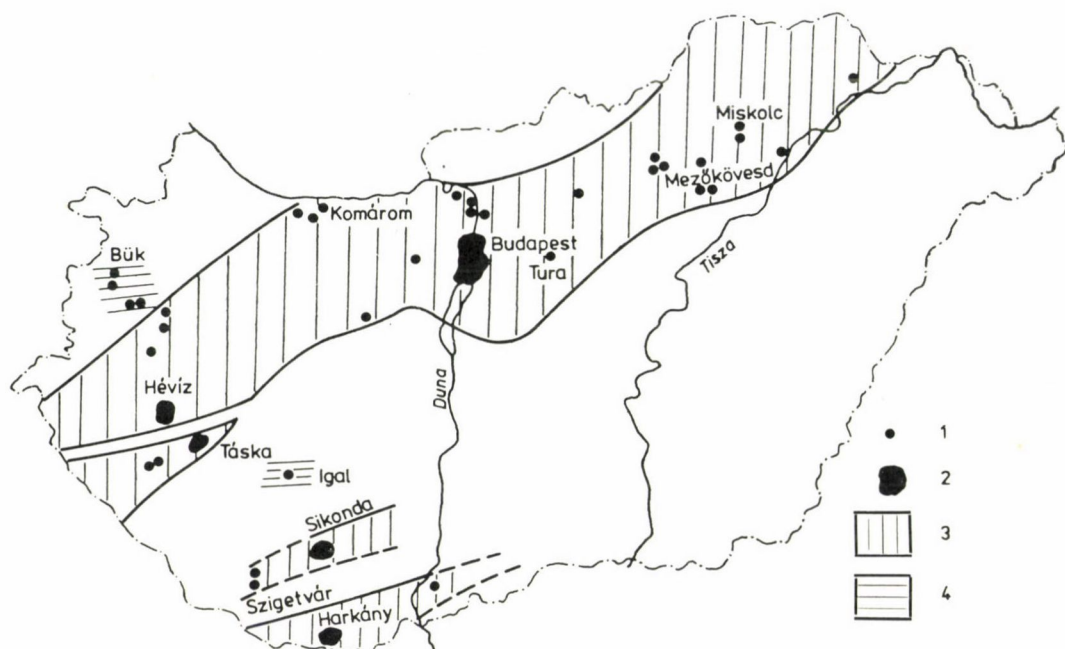
2.1.2 *Triász időszi, repedezett-hasadékos, részben karsztosodott karbonátos kőzetek alkotta hévíztároló rendszer*

Ez az uralkodóan mészkőből és dolomithból álló, s helyenként 4–5 ezer méter vastag alaphegységtömeg regionális kiterjedése következtében az ország második jelentőségű hévíztároló rendszerét foglalja magába. Földrajzilag két nagy s elkülönült egységben jelenik meg, nevezetesen

- a Dunántúli Középhegység és az Északi Középhegység csapásirányával párhuzamos és DNY-Zalától egészen Sárospatakig húzódó alaphegységvonulat és
- a Mecsek és Villányi hegység környezetében települő alaphegység vonulat.

E vastag karbonátos kőzettömegnek csak kis hányada jelenik meg külszínen, hegység alakjában. Túlnyomó részét különböző vastagságú, fiatalabb, főként harmadidőszaki képződmények fedik le. A fedő üledékoszlop helyenként 4000 méternél is vastagabb (pl. DNY-Zalában). Legvékonyabb fedőrétegösszettermészetesen a karbonátos kőzetekből felépített hegységek közvetlen szomszédságában alakult ki (3. ábra).

A hosszú geológiai időn át gyakran megismétlődő hegységszerkezeti mozgások következtében a kemény és rideg karbonátos kőzettömeg összetöredezett, megrepedezett. A karbonátos alaphegység egészére jellemző rögszerkezet mellett az egyes rögök-blokkok sűrű repedés-hasadék és kőzetrés rendszereket mutatnak, különösen a felszínközeli pár száz méteres részletekben. Egyben ez a legerőteljesebben összetöredezett felső zóna volt a hosszú idejű karsztosodás színtere, mely a hidrológiai szempontból oly fontos járatokat, üregeket, barlangokat eredményezte. Ezek a felszíni és harmadidőszaki üledékekkel lefedett karszt-, ill. őskarszt-rendszerek a karbonátos alaphegységtömegben lejátszódó vízkörforgás szempontjából igen nagy jelentőségűek.



3. ábra. A karbonátos hévíztároló rendszert feltárt kutak ($< 35^\circ\text{C}$ kifolyó víz) 1978. I. 1. 1. Hévízkút; 2. hévízkútesoport; 3. triász karbonátos kőzetek; 4. paleozóos karbonátos kőzetek

A triász időszi karbonátos képződmények repedés-hasadék-közetrés hálózata területenként és függőleges irányban különböző. Ez a töréshálózat legerőteljesebben a hegységszerkezeti legjobban igénybevett övezetekben, így az elsőrendű, regionális törésvonalak mentén fejlődött ki. Rendszerint ezek a zónák jelzik a természetes forrásműködés színterét, mint amilyen a Budai-hegység nagymérvű letörése a Duna vonalában, kialakítva az ún. Budai Termális Vonalat. Ennek mintegy tükörképe a Dunántúli Középhegység DNY-i tektonikus leszakadása, ahol langyos és meleg karsztvizek törnek fel Hévízen,

Mindamellet nem repedezett, tömött részletek is előfordulnak a karbonátos kőzettömegben belül, melyek vízzáró sajátságúak. A Budapest-Népliget-i fúrás eredménytelensége egy ilyen vízrekesztő sajátságú kőzetestet harántolásából adódott.

A karbonátos kőzettömeg fő jellemzője a függőleges vagy közel függőleges törés- és repedésrendszer jelenléte, szemben a felsőpannóniai vízszintes, rétegzett kifejlődésű hévíztárolókkal. E függőleges töréshálóban a hévízáramlási rendszereknek nagy vertikális mozgástere van, s végeredményben ennek köszönhető a természetes források és hévízforrások működése is.

A tektonikus eredetű töréses formaelemek (repedések, hasadékok, közetrészek) és a karsztosodás, avagy a hidrotermális működés által létrehozott

járatokon (kavernák, oldási üregek, barlangok stb.) kívül a réteglapoknak és a szerkezeti síkoknak, valamint a tektonikusan fellazult képződményeknek (vetőbreccsiák) szintén jelentős szerepük van mint áramlási pályáknak.

2.2 *Hévíztároló kisrendszerek*

A nagy kiterjedésű, regionális hévíztárolók mellett számos korlátozott méretű, elszigetelt, helyi jelentőségű hévíz-előfordulás ismeretes a negyedidőszaki képződményektől egészen a paleozóos alaphegység jellegű devon kori dolomitig. Ezen belül a kisrendszerek különböző rétegtani és hidrosztratiográfiai egységben alakultak ki változatos kőzettani megjelenésben. Ezek közül legjelentősebbek az alábbiak:

2.2.1 *Negyedidőszaki és levantei, rétegzett, laza, porózus üledékek*

A magyar medence rendkívül kedvező geotermikus átfűtöttsége következtében a Tisza és Körösök menti fiatal süllyedékterületen a 400–800 méteres mélységközben kvarter homok és kavicsrétegek, míg 500–1300 méteres mélységszakaszban levantei homokrétegek alkotta többszintes-soktelepes hévíztároló rétegek települnek.

2.2.2 *Miocén rétegzett és tömeges törmelékes kőzetek*

Medenceperemi és medencebelseji előfordulásban egyaránt ismeretes^{*} Dávod környékén az ópaleozóos aljazaton 200–250 m vastagságban igen kemény helvétai alapkonglomerátum települ, melynek repedés és kőzetrés rendszere képezi a korlátozott kiterjedésű hévíztárolót.

A dél-zalai medencében a szénhidrogén-kutató mélyfúrások tártak fel nagy mélységben a vastag miocén üledékösszleten belül vékony, törmelékesdurvatörmelékes kőzetekből álló kisméretű, lencse alakú hévíztárolókat (Bajcsa-I., Letenye-I., Obornak).

2.2.3 *Tortonai, rétegzett, porózus zátonymészők*

E vékony s kis méretű porózus mészkőrétegek mint sekélytengeri, medenceperemi eredetű képződmények Hegykő, Buzsák-Csisztapuszta, Cserkeszőlő és Biharnagybajom vidékén fordulnak elő.

2.2.4 *Paleozóos repedezett-hasadékos karbonátos kőzetek*

Alaphegység jellegű karbonátos képződmények, a 2.2.2 és 2.2.3 csoportba tartozóknál jóval nagyobb, de mindenképpen korlátozott kiterjedésűek. A büki devonkori dolomit és az igali karbonkorinak feltételezett mészkő repedés-hasadékközelében tárolja a jelentős mennyiségű hévízkészletet.

2.3 Összetett hévíztároló rendszerek

Sajátos hévíztároló rendszert képviselnek az ún. kombinált vagy összetett típusú hévízrezervoárok, melyeknél az egymásra települő különböző földtani korú, de jobbára azonos kőzetfizikai tulajdonságú rideg és kemény képződményeket egymással közlekedő repedés- és hasadékrendszerek járják keresztül-kasul s egységes hidraulikai-hidrodinamikai rendszert alkotnak. E kombinált hévíztároló rendszer fekvője rendszerint a triász időszaki mészkő vagy dolomit, míg a fedőképződmény változatos. Így Budapesten az eocén mészkő, márga vagy konglomerátum, avagy oligocén konglomerátum, Pápán a kréta mészkő, Turán az eocén mészkő, míg Hévízen a felső-pannóniai, hidrotermális hatás következtében átkovásodott homokkő. Hévíztárolási szempontból mindenütt a jóval nagyobb dimenziójú triász alaphegységi résznek van döntő jelentősége, míg a fedőközet csak az összeköttetést és a megcsapolást biztosítja.

Különleges összetett hévíztároló rendszert a vízszintes településű, rétegzett negyedidőszaki-pliocén üledéksorozatban a tiszakécskei, pozitív geotermikus anomáliát előidéző hévíz-előfordulás képvisel, ahol a kb. 800–1000 m mélységközben levő felső-pannóniai homokrétegek vize a porózus képződmények alkotta rétegtani ablakon keresztül konvekciós áramlás alakjában a kvarter üledékekbe fejtődik át.

3. A hévíztároló rendszerek rezervoár-geológiai viszonyai

3.1 A felső-pannóniai nagyrendszer

3.1.1 Kőzetfizikai jellemzők

A felső-pannóniai hévíztároló homokok és homokkövek lényegében kvarc-homok típusúak, 70–90% kvarctartalommal. Emelett 5–30% mennyiségű kalcit és dolomit, 10% alatti földpát és ugyancsak 10%-nál kevesebb nehézsárvány-tartalom (gránát, muszkovit, turmalin, klorit) szerepel.

E kvarc-homokok uralkodó szemnagysága 0,1–0,2 mm. A felső-pannóniai alemelet felső és középső szakaszában csak ritkán, viszont az alsó részen, különösen a mély medencékben gyakori homokkövek kötőanyaga elsősorban karbonátos (kalcit és dolomit), másodsorban agyagos (montmorillonit). Mindkét kötőanyag szabálytalanul oszlik el. A kötőanyag szabálytalan megjelenése és a homok-homokkőtesteken belüli szilt- és agyagrétegek s csíkok egyaránt hozzájárulnak a hévíztároló rendszer heterogenitásához és inhomogenitásához.

A felső-pannóniai rétegek az összetett, tagolt, többszintes-soktelepes rétegzett tárolórendszer tipikus példáját mutatják. A rétegzettség egymagában is a rezervoár heterogenitását jelenti. Ezt a heterogenitást csak még fokozza a homok-homokkőrétegeken belüli póruseometriai, áteresztőképességi és alak-

zatbeli változatosság. Mindezek a mikro-, makro- és megaszkopikus tároló sajátosságok végső soron az áramlási viszonyokat, az egyedi homoktestek fajlagos vízáradóképeségét befolyásolják.

A hévíztároló homok és homokkőrétegek hézagosságát a kötőanyag kiválasztáson és az üledékképződés bizonyos folyamatain kívül elsősorban a nehézségi anyagtömörülés, a gravitációs kompakció befolyásolja. A tömörülés igazában a 2000 méteres mélység alatt érezteti hatását, ahol már 15–20% hasznos hézagterefogatú homokkővek települnek. Egyebütt a felső-pannóniai alemelet alsó és középső részében 20–30% között váltakozó, átlagosan 25%-os effektív porozitásérték adódik, míg az alemelet legfelső részében még a 30%-ot is meghaladó hézagosság is előfordul.

Az áteresztőképesség ugyancsak a mélység és a fent említett tároló sajátosságok függvényében változik. A rétegzettség és a csillámtartalom miatt a függőleges irányú áteresztőképesség általában egyharmaddal kisebb a vízszintes irányú permeabilitásnál. A 2000 m-nél mélyebben fekvő homokkővek vízszintes irányú áteresztőképessége 50–200 millidarcy között, a fő hévizes szintben települő tömött homokrétegeké 200–500 md. között váltakozik, míg a felső szakaszban levő homokokban 1 D érték körül mozog.

A két legfontosabb telepparaméter, a porozitás és a permeabilitás fokozatos romlása a mélységgel azzal a következménnyel jár, hogy az alsó-pannóniai alemeletbe tartozó homokkő rétegek olyan gyenge vízáradóképeségűek, hogy az már nem felel meg a hévíztermelés, ill. hévízhasznosítás gyakorlati követelményeinek. Emellett az alsó-pannóniai porózus rétegek sósvíztárolók, amely szintén kedvezőtlen számos hasznosítási ágazat szempontjából. A pliocén üledékes medencében rutinszerűen folyó hévízfeltáró fúrások tervezett mélységét a felső-pannóniai—alsó-pannóniai határ szabja meg.

3.1.2 Telepparaméterek

3.1.2.1 Telepnyomás

A kezdeti vagy eredeti telepnyomás érték a felső-pannóniai hévíztároló rendszerben kivétel nélkül mindenütt körülbelül a hidrosztatikus nyomásértékkel azonos, vagyis normál nyomásviszonyok állnak fenn. Ennek megfelelően a legnagyobb kezdeti rétegnyomás értékeket a DDK-alföld-i mélymedence hévíztárolóiban mérték. Így pl. Szentesen a 2100 m-es műszerállás mellett kapott telepnyomás 209,2 att.-nak adódott.

3.1.2.2 Kútfejnyomás

A kezdeti sztatikus kútfejnyomás (vagy sztatikus vízszint) értéke a rétegenergia készlettől függően változó. Így pl. Orosházán a Dózsa Tsz. 1. sz. hévízkútjánál 4,8 att, a makói kórház kútjánál 6,5 att. értéket mértek, de számos

esetben a terepszint alatt maradó kezdeti vízszintadatot is kaptunk. Megjegyzendő azonban, hogy a negatív kezdeti kútfejnyomás, ill. nyugalmi vízszint értékek csak rendellenesen fordulnak elő, s nem jellemzők a felső-pannóniai hévíztároló rendszerre.

3.1.2.3 Gáztartalom

A vízben oldott szénhidrogén és széndioxid gáztartalom meglehetősen változó, bár gyakran jelentős. Elsősorban az ipari jelentőségű földgázmezők szomszédságában számottevő a migrációs folyamatok és egyéb okok (kúkitörés, gázátfejtődés) következtében. A hévizeinkben oldott gáztartalom az egyik legfontosabb rétegenergia-forrás. A gáz—víz viszonyzámmal (GVV m^3/m^3) kifejezett gáztartalom kezdeti értékének néhány példája:

Debrecen	1,2—1,96 m^3/m^3
Hajdúszoboszló	1,3—1,6
Orosháza	1,1—1,5
Szeged	0,2—0,7
Szentes	0,01—0,5

3.1.2.4 Telephőmérséklet

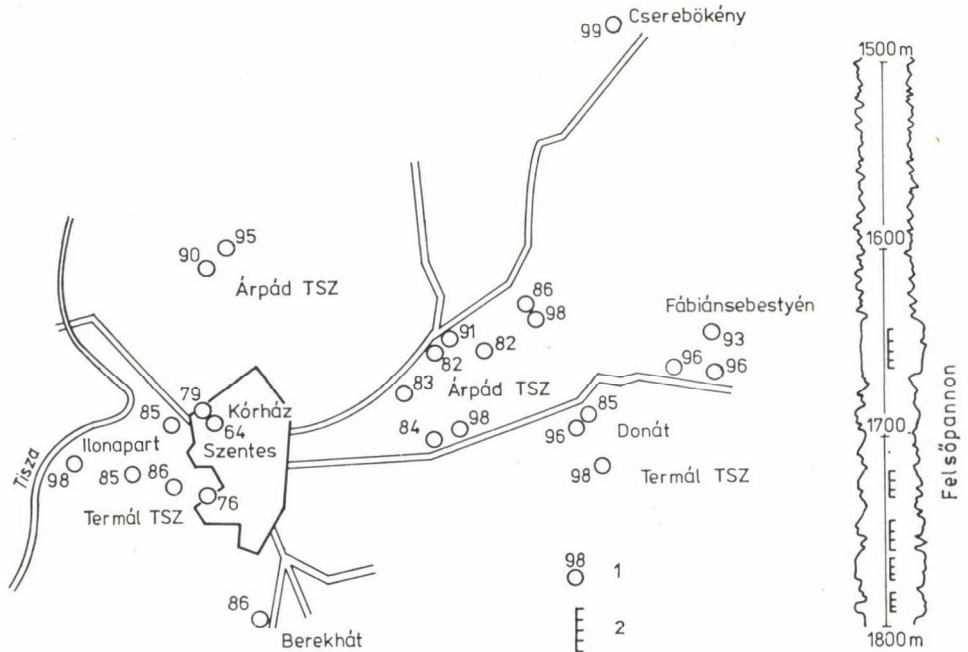
A telephőmérséklet konstans, a termelés folyamán változatlan telepparaméter. Értéke a felső-pannóniai hévízrezervoár mélységi helyzetétől függően 50—150 °C között változik. A telephőmérséklet vízfajsúly-, viszkóзитásésökkenő és víztérfogat-növelő hatása nagymértékben segíti a felszökő víztermelést.

A legnagyobb telephőmérsékleti értékeket a felső-pannóniai tárolórendszerben ez ideig az alábbi helyeken mérték:

Gyula fürdő-5. sz. kút	2498 m-ben	135 °C
Békéscsaba-2. kút	2386 m-ben	134 °C
Kakasszék	1771 m-ben	128 °C
Orosháza—Petőfi Tsz.	1695 m-ben	119 °C
Szentes—Ilonapart-4.	2498 m-ben	117 °C

3.1.2.5 Kifolyóvíz hőmérséklete

A felső-pannóniai hévíztároló rendszerből nyert víz kifolyási hőmérséklete egészen 100 °C-ig terjed. A legnagyobb hőmérsékletű hévizeket a Nagyalföld D—DK-i részén létesített kutakból kapjuk (4. ábra). Az I. táblázat a legnagyobb hőfokú hévizet termelő kutakat foglalja magába.



4. ábra. A szentesi hévízmező hévízkútjai jellegzetes elektromos fúrólýukszelvény részlettel. M = 1 : 100 000. 1. Hévízkút a kifolyóvíz hőmérsékletével °C; 2. víztermelő szakasz

I. Táblázat

A kút helye	Megnyitott vízadó szakasz m - m	Hozam liter/perc	Víz hőmérséklet °C
Kakasszék	1701—1771	1650	100
Cserebökény	1890—2176	2000	99
Szentes-Termál Tsz.			
Ilonapart-4.	2187—2323	2400	99
Szentes-Termál Tsz.			
Donát-2.	1829—2192	1700	98
Szentes-Felszabadulás Tsz. 1.	1928—2202	2000	98
Békéscsaba-2.	2149—2374	1330	98
Szentes-Alkotmány Tsz. 2.	2083—2266	1900	96
Szentes-Termál Tsz.			
Donát-1.	1876—1984	1470	96
Nagymágocs	1625—1985	1730	96
Fábiansébestyén SERTÖV 2.	1751—1994	1600	96

3.1.2.6 A víz sókoncentrációja

A jellegzetes, nem keveredett felső-pannoniai hévizek kis koncentrációjú nátrium-hidrogénkarbonátos vizek. Az összes oldott sótartalom átlagos értéke 2—4 g/l, s ezt az értéket még sokszor a 2000—2500 méteres mélységközből belé-

pő hévizek sem haladják meg. Sőt, ilyen nagy mélységből származó hévizeknél még kisebb koncentrációra is van példa (Szentés—Ilonapart-4. kútnál 1,5 g/l; Lébény-1. kútnál 1,9 g/l). Helyenként viszont nagy koncentrációjú kloridos vizek is előfordulnak a felső-pannóniai alemelet legalsó szakaszán levő tárolókban. Így pl. Debrecenben és Hajdúszoboszlón a mindössze 700—1100 m-es intervallumban elhelyezkedő fő hévíztároló szint vizének összes oldott sótartalma 5—6 g/l, átlagosan 2 g/l Cl-ion tartalom mellett. Ez a vízjelleg a fekvőben lévő alsó-pannóniai és miocén sós rétegvizekkel történt egykori keveredésre, kapcsolatra enged következtetni.

3.2 *Triász időszi repedezett-hasadékos, részben karsztosodott karbonátos kőzetek alkotta hévíztároló rendszer*

Ez a repedés-hasadék-kőzettrés és karsztos formák alkotta hévíztároló rendszer geometriailag nem jellemezhető. Heterogenitása nagyfokú, s ez sokszor a tárolórendszer differenciáltságát, tagoltságát okozza, mely viszonylag kis területen belül is megnyilvánul. Amíg a felszínközeli hidegvizes karsztvíztárolók nagy területi összefüggést mutatnak (pl. a dunántúli főkarsztvízszint), addig a fedő üledéksorozattal borított karbonátos tömegen belül gyakori az egymástól elkülönült, elszigetelt rezervoárok kialakulása. A kimondottan karsztvizet tároló legfelső övezet és a repedés-hasadék-kőzettrés hálózatban mozgó hasadékvíz közötti összefüggést és kapcsolatot ma még kellőképpen nem ismert, bonyolult hidraulikai, hidrodinamikai és termodinamikai folyamatok szabályozzák.

3.2.1 *Kőzetfizikai paraméterek*

A triász időszi karbonátos kőzetekre jellemző az elsődleges vagy mátrix porozitás hiánya. A hézagosságot, azaz a víztároló hézagterefogatot a formáció áttörtsége és az oldási folyamatok alakították ki. E másodlagos, indukált vagy karbonátos hézagosság vagy réstérfogat értékek 0,01—7,0% között változnak a triász mészkőben és dolomitban. A 2%-nál nagyobb értékek azonban a karbonátos kőzettömegnek csakis a felső, pár száz méteres szakaszára korlátozódnak, s mindig a karsztosodott zónában a legnagyobb.

A vízvezetőképességet ugyancsak a repedés-hasadék-kőzettrés és üregrendszer által meghatározott másodlagos eredetű áteresztőképesség határozza meg. E repedés-hasadék hálózat véletlenszerű és rendszertelen megjelenése miatt leghelyesebb az egész formáció vízvezető-képességét kifejező transzmisszibilitási (kM) értéket figyelembe venni. Ez a Dunántúli Középhegységben a bányászati területeken végzett mérések szerint $0,3—4,0 \times 10^{-2}$ m²/s érték-tartományban van.

3.2.2 *Telepparaméterek*

3.2.2.1 *Telepnyomás*

A triász karbonátos tároló rendszerekben, csakúgy mint a felső-pannóniai hévízrezervoárokban normális, hidrosztatikai nyomásviszonyok uralkodnak, ami a karbonátos közettömegben belül kialakult hévíztároló és hévízszállító törés-repedés hálózat nyitottságára és a felszínnel fennálló kapcsolatára utal. Ez a hidrosztatikus nyomás a nagy mélységű, zárt sztatikus hasadékvizet tartalmazó hévíztárolók esetében (pl. Zalakaros) a földtörténet folyamán alakult ki.

3.2.2.2 *Kútfej-, ill. nyugalmi vízszint*

A hidrodinamikai-hidraulikai rendszertől és a nagy mélységű, zárt rezervoárak esetében a telepenergia-készlettől függően változó, túlnyomórészt pozitív, de esetenként terepszint alatt maradó, negatív nyugalmi vízszint, ill. kútfejnyomás értékek fordulnak elő. A legnagyobb kútfejnyomás értékek a gázos kutaknál adódnak, így pl. Zalakaros-1. sz. fürdőkútnál 21,5 att sztatikus kútfejnyomást mértek.

3.2.2.3 *Gáztartalom*

A karbonátos hévíztároló rendszerek — kevés kivételtől eltekintve — meglehetősen csekély oldott gáztartalmat mutatnak. Így pl. a budapesti hévizek CO₂ tartalma csupán 50—350 mg/l közötti. A karbonátos rezervoárak gáztartalma — szemben a felső-pannóniai hévíztároló rendszerekével — elsősorban széndioxid. A szegényes gáztartalom ugyancsak a karbonátos hévíztároló rendszer bizonyos fokú „nyitottságára” utal. A zárt rezervoárak gáztartalma viszont jelentős (pl. Zalakaros).

3.2.2.4 *Telephőmérséklet*

A függőleges repedés-hasadék hálózat következtében általában nincs lehetőség a valódi telephőmérséklet in situ műszeres mérésére, ellentétben a horizontális településű felső-pannóniai tárolókkal, ahol a fakadási szintben mért hőmérséklet a rezervoár bázishőmérsékletét képviseli. A karbonátos képződményeket feltárt hévízkutakban mért hőmérséklet a karbonátos közettömeg adott részletét nagy függőleges vastagságban behálózó repedésrendszerben elhelyezkedő és áramló telepfolyadék (hévíz) átlaghőmérsékletét jelenti. A telephőmérséklet értéke még adott területegységen belül is tág határok között váltakozik. A legnagyobb telephőmérséklet értéket ez ideig a Zalakaros-fürdő 2. sz. kútjában mérték (139 °C/2752 m)

3.2.2.5 A kifolyó víz hőmérséklete

Ugyancsak széles határokon belül változik s helyenként megközelíti a 100 °C értéket (pl. Zalakaros-1.) Az alábbi 2. táblázat a karbonátos rezervoárookra telepített hévízkutak közül azokat tünteti fel, melyeknek a kifolyó víz hőmérséklete a legnagyobb.

2. Táblázat

A kút helye	Hévíztermelő mélység m—m	Hozam l/perc	A kifolyó víz hőmérséklete °C
Zalakaros-fürdő 1.	2219—2307	1500	99
Sajóhídvég	1857—1880	320	95
Tura	1881—2091	1400	95
Zalakaros-fürdő 2.	2696—2744	350	91
Táska-1.	688—698	1400	80
Budapest-Városliget 2.	1246—1256	3750	76
Budapest-Városliget 1.	916—970	400	74
Bogács	461—485	360	73
Mezőkövesd-Zsóri f. 1.	861—875	650	71
Budapest-Margitsziget 2.	310-ből	3500	71

3.2.2.6 Koncentráció

Minél kisebb a karbonátos hévíztároló rendszer kapcsolata a hidrológiai ciklussal s minél zártabb a rezervoár, annál nagyobb koncentrációjú a bennük tárolt hévíz. A nagy mélységű, zárt rendszerekben nem megy végbe felhígulás, ellenkezőleg, a vízben oldott ásványos anyag mennyisége a nagy hőmérséklet, nyomás, a széndioxid tartalom és a víz hosszú tartózkodási ideje következtében megnövekszik. Ezáltal Zalakaroson 12,5 g/l az összes oldott sótartalom.

A karszt- és hasadékvíz típusú hévizek túlnyomó része azonban meglehetősen híg. Hévízen 0,7—0,8 g/l; Harkányban 0,8—1,0 g/l; Budapesten 0,8—2,2 g/l értékek adódnak. Valamennyi CaMg HCO₃ jellegű. Ritkán, meghatározott földtani környezetben sós víz elegyedett a karbonátos tároló vízéhez, s ekkor a Cl-ion tartalom megnövekszik.

3.3 Hévíztároló kisrendszerek

3.3.1 A többszintes-soktelepes kvarter és levantei porózus rétegek alkotta hévíztelepek szintén hidrosztatikus normál nyomásviszonyokkal jellemeztek. Kútfejnyomásuk többnyire pozitív, s csak az erőltetett kitermelés hatására, telepenergia csökkenése miatt válnak e kutak negatívvá. Telephőmérsékletük 35—60 °C, míg a kifolyó víz hőmérsékletük 25—45 °C közötti. E hévizek összes oldott sótartalma csekély, maximálisan 1—2 g/l. Gáztartalmuk esetenként, főleg Békés és Csongrád megyében, jelentős.

3.3.2 A miocén törmelékes kőzetekből álló hévíztároló rendszerek korlázott kiterjedésűek. Feltűnő sajátosságuk a rendellenes túlnyomás. A telepnyomás értékek sokszor megközelítik a geosztatikus értékeket. Így pl. a Letenye-I. sz. szénhidrogén-kutató fúrásban a 3750—2755 m között megnyitott réteg telepnyomása sztatikus állapotban 705 att volt. Ugyanígy a telephőmérséklet is a fenti fúrásban 190 °C-nak adódott, míg a kútfejen 120 °C-t mértek.

Ezek a medencebelseji nagy mélységben elhelyezkedő rétegek kloridos típusú fosszilis rétegvizeket zárnak magukba.

3.3.3 E kisméretű hévíztárolókat megint csak normál hidrosztatikus nyomásviszonyok jellemzik. Rétegenergia készletük korlátozott. Telephőmérsékletük a tároló abszolút mélységének a függvénye. Így Cserkeszőlőn a fürdő 1. sz. kútjában a 2300 m-es mélységben mért hőmérséklet 143 °C, míg a kifolyó víz hőmérséklete 83 °C. Ezzel szemben Buzsák—Csisztapusztán a 480—593 m-es termelőszakaszból csupán 42 °C hőfokú vizet nyernek. A víz 5 g/l koncentráció mellett keveredett típusú kloridos Na és Ca HCO₃ jellegű.

3.3.4 A paleozóos karbonátos repedezett-hasadékos hévíztároló rendszerekben ugyancsak hidrosztatikus normális nyomásviszonyok uralkodnak. Telepenergiakészletük számottevő. Így a bükki hévízkutakban a kezdeti sztatikus kútfejnyomás 12 att. A telephőmérséklet Igalon 610 m-ben 87 °C. A kifolyó víz hőmérséklete az Igal-1. kútnál 76 °C, a Rábasömjén-1. kútnál 70 °C, míg Bükön 58 °C. A CO₂ tartalom Bükön és Rábasömjénben igen jelentős. Az összes oldott sótartalom a zárt hévíztároló jellegéből adódóan meglehetősen nagy, így Igalon 10 g/l; Bükön 6 g/l, míg Rábasömjénben 48 (!) g/l.

4. A hévíztermelés jellemzői és a kitermelés okozta változások

4.1 A felső-pannóniai hévíztároló rendszer mélyfúrásos feltárása és termelésbe állítása az első világháború után kezdődött meg Hajdúszoboszló, Debrecen, Kacag, Szolnok, Szeged, Tiszaórs környékén. A nagy fellendülés ezen a téren a felszabadulás után következett be, s az ország jelenlegi, kb. 550 hévízkútjának mintegy 70%-a a felső-pannóniai rezervoárrendszert csapolja meg. A kutak többségét több, egymástól elkülönült víztároló homok és homokkő termelésbe állításával képezték ki. Számos olyan hévízkút is ismeretes, melyben tíznél több egyedi homok (homokkő) réteget termeltek.

E kutak termelőképesége változó (500—3000 liter/perc). A fő hévíztároló szintre kiképzett kutak hozama 1500—2500 l/p.

A kumulatív hévízkitermelés egy-egy erőteljesen feltárt és megcsapolt területen igen tekintélyes. Így 1977 év végéig az alábbi hozzávetőleges mennyiségeket termelték ki: *Debrecenben* 5 kútból az 500—1100 m-es szintből 29 millió m³-t; *Hajdúszoboszlón* 3 kútból a 900—1100 m-es szintből 52 millió m³-t; *Szegeden* 7 kútból s az 1500—2000 méteres szintből 30 millió m³-t; *Szentesen* 22

kútból az 1500—2300 m-es szintből 70 millió m³-t; Szolnokon 12 kútból az 500—1150 m-es szintből 35 millió m³ hévizet.

A kutak zöme kezdettől fogva felszökő-kifolyó víztermelésű. Néhány kútnál azonban ma már gépi vagy más mesterséges termelési módot kénytelenek alkalmazni, mivel a rétegenergia annyira lecsökkent, hogy a vízszintek a terepszint alá süllyedtek. A hosszú idejű, helyenként túlzott megcsapolás folytán a hévízrezervoárok zártsága, korlátozott kiterjedése, valamint a rétegenergia kimerülése következtében a térszín fölé szökő hévíztermelés megszűnéséhez vezetett. Ez a helyzet állt elő Hajdúszoboszlón a Ha-I. kút körzetében, ahol a kezdeti 3,2 atm sztatikus kútfejnyomás és felszökő víztermeléssel szemben ma már — 44 m terepszint alatti nyugalmi vízszintet mértek, s a kutat segédgázzal termeltetik. Debrecenben a hévízkitermelés telepenergia-csökkentő hatása következtében a nyugalmi vízszint az eredeti — 8,0 méteres értékről — 50,0 m-re süllyedt.

A nagy vízkitermelésű körzetekben 1 millió köbméter hévíz kivétele 0,1—0,2 atm kútfejnyomás csökkenést okoz.

A korszerű hévíztermelés elengedhetetlen feltétele a helyes telepenergia-gazdálkodás és a hévízkivétel ésszerű szabályozása.

4.2 A hazai hévízkút állománynak kb. 15%-a a triász időszi karbonátos repedezett-hasadékos, részben karsztosodott hévíztároló rendszert csapolja meg. Mivel ezek a hévíztárolók már a mesterséges-fúrásos feltárást megelőző földtörténeti időben is termeltek a természetes forrásműködés következtében, ezért a termelés kezdete meghatározhatatlan. Kivételt a nagy mélységű, zárt rezervoárok jelentenek.

Hazánkban a mesterséges hévízfeltárás első ízben éppen ezekre a karbonátos hévíztárolókra irányult, így 1866-ban Harkányban, 1867-ben Budapesten a Margitszigeten, 1868—1878 között pedig a Városligetben, ZSIGMONDY VILMOS úttörő munkásságának jegyében.

A karbonátos képződményekre telepített hévízkutak hozama igen tág határok között mozog, s minden esetben a harántolt repedés-hasadékhálózat hatékony vízvezető-képességétől függ. A budapesti hévízkutak pár száz l/p-től 11 ezer liter/perc között változó kezdeti termelést szolgáltatottak. E hévízkutak termelése — amennyiben nem történik valamilyen emberi beavatkozás — igen tartós, és csakis a kutak elöregedése, a kútszerkezet tönkremenetele, eltömődése és nem a rezervoár leürülése miatt csökken le a hozam. Így pl. a Budapest-Városliget 1. sz. kút, mely éppen most, 1978 januárjában 100 éves, 500 l/p kezdeti hozamot eredményezett s még ma is 400 l/p felszálló hévíztermelést ad. Az ugyancsak több mint 100 éves Margitsziget-1. sz. kútnál a kútszerkezet tönkremenetele miatt melléfúrásos felújítás történt.

A Dunántúli Középhegységben folyó bányászati vízkiemelés következtében a hegység peremvidékén telepített hévízkutakban (Hévíz, Borgáta stb.)

a vízszintek lassú süllyedése tapasztalható, bizonyítva a természetes mélységi vízháztartás egyensúlyának megbontását.

A karbonátos képződményekben kialakult törés és repedés hálózat révén az erre telepített kutak kölcsönhatása olykor igen jelentős, több kilométeres nagyságú (pl. Miskolc Augusztus 20. fürdő kútja és Miskolc-Tapolca között, avagy Harkányban a VI. sz. fúrás kivitelezése során, továbbá a zuglói Paskál-hévízkúttal kapcsolatos egymásrahatás vizsgálat során kapott eredmények).

4.3 Hévíztároló kisrendszerek termelési viszonyai

4.3.1 A porózus hévíztároló rendszerek közül először ezeket a negyedidőszaki és levantei porózus rétegeket tárták fel a jelen század elején Mezőhegyes, Oroszáza és Szarvas környékén. E hévízkutak kezdeti hozama pár száz litertől 1500 l/p-ig váltakozott. A ma már rendkívül sűrűn telepített langyos vizű kúthálózat és erőltetett kitermelés és az ezt kísérő telepenergia-kimerülés következtében a kutak hozama az utóbbi időben csökkenő irányzatú.

4.3.2 A medencebelseji miocén törmelékes hévíztároló telepek termelőképességét erősen befolyásolja a korlátozott telepméret. Az effajta tároló véges voltát jól bizonyította a Letenye-I.-ben 3750—3755 m között végrehajtott telepvizsgálat, amikor is 6000 m³ hévíz kitermelése után a kezdeti 719 att sztatikus telepnymomás 693 att-ra csökkent.

A dávodi helvétai korú konglomerátum repedésrendszerére telepített hévízkutak viszonylag kis hozamúak, de tartós termelésűek (a Dávod-I. sz. kút 1914 óta üzemel).

4.3.3 Ugyancsak viszonylag kis hozam (200—300 l/p), de tartós termelés jellemzi a tortonai porózus mészkőből álló kis hévíztárolókat.

4.3.4 A paleozóos alaphegység típusú hévíztárolók közül a büki előfordulás nagy hozammal (a kezdeti hozam 9000 l/p volt) és tartós termeléssel tűnik ki, ami egyben a tároló jelentős méretére utal.

5. A hévizek főbb hidrodinamikai sajátosságai és a hévízkészletek jellege

A magyar medence hévíztároló rendszereinek kapcsolata a hidrológiai ciklushoz különböző. A felső-pannóniai nagyrendszer túlnyomó része nem vesz részt az aktív vízkörforgásban. A levantei és negyedidőszaki porózus víztartók jobbára a késleltetett vízeserjű övezet tartozékai, ámbár a nagyobb mélységű levantei rétegek (pl. Szeged környékén) már a sztatikus vízövbé esnek.

A Nagyalföldön kb. a 400 méteres mélység jelzi az aktív regionális és a köztes áramlási tartomány határát, melyet a MAFI megfigyelőkút-hálózat szolgáltatott adatok is alátámasztanak. A felső-pannóniai hévizes szint és a

negyedidőszaki víztárolók piezometrikus felszíne eltérő képet mutat. Megjegyzendő azonban, hogy a vízszintek állapotát befolyásoló hatótényezők olykor 800–1000 m mélységig is éreztetik hatásukat.

Különleges mélyföldtani felépítés esetén, miként Tiszakécskén, a rétegtani ablakon keresztül függőleges, konvekciós áramlási rendszer alakult ki.

Mélyáramlási rendszer jelenléte valószínűsíthető a szentesi hévízmező nyugati részén, ahol NY-ról K felé lassú, csakis földtani idővel mérhető szekuláris áramlásra utalnak a rétegenergia-szint, a vízkémiai, gázossági, telephőmérsékleti adatok és a termelés okozta nyomásesőkenések. Ugyancsak mélyáramlás okozza a Tisza jobb oldalán, Lakitelektől Csongrádon, Csányteleken és Bakson át húzódó s környezetéhez képest feltűnően hideg zónát, ahol a reciprok geotermikus gradiens a 20–22 m/°C értékkel szemben itt már 28–30 m/°C.

A felső-pannóniai rendszert általánosan jellemző sztatikus telepállapotból következik, hogy a részmedencék rezervoárjai a sok hasonlóság ellenére különböznek egymástól. A részmedencék között nincs semmiféle közlekedés. Sőt, még magán a részmedencén belül is számtalan hidrodinamikai egység ismerhető fel. A homokszorozatok alkotta vízemeletek önálló áramlási és termelési egységek, s az egyedi homoktestek vízáadóképesége a telepparamétereiktől függően nagyban változik. Az egyazon homokrétegre telepített kutaknál fellépő kölcsönhatás sem nagyobb 1, esetleg 2 km-nél.

A triász időszaki karbonátos hévíztárolók esetében a függőleges törésrendszer eleve nagy vertikális kapcsolatot teremt, s így az aktív vízcserejű öv itt jóval mélyebbre nyúlik. A vízkörforgásból kívül eső, zárt, sztatikus hévíztárolók pedig csakis nagy mélységű, különleges földtani környezetben alakulhattak ki.

A heterogén karbonátos hévíztárolók tagoltsága, elkülönültsége olykor még viszonylag kis területen is megnyilvánul. Így pl. Budapesten több olyan hévíztároló rendszer különböztethető meg, melyek nyomásállapota, hőmérséklete és vízkémiai sajátosságai eltérnek egymástól. Sokszor közvetlenül egymás mellett vagy egymás felett fordulnak elő eltérő hőmérsékletű és vegyi jellegű vízáramlási pályák. Így pl. a Budapest-Margitsziget-3. sz. fúrásban és Hévízen a SZOT-3. sz. fúrásban a hévíztároló repedésrendszer alatt hideg vizű áramlási pályát ütöttek meg és visszatértek a felső szintre.

A felső-pannóniai nagy hévíztároló rendszer az egész Kárpát-medence legnagyobb térfogatú és legjelentősebb földtani hévízkészletét zárja magába. E túlnyomórészt sztatikus vízkészletnek azonban csak kis hányada termelhető ki rugalmas termelési mechanizmussal. E rugalmas készletleadás mértékére ma már számszerű mérési adatokkal rendelkezünk (lásd a 4.1 fejezetet). Amíg a kis mélységű víztárolókban, az ún. gravitációs működésű rendszerekben a nehézségi erő és az áteresztőképességi viszonyok, addig a nagy mélységű „zárt” víztartókban a permeabilitás mellett komplex telep- és rétegenergia határozza meg a víz mozgásállapotát, s a gravitációnak nincs vagy alig van szerepe. A fel-

ső-pannóniai mélységi vízkészletek túlnyomó része nem újul meg, vízutánpótlódása nincsen s a vízkitermeléssel vízkészletfogyasztás megy végbe. A szigorú rétegenergia-gazdálkodás jelentősége éppen ezzel kapcsolatos. A rugalmas termelési mechanizmus megszűntével negatívvá váló hévízkutak mesterséges termeltetése már jóval költségesebb és beruházásigényes.

A repedezett-hasadékos karbonátos hévíztárolók általában összetett vegyes működési rendszerűek, melyben a gravitáció is fontos szerepet játszik. Csupán a nagy mélységű, zárt telepekben megy végbe rugalmas termelési folyamat.

A karbonátos hévíztároló rendszerek sajátos kifejlődése, továbbá a rezervoár-geológiai és telepparaméter adatok hiányos ismerete folytán a földtani hévízkészlet megállapítása a szokványos térfogatos és hidrodinamikai módszerekkel nem lehetséges, s célravezetőbb az anyagmérleg módszer alkalmazása. Ezen a téren is a területileg lehatárolt s zárt telepek hévízkészlete becsülhető meg elfogadható biztonsággal.

A felszíni hidroszférával közvetlenül vagy közvetve érintkező langyos és közepes hőmérsékletű karszt- és hasadékvizek utóbbi években bekövetkezett vízszintsüllyedése a földtani vízkészlet véges voltára enged következtetni.

6. A hévízhasznosítás energetikai vonatkozásai

A hévíz a kőzetekben tárolt hőenergiát mobilizálja. A meleg kőzetekben tárolt hévíz értékes mint víz, sótartalmánál és hőmérsékleténél fogva mint gyógyvíz. Emellett nagy jelentőségű a hévíz hőenergia tartalma. Egy 200 m mély, 90 °C hőmérsékletű vizet adó alföldi kút 4–5000 MW hőtermelő kapacitást képvisel.

A legváltozatosabb, legsokoldalúbb, s az ország legnagyobb részére kiterjedő energiahasznosítást a felső-pannóniai rezervoárrendszer hatalmas hévízkészlete teszi lehetővé. E nagyrendszeren belül a dél-alföldi mélymedencében találjuk hazánk legjelentősebb geotermikus értékű hévízkincsét, nagyjából Szentes—Hódmezővásárhely—Szeged—Makó és Orosháza környékén. Itt épült a legtöbb nagy vízhozamú és kifolyó víz hőmérsékletű hévízkút, mely a korszerű energia- és hévízhasznosítás alapját képezi. A hasznosítás ezen az optimális területen a balneológiától a különféle mezőgazdasági érdekű hasznosítási módon át az épületfűtésig terjed. A több hőlépcsős hasznosításra is ez a legalkalmasabb övezet.

Eme optimális terület szegélyén még elég széles sávban kedvező hasznosítási feltételek vannak. Ettől távolodva, vagyis a felsőpannóniai alemelet fekvésének emelkedésével a hőmérséklet csökken, ezért fokozatosan a fürdőügyi hasznosítás felé tolódik el a hasznosítás súlypontja. A hazai 35 °C-nál nagyobb kifolyó víz hőmérsékletű hévízkút állománynak mintegy 50 százaléka balneológiai célt szolgál.

3. Táblázat

Hasznosítás módja	Kutak száma	Vízhozam m ³ /perc	Kitermelt hőmennyiség +15 °C-ra vonatkoztatva	
			10 ⁶ kcal/h	MW
Mezőgazdaság	62	100,5	423,57	492,53
Épületfűtés	7	11,4	49,47	57,51
Ipar	2	3,2	8,54	9,94
Fürdőügy	49	51,7	166,17	193,18
Vízmű	2	2,1	5,74	6,68
Vízviszanyomás	4	4,1	12,18	14,16
Lezárva	21	17,1	61,68	71,69
Összesen	147	190,1	727,35	845,69
Átlag	—	1,293	4,95	5,75

A Kisalföld belső medencéjében a Győr és Mosonmagyaróvár közötti számottévő hévízkészletnek a hatvanas évek óta folyó feltárása bár jelentős, de a dél-alföldinél kisebb méretű hasznosítás alapjait vetette meg.

A fenti rendkívül változatos hévízhasznosítással szemben a karbonátos hévíztárolók területileg is korlátozottabb hévízkincse kevés kivételtől eltekintve (pl. Sajóhidvég, Táská, Tura) fürdőügyi és gyógyászati célt szolgál. A hévíztároló kisrendszerekből kinyert hévíz is elsősorban balneológiai hasznosításra kerül, és mint ilyen, nagy jelentőségű fürdőkulturák kialakulását eredményezte (pl. Bük, Igal).

Magyarországon 1978. I. 1-ig összesen 560 olyan hévízkutat létesítettek, melyeknek a kifolyó víz hőmérséklete meghaladja a 35 °C-t. Ebből 147 hévízkútnál a kifolyó víz hőfoka nagyobb 60 °C-nál. E szűkebb értelemben vett geotermikus energiát szolgáltató kutak hasznosítási megoszlását s energetikai adatait a 3. táblázat tartalmazza.

IRODALOM

1. ALFÖLDI L.—LORBERER Á.: A karsztos hévizek háromdimenziós áramlásának vizsgálata kútadatok alapján. Hidrológiai Közlöny, 433—443, **10**, 1976.
2. ALLIQUANDER, Ö.: High Pressures, Temperatures Plaque Deep Drilling in Hungary. The Oil and Gas Journal, **21**, 97—100, 1975.
3. BÉLTEKY L.: Hévízkutak létesítése és komplex hasznosítása. Hidrológiai Közlöny, **1**, 28—37, 1973.
4. BÉLTEKY L.—KORIM K.: Hajdúszoboszló és Debrecen környéki hévizek múltja, jelene és jövője. Vízügyi Közlemények, **1**, 59—83, 1976.
5. BOLDIZSÁR, T.: Geothermal Energy Production from Porous Sediments in Hungary. Geothermics, Sp. issue, **2**, 1, 99—109, 1970.
6. BOLDIZSÁR, T.—KORIM, K.: Hydrogeology of the Pannonian Geothermal Basin. Proceed. 2nd U. N. Symposium on the Development and Use of Geothermal Resources. San Francisco, 297—303, 1975.
7. BOLDIZSÁR T.: Magyarország geotermikus energiakészletei és geotermikus energiatermelő potenciálja. MTA X. Oszt. Közl., **9**, 3—4, 269—281, 1976.
8. ERDÉLYI M.: A magyar medence hidrodinamikája. Hidrológiai Közlöny, **4**, 147—156, 1975.

9. KORIM K.—LIEBE P.: A szentesi hévíztároló rendszer. Vízügyi Közlemények, **3**, 290—311, 1973.
10. KORIM, K.: Geological Aspects of Thermal Water Occurrences in Hungary. Geothermics, **1**, 3, 96—102, 1972.
11. MEGYERI M.: Víz tárolók készletének meghatározása hidrodinamikai vizsgálatok alapján. OGIL Műszaki Tudományos Közleményei, 276—280, 1970.
12. RÓNAI A.: A talajvíz és rétegvizek kapcsolata az Alföldön. Hidrológiai Közöny, **2**, 49—53, 1975.
13. RÓNAI A.: Adatok az Alföld negyedkori vízáadó rétegeiről. Földtani Közöny, **105**, 3, 275—296, 1975.
14. STEGENA L.: A Magyar-medence kialakulása. Földtani Közöny, **97**, 3, 278—285, 1967.
15. STEGENA L.: A Pannon-medence kainozóos evolúciója. MTA X. Oszt. Közleményei, **6**, 1—4, 257—265, 1973.
16. SZÁDECZKY-KARDOSS E.: A Föld szerkezete és fejlődése. Akad. Kiadó, Budapest, 1968.
17. Magyarország hévízkútjai. I. és II. kötet (1966 és 1971) VITUKI kiadvány.
18. Budapest hévizei. VITUKI kiadvány, 1968.
19. A geotermikus energiát tároló rezervoár vizsgálat. OMFB. 1-7405-I. tanulmány. 1975.

HYDROGEOLOGICAL BASES OF THE HUNGARIAN THERMAL WATER OCCURRENCES

By

K. KORIM

Abstract

The Hungarian thermal water occurrences, their extension and character in the intermontane Hungarian Basin and in its peripheric regions are determined by the optimal geological and hydrogeological conditions in addition to the favourable geothermal conditions. The thermal water systems of regional significance are connected with two great geological formations, i.e. 1. with the Upper Pannonian stratified, horizontal sand-sandstone sequence of several horizons and beds and 2. with the Triassic fissured-fractured, partly karstified carbonate rock mass containing predominantly vertical or nearly vertical water migration paths.

The thermal water resource of greatest extension and dimensions and most valuable from the geothermal point of view lies in the Upper Pannonian thermal water storing system. In Hungary 560 thermal wells supply thermal waters warmer than 35 °C and about 70 per cent of them drain the Upper Pannonian reservoir system. About 15 per cent of the wells is supplied by the Triassic thermal water reservoirs. The microsystem composed by thermal water reservoirs of limited extension and dimensions are only of local significance. The Upper Pannonian thermal water resource is suitable to multi-purpose and varied utilization, while the thermal water resources connected with the Triassic formations and local micro-systems are first of all of balneological and medical purposes.

The Upper Pannonian reservoirs include static water resources, in general. In the first phase of production elastic loss of resources takes place and this represents only a small part of the geological thermal water resources. The Triassic carbonatic thermal water reservoirs are of complex activity and are more or less directly or indirectly connected to the surficial hydrosphere.

ОСНОВЫ ГИДРОГЕОЛОГИИ ПРОЯВЛЕНИЙ ТЕРМАЛЬНЫХ ВОД ВНР

К. КОРИМ

Резюме

Проявления термальных вод ВНР, их размеры и характер определяются кроме благоприятных геотермических факторов Венгерского межгорного бассейна и его периферии также оптимальными геологическими и гидрогеологическими условиями. Системы термальных вод регионального значения приурочены к двум литогическим формациям а

именно (1) к серии горизонтально залегающих, многослонстых песков и песчаников верхнепаннонского подяруса, (2) к трещинатой, частично закарстованной карбонатной толще триасового возраста, в которой движение воды происходит (почти) во вертикальном направлении.

Самы ценные запасы термальных вод наибольшего размера обнаружены в верхнепаннонских водоносных системах. 70% на 560 колодцов, водой выше 35° температуры, снабжаются этой системой, а 15% — триасовой системой. Системы малого размера имеют только местного значения. Так как запасы термальных вод верхнепаннонской серии используются комплексным способом, для множество целей, термальные воды триаса и местных, малых систем используются прежде всего для бальнеологических и лечебных целей.

Верхнепаннонские водоносные слои в общем имеют статические водные запасы. В первой фазе эксплуатации происходит эластическая отдача воды, касающаяся только маленькую долю геологических запасов термальных вод. Водоносные толщи триаса комплексные, смещенно-действующие системы и в большинстве случаев имеют прямую или косвенную связь с поверхностной гидросферой.

TERMÉSZETI KÖRNYEZET — TERMÉSZETI ERŐFORRÁSOK — GEONÓMIA*

BENKÓ FERENC

A FÖLDTUDOMÁNYOK DOKTORA

I. Természeti környezet

1.1 Az emberi környezet védelméről szóló 1976. évi II. törvény nem definiálja ugyan a környezetet, annak védelem alá vont elemeiként azonban a földet, a vizet, a levegőt, az élővilágot, a tájat és a települési környezetet nevezi meg. Ezen belül

- a földön a talajt, az alapkőzetet és az ásványi nyersanyagokat,
- vízen a felszíni és felszín alatti vizeket, köztük az ásvány- és gyógyvizeket is,
- levegőn a szokásos értelemben a légszennyeződést,
- az élővilágon a növény- és állatvilágot,
- tájon a tudományos, kulturális vagy más szempontok miatt megőrzendő természetes tájat, településeket és tárgyakat,
- a települési környezeten pedig a lakó-, üdülő- és intézmény-, valamint emberi tartózkodásra szolgáló egyéb területeket érti.

A környezet védendő összetevői mindezekből következően is túlnyomóan természeti jellegűek, bár vitathatatlan, hogy főleg a két utolsó csoportban mesterséges elemek is vannak köztük.

1.2 A természeti környezet általánosan használt értelmezése bizonyos vonatkozásban tágabb, más szempontból szűkebb az előzőleg közölténél.

Természeti környezeten ti. a bennünket körülvevő természet minden olyan elemét szokás érteni, amellyel az ember élete és bármilyen tevékenysége során akár közvetlenül, akár közvetve kapcsolatba kerül, de amelyek létrehozásában, ill. kialakulásában az ember nem vett részt: azaz természetes úton keletkeznek, ill. keletkeztek.

Az ember és természeti környezete közti kapcsolat kétirányú: kiindulhat az embertől a természetre irányuló és azt meg is változtató hatásként, kiindulhat azonban a természettől is, hatva annak termékére, az emberre. Gyakorlatilag tehát kölcsönhatás ez, ha egyes elemei ugyanabban az időben rendszerint nem egyforma mértékben érvényesülnek.

1.21 A természeti környezetnek ez az értelmezése annyiban szűkebb az előzőleg említetténél, hogy magától értetődően kizárja a természeti környezet

* A Geonómiai Tudományos Bizottság 1978. szeptember 19-i munkabizottsági ülésén megvitatott előadás. A vitára a lap egyik következő számában térünk újra vissza.

köréből az ember alkotta (mesterséges) objektumokat, a lakó-, üzemi vagy egyéb építményekből álló mesterséges tájat, s lényegében kizárja a fogalomkörből a bioszféra mesterséges beavatkozással megújuló elemeit, a természetett növényeket és tenyésztett állatokat is, bár az utóbbi vonatkozásban nem csekély elhatárolási nehézségekkel találkozunk (ezeket a 2. pont fogja érinteni).

Más vonatkozásban azonban a meghatározás jóval kitágítja a környezet 1.1 pontban említett tartalmát. Ez azonban érthető is, mivel a törvény a természetnek csupán a védendő elemeivel foglalkozik.

A bennünket környező természetnek része a három nagy geoszféra, a lito-, hidro- és atmoszféra, valamint a bioszféra természetes úton megújuló része is. Ha a „föld”, pontosabban a *Törvény* szakmai szempontból nem a legszerencsésebben sikerült „alapkőzet” elnevezésének tartalmát a litoszférával azonos értelemben kezeljük, mindezeket a törvény is említi (a talajt és az ásványi nyersanyagokat ti. a törvény is külön kiemeli).

Természeti környezetünk azonban térben messze túlterjed a geoszférák határain, s a bennünket körülvevő kozmikus térség ránk ható részét is magában foglalva legalábbis Naprendszer-nagyságúvá tágul: végső soron a Nap sugárzó energiája hozza létre a külső geoszférák jelenségeit, a levegő mozgását és a víz körforgását, határozza meg a felszíni hőmérsékletet, ezeknek köszönhetően az agyagásványok keletkezésére vezető mállást és mindezek kiteljesedéseként az élet kialakulását, fejlődését és állandó megújulását.

1.22 Végső soron tehát az ember *természeti környezete* az öt körülvevő, rá ható, egyszersmind azonban emberi hatás alá is vonható:

- litoszféra,
- hidroszféra,
- atmoszféra,
- bioszféra emberi beavatkozás nélkül fejlődő és megújuló része, valamint
- (legalább) a Naprendszert, ill. a Napot is magában foglaló bolygóközi tér.

Értelemszerűen nem a természeti környezet részei a környezet mesterséges úton létrejött elemei. A természeti környezet vizsgálata során azonban ezek sem hagyhatók teljesen figyelmen kívül: egyrészt az ember a természeti környezetben, végső soron annak rovására hozta létre őket, s a természeti környezet is hatással van rájuk, másrészt azonban létük és főleg funkcióik révén maguk is visszhatnak a természeti környezetre.

1.3 Az ember a természeti környezetet az első pillanatban hajlandó állandónak és statikusnak felfogni.

1.31 Valójában azonban amint a természet állandó időbeli változásban van, vele együtt a természeti környezet is változik; a földtudományok művelője számára nem szorul magyarázatra, hogy mint a Föld történetének évmilliárdjai bizonyítják, változnék az ember működése nélkül is. Ha van állandóság a természetben, az csak a *változás létének állandósága*. Ez az időbeli változás gyorsult

fel az ember megjelenésével, különösen az iparosodás kezdete óta nemcsak a hatások abszolút növekedése, hanem ezek egyidejűleg egyirányúvá válása következtében.

Változik azonban a természeti környezet térben is. Bár vitathatatlan, hogy mint az embert körülvevő hatástér objektíve független az ember ismereteitől, amint dimenziókban ugyanaz a természet vesz körül bennünket, mint ezer vagy tízezer év előtt élt őszünket, a természeti környezet ismert részének kiterjedésében, és hozzátehetjük, e megismerés mélységében óriási különbségek vannak.

Ha a bennünket körülvevő természetnek csupán az adott időpontban ismert részét tekintjük ténylegesen természeti környezetnek, ez állandóan tágul. Az ősember számára a természeti környezet jószerivel a látóhatárig terjedt; napjaink embere kozmikus távolságokra terjeszti ki ismereteit.

1.32 A tudománynak napjainkban olyannyira felgyorsult fejlődése révén a szokásos értelemben vett természeti környezet földi vonatkozásban területileg *behatárolódott*. A megismerés mélysége még fokozható, s fokozódni is fog, a Föld keretei azonban nem tágíthatók, s lényegében behatárolt a Földünket érő kozmikus hatások területe is. Területben tehát ma már elértük a természeti környezet határát, legalábbis a környezetnek azt a részét illetően, mely az ember számára kölcsönhatásai révén gyakorlatilag szóba jöhet.

A behatároltságnak és a korlátozottságnak ez a tudata keltette többek közt a Római Klub első jelentésének félelmetes következtetéseit. A jelentést lehet és kell is bírálni. Társadalmi hatása azonban olyan nagy volt — egyes kritikusok szerint a Kommunista Kiáltvány megjelenése óta sajtótermék még nem kavarta fel így a világ (é. természetesen: a nyugati világ) közvéleményét (Nb. a Klub első jelentése néhány év alatt több mint 2 millió példányban jelent meg!) —, hogy figyelmen kívül hagyni ma már nem lehet. Nem kívánok ezen a helyen a növekedés közismert korlátainak problematikájára kitérni; ez önmagában is külön tanulmány(ok) kidolgozását igényelné. Mindenesetre az emberiség számára katasztrofális következményekkel fenyegető öt fő ok közül három, az ásványi nyersanyagkészletek korlátozottsága, az élelmiszertermelés szűkössége és a környezetszennyezés közvetlenül a természeti környezet fogalomkörébe tartozik, de közvetve ahhoz kapcsolódik az ipari termelés felgyorsulása, sőt tulajdonképpen az emberiség létszámának növekedése is.

2. A természeti erőforrások

Természeti erőforrásoknak — a UNESCO megfogalmazása szerint — *azokat a természeti adottságokat* —, azaz a természeti környezetnek azokat az elemeit (összetevőit) *tekintjük*, — *amelyeket az ember (a társadalom) a termelés adott fejlettségi szintjén anyagi szükségleteinek kielégítésére gazdaságosan hasznosít.*

A természeti erőforrások értelmezésében tehát három fő szempont érvényesül:

- a természeti környezet része legyen,
- az anyagi javak termelését szolgálja,
- gazdaságosan legyen hasznosítható.

2.1 A természeti erőforrás mindenekelőtt *része a természetes úton*, azaz emberi beavatkozás nélkül keletkezett *természeti környezetnek*, de nem azonos vele. Ebben a vonatkozásban úgy viszonylanak egymáshoz, mint a rész és az egész. Ennek a különbségnek a nagysága nemcsak időben változik — a környezet mind nagyobb része válik erőforrássá (1. 2. 3. pont) —, hanem bármely adott időben attól is függ, hogyan értelmezzük a természeti erőforrásoknak az anyagi javak megtermelésében betöltött szerepét, azaz meddig toljuk ki a természeti erőforrások határait.

2.11 Ha elvileg ki is mondjuk ui., hogy természeti erőforrásoknak a természetnek csupán a természetes úton keletkező *elemeit* tekintjük, a gyakorlatban nem is olyan könnyű ezt az *elhatárolást* megvalósítani. A fő probléma ti. az, hogy a természeti környezetnek csak azok az elemei tartoznak-e ide, amelyek közvetlenül vesznek részt az anyagi javak termelésében, vagy ide sorolhatók azok is, amelyek ehhez közvetve járulnak hozzá.

(1) Legszerűbb értelemben véve a környezetnek csak az anyagi javak termeléséhez *közvetlenül felhasznált elemeit* tekinthetjük erőforrásoknak. Ez még ebben az értelmezésben is igen tekintélyes, hiszen az ásványi nyersanyagok, a természetes talaj, a levegő s a víz mellett az erdők, a természetes növény- és állatvilág s a természeti táj is beletartozik.

Az elvi elhatárolás ekkor sem mindig egyszerű; a talaj már tartalmaz bizonyos mesterséges, emberi beavatkozásból származó elemeket, s nem mentes ilyenektől pl. az erdők fa-, sőt vadállományai s teljesen talán még a tengerek élővilága sem.

(2) Jelentősen kitágulnak a határok, ha — az előzőleg említett gyakorlati nehézségek kiküszöbölésére — a természeti környezetnek az anyagi javak termelésében *közvetve résztvevő elemeit* is ide soroljuk. Ebben az esetben ti. már a tenyésztett állatok és a termesztett növények is ide tartoznak, hiszen „előállításhoz” a természeti erőforrásokat, a talajt, a vizet, a napenergiát, ásványi nyersanyagokat stb. használjuk fel. Nem túlzás, ha azt mondjuk, hogy ilyen értelmezésben gyakorlatilag szinte összes anyagi javaink termelése a természeti erőforrásokra vezethető vissza.

Elvileg alighanem ez az értelmezés látszik a leglogikusabbnak. Végző soron az, hogy valamit természeti erőforrásnak tekintünk-e vagy sem, nem függ attól, hogy felhasználása közvetlen vagy közvetett úton történik. A lényeges az, hogy természetes úton, emberi beavatkozás nélkül létrejövő jelenségről, ill. objektumról legyen szó, azt az ember anyagi létfeltételeinek biztosításához, anyagi javainak termeléséhez használja fel.

(3) Különösen kitágul a természeti erőforrások köre, ha meghatározásakor figyelembe vesszük az *embernek* mint MARX szerint a legfontosabb termelőerőnek az anyagi javak termelésében betöltött szerepét, azaz a természeti erőforrások közé soroljuk az embert a maga fizikai és szellemi munkavégző képességével. Ebben az esetben ti. mindaz, ami az emberi munkaerő, vele természetesen az ember újratermeléséhez, sőt bővített újratermeléséhez szükséges, természeti erőforrásnak minősülne, mindenekelőtt a mezőgazdasági termelés, a biológia stb.

Ilyen értelmezés esetén azonban úgyszólván megszűnnének a természeti környezet és a természeti erőforrások közti határok, sőt — mivel az ember nemcsak biológiai, hanem társadalmi lény is, — elengedhetetlen lenne az idevágó kérdések társadalmi, gazdasági és szociális aspektusainak a vizsgálata is. Gyakorlati megfontolások miatt tehát célszerűbb az előző álláspontot elfogadni.

2.12 A természeti erőforrások — a természeti környezet ember hasznosította természetes anyagai (termékei), folyamatai vagy jelenségei minden geoszférában előfordulnak, s egyaránt lehetnek *megújuló*k vagy *nem megújuló*k. Ide tartoznak:

- a litoszférából az ásványi nyersanyagok, beleértve a tenger nyersanyagait is; a talaj, valamint a kéreg nem ásványi nyersanyagtermelés céljára hasznosított részei,

- a hidroszféra úgyszólván teljes egészében,

- az atmoszféra ugyancsak egészében és oszthatatlanul, lényegében az éghajlattal és az időjárással kapcsolatos összes tényezők, a szél, a csapadék stb. is,

- a bioszféra természetes úton megújuló, ill. újratermelő részei, mindenekelőtt természetesen a növénytakaró, beleértve az erdőket, valamint a vad- és halállományt, a tengerekét is.

Ide sorolhatjuk azonban a természetes táj hasznosítható (-ott) elemeit, azaz a földtani és a földrajzi tájat is.

A felsoroltak közül a nem-megújuló erőforrások közé az ásványi nyersanyagokat szokás sorolni, beleértve a geotermikus energiát is. Ez azonban inkább csak gyakorlati szempontból érvényes. Földtani szempontból ti. az ásványi nyersanyagok is megújulnak, ill. újraképződnek, hiszen a telepképződés napjainkban is folyik, csak ennek, ill. a már létrejött telepek hozzáférhetővé válásának üteme egyre nagyobb mértékben elmarad a felhasználásé mögött. A műszaki fejlődés — noha mind nagyobb mélységeket tesz hozzáférhetővé — az igénybe vett mennyiségek még gyorsabb ütemű növekedése miatt nem csökkenti, hanem fokozottan növeli ezt a különbséget.

A megújuló erőforrások közé az atmo-, hidro- és bioszférát, valamint a talajt és földtani-földrajzi környezetünket szokás sorolni, beleértve a hőmérséklet, szél stb. végső soron a napsugárzással kapcsolatos jelenségeit.

Ennek a csoportnak az elkülönítése is inkább gyakorlati megfontolásokon alapul. Geonómiai szempontból jelentős részük tulajdonképpen elvileg nem is megújuló; a Föld hidroszférájának és atmoszférájának mennyisége pl. gyakorlatilag változatlan (a víz körforgása ti. magát a mennyiséget nem befolyásolja). Még talán a bioszféra összmennyisége is többé-kevésbé állandónak tekinthető, csupán megjelenési formája változik.

2.2 A természeti környezet valamely elemének erőforrássá minősítéséhez második követelmény a *felhasználhatóság* (hasznosíthatóság). A természeti erőforrások megkülönböztetése tehát alapvetően gyakorlati megfontolások alapján történik, amint maga a környezet is antropocentrikus fogalom; mindig az ember szempontjából és jórészt az ő érdekköréből nézzük. Az embert körülvevő természeti környezetet összetevő sok elem közül ti. csak azokat tekintjük egyszersmind erőforrásnak is, amelyeket az ember az adott időben felhasznál. A természeti erőforrás fogalom ennek megfelelően szűkebb a természeti környezetnél, mivel annak csak az adott időszak műszaki fejlettsége mellett anyagi szükségletek kielégítésére szolgáló, ill. arra alkalmas elemeit tartalmazza.

A természeti erőforrások fogalma távolról sem azonos a természeti energiaforrásokéval. Bár az erő forrása az energia, s a természeti erőforrások mind bizonyos energiamennyiséggel rendelkeznek, ez azonban csupán látens energiakészletnek tekinthető; csak azokat a részüket minősíthetjük energiaforrásnak, amelyet valóban energiatermelés céljaira, ill. energia formájában hasznosítunk is (ténylegesen vagy potenciálisan, l. 2.21. szakasz). Ellenkező esetben ez csupán látens természeti energiaforrás. A gabona pl. vitathatatlanul rendelkezik bizonyos, nem is csekély energiakészlettel, sőt végső soron biológiai energia előállítására használjuk fel, mégsem tekintjük energiaforrásnak, mert nem a szokásos értelemben vett, rossz szóval „energiahordozóként” hasznosítjuk: nem égetjük el hajókázánban vagy éppen erőműben.

(Ennek megfelelően egy régió környezeti potenciálja pl. az ott kimutatható, különböző megjelenési formájú, de az előző értelemben véve látens energiák készletének összegeként is felfogható.)

Ilyen értelemben az energiaforrások részei a természeti erőforrásoknak. Az utóbbiakba azonban sok más is beletartozik, így a bio-, atmo- és litoszféra kétségtelenül energiakészlettel is rendelkező, de nem ilyen alapon felhasznált elemei is, valamint maguk a nem energiahordozó ásványi nyersanyagok, a kőzetöv mélyépítésre stb. felhasznált részei, a közlekedés és szállítás céljaira szolgáló szárazföldi és tengeri vizek, a természetes növénytakaró és az állatvilág hasznosított része stb.

2.21 A felhasználás (hasznosítás) mindig bizonyos ipari (műszaki) és gazdasági fejlettséget tételez fel.

Azt azonban, hogy valamilyen természeti folyamatot, jelenséget vagy anyagot egyszersmind erőforrásnak is minősítünk-e vagy sem, nem függ attól, hogy azt, ill. annak adott elemét a vizsgált területen hasznosítják-e vagy sem,

azaz aktivizált, vagy egyelőre csupán látens erőforrással van-e dolgunk. A fő kérdés az, hogy az adott időben elért műszaki és gazdasági fejlettségi szinten *valahol hasznosítják-e*. Ha igen, az adott természeti jelenség, termék vagy adotttság erőforrás is egyben; ténylegesen akkor, ha valóban hasznosítják, potenciálisan akkor, ha az adott helyen ugyan nem hasznosítják, de a fejlett technikával rendelkező országokban ez üzemszerűen megoldott (vö. ki nem használt vízenergia).

Természetesen potenciális erőforrás a természetnek minden olyan eleme, melyről reálisan (nagy valószínűséggel) feltételezhető, hogy a jövőben, a vizsgált időszak tartama alatt, esetünkben pl. az ezredfordulóig, hasznosítható lesz.

2.22 Bár a természeti erőforrások köre kétségtelenül szűkebb a természeti környezeténél, ez a *különbség nem állandó*, hanem időben egyirányúan változik. Noha a természeti környezet ismert határai is állandóan tágulnak és mélyülnek, a kettő közti határok egyre közelebb kerülnek egymáshoz.

A különbség (eltérés) csökkenésének az az oka, hogy bár a tudományos és műszaki haladással a természeti környezet ismert része is tágul, a tudomány és a technika fejlődésével az ember a természeti környezet mind nagyobb részét tudja a maga részére hasznosítani. A műszaki fejlődéssel szűkülhet is a természeti erőforrások köre. Egész sor vegyipari terméket, pl. festéket, gyógyszert stb. ma már nem növényből állítunk elő, sőt, amelyik „kiment a divatból”, nem is állítjuk elő. Összességében azonban vitathatatlan, hogy az időbeli változás egyirányú, s a felhasznált természeti erőforrások körének bővülése, s vele mennyiségének növekedése, a természeti környezet és a természeti erőforrások közti hézag fokozatos csökkenése jellemzi.

2.23 A természeti erőforrások közt kell vizsgálnunk a környezetnek azokat az elemeit is, amelyeket éppen nem hasznosítunk, hanem amelyek *pusztító hatása* ellen anyagi javaink zavartalan termelésének biztosítása érdekében *védekeznünk* kell, mint pl. a földrengések, árvizek, tornádók, ill. a légköri jelenségekkel kapcsolatos káros hatások stb. Ezek gazdasági hatása negatív, de jól definiálható az okozott kárral, azaz a helyreállítás értékével. A ráfordítás ellenértékéként tehát ez szerepel a hasznosítás gazdasági mérlegének megvonásakor.

2.24 Az ember — bár maga is a természet terméke — kezdettől fogva a természet ellenére működik. Egész tevékenysége arra irányul, s létét és fennmaradását annak köszönheti, hogy a nála gyöngébbet (kisebbit) igájába fogja, vagy éppen megsemmisítse. A természeti erőforrás felhasználása egyben a természet természetes állapotának megbontását, sőt olykor *szennyezését* is jelenti. Bár e kérdés jelentősége vitathatatlan, s napjainkban egyre fenyegetőbbben égetővé válik, a hasznosítás negatív oldalának a Római Klub lefestette félelmetes perspektíváival, ill. ennek megalapozottságával ezen a helyen sem kívánok foglalkozni.

Vizsgálata azonban a természeti erőforrásokra vonatkozóan szükségszerű, s „Az ország természeti erőforrásainak kutatása és feltárása” c. tárca-

szintű főirány szerves része kell, hogy legyen. Ennek a kutatásnak fontos része a környezeti, ill. környezetvédelmi (alakulási) prognózis, a maga nem csekély geonómiai vonatkozásaival is.

2.3. A megfogalmazás hangsúlyozza, hogy a természeti környezet megfelelő eleme csak akkor tekinthető erőforrásnak, ha az az adott időben *gazdaságosan hasznosítható*.

2.31 Mivel a gazdaságosság *időben változó* fogalom, a gazdaságos hasznosítás kritériumának figyelembevétele azt jelenti, hogy a természeti erőforrásokat történelmi kategóriaként kell kezelniük, s a társadalomnak mindig csak adott műszaki és gazdasági fejlettségi szintjén értelmezhetjük őket.

2.32 A gazdaságosság időben változó fogalom lévén ez a kritérium azt is jelenti, hogy a természeti erőforrások közé sorolható természeti elemek körét másként kell megválasztanunk akkor, ha a jelenlegi viszonyok közt vizsgáljuk őket, s másként akkor, ha jövőbeli alakulásukat akarjuk *prognosztizálni*. Az utóbbi esetben a gazdaságosságot a jövőben várható műszaki és gazdasági viszonyoknak megfelelően kell elbírálnunk.

A főirány az Országos Távlati Tudományos Kutatási Terv része. Távlati jellege megköveteli, hogy a kutatás ne korlátozódjék az erőforrásoknak arra a részére, amely ma gazdaságosan hasznosítható. Ez természetesen része, sőt nélkülözhetetlen része a vizsgálatnak. Be kell azonban vonnunk abba a természeti környezetnek mindazokat az elemeit, amelyek csak a jövőben, legalábbis annak a távlati tudományos terv felölelte részében, azaz mintegy az ezredfordulóig vál(hat)-nak természeti erőforrássá a tudományos és műszaki haladás, valamint a gazdasági fejlődés eredményeként.

A természeti erőforrások főiránybeli vizsgálata tehát szükségessé teszi a tudományos prognózis alkotó felhasználását, mégpedig nemcsak a földtudományit, hanem a műszakit és a gazdaságit is. Mivel főleg az utóbbiaknak eléggé híján vagyunk, ez mindenekelőtt az ilyen prognózisok elvégzését biztosító módszerek kialakítását és tényleges elkészítését igényli. Ezeket minden bizonynyal nem a földtudományok fogják kidolgozni — ez nem is lehet az ő feladatuk —, de igényeikkel serkenthetik és jelentősen hozzájárulhatnak megalapozásukhoz.

3. A geonómia

A geonómia SZÁDECZKY-KARDOSS E. szerint (1974) az embert kialakító és önformálásában döntő szerepet játszó bolygó működésének tudománya. A Föld komplex sajátosságait szintetizálja, s tárgya és módszertana szerint a földtudományokat oknyomozóan magasabb egységbe foglalja össze.

Fő feladata a különféle tudományok által különböző módszerekkel kimutatott földtudományi jelenségek közti kapcsolatok rendszerezése, ill. a kü-

lönféle tudományok által különféle módszerekkel felismert, látszólag egymástól idegen jelenségek közti kapcsolatok kimutatása. A tudományok anyagaiból főleg azokat a jelenségeket vizsgálja, amelyeknek az egyes szakmák kimutatta speciális problematikán túlmenő övezetekben is van jelentősége.

A geonómia ennek megfelelően szinte központi helyzetben van a fizikai, kémiai és a biológiai tudományok között. Éppen ebből származik a megismerésben játszott általános rendező szerepe.

Mindezek alapján a geonómia a földtudományi ismeretek filozófiai általánosítását és kiteljesítését célzó, különleges helyzetű tudományág.

Egyaránt vizsgálja azt, ami a különböző jelenségekben közös — elsősorban az anyag és az energia áramlása —, de egyidejűleg vizsgálja a specifikust is, azaz azt, hogy azonos hatóerők milyen differenciált módon megnyilvánuló jelenségeket eredményeznek a különböző geoszférákban.

3.1 A geonómia kutatási (vizsgálati) területe vitathatatlanul kiterjed a természeti erőforrásokra, ennél azonban sokkal szélesebb. A geonómia révén érintett terület maga az egész *természeti környezet*, sőt még az is mind horizontálisan, mind vertikálisan, mélységi és magassági irányban egyaránt jelentősen kiterjesztve annak szokásos értelmezéséhez képest. A geonómia valóban a legtágabb felfogásban kezeli a természeti környezetet.

3.11 Földünk *felszín alatti* részéből a természeti környezet fogalma jó esetben a litoszférát jelenti, rendszerint azonban csak annak külső, néhány km vastag részére szűkül le. A geonómia, mely együttes hatásában vizsgálja Földünk különböző jelenségeit, nem elégszik meg ezzel a mélységgel, hanem a modern lemeztektonikai elmélet révén ennek többszázszorosára nyúlik le, hogy feleletet adjon a kéreg külső részében lejátszódó folyamatok törvényszerűségeire, beleértve a geotermikus jelenségeket is. A felszínhez közeli kéregrészek oknyomozó vizsgálatakor tehát legalább a köpenyt, sőt tulajdonképpen a Föld egész belsejét tanulmányozza.

Kiterjeszti azonban kutatásait a hagyományos értelemben vett környezet eddig alig vizsgált olyan területére is, mint az óceánok aljazata. Nem véletlen, hogy a geonómia ugrásszerű fejlődését és kiteljesedését a tengerfenék vizsgálata és az űrkutatás tették lehetővé.

3.12 Messze túlterjed a geonómia kutatási területe a természeti környezet másik irányú határain is, egészen a kozmikus térség végtelenjére. A geonómiából kisarjadt új általános ciklusösszfüggés (törvény) felfedezése [16, 20] és tisztázása révén nemcsak a Naprendszer, hanem az *egész világegyetemet* átfogja, legalábbis — hogy pontosan fogalmazzunk — annak általunk ismert részét, s egységes szemléletben kezeli a természet elektromágneses, mechanikai és vegyi ciklusait, valamint a magenergia létrehozta jelenségeket.

A geonómia tehát az a tudomány, mely a természeti környezet határait a legtávolabbra tolta és tolja ki. A szokásos értelemben vett természeti környezet ismert része már behatároltnak látszott. Ezeket tágította ki a geonómia.

3.13 Kitágította azonban a tényleges megismerés határait is. A egyes szaktudományok a természet, ill. a természeti jelenségek egy-egy oldalát vizsgálják. A geonómia a maguk teljességében vizsgálja az egyes jelenségek különböző oldalait, ezek egymáshoz való kapcsolatait, valamint a különböző jelenségek közti bonyolult kapcsolatrendszerét. A geonómia ilyen értelemben a földtudományok egységes *természetfilozófiai szintézise*.

Az általános ciklustörvény felfedezése azonban azt is jelenti, hogy a geonómia nem áll meg a természeti jelenségeknél, hanem bevonja vizsgálati körébe a mesterséges környezetet is a maga társadalmi és gazdasági mozgásaival.

A geonómia így — a legtágabb értelemben véve — megteremti a kapcsolatot a szerves és szervetlen világ, a jelenségek és a történetiség, sőt a természet-tudományi és a gazdasági-társadalmi jelenségek közt. Ezzel a geonómia univerzális jellegű tevékenységgé válik.

3.14 A kapcsolatok ilyen beállítottságú vizsgálata minőségileg új megállapításokra vezethet, s ezek szintézise révén — ezt legáltalánosabban az általános ciklustörvény fejezi ki — termékenyítően hat magukra az egyes szaktudományokra is.

Az általános ciklustörvény nagy *elméleti jelentősége* az, hogy a szerves és szervetlen anyag tartós, azaz ciklusos mozgásainak tér- és időmérete között kvantitatív alapon kifejezhető alakban törvényszerű összefüggést állapít meg, s ezzel lehetőséget ad a természeti jelenségek egységes kvantitatív szemléletéhez.

A felfedezett törvényszerű összefüggés alapján a ciklusos mozgások — kettős logaritmikus léptékben ábrázolva — három, egymással párhuzamos, 45° iránytangensű egyenes menti sávban rendeződnek az elektromágneses, a newtoni törvényekkel jellemezhető mechanikai és a kémiai-biológiai mozgásformáknak megfelelően. (Negyedik sáv képviseli a magerők mozgásait.)

3.15 Ez már eleve fontos *gyakorlati* hozzájárulást ad a ciklusos jelenségek elméleti-tudományos tanulmányozásához. Ha pl. bármely ok miatt a kapcsolatnak csupán az egyik elemét sikerült kimutatni, ill. megnyugatatóan rögzíteni, ennek mérete meghatározza, milyen értéktartományban kell keresni a kapcsolatot másik elemét. Ez rendkívül céltudatosá teheti a kutatást, s eleve egész sor egyébként elkerülhetetlen meddő vizsgálatot tesz feleslegessé.

A földi üledékképződési ciklusok pl. sokszor csak látszólag nem teljesek, mivel csak megmaradt részük alapján bírálhatjuk el őket. Márpedig földtani okok, azaz elvileg véletlen hatások következtében kisebb-nagyobb részük hiányozhat. A ciklus törvényszerűségeinek ismeretében a hiányzó rész megbízhatóan rekonstruálható.

Bizonyos általános kozmogóniai jelenségek nemcsak a Földön, hanem más égitesteken is érvényesülnek, a belső bolygókon legalábbis feltétlenül, mégsem tudjuk őket kimutatni, márcsak azért sem, mert egyelőre nem tudjuk észlelni őket. A kozmikus eredetű földi ciklusok ismerete alapján azonban előre

jelezhető, milyen tér- és időtartományban kereshetők más égitestek kozmikus ciklusai. Ez lényeges segítséget jelent(het) a kutatás céltudatos irányításához,

Mint SZÁDECZKY-KARDOSS E. (1975) hangsúlyozza, kitűnően alkalmazható a ciklusossági vizsgálat a tudományos előrelátás, a prognosztika szervezésében. A jelenlegi előrejelzések túlnyomóan az utolsó évtizedek adatainak extrapolálására alapítva monoton trendekkel számolnak a sokkal valószínűbb hullámvonalas spirális fejlődés helyett. Vízszingadozási ciklusok alapján meteorológiai előrejelzések tehetők, de agrogeológiai, vízgazdálkodási és vízvédelmi, építésföldtani és szénhidrogén-kutatási alkalmazásokra is van lehetőség. A ciklusosság azonban nemcsak az anorganikus, hanem egyes társadalmi folyamatok, pl. a gazdasági prosperitás előrejelzésében is szerepet játszhat. A területegységenkénti éves mezőgazdasági hozam statisztikai korrelálása a hidrológiai, ill. meteorológiai ciklusokkal nemcsak a mezőgazdasági termelékenység prognosztikáját, de a termelékenységet veszélyeztető folyamatok elleni védekezést is elősegíti.

A ciklus-összefüggések elősegítik a fizika, kémia, földtudományok és a biológia magasabb egységbe kapcsolását, s összefüggéseiket kölcsönösen számíthatóvá teszik. Egységes rendező elvként kvantitatív alapot adnak a tudományok rendszerezéséhez és fejlődési trendjeinek vizsgálatához.

3.2. Amikor a geonómia vizsgálatait még a szokásos értelemben vett természeti környezetnél is tágabb területre terjeszti ki, a *jövő természeti környezetét* vizsgálja. Ez jóval tágabb a jövő természeti erőforrásainál is.

3.21 Bár a geonómia tevékenysége túlterjed a szokásos értelemben vett természeti környezeten, ez nem jelenti azt, hogy kutatási köréből kiesnek a *természeti erőforrások*. A társadalmi-gazdasági mozgások vizsgálata során pl. eleve figyelembe kell vennie az azokat ha nem is meghatározó, de befolyásoló természeti adottságokat.

Ha azonban meggondoljuk, hogy — mint előzően utaltunk rá — a természeti erőforrások köre a fejlődéssel állandóan bővül, a természeti környezet, ill. általánosabban szólva: a természet ma még erőforrásnak nem tekinthető elemeinek vizsgálata végső soron a jövő erőforrásainak kutatását és törvényszerűségeinek tisztázását is jelentheti. S a technika és a tudomány jelenlegi fejlődési ütemét tekintve ez a jövő korántsem mindig olyan távoli.

A geonómia tehát a különböző földtudományok szintézisének keresztül egyben a jövő természeti erőforrásainak is a tudománya. Ez azonban teljesen érthető: a tudománynak mindig a gyakorlat, sőt a még csak fejlesztés stádiumában levő gyakorlat előtt kell járnia. Bármennyire meg is előzi azonban ezt, időnként hátra is kell néznie, hogy a realitásokkal való állandó kapcsolatát el ne veszítse. (Ez a veszély sok elvont alapkutatást fenyeget.)

Ne felejtjük azonban el, hogy a ma tudománya a holnap gyakorlata. A ma legelvontabbnak tűnő alapkutatás holnap már közvetlen gyakorlati jelentőségűvé válhat. Ki merné ma már kétségbe vonni a tegnap még legelvontabbnak

és legelméletibbnek látszó magfizikai, plazmafizikai, sejtbiológiai alap kutatások indokoltságát, de egyben potenciális gyakorlati jelentőségét? ! Miért kellene titkolniok vagy szégyellniök a földtudományoknak elméleti és alap kutatásait, miért kényszerülnének állandóan magyarázgatni azok indokoltságát.

3.22 Kétségtelen, hogy a geonómia vizsgálatai során — látszólag — nem tekinti közvetlen kutatási szempontnak a hasznosítás *gazdaságosságának* vizsgálatát, amint ennek a kutatása valóban más szaktudományok feladata is.

A geonómiában az eddig kevés adattal alátámasztott, vagy tisztán elvi alapon kidolgozott elméletek és a különféle, egymástól független módszerekkel mért, sokoldalúan alátámasztott adatsorok egységes szintézisbe ötvöződtek. A geonómia egyik fontos jellemző sajátossága azonban az, hogy ennek birtokában nem elégszik meg többé a jelenségek közti összefüggések minőségi oldalának feltárásával, hanem elengedhetetlen feladatának tekinti e törvényszerűségek, kapcsolatok közti összefüggések mennyiségi oldalának tisztázását (meghatározását) is.

A *kvantifikálás* igénye pedig már a hasznosítás (felhasználás) lehetőségének és gazdaságosságának meghatározásához elengedhetetlen konkrét alapot jelent. A kvantifikált geonómiai összefüggések tehát a jövőbeli gazdaságos hasznosítás eldönthetőségének megalapozását is jelenthetik.

3.23 Az általános ciklustörvényen alapuló geonómiai törvényszerűségekkel szemben nem illuzórikus azonban *potenciális gyakorlati jelentőségű* igények támasztása sem. Ha ugyanis mód van a ciklus legfontosabb tér-idő jellemzőinek megismerésére, ez szükségszerűen elvezet a ciklust létrehozó (alkotó) s azt befolyásoló tényezők tisztázásához is. Ha pedig tisztázható, hogy az egyes tényezők milyen módon és mértékben járulnak hozzá ahhoz, hogy a ciklus éppen az adott jellegekkel jelenik meg, megállapítható az is, hogy ezek egyenként hogyan befolyásolják (módosítják) minőségileg és mennyiségileg a ciklust.

Az egyes tényezők közvetlen vagy közvetett hatásának ismerete szükségszerűen megteremt(het)i számunkra azt a lehetőséget, legalábbis hozzájárulhat ahhoz, hogy bizonyos biológiai, kémiai, földtani és természeti környezeti, sőt esetleg egyes fizikai jelenségek lefolyását módosítva tudatosan az emberiség számára kedvező(bb) irányba befolyásolni tudjuk. A ciklust létrehozó (alkotó) egyes tényezők arányának módosításával módosulhat, ill. módosítható maga a ciklus, annak tartama, intenzitása is, azaz befolyásolni (szabályozni), gyorsítani lassítani, élezni-csillapítani tudjuk a ciklust. Ennek különösen nagy jelentősége van (lehet) a biológiában (mezőgazdaság, élelmiszertermelés, orvostudomány, genetika stb.).

Ha ti. a ciklust meghatározó (összetevő) tényezők ismeretesek, elvileg megvan a mód arra, hogy a számunkra kedvező irányban befolyásoljuk a ciklust, azaz — a ciklus ismétlődési divergenciájának határain belül — növeljük a kedvező hatású ismétlődések gyakoriságát. Az eltérés növelésének természete-

sen megvannak a maguk természeti határai. Ezt túllépve az eredeti ciklus megsemmisül, ill. más jellegű ciklussá alakul(hat?).

A ciklus szórásmezejének ismerete viszont hozzájárulhat ahhoz, hogy meghatározhassuk, legalábbis pontosabban megközelíthessük az ipari és a mezőgazdasági termelési ciklushoz kapcsolódó gazdasági kockázat nagyságát. Ez a kérdés egyelőre világszerte kevésbé vizsgált, és egyértelműen, mégkevésbé megnyugtatóan egyáltalán nem megoldott.

Bár mindezek a lehetőségek egyelőre távolinak tűnnek, felesleges hangsúlyozni, milyen potenciális jelentőségűek lehetnek. A tudomány és a technika jelenlegi rohamos fejlődése pedig időben is közelre hozhatja a lehetőségek realizálódását.

3.3 *A természeti erőforrások kutatása és feltárása* során interdiszciplináris és integráló jellege miatt a tudományos alapelvek kidolgozásában és a felkészültség fokozásában, de a kapcsolati rendszerek feltárásában is nagy szerepe lehet a geonómiának.

Jól jelzi ezeket a lehetőségeket a Geonómiai Tudományos Bizottság feladatköre is (19), azaz a földtudományok vertikális kapcsolatainak fejlesztése, az erre a vertikumra irányuló geonómiai kutatás módszereinek és irányainak megszilárdítása és kiterjesztése, valamint más tudománysoportokkal való egyeztetése és kölcsönhatásainak kiépítése. Ezen belül különösen jelentős lehet a geonómia és bányászat kölcsönhatásainak vizsgálata, hiszen a szilárdföldtudományok és a műszaki tudományok, ill. a gyakorlati élet közti kapcsolatot elsősorban a bányászat közvetíti.

Az általános ciklustörvényen keresztül a geonómiai kutatás azonban nemcsak „*A természeti erőforrások kutatása és feltárása*” főirányhoz kapcsolódik. Vizsgálatainak széles spektrumát jelzi, hogy az *Országos Távlati Tudományos Terv* 46 főiránya és 87 célprogramja közül nem kevesebb, mint 9 (esetleg 12) főirányhoz és 11 (esetleg 14) célprogramhoz kapcsolódik a következők szerint:

(1) Az általános ciklustörvény mechanikai (kozmozóniai) sávjával meghatározott *földtani jelenségek* vizsgálata, ill. a lemeztektonika és az ásványi nyersanyagok prognosztizálásának kutatásai a következő feladatokkal kapcsolatosak:

Tárcaszintű kutatási főirányok

- Az ország természeti erőforrásainak kutatása és feltárása (KFH).
- A vízgazdálkodás alapösszefüggéseinek kutatása (MÉM-2).

Tárcaszintű kutatási célprogramok

- A nagy mélységű szilárd ásványi nyersanyag-előfordulások kutatási és művelési problémái (NIM-2).
- A nagymélységű szénhidrogén-előfordulások kutatási és művelési problémái (NIM-3).
- A szilikátipar nyersanyagbázisának kutatása és ... (ÉVM-9).
- Ritkafémkutatás (KFH-2).
- (esetleg:) Hasznosítható ásványi nyersanyagok kiaknázását és feldolgozását alapvetően befolyásoló ásvány-kőzettani sajátosságok és műszaki eljárások komplex vizsgálata (KFH-3).
- A vízkészletgazdálkodás fejlesztése (OVF-1).

(2) A *biológiai ciklus* törvényszerűségei tudományos tanulmányozásának eredményei a következő feladatok megoldásához nyújtanak segítséget:

Országos szintű kutatási főirányok

- Az életfolyamatok szabályozásának mechanizmusa (1; MTA).
- Biológiai aktív vegyületek kutatása (5; NIM).

Országos szintű kutatási célprogramok

- Az emberi makro- és mikro környezet legkedvezőbb kialakítása (5; ÉVM).
- A talajtermékenység fokozása alapvetően új irányok kidolgozásával (9; MÉM).
- (esetleg:) A hústermelés fejlesztése (10; MÉM).

Tárcaszintű kutatási főirányok

- (esetleg:) Biológiai aktív vegyületek kutatása (EüM-1.; MTA-2).
- Életfolyamatok szabályozásának mechanizmusa (EüM-3).
- Az ember természeti környezetének védelme (MTA-3).
- A kemizálás és a biológia alapösszefüggéseinek kutatása (MÉM-1).
- A zöldségtermesztés biológiai és gépesítési alapjainak kutatása (MÉM-3).
- A szőlőtermesztés biológiai alapjainak kutatása (MÉM-4).

Tárcaszintű kutatási célprogramok

- Gabonafélék nemesítése, termesztése és feldolgozása (MÉM-1).
 - Szálas és egyéb takarmányok nemesítése, termesztése és tárolása (MÉM-2).
 - Kertészeti növények nemesítése, termesztése, tárolása és fejlesztése (MÉM-4).
 - A fatermesztés és feldolgozás fejlesztése (MÉM-6).
- (3) Az elektromágneses mozgás ciklustörvényeinek tisztázása, ill. ismerete és felhasználása — meglehetősen közvetetten — esetleg a következő feladatokhoz jelenthet hozzájárulást:

Országos szintű kutatási főirányok

- Szilárdtestek kutatása (1; MTA).

Országos szintű kutatási célprogramok

- (?) Elektronikai alkatrészek kutatása-fejlesztése (7; KGM).

Tárcaszintű kutatási célprogramok

- A villamosenergia különleges alkalmazása (KGM-6).

Azaz összefoglalóan:

	Földtani (-tudományi) ciklusok	Biológiai ciklusok	Elektro- mágneses mozgás ciklusok	Összesen
országos tárcaszintű	— 2	2 5 (6)	(1)* (1)	2 (3) 7 (9)
Főirány összesen	2	7 (8)	(2)	9 (12)
országos tárcaszintű	— 5 (6)	2 (3) 4	— (1)	2 (3) 9 (11)
Célprogram összesen	5 (6)	6 (7)	(1)	11 (14)
országos tárcaszintű	— 7 (8)	4 (5) 9 (10)	(1) (2)	4 (6) 16 (20)
Mindösszesen	7 (8)	13 (15)	(3)	20 (26)

* A zárójelben levő szám az esetlegesen (feltételesen), ill. közvetve kapcsolódó főirányokat, ill. célprogramokat figyelembe veszi.

Az összeállítást kétségtelenül joggal érheti a maximalizmus, ill. az egyirányú elfogultság vádja, mivel a kimutatásban minden olyan feladat szerepel, ahol a legkisebb kapcsolódási lehetőség feltételezhető volt. Mindez azonban elsősorban a figyelem felhívását célozza a következők miatt:

— tájékoztasson arról, melyek azok a tudományterületek, amelyeken különösen intenzív kutatás folyik országunkban, s ahonnan a geonómia is a legtöbb új részlet-adatot kaphatja általános törvényszerűségeinek megerősítéséhez, ill. ellenőrzéséhez;

— tájékoztasson egyszersmind arról is, melyek azok a kérdések, ahol a geonómiai vizsgálatok eredményei hatékonyan hozzá tudnának járulni egyes országos feladatok megoldásához;

— fokozottan hangsúlyozza, hogy a geonómiai törvényszerűségek — épp a ciklusjelenségek általános érvénye miatt — nem elszigetelten ömagukban állók, hanem számos országos fontosságú tudományos célkitűzéssel kapcsolatosak.

IRODALOM

1. ANANICSEY, K. V.: Problemú okruzsajusej szredü, energii i prirodnuh reszurszov. Mezsdunarodnoj aszpekt. Moszkva, Izdatyelsztvo Progressz. 1975.
2. 1961. évi 16. számú törvényerejű rendelet a természetvédelemről. Magyar Közlöny. 170—171, 1961.
3. 1976. évi II. törvény az emberi környezet védelméről. Magyar Közlöny, 26, 318—323, 1976.
4. 1012/1972 (IV. 27.) számú minisztertanácsi határozat az 1971—1985. közötti időszakra szóló országos távlati tudományos kutatási tervről. Hatályos jogszabályok gyűjteménye 1945—1972. II. kötet. Minisztertanácsi rendeletek és minisztertanácsi határozatok. Budapest, 889—896, 1974.
5. FAIRBRIDGE, R. W.: Natural Resources. in: The Encyclopedia of Geochemistry and Environmental Sciences (szerk.: Fairbridge, R. W.). New York—Cincinnati—Toronto—London—Melbourne; Van Nostrand Reinhold Company, 771—777, 1976.
6. LÜTTIG, G.: The Geologist's Role in Planning for the Future. in: Natural Resources and Development, 1, 23—30, 1974.
7. LÜTTIG, G.: The Role of Geosciences in Modern Society in: AGER, D. V.—BROOKS, M. (szerkesztők): Europe from Crust to Core. London—New York—Sydney—Toronto; Wiley-Interscience Publication, 192—197, 1975.
8. LÜTTIG, G.: Geoscience and the Potential of the Natural Environment. in: Natural Resources and Development, 3, 93—107, 1976.
9. MACH P.: A természeti erőforrások értékelése a nemzeti vagyonban. Statisztikai Szemle, 9, 1196—1214, 1976.
10. MEADOWS, D. H.—D. L. MEADOWS—J. RANDERS—W. W. BEHRENS: The Limits to Growth. A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind. New York—London; Earth Island limited, 1972.
11. MESAROVIC, M.—PESTEL E.: Stratégie pour demain Paris, Éditions du Seuil, 1974.
12. Az ország természeti erőforrásainak kutatása és feltárása. Tárcaosztintű főirány (továbbfejlesztett változat). Budapest, Központi Földtani Hivatal, 1975.
13. SZÁDECZKY-KARDOSS E.: A Föld kozmikus különleges sajátosságai és a geonómiai szemlélet alapvonásai. Az MTA X. osztályának Közleményei. Geonómia és Bányászat, 5, 1—2, 99—113, 1972.
14. SZÁDECZKY-KARDOSS E.: Geonómia és társadalom. Az MTA X. osztályának Közleményei. Geonómia és Bányászat, 5, 3—4, 223—237, 1972.
15. SZÁDECZKY-KARDOSS E.: Geonómia. Budapest, az MTA Geokémiai Kutató Laboratóriuma kiadványa, 1974.
16. SZÁDECZKY-KARDOSS E.: Az univerzális ciklustörvény. Az MTA X. osztályának Közleményei, Geonómia és Bányászat, 8, 1—2, 1—13, 1975.

17. SZÁDECZKY-KARDOSS E.: Ciklus-ritmus összefüggések és a természeti rendszerek hierarchiája. Az MTA X. osztályának Közleményei. Geonómia és Bányászat, **8**, 3–4, 237–253, 1975.
18. SZÁDECZKY-KARDOSS E.: Az MTA Geonómiai Bizottságának alapokmánya. Budapest. Kézirat, 1976.
19. SZÁDECZKY-KARDOSS E.: Elgondolások az MTA egy új szerve, a Geonómiai Tudományos Bizottság működéséről. Az MTA X. osztályának Közleményei. Geonómia és Bányászat, **9**, 1–2, 117–121, 1976.
20. SZÁDECZKY-KARDOSS E.: The Law of the Universal Cyclicity and the Theory of Natural Systems. Budapest, Kézirat, 1977.
21. SZIDORENKO, A. A.—SZERGEJEV JE. M. (szerk.): Racionalnoje ispolzovanyije zemnoj korü. Matyerialü naucsnovo szovescsanyija. Moszkva, Nyedra, 1977.
22. 12/1971. (IV. 1.) Korm. számú rendelet a természetvédelemről szóló 1961. évi 18. számú törvényerejü rendelet végrehajtásáról. Hatályos jogszabályok gyűjteménye 1945–1972. II. kötet, Minisztertanácsi rendeletek és minisztertanácsi határozatok. Budapest, 444–448, 1974.
23. VINOGRADOV, A. P.: Rol nauk o Zemlje v technicseszkom progressze. in: Problemü mineralnovo szürje. Moszkva, Nauka, 23–28, 1975.

NATURAL ENVIRONMENT — NATURAL RESOURCES — GEONOMY

By

F. BENKŐ

A b s t r a c t s

The relation of geonomy to the ministry-level project „Investigation and Exploration of the Country's Natural Resources” included in the „National Plan for Long-Term Researches” is examined.

Defining the natural environment and the natural resources, the author points out that both undergo continuous changes and grow wider and wider with the progress of knowledge. Resources are part of the environment and, unlike the natural environment now almost totally explored and delimited, they will further widen with progressing technology. In other words, the gap between the two decreases.

Prognostication of technological and economic conditions in connection with a long-term scientific research plan is of utmost necessity, as it will enable planners to indicate and designate more realistically the natural resources of future as objects of long-term research.

The field of research of geonomy is substantially larger than that of the natural environment taken in conventional sense. Geonomy is also the science of future's natural resources. By virtue of the resulting universal law of cycles, it will lead to qualitatively new statements and this will have a productive effect upon the individual applied scientific disciplines. With its natural philosophical synthesis, it establishes a connection between natural and social sciences as well. Its quantified relationships provide a basis to rely on in judgements as to future economic uses of natural resources. The possibility of influencing the cycle will enable, in turn, to accelerate or slow down the processes.

In accordance with the universal nature of geonomy, this science is directly or indirectly involved, besides the afore-mentioned project of the long-term scientific research plan, in a number of other projects or programmes. This enhances the development of geonomy, but it does not fail having its repercussion to the fields it has come in touch with.

ПРИРОДНАЯ СРЕДА — ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ — ГЕОНОМИЯ

Ф. БЕНКЁ

Резюме

Рассматривается связь геономии с ведомственным научно-исследовательским главным направлением «Исследования и разведка природных ресурсов страны» Государственного Перспективного плана научных исследований.

Определяя природную среду и природные ресурсы, автор статьи указывает на то, что они обе все время изменяются и ширятся в объеме по мере прогресса познания. Ресурсы представляют собою часть природной среды, причем если объем природной среды в настоящее время почти полностью околонтурен и определен, объемы ресурсов будут постепенно увеличиваться по мере технического прогресса, то есть пробел между обоими понятиями уменьшится.

В связи с перспективным планом научных исследований необходимо прогнозирование как технических, так и хозяйственных условий, так как тем самым будет возможным более реально определить круг природных условий будущего и выделить объекты перспективных работ.

Геономия охватывает существенно более обширную область исследований по сравнению с природной средой, взятой в обыкновенном смысле этого понятия. Геономия является одновременно и наукой природных ресурсов будущего. Благодаря всеобщему закону о циклах, представляющему початок геономии, она приводит к качественно новым заключениям и повлияет продуктивным образом даже на отдельные дисциплины прикладных наук. Своим естественно-философическим синтезом она создает связь между естественными и общественными науками. Её квантифицированные зависимости дают основание на оценку возможных будущих форм хозяйственного освоения природных ресурсов, а благодаря возможности влияния на цикл он позвоит ускорение или замедление процессов.

Соответственно универсальному характеру геономии, эта наука кроме упомянутого главного направления государственного перспективного плана научных исследований находится в прямой или косвенной связи с многочисленными другими главными направлениями или целевыми программами. Это способствует развитию геономии, но вместе с тем высывает обратную связь с затронутыми научно-техническими отраслями.



AZ ELEKTROMOS VEZETŐKÉPESSÉG ÉS AZ ASZTENOSZFÉRA FIZIKAI ÁLLAPOTA KÖZÖTTI KAPCSOLATRÓL*

Az asztenoszféra kutatás 25. évfordulóján
B. Gutenberg emlékére

ÁDÁM ANTAL

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK DOKTORA

I. Bevezetés

25 éve, 1953-ban B. GUTENBERG a szeizmikus P és S hullámok út—idő görbéinek és amplitúdóinak vizsgálata alapján a felső köpenyben 70—80 km mélyen egy sebességinverziót valószínűsített. LEHMAN (1959, 1961) ezt a sebességinverziót az S hullámokra korlátozta. Ma már általánosan elfogadott megállapítás, hogy a sebességcsökkenés sokkal határozottabban jelentkezik a nyírási (S) hullámok sebességében, mint a P hullámokéban.

1963-ban az első (nagy mélységű) magnetotellurikus szondázások (MTSz) idején — 10 évvel GUTENBERG felfedezése után — utalás történt arra, hogy a kis sebességű zóna mélységében az elektromos vezetőképesség növekszik (ÁDÁM, 1963, 1965, FOURNIER et al., 1963).

A kissebességű (LVL) és elektromosan jólvezető zóna (HCL) által képviselt asztenoszféra és a felette levő litoszféra-lemez olyan fogalmak, amelyekre a 60-as évek végén felépült az új globális tektonika, az óceánfenék tágulás elmélete, tehát a geodinamika új irányzata.

A nyírási hullám sebességének csökkenése és az elektromos vezetőképesség egyidejű növekedése eléggé egyértelműen jelezte azt, hogy e fizikai változásokat a felső köpeny kőzeteinek részleges olvadása okozhatja. E feltevést a különböző megfontolásokkal számított hőmérséklet-mélységgörbék is alátámasztották, amelyek az LVL és a HCL mélységében közelítették meg legjobban a köpenykőzetek olvadási görbéit (a szolidusz görbét).

A felső köpeny egy másik jellegzetes anomáliáját 300—400 km mélyen ugyancsak a szeizmikus sebességben és az elektromos vezetőképességben észlelték. Ez a szeizmikus ún. „20° diszkontinuitás” vagy C réteg sebességnövekedésben jelentkezik és megfelel a geomágneses indukciós vizsgálatok egyik első eredményeként levezetett vezetőképesség-növekedésnek (pl. LAHIRI és PRICE, 1939). E fizikai változások okát a kőzetek fázisátalakulásában látjuk (pl. olivin \rightarrow β fázis).

* Review előadás a Nemzetközi Földmágnességi és Aeronómiai Asszociáció (IAGA) „Elektromágneses indukció a Földben és a Holdon” című 4. Workshopján Murnauban (NSZK), 1973 szeptemberében.

Kérdés, az hogy a felső köpeny e kvalitatív fizikai-szerkezeti képe, amelyet már az első vizsgálatok alapján felvázoltak, az intenzív terepi és laboratóriumi kutatások révén mennyire vált kvantitatív vá és milyen lényeges következtetések szűrhetők le belőle ma az új globális tektonika számára?

2. A felső köpeny vezetőképesség-eloszlása és a hőáram kapcsolata

a) *A magnetotellurikus adatok megbízhatósága*

Nagymélységű elektromos vezetőképesség adatokat (σ) több száz km mélységig elsősorban a magnetotellurikus szondázásoktól várhatunk. A felszínközeli elektromos inhomogenitások azonban a magnetotellurikus szondázási görbéket gyakran torzítják és értelmezésükben nehézséget okoznak (BERDICHEVSKY and DMITRIEV, 1976). Ha ismerjük a torzulás okát, a különböző irányban mért görbék egyes jellegzetes szakaszaival megközelíthetjük a nagy mélységű vezetőképesség-eloszlást. Emellett célszerű még a felszíni zavarok szűrésének egy sokkal költségesebb módját is alkalmazni: a vizsgálandó területen (földtani formáción) hálózatosan mérni és az adatokat statisztikusan kiértékelni. Különböző geofizikai-tektonikai felépítésű területek elektromos vezetőképesség-eloszlásának összehasonlítása pedig csakis egységes elvek alapján feldolgozott magnetotellurikus szondázásokkal lehetséges, amint azt HUTTON (1976) is hangsúlyozta. Vannak területek (pl. vékony üledékekkel fedett, erősen tagolt magas hegységek), ahol az MTSz-k a zavaró tényezők halmozódása miatt értelmezhetetlenek.

E jól ismert elveknek az alapján érthető meg, hogy az irodalomban sok az egy-egy MT szondázásból tévesen levezetett, megmagyarázhatatlan és egymással nem korrelálható vezetőképesség-eloszlás.

Az MTSz-szel szemben a földmágneses szondázás (GDS) viszonylag egyszerű képet ad a felső köpeny vezetőképesség-eloszlásáról.

A magnetotellurikus módszer földfizikai, köpenyfizikai hasznosíthatóságának megítélése végett rendszereztük a KAPG monográfiában (ÁDÁM (ed), 1976) összegyűjtött és a szovjet iskola (BERDICHEVSKY, 1968) elvei szerint egységesen feldolgozott vezetőképesség-eloszlásokat.

b) *A felszíni hőáram mint rendszerező paraméter*

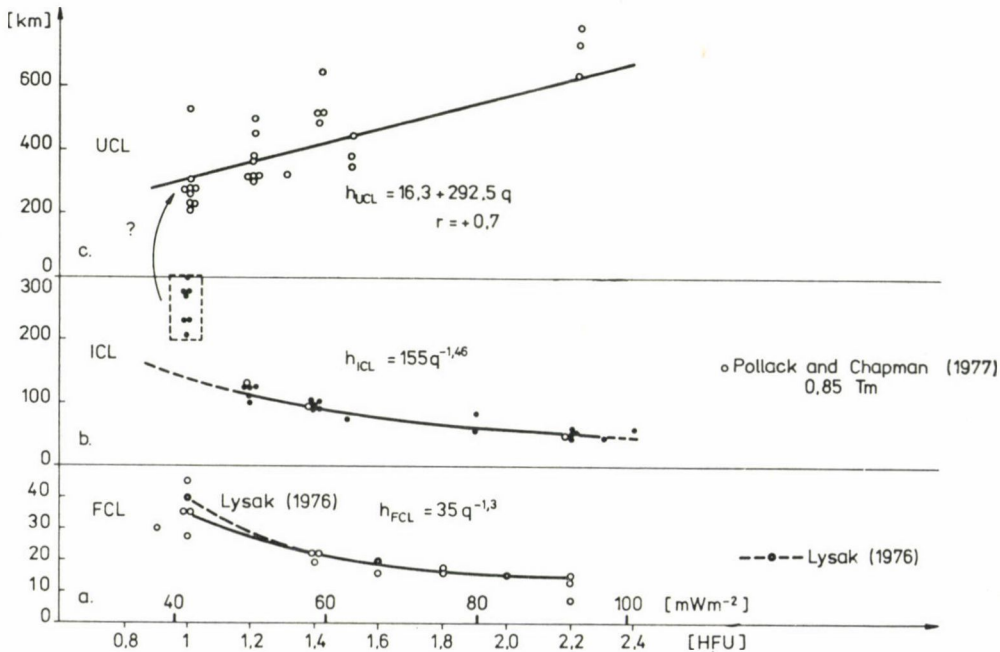
Az elektromos vezetőképesség és a hőmérséklet szoros kapcsolatából nyilvánvaló volt (l. pl. UYEDA and RIKITAKE, 1970), hogy egy, elsősorban a földbelső termikus állapotára jellemző felszíni paraméter szerint kell rendszeroznünk MT adatainkat, ha az elektromos vezetőképesség-eloszlásokban általános összefüggést keresünk. Minthogy a felső köpenyben észlelt vezetőképesség-

ségnövekedés létrejöttében az utóbbi időben a hőmérsékleten kívül több más tényező [I. SHANKLAND (1975) és DUBA (1976) munkáiban az „oxigén illékony-ság” (angol irodalomban „oxygen fugacity”): f_{O_2} , a kristályok irányítottsága és az ikresedések, továbbá a rendezettség és a rendezetlenség (order—disorder) stb. hatását; az utóbbi az olvadás előtt a σ -t időfüggővé teszi] szerepére is rámutattak, különösen indokoltnak látszott a termikus hatások tisztázása.

POLLACK és CHAPMAN (1977) empirikus úton igazolta, hogy egy terület átlagos felszíni hőáramának (\bar{q}_0) 60%-a a felső köpenyből származik: $q^* = 0,6\bar{q}_0$. Így a felszíni regionális hőáram alkalmas paraméternek látszik arra is, hogy a felső köpeny elektromos vezetőképességeloszlásában a termikus hatásokat elemezzük.

A regionális hőáram alapján elvégzett rendszerező munka eredményeként kaptuk meg az asztenoszféra jellemző vezetőképesség-növekedés (az ICL megjelöléssel utalva a jólvezető zónák közötti helyzetére) mélysége és a hőáram kapcsolatát, amely a következő empirikus formulával adható meg:

$$h_{ICL} = 155 q^{-1,46} \quad (\text{ÁDÁM, 1976, 1978a}) \quad (1)$$



I. ábra. A regionális hőáram és a jólvezető rétegek mélységének kapcsolata (ÁDÁM, 1976, 1978a). FCL: első jólvezető réteg. Ez a földkéregben jelentkezik. ICL: közbelső jólvezető réteg, amely megfelel az asztenoszféranak (vagyis a kisebbességű zónának, az ún. LVL-nek). UCL: utolsó jólvezető réteg vagy vezetőképesség-növekedés, amelyet feltehetően a kőzetek fázisátalakulása okoz

Amint az 1. ábrán látható a $q \leq 1$ HFU-nál kapott mélységértékek jóval a $h_{ICL}(q)$ görbe felett fekszenek és általában $h_{ICL} > 200$ km.

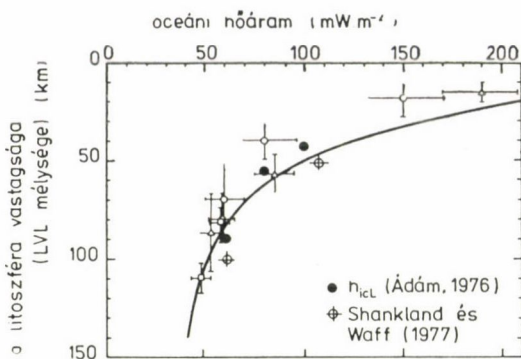
A vizsgálataink elsősorban a jól vezető réteg mélységére vonatkoztak, mivel a magnetotellurikus szondázási görbékől lényegesen nehezebb a jól vezető réteg valódi fajlagos ellenállását meghatározni, mint a mélységét. Általában azt tapasztaltuk, hogy az asztenoszférában $\sigma = 0,1$ S/m ($= 0,1 \Omega^{-1}m^{-1}$) (pl. a Nagycenk melletti obszervatóriumban, ADÁM, 1976), VANYAN és társai (1977) is 0,1 S/m-nek adják meg a jól fejlett asztenoszféra fajlagos vezetőképességét.

Amikor az asztenoszféra (ICL) geoelektromos paramétereit számítjuk, a hőmérséklet mélységgel való folyamatos növekedésének megfelelő vezetőképesség változást többnyire csak egy átlagos σ értékkel tudjuk figyelembe venni. Jól fejlett asztenoszféra esetében (l. meghatározását VANYAN és társai cikkében) ez az egyszerűsítés megengedhetőnek látszik, amint azt az így meghatározott szovjet adatokkal végzett vizsgálatok is igazolták.

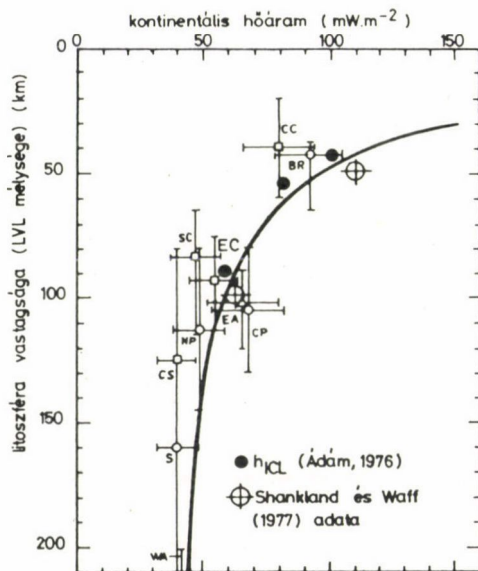
3. A kissebességű és a kisellenállású zóna kapcsolata az asztenoszférában

A nyírási hullám sebességcsökkenése és az elektromos vezetőképesség növekedése az asztenoszférában lehetőséget ad arra, hogy a $q(h)$ összefüggést a kissebességű zóna mélysége és a regionális hőáram közötti kapcsolattal hasonlítsuk össze. Erre az irodalom kedvező lehetőséget kínál, mivel CHAPMAN és POLLACK (1977) mind a kontinensekre, mind az óceánokra megadja a litoszféra vastagságának változását a felszíni hőáram függvényében (l. 2. és 3. ábrát). Néhány hőáramértéknél feltüntettük a $q(h)$ görbénk pontjait is CHAPMAN és POLLACK ábráján. Bármilyenek legyenek is a felszíni hőáramviszonyok, illetve a terület tektonikai fejlődési foka, a két fizikai mennyiség változása tehát azonos mélységben következik be. A legnagyobb szórás a mélységértékekben a kontinenseken $q < 40$ mWm⁻²-nél jelentkezik. A legnagyobb mélységet Nyugat-Ausztráliában $h > 200$ km-nél figyelték meg (l. a 3. ábrán a WA értéket).

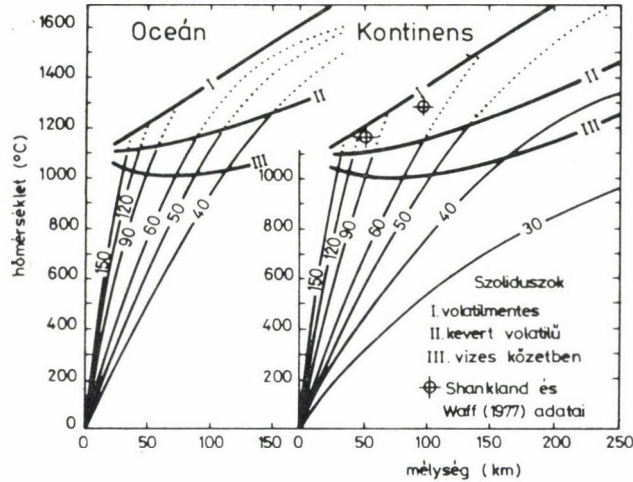
A 4. ábránkon átvettük a fenti szerzők által óceáni és kontinentális területekre különböző hőáramértékek mellett számított geotermikus görbebecslődöt is. Ezen az ábrán a felső köpeny anyagát peridotitnak véve, három szolidusz görbét ábrázoltak, mivel a volatilis-tartalom jelentősen befolyásolja a szolidusz hőmérsékletét és a felső köpeny volatilis tartalmára csak feltevéseink vannak. CHAPMAN és POLLACK szerint: „A laboratóriumi kísérletek azt mutatták, hogy a volatilismentes kőzet olvad alacsonyabb hőmérsékleten a legnehezebben és a H₂O tartalmú a leghatékonyabb az olvadás elősegítésében. Kevert volatilis, alapvetően CO₂ és H₂O tartalmú környezetben végzett kísérletek (lásd pl. MYSEN és BOTTCHEK, 1975) azt mutatták, hogy más volatilis jelenléte



2. ábra. A litoszféra vastagsága óceáni területeken a felszíni hőáram függvényében CHAPMAN és POLLACK, (1977) szerint. A szeizmikus kisssebességű zóna mélységére vonatkozó adatok a következő felületi hullámvizsgálatokból származnak: (○) YOSHII, 1975; (△) LEEDS et al., 1974; (□) LEEDS, 1975. A folytonos vonal azt a mélységet adja meg, amelynél a geotermák metszik a 4. ábrán látható kevert volatilu szolidusz görbét. (●) adatok az 1. ábráról származó magnetotellurikus h_{ICL} értékek (ÁDÁM, 1976), (⊕) adatokat SHANKLAND és WAFF (1977) 7. és 8. ábrán látható diagramjaiból és a 4. ábra geotermáiból vezetjük le (Lásd a szövegben részletesen)



3. ábra. A litoszféra vastagsága szárazföldi (kontinentális) területeken a felszíni hőáram függvényében CHAPMAN és POLLACK (1977) szerint. A szeizmikus kisssebességű zóna mélységére vonatkozó adatok a következő felületi hullámvizsgálatokból származnak: (○) BISWAS és KNOPOFF, (1974); (△) GONCZ és CLEARY, (1976); (□) WICKENS, (1971). A folytonos vonal azt a mélységet adja meg, amelynél a 4. ábra kontinentális területekre számított geotermái metszik a kevert volatilu szolidusz görbét. A betűk a következő fiziográfiai tartományokat jelölik: CC, Kanadai-Kordillera; SC, Dél-Kanada; EC, Kelet-Kanada; CS, Kanadai-pajzs; BR, Basin and Range; CP, Colorado Plateau; NP, northern Plains az USA-ban; S, kristályos pajzs; EA, Kelet-Ausztrália; WA, Nyugat-Ausztrália. (●) adatok az 1. ábráról származó magnetotellurikus h_{ICL} értékek (ÁDÁM, 1976), (⊕) adatokat SHANKLAND és WAFF (1977) 7. és 8. ábrán látható diagramjaiból és a 4. ábra geotermáiból vezetjük le (Lásd a szövegben részletesen)

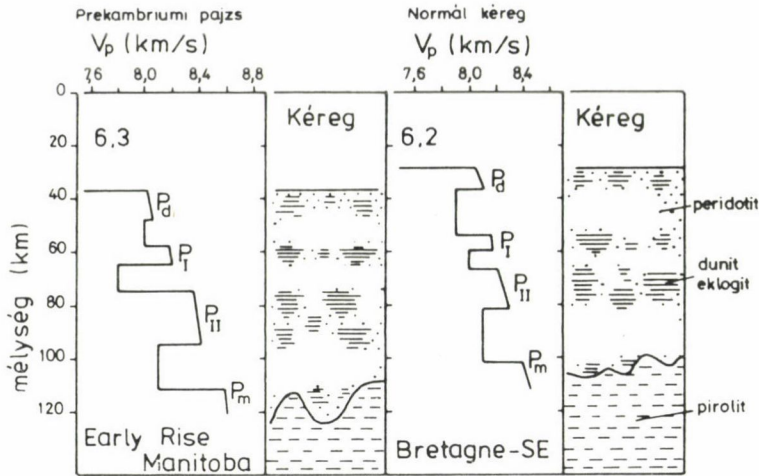


4. ábra. Geotermikus görbecsalád óceáni és kontinentális területekre CHAPMAN és POLLACK (1977) szerint. A görbék paramétere a hőáram mWm^{-2} egységben (42 mWm^{-2} megfelel 1 HFU-nak a CGS rendszerben)

csökkenti a H_2O aktivitását. Ennek szolidusza közepes helyet foglal el a volatílnetes és a víztartalmú kőzetek szolidusza között.” A szerzők úgy vélik, hogy a kevert volatili környezet a leggyakoribb a Föld köpenyében. A kontinensek $q < 45 \text{ mWm}^{-2}$ hőáramhoz tartozó görbéi kivételével mindkét geotermikus görbecsalád görbéi metszik a kevert volatili szoliduszt, jelezve, hogy a felső köpenyben részleges olvadási zóna alakul ki. E zóna képviseli az asztenoszfért. CHAPMAN és POLLACK a metszéspontoknak megfelelő mélységeket összekötötte a litosféra vastagságát (a kis sebességű zóna mélységét) a felszíni hőáram függvényében bemutató ábrán (1. 2. és 3. ábrát). Ez az elméleti görbe jól közelíti a mérési adatokat.

Az óceáni és kontinentális területekre levezetett CHAPMAN és POLLACK-féle geotermikus görbecsalád $q < 50 \text{ mWm}^{-2}$ -nél egymástól eltér. Ezzel kapcsolatban a szerzők számításaira itt nem térünk ki.

A sebességcsökkenés elsősorban a nyírási (S) hullámokban jelentkezik. Az utóbbi években a föld alatti nukleáris robbantások és a szeizmikus kutatás robbantási technikájának fejlődése lehetővé tette, hogy jelentős eredményeket érjenek el a litosféra finom szerkezetének megismerésében a P hullámok sebességeloszlásának meghatározásával is. ANSORGE (1975) összefoglaló munkája mind idős kristályos pajzsok (Early Rise-Manitoba), mind normál kontinens (Bretagne SE) esetében a litoszférában több sebességinverziót mutat. A sebességnövekedést a peridotitba ágyazott dunitnak és eklogitnak tulajdonítja (1. P_d , P_f , P_{II} -t az 5. ábrán). Véleményünk szerint a P-hullám kisebbességű zónáit az MT szondázásokból levezetett, jólvezető rétegekkel nem korrelálhatjuk. Nem valószínű, hogy a szilárd kőzetekben feltételezett anyagi változást a



5. ábra. A P hullámra levezetett sebesség-mélységeloszlás összehasonlítása CLARK és RINGWOOD (1964) és RINGWOOD (1969) felsőköpeny pirolit-modelljével ANSORGE (1975) szerint

litoszférának megfelelő hőmérséklettartományban olyan vezetőképesség-változás kíséri, amelyet szondázásaink jelezni tudnak. Az 5. ábra utolsó sebesség-inverziójának kialakulásában azonban ANSORGE már a részleges olvadás szerepére is hivatkozik (l. P_m előtti kis sebességű zónát).

4. A részleges olvadás mértéke és a hőmérséklet az asztenoszférában

Az előzőekben a hőmérsékletgörbéknek a szolidusszal való metszését használtuk — CHAPMAN és POLLACK után — az asztenoszféra elméleti mélységének meghatározására. Az olvadás a szolidusz hőmérsékletén azonban csak megkezdődik. Az olvadt fázis mennyisége és a vezetőképesség a hőmérséklet további emelkedésével növekszik olyan mértékre, hogy szondázásainkkal ki tudjuk mutatni.

SHANKLAND és WAFF (1977) vizsgálatai szerint, ha az asztenoszféra kőzetére magára és volatíl tartalmára vonatkozóan feltevéssel élünk, a vezetőképességből mind a hőmérséklet, mind az olvadt anyag mennyisége számítható.

E szerzők megfontolásaikban az effektív közeg elmélete (WAFF, 1974) alapján számított σ^* effektív vezetőképességgel közelítik meg részleges olvadás esetén a vezetőképességet (bulk conductivity)

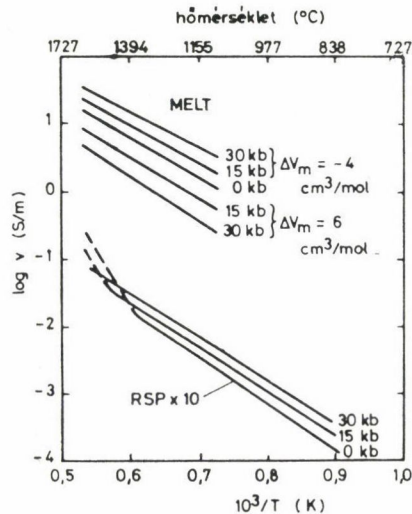
$$\sigma^* = \frac{\sigma_m + (\sigma_s - \sigma_m) \left(1 - \frac{2}{3} f\right)}{\left\{1 + (f/3) [\sigma_s/\sigma_m - 1]\right\}}, \quad (2)$$

ahol σ_m az olvadt, σ_s pedig a szilárd kőzet vezetőképessége, míg f az olvadt hányad. A (2) egyenlet tulajdonképpen megegyezik HASHIN és SHTRIKMAN (1962) „ $H-S$ felső határ formulájával”. Minthogy vezetés csak az egymással kapcsolt olvadt részek között alakul ki, f érték ezek hányadát fejezi ki az egész közegben. A (2) egyenlet adott hőmérsékleten és σ^* mellett megoldható f -re:

$$f = 3 \sigma_m (\sigma^* - \sigma_s) / (\sigma^* + 2 \sigma_m)(\sigma_m - \sigma_s). \quad (3)$$

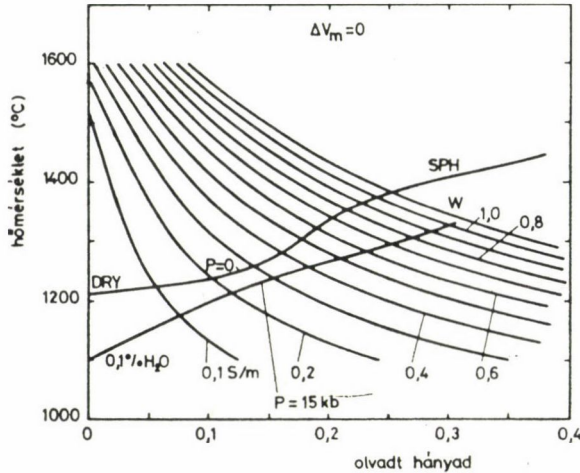
SHANKLANDtól és WAFFtól átvettük a bazalt vezetőképességének a hőmérséklet függvényében történő változása alapján (6. ábra) meghatározott effektív vezetőképesség izovonalakat bemutató ábrákat (7. és 8. ábrát) Ezek a σ^* izovonalak 0,15 és 30 kbar, valamint $\Delta V = 0$ esetén egy kiválasztott σ^* értékhez megadják az összetartozó hőmérsékletet és olvadt hányadot. (A ΔV aktivitási térfogat, vagyis az aktiválási energia nyomási tényezője jelenleg még bizonytalan és megválasztása a vezetési mechanizmustól függ.). A 7. és 8. ábrán peridotit (SCARFE és társai, 1972, WYLLIE, 1971) és pirolit (RINGWOOD, 1975) esetében a szolidusz hőmérsékletéből kiindulva látható az a hőmérsékletváltozás is, amely száraz kőzet vagy 0,1% H_2O jelenlétében szükséges egy adott olvadt hányad eléréséhez.

Ha az asztenoszféra effektív vezetőképessége $\sigma^* = 0,1$ S/m, akkor 30 kbar-on, vagyis kb. 100 km mélyen és 0,1% H_2O jelenlétében 1300 °C és 0,03 hányad olvadt kőzetanyag várható (l. a 8. ábrán a W és R görbe metszését a 0,1 S/m-es vonallal). 15 kbar-on, vagyis kb. 50 km mélyen hasonló feltételek

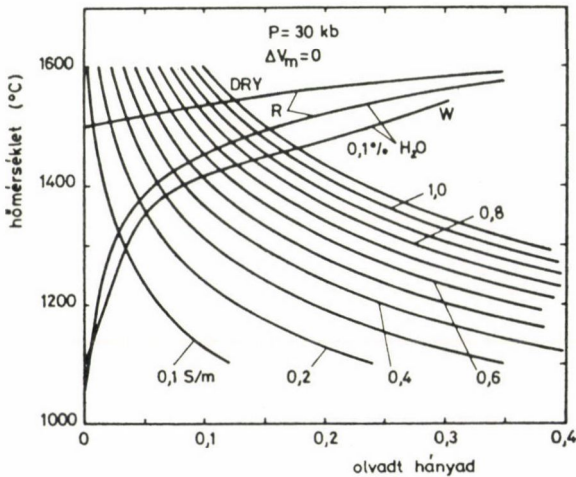


6. ábra. A bazalt olvadék és a vörös-tengeri peridotit (RSP) vezetőképességének 10-szerese a hőmérséklet és a nyomás függvényében SHANKLAND és WAFF (1977) szerint. A nyomás növekedésével feltehetően az elektronos vezetési mechanizmus határozza meg a vezetési folyamatot az olivinben, amelynek az aktiválási energiája a nyomással csökken

mellett 1180 °C-hoz kb. 0,07 hányad olvadt anyag tartozik. Ezeket a hőmérsékletértékeket a mélységek függvényében egy-egy ponttal megjelöltük CHAPMAN és POLLACKnak a kontinentális geotermikus családot bemutató ábráján (l. a 4. ábrát). A pontok max. 120 °C-szal a II (kevert) szolidusz felett fekszenek a 63, illetve 110 mWm⁻² hőáramértékhez tartozó geotermán. Ha e hőáram-



7. ábra. A részlegesen olvadt kőzet effektív vezetőképességének (σ^*) izovonalai zérus és 15 kb nyomáson a H—S felső határnak megfelelően SHANKLAND és WAFF szerint (1977). Nagy vezetőképességet magas hőmérséklet vagy nagy olvadt hányad hoz létre. SPH görbe SCARFE et al. (1972), a görbe pedig WYLLIE (1971) tanulmányából származik



8. ábra. A részleges olvadt kőzet effektív vezetőképességének (σ^*) izovonalai a H—S felső határának megfelelően 30 kbar nyomáson (durván 100 km mélyen) SHANKLAND és WAFF (1977) szerint. W peridotit-görbe WYLLIE (1971), az R pirolit-görbék pedig RINGWOOD (1975) tanulmányából származnak

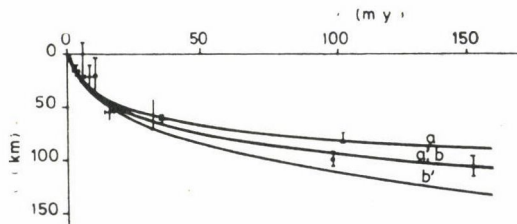
értékek függvényében ábrázoljuk a 2. és 3. ábránkon az asztenoszféra mélységét: 50, illetve 100 km-t, láthatjuk, hogy ezek az adatok a mért értékek szórásán belül fekszenek.

A szoliduszok megválasztása kérdéses. Láttuk a fenti példán, hogy a terepi megfigyelésekkel összhangba juthatunk, ha CHAPMAN és POLLACK kevert volatiljához tartozó szolidusz alapján számítjuk a litoszféra vastagságát, vagy 0,1% H_2O jelenlétében olyan hőmérsékletet kívánunk meg az asztenoszféra kőzetétől, amelynél az effektív vezetőképessége 0,1 S/m lesz. Ezen utóbbi eljárás reálisabbnak tűnik.

5. Néhány kőzetfizikai és tektonikai következtetés az asztenoszféra és a fázisátalakulási zónára vonatkozóan

A kis hőáramú idős kristályos pajzsok esetében az asztenoszféra nem alakul ki (ÁDÁM, 1976, 1978a, 1978b), minthogy a hőmérséklet a felső köpenyben a szolidusz alatt marad. Erre hivatkozik CHAPMAN és POLLACK (1977) is, amikor ezeket a merev, nagy viszkozitású területeket „viszkózus horgonyoknak” nevezi. A tektonikai fejlődés az asztenoszféra vastagodásával, a hőáram egyidejű csökkenésével és a viszkozitás növekedésével ezen állapot felé halad, és így a lemezek mozgása is fokozatosan megszűnik. A litoszféra vastagodásának időbeli lefolyása alapján következtethetünk a litoszféra korára. PL. CROUGH ábrája szerint (l. a 9. ábrát) a Kárpát-medence litoszférája — 60–70 km-es vastagságot alapul véve — az oligocén-miocén határán (25 millió év) alakult ki. Ezt a feltevést megerősíti a köpenyképződést kísérő jelentős miocén korú vulkanizmus is [l. STEGENA és társai (1975) köpenydiapir elméletét].

A kis hőáramú ($q \leq 45 \text{ mWm}^{-2}$) területeken a felső köpenyben 250–300 km mélységben észlelték az első vezetőképesség-növekedést. Ezt a σ változást AKIMOTO és FUJISAWA (1965) vizsgálatai szerint a fentiek alapján már a



9. ábra. A megfigyelt litoszféra-vastagságok összehasonlítása CROUGH elméleti értékeivel az idő függvényében (my: millió év) óceáni területekre (CROUGH, 1977). A folytonos görbékét CROUGH (1977) elméletileg számított termikus modellje alapján (a-nál $Q = 0,80 \text{ HFÜ}$, b-nél $Q = 0,56 \text{ HFÜ}$, a' és b' esetében pedig ugyanannyi az asztenoszféra hőáram, mint a) és b-nél, de $0,25 \text{ HFÜ}$ hőáram az asztenoszférában levő hőmérséklet-gradienstől származik). A szimbólumok jelentése a LVL zóna mélységét illetően: I Csendes-óceán (LEEDS et al., 1974, LEEDS, 1975); † Keleti Pacifikum (FORSYTH, 1975); ‡ Atlanti-óceán (WEIDNER, 1973)

kőzetek fázisátalakulásának tulajdonítottuk (ÁDÁM, 1978b). E vezetőképesség-növekedés mélységértékei nem illeszkednek az asztenoszférra meghatározott $h(q)$ görbékhez (1. ábra). Ugyanakkor a nagyobb hőáramú területeken indikált legmélyebb vezetőképesség-növekedés (UCL) mélységértékeivel (h_{UCL}) együtt a fázisátalakulásra jellemző pozitív dP/dT [bar/°C] gradiensre utalnak a

$$h_{UCL} = 16,3 + 292,5 q \quad (4)$$

empirikus formula szerint, a nyomást a mélységgel, a hőmérsékletet pedig a hőárammal arányosnak véve. Így tehát a fázisátalakulás felülete a kristályos pajzsok alatt egy felfelé kiemelkedő nyúlványt alkot a süllyedő lemezekhez hasonlóan (RINGWOOD, 1976).

A legújabb irodalom szerint (l. a Carnegie Institution 1976/1977. évi jelentését) azonban nem mindenütt ennyire egyszerű a szerkezeti kép. Pl. a Balti-pajzson 250 km mélyen sebességinverziót észleltek és ezt az asztenoszféra részleges olvadásának tulajdonítják (SACKS et al., 1977). Utalni kell azonban arra is, hogy MAYER-ROSA és MUELLER (1973) az asztenoszféra alatt az S hullámban további két sebességinverziót is meghatározott 160–210 és 260–310 km között DK- és DNy-Európára vonatkozóan. Ezek okát és kapcsolatát a Balti-pajzs alatt 250 km mélyen észlelt inverzióval tovább kell vizsgálni.

Ha kis hőáramú területeken e nagyobb mélységben mégis létrejön kismérvű olvadás, a fázisátalakulás kisebb mélysége miatt e két vezetőképesség-növekedést nem tudjuk szétválasztani elektromos szondázásainkkal (ÁDÁM, 1968).

A hőmérséklet mellett a köpeny vezetőképességét növelő egyéb tényezővel is számolni kell. Ezzel kapcsolatban azonban idézzük SHANKLAND és WAFF (1977) érdekes gondolatmenetét: „Más, a köpeny vezetőképességét növelő mechanizmusok is létezhetnek, mint pl. a szennyezett szemcs felületekből vagy nagy volatiltartalomtól származó hatások. Ezek a magyarázatok azonban a kémiai differenciálódást a köpenyben termikus megnyilvánulásokkal kapcsolják össze és így a legtöbb esetben az olvadás számára kedvező feltételeket hoznak létre.”

Az MT adatok értékelésével kapcsolatban befejezésül megjegyezzük

- A $q(h)$ görbékét tovább kell pontosítani.
- Nem feltétlenül mérési-módszertani hibát jelent, ha valamelyik regionális adat lényegesen eltér ettől az összefüggéstől. Ezek mérési területének további vizsgálata, esetleges átmeneti jellegének tanulmányozása a geodinamika szemszögéből különösen érdekes lehet.

IRODALOM

1. ÁDÁM A.: A földkéreg és a felső köpeny elektromos ellenállásviszonyainak kutatása Magyarországon földi elektromágneses térrel. Kandidátusi értekezés, Sopron, 106, 1963.
2. ÁDÁM, A.: Einige Hypothesen über den Aufbau des oberen Erdmantels in Ungarn. Gerlands Beitr. Geophys., 74, 20–40, 1965.

3. ÁDÁM A.: A felső köpeny elektromos felépítése a Magyar-medencében. Meghatározásának kérdései és sajátossága. Doktori értekezés, Sopron, 179, 1968.
4. ÁDÁM, A.: (Editor), Geoelectric and Geothermal Studies (East-Central Europe, Soviet Asia) KAPG Geophysical Monograph, Akadémiai Kiadó, Budapest, 755, 1976.
5. ÁDÁM, A.: Results of Deep Electromagnetic Investigations in the Pannonian Basin. Geoelectric and Geothermal Studies, Akadémiai Kiadó, Budapest, 547–561, 1976.
6. ÁDÁM, A.: Quantitative Connections between Regional Heat Flow and the Depth of Conductive Layers in the Earth's Crust and Upper Mantle. *Acta Geod. Geophys. Mont. Hung.*, **11**, 503–509, 1976.
7. ÁDÁM, A.: Geothermal Effects in the Formation of Electrically Conducting Zones and Temperature Distribution in the Earth. *Phys. Earth Planet. Int.*, **17**, 21–28, 1978a.
8. ÁDÁM, A.: Connection between the Electric Conductivity Increase due to the Phase Transition and Heat Flow. *J. Geomag. Geoelectr.* (in print in the Seattle Conference Material), 1978b.
9. AKIMOTO, S. J.—H. FUJISAWA: Demonstration of the Electrical Conductivity Jump Produced by the Olivin-spinel Transition. *J. Geophys. Res.*, **70**, 443–449, 1965.
10. ANSORGE, J.: Die Feinstruktur des obersten Erdmantels unter Europa und dem Mittleren Nordamerika. Dissertation, Karlsruhe, 111, 1975.
11. BERDICSEVSKIJ M. N.: Elektromos kutatás a magnetotellurikus szelvényezés módszerével (oroszul), Nyedra, Moszkva, 255, 1968.
12. BERDICHEVSKY, M. N.—V. I. DMITRIEV: Basic Principles of Interpretation of Magnetotelluric Sounding Curves, *Geoelectric and Geothermal Studies*, Akadémiai Kiadó, Budapest, 165–222, 1976.
13. BISWAS, N. N.—L. KNOPOFF: The Structure of the Upper Mantle under the United States from the Dispersion of Rayleigh Waves. *Royal Astron. Soc. Geophys. Jour.*, **36**, 515–539, 1974.
14. CHAPMAN, D. S.—H.N. POLLACK: Regional Geotherms and Lithospheric Thickness. *Geology*, **5**, 265–268, 1977.
15. CLARK, S. P.—A. E. RINGWOOD: Density Distribution and Constitution of the Mantle. *Rev. Geophys.*, **2**, 35–88, 1964.
16. CROUGH, S. T.: Approximate Solutions for the Formation of the Lithosphere. *Phys. Earth Planet. Int.*, **14**, 365–377, 1977.
17. DUBA, A.: Are Laboratory Electrical Conductivity Data Relevant to the Earth? *Acta Geod. Geophys. Mont. Hung.*, **11**, 485–495, 1976.
18. FORSYTH, D. W.: The Early Structural Evolution and Anisotropy of the Oceanic Upper Mantle. *Geophys. J. R. Astron. Soc.*, **43**, 103–162, 1975.
19. FOURNIER, H. G.—S. H. WARD—H. F. MORRISON: Magnetotelluric Evidence for the Low Velocity Layer. *Space Sciences Laboratory, Univ. of Calif., Berkeley*, 1963.
20. GONCZ, J. H.—J. R. CLEARY: Variations in the Structure of the Upper Mantle Beneath Australia from Rayleigh Wave Observations. *Royal Astron. Soc. Geophys. Jour.*, **44**, 507–516, 1976.
21. GUTENBERG, B.: Wave Velocities at Depths Between 50 and 600 kilometers. *Bull. Seismol. Soc. Am.*, **43**, 223–232, 1953.
22. HASHIN, Z.—S. SHRIKMAN: A Variational Approach to the Theory of the Effective Magnetic Permeability of Multiphase Materials. *J. Appl. Phys.*, **33**, 3125–3133, 1962.
23. HUTTON, R.: Induction Studies in Rifts and other Active Regions. *Acta Geod. Geophys. Mont. Hung.*, **11**, 347–377, 1976.
24. LAHIRI, B. N.—A. T. PRICE: Electromagnetic Induction in Nonuniform Conductors, and Determination of the Conductivity of the Earth from Terrestrial Magnetic Variations. *Phil. Trans. Roy. Soc., Ser. A*, **237**, 509–530, 1939.
25. LEEDS, A. R.: Lithospheric Thickness in the Western Pacific. *Phys. Earth Planet. Int.*, **11**, 61–64, 1975.
26. LEEDS, A. R.—L. KNOPOFF—E. G. KAUSEL: Variations of Upper Mantle Structure under the Pacific Ocean. *Sciences*, **186**, 141–143, 1974.
27. LEHMANN, I.: Velocities of Longitudinal Waves in the Upper Part of the Earth's Mantle. *Ann. Geophys.*, **15**, 93–118, 1959.
28. LEHMANN, I.: S and the Structure of the Upper Mantle. *Geophys. J. R. A. S.*, **4**, 124–138, 1961.
29. LYSAK, S. V.: Heat Flow Geology and Geophysics in the Baikal Rift Zone and Adjacent Regions. *Geoelectric and Geothermal Studies*, Akadémiai Kiadó, Budapest, 455–462, 1976.
30. MAYER-ROSA, D.—ST. MUELLER: The Gross Velocity-Depth Distribution of P- and S-Waves in the Upper Mantle of Europe from Earthquake Observations. *Zeitschrift für Geophysik*, **39**, 395–410, 1973.

31. MYSEN, B. O.—A. L. BOETTCHER: Melting of Hydrous Mantle; I, Phase Relations of Natural Peridotite at High Pressures and Temperatures with Controlled Activities of Water, Carbon Dioxide and Hydrogen. *Jour. Petrology*, **16**, 520—548, 1975.
32. POLLACK, H. N.—D. S. CHAPMAN: On the Regional Variation of Heat Flow, Geotherms and Lithospheric Thickness, *Tectonophysics*, **38**, 279—296, 1977.
33. RINGWOOD, A. E.: Composition and Evolution of the Upper Mantle in the Crust and Upper Mantle. Hart, P. J. ed., *Am. Geophys. Union, Geophys. Monogr. Ser.*, **13**, 1—17, 1969.
34. RINGWOOD, A. E.: *Composition and Petrology of the Earth's Mantle*. McGraw-Hill, New York, 1975.
35. RINGWOOD, A. E.: Phase Transformations in Descending Plates and Implications for Mantle Dynamics. *Tectonophysics*, **32**, 129—143, 1976.
36. SACKS, I. S.—J. A. SNOKE—E. S. HUSEBYE: Lithosphere Thickness Beneath the Baltic Shield. Annual Report of the Director Department of Terrestrial Magnetism of the Carnegie Institution, 1976—1977, 805—813, 1977.
37. SCARFE, C. M.—D. K. PAUL—P. G. HARRIS: Melting Experiments at an Atmosphere on two Ultramafic Nodules. *Neues Jahrbuch Mineral. Monatsh.*, 469—476, 1972.
38. SHANKLAND, T. J.: Electrical Conduction in Rocks and Minerals: Parameters for Interpretation. *Phys. Earth Planet. Interiors*, **10**, 209—219, 1975.
39. SHANKLAND, T. J.—H. S. WAFF: Partial Melting and Electrical Conductivity Anomalies in the Upper Mantle. *J. Geophys. Res.*, **82**, (33) 5409—5417, 1977.
40. STEGENA, L.—B. GÉCZY—HORVÁTH F.: Late Cenozoic Evolution of the Pannonian Basin. *Tectonophysics*, **26**, 71—90, 1975.
41. UYEDA, S.—T. RIKITAKE: Electrical Conductivity Anomaly and Terrestrial Heat Flow. *J. Geomag. and Geoelectr.*, **22**, 75—90, 1970.
42. VANYAN, L. L.—M. N. BERDICHEVSKY—E. B. FAJNBERG—M. V. FISKINA: The Study of the Asthenosphere of the East European Platform by Electromagnetic Sounding. *Phys. Earth Planet. Interiors*, **14**, P1—P2, 1977.
43. WEDNER, D. J.: Rayleigh Wave Phase Velocities in the Atlantic Ocean. *Geophys. J. R. Astron. Soc.*, **36**, 105—139, 1973.
44. WAFF, H. S.: Theoretical Consideration of Electrical Conductivity in a Partially Molten Mantle and Implications for Geothermometry. *J. Geophys. Res.*, **79**, 4003—4010, 1974.
45. WICKENS, A. J.: Variations in Lithospheric Thickness in Canada. *Canadian Jour. Earth Sci.*, **8**, 1154—1162, 1971.
46. WYLLIE, P. J.: *The Dynamic Earth: Textbook in Geosciences*, John Wiley, New York, 1971.
47. YOSHII, R.: Regionality of Group Velocities of Rayleigh Waves in the Pacific and Thickening of the Plate: *Earth and Planetary Sci Letters*, **25**, 305—312, 1975.

RELATION OF MANTLE CONDUCTIVITY TO PHYSICAL CONDITIONS IN THE ASTHENOSPHERE

IN MEMORIAM OF BENO GUTENBERG
AT THE 25. ANNIVERSARY OF THE ASTHENOSPHERE RESEARCH

A. ÁDÁM

Abstract

Magnetotelluric soundings show that the conductivity increases in the asthenosphere. The depth of this conductive zone decreases with the increase of the surface heat flow, i.e. in such cases the lithospheric plate is thinner. The depth of the velocity decrease of the seismic shear wave (S wave) shows the same connection with the surface heat flow. According to Chapman and Pollack, the solidus of the mixed-volatile medium intersects the temperature curves belonging to different surface heat flows in depth, where the conductivity increase and the velocity decrease appears. These connections hint unambiguously at a partial melting in the asthenosphere, which decreases the viscosity and enables the movement of the lithospheric plates according to the ideas of the global tectonics.

Shankland and Waff have determined the melt fraction of rocks for peridotite and pyrolite from the effective conductivity of the asthenosphere. Its value is at 30 kbar and at $\sigma^* = 0.1$ S/m about 3—4%.

In the upper mantle of old shields it is likely that there is no asthenosphere due to the low temperature. Over these so-called „viscous anchors” the lithospheric plates do not move. It is supposed that the conductivity increases observed below crystalline shields indicate the phase transition of rocks. In these areas the surface of the phase transitions raises.

К ДВАДЦАТИПЯТИЛЕТИЮ ИССЛЕДОВАНИЙ АСТЕНОСФЕРЫ В ПАМЯТЬ Б. ГУТЕНБЕРГА

А. АДАМ

Резюме

По результатам магнетотеллурического зондирования земной коры в астеносфере увеличивается электропроводимость толщ. Глубина залегания этой зоны с высокой электропроводимостью уменьшается по мере увеличения поверхностного теплового потока, следовательно, мощность плиты литосферы уменьшится. Глубина уменьшения скорости сейсмической волны сдвига (волны S) в функции теплового потока обнаруживает ту же самую зависимость. По данным Чэпмена и Поллака солидус среды смешанных летучих компонентов пересекает и кривые, принадлежащие к различным поверхностным тепловым потокам, на той глубине, где в верхней мантии начинаются увеличение проводимости и уменьшение скорости волн. Эти зависимости однозначно указывают на то, что в астеносфере происходит частичное расплавление, которое значительно уменьшает вязкость среды и — согласно представлениям сторонников глобальной тектонической концепции — создает возможности для движения плит литосферы.

Шэнкленд и Вафф, исходя из эффективной электропроводимости среды, определили для перидотита и пиролита процентное соотношение расплавленной части породы с общим её объемом. Его величина при 30 кбар составляет 3—4% в случае $\sigma^* = 0,1$ S/м.

В верхней мантии древних кристаллических щитов астеносфера, по-видимому, не образуется в связи с пониженными температурами. Таким образом, на этих так называемых «вязких якорях» не происходит и движение плиты литосферы. Предполагается, что увеличение проводимости среды, обнаруженное на больших глубинах на кристаллических щитах, свидетельствует наступлении фазовой смены пород. В этих районах площадь фазовой смены увеличивается вверх по разрезу.

A GEODÉZIA SZEREPE A GEODINAMIKÁBAN

SOMOGYI JÓZSEF

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK DOKTORA

A geodinamikai kutatások jelentősége igen megnövekedett az elmúlt évtizedek során. Mivel a földkéreg fizikai tulajdonságaival foglalkozik, a Föld belsejében és felszínén végbemenő változások, a különböző mozgások és deformációk meghatározása fontos szerepet játszik geológiai és geofizikai hipotézisek igazolásánál. Ezek a meghatározások ciklikus műveletet jelentenek, mivel az elméletek kialakításához szükséges geodinamikai jelenségeket meghatározott időközönkénti ismétlésekkel kell észlelni. A nemzetközi irodalom a különböző geodinamikai jelenségeket tér és idő szerint osztályozza, pl. ennek megfelelően a kiterjedés alapján az egyes jelenségek lehetnek:

- globálisak, az egész földre vonatkoznak,
- nagy méretűek, kontinensekre vonatkoznak,
- regionálisok, egy országra és szomszédos országokra vonatkoznak,
- helyiek, a Föld felszínén végbemenő lokális változások.

Az időre vonatkoztatva ezek a jelenségek lehetnek:

- szekulárisok,
- évesek,
- hónaposak,
- naposak,
- szabálytalanok.

Geodéziai mérésekhez kapcsolódó geodinamikai jelenségek a földi árapály, litoszférikus lemezek mozgása, pólusvándorlás, a geoid és a gravitációs erőter változása. Ezen felül a geodinamikai kutatásokhoz alapként szolgál a Föld alakjának ismerete és a Föld nehézségi erőterének szerkezete is. Mivel a felsorolt adatokat geodéziai műveletekkel határozzák meg, a geodézia igen fontos szerephez jutott a geodinamikai problémák megoldásánál [2, 3, 4, 5, 6, 7].

Az utóbbi időszak technikai forradalma jelentős változásokat eredményezett a mérés technika és számítástechnika vonalán is. Így a geodéziai mérések is nagyobb pontossággal, gyorsabban végezhetők el, illetve számíthatók ki. Ez a megváltozott helyzet teszi lehetővé, hogy az egyes mérések rövid időközökben megismételhetők, aminek geodinamikai szempontból nagy a jelentősége. A következőkben röviden áttekintjük a klasszikus és szatellita geodé-

zai úton szerezhető információkat, azok jelenlegi és a jövőben várható pontosságát.

A földi geodéziai információk geometriai és fizikai paramétereiből tevődnek össze. A geometriai és fizikai adatokhoz geometriai méréseket (vízszintes és magassági szögek, irányok, távolságok, magasságkülönbségek) asztronómiai méréseket (földrajzi hosszúság, szélesség, azimut) és fizikai méréseket (gravitációs erőter értékei) végeznek. A mért adatok segítségével matematikai rendszerek (különböző hálózatok) képezhetők. Ezekben a hálózatokban a keresett geodéziai információk ismeretlenként lépnek fel. A rendszerek mindig túlhatározottak és így az adatok kiegyenlítéssel való meghatározása lehetővé teszi azok pontosságának becslését. A Föld felszínén vagy azon kívül mért adatokat és a földi pontokat egy vonatkozási rendszerre, az ún. forgásellipszoidra vetítik. Egy másik rendszert képez az ún. háromdimenziós geodézia, ahol a földfelszín pontjait egy háromdimenziós kartézian koordinátarendszerben határozzák meg.

A szatellita geodézia mesterséges égitesteket használ fel geodéziai célokra. Háromdimenziós geometriai hálózatok felépítéséhez szatelliták magasként szerepelhetnek. Így lehetséges távoli kontinensek összekötése és egy (az egész Földre vonatkozó) világhálózat felépítése. Ez a geodéziai módszer számos érdekes lehetőséget biztosít geodinamikai jelenségek tanulmányozásához. A gravitációs erőter észleléséhez a szatellita pályája szenzorként szerepel. A legismertebb szatellita megfigyelési módszerek a fényképezés és a DOPPLER-csúszás regisztrálása a szatellitáról sugárzott rádiójel alapján. Fotográfiai megfigyelésekkel kimutatták a Föld gravitációs potenciáljának időbeli változását, amely társult a Föld lapultságának éves változásával, továbbá doppleres megfigyelésekkel pólusvándorlást mutattak ki [8, 5]. Ezek a módszerek azonban nem biztosítanak elegendő pontosságot a földfelszíni változások geometriai meghatározásához és egyéb geodinamikai jelenségek észleléséhez. Pontosabb adatok szerzése szempontjából igen biztatók azok a kísérletek, amelyet mesterséges holdakra való földről irányított lézeres távmérésekkel és az igen hosszú bázisú rádió interferometriával (VLBI) végeznek. Ezek az új mérési módszerek különlegesen felszerelt szatellitákat igényelnek (ilyen pl. a Geos-C). A Geos-C-n elhelyezett mikrohullámú magasságmérő segítségével a műhold tengerszinttől való magassága mérhető. Ezek a magassági adatok értékes információkat fognak adni az óceánok fizikai tanulmányozásához és a geoid meghatározásához.

A különböző geodéziai módszerekkel jelenleg elérhető relatív pontosság a következő (lásd pl. [9]).

- Klasszikus földi hálózatok (pontok közötti távolság 25–80 km): 10^{-6} ,
- szatellita hálózatok (pontok közötti távolság 4000–5000 km): 10^{-6} ,
- igen hosszú bázisú interferometria (VLBI, távolság 5000 km):
 $10^{-7} - 10^{-8}$,

- szatellita hálózatok lézeres távmérésekkel (a pontok közötti távolság 4000—5000 km):
 10^{-7}

Ezek az adatok a mostani helyzetet tükrözik, de már rövid időn belül várható változás, mivel a felgyorsult technikai fejlődés minden valószínűség szerint növelni fogja a ma elérhető pontossági határokat is.

Természetesen a mérési adatok pontossága nem azonos a belőlük levezetett adatok pontosságával, mert ez utóbbiak megbízhatósága nagymértékben függ az alkalmazott matematikai rendszertől, annak kondicionáltságától és a fölös mérések számától. Továbbá a méréseknél fellépő szabályos hibák hatása is figyelembe vehető, ami növeli a meghatározandó geometriai és fizikai paraméterek pontosságát.

Geodinamikai mozgási tendenciák meghatározására szolgáló geodéziai módszerek kiválasztása függ a geodinamikai jelenség jellegétől. Globális, az egész földre kiterjedő geodinamikai jelenségek (geoid, pólusingadozás, a Föld forgássebessége, gravitációs erőter stb.) megfigyeléséhez nélkülözhetetlen segítséget nyújtanak az erre a célra felbocsátott mesterséges holdak és kidolgozott mérési technikák. A Föld gravitációs erőterének meghatározásához, ill. annak finomításához ígéretes eszközök az alacsony pályán mozgó, fékezésmentes szatelliták, a gravitációs gradiometria, a szatellitás magasságmérés és a doppleres megfigyelések. Az igen hosszú bázisú interferometriával (VLBI) a földön egymástól távoli pontok közötti távolság néhány cm pontossággal határozható meg és így az univerzális idő (UTI) és pólusmozgás változása is levezethető [10]. A globális geodinamikai jelenségek meghatározását szolgálják a mesterséges holdak bevonásával mért világhálózatok. Segítségükkel a nagy kiterjedésű földi hálózatok merevíthetők. Ezzel a módszerrel kontinentális hálózatok is összekapcsolhatók. Természetesen ezek a mérések csak nemzetközi összefogással valósíthatók meg, Földünk minden részén kiépített geodinamikai állomások segítségével.

A nagyméretű geodinamikai jelenségek közül legjelentősebb a tektonikus lemezmozgás. Földünk felülete megközelítőleg 15 merev lemezből tevődik össze, amely lemezek a középoceáni hátságokban képződnek és mélytengeri árkokban pusztulnak el. Ezek mozgásának meghatározása igen fontos feladat. Feltevések szerint áramló mozgásokról van szó kb. 1—2 cm/év sebességgel. Ismételt geodéziai mérések hozzájárulhatnak a probléma megoldásához. Lemezmozgások meghatározására igen ígéretes módszernek mutatkozik különböző állomásokról a holdra történő lézeres mérés és a VLBI technika [10, 11]. 1977-ben a Csendes-óceán térségében megkezdett lemezmozgási vizsgálatok (PPME) 1980-ig tartanak. Mindkét módszert alkalmazzák, a tervezett mérési pontosság 2 cm/év. Remény van arra, hogy a kísérletek során sikerül közvetlen geometriai mérésekkel a hawaii Kauai-szigetnek az észak-amerikai lemeztől való relatív mozgását meghatározni. Geológusok a mozgás sebességét évi 8 cm-nek

becsülik. Ebbe a csoportba sorolhatók a nagy kontinentális táblák függőleges kéregmozgásának meghatározására irányuló kísérletek. Ez a program a KAPG keretében, több szocialista ország együttműködésével szervezett formában már folyik, igen pontos szintezési hálózatok kiépítésével és ismételt mérésével.

A regionális geodinamikai mozgások kimutatásához jól alkalmazhatók a klasszikus geodéziai módszerek. Vízsíntes értelmű helyzetváltozások meghatározása általában a háromszögelés és trilateráció módszereivel történik. A mért értékekkel (irányok, hosszak) túlhatározott alapalakzatokat választanak (háromszög, négyszög) és belőlük képzik a kívánt hálózatot, ami lehet láncalakú, vagy betakarhatja az egész területet. Asztrogeodéziai mérésekkel (LAPLACE-pontok) a hálózatok pontossága fokozható. Hibaelméletileg legkedvezőbb eredmény a sík kombinált hálózatokkal érhető el, megfelelő számú LAPLACE-pont bevonásával. Mivel a hosszak könnyebben és nagyobb pontossággal mérhetőek, mint az irányok, a hosszálózatok jelentősége növekedni fog a jövőben. Igen jól alkalmazhatók mozgások kimutatására az olyan térbeli sokszögvonalak, amelyek minden második pontja LAPLACE-pont. A magassági értelmű mozgások kimutatására szabatos szintezéseket végeznek. Kisebb területen szintezési vonalakat vezetnek. Összefüggő nagyobb területrészt ellenőrzésére szintezési hálózatot alakítanak ki.

Tektonikai törésvonalak mentén az elmozdulások meghatározására célszerű lánchálózatot vagy sokszögvonalat kiépíteni. Nagyobb geológiai egységnél a vizsgálandó terület egészére kiterjedő hálózat kifejlesztése ajánlatos.

A regionális geodinamikai mozgások kimutatásához a gazdaságossági szempontokat is figyelembe véve elsősorban a már meglévő országos hálózatokra kell támaszkodni. Ennek érdekében ezeknek a hálózatoknak a felújításánál, újramérésénél a geodinamikai kívánalmakat is szem előtt kell tartani.

Lokális jellegű mozgások kimutatására az előbb vázolt geodéziai eljárások mellett eredményesen alkalmazhatók pontok közötti nagy pontossággal végrehajtható hossz- és szögmérések, valamint fotogrammetriai módszerek. A lokális mozgások vizsgálatának különösen bányavidékeken van igen nagy jelentősége, ahol a föld alatti változások és mozgások állandó geometriai mérése mellett a földfelszíni mozgások is ellenőrizhetők, és így felelet kapható a föld alatti és földfelszíni mozgások kapcsolatára. Ilyen jellegű vizsgálatoknál a geometriai paraméterek mellett igen fontos szerepük van a fizikai paramétereknek is (szeizmológia, gravimetria, horizontális ingák stb.).

A geodéziai módszerekkel meghatározott mozgásértékek lehetnek abszolútak vagy relatívak. Abszolút értékek akkor határozhatók meg, ha a mérésekbe zavartalan területeken létesített pontok is bevonhatók. Ha erre nincs lehetőség, relatív változásokról beszélünk. Relatív értékek meghatározása esetén mindig fennáll a különböző eredetű szabályos hibahatások veszélye, ha csak nem ismertek ezen hibák tulajdonságai. Ez igen nehezen megoldható

probléma, ezért relatív mozgások mérésénél ajánlatos minden lehetséges módszer egyidejű alkalmazása.

Ismert vagy feltételezett geodinamikai mozgások ismételt geodéziai mérésekkel való meghatározásához az ismétlések mértéke függ a mozgási sebességtől. Igen aktív zónákban geológiai és geofizikai interpretációkhoz az éves ismétlések igen értékes segítséget nyújthatnak, míg kevésbé aktív területeken akár 10–20 éves ismétlési periódus is elegendő.

A különböző geológiai mozgások kinematikus tanulmányozása a geodéziát a földtudományokkal összekapcsolja. Ezeket a mozgásokat meghatározó geometriai és fizikai paraméterek mérése és kinematikus leírása a geodézia feladata. A kapott eredmények alapján történő interpretálás már a geofizikusok és geológusok hatáskörébe tartozik. A kinematikus leírás matematikai modelljének azonban összhangban kell lennie az interpretálással. Feladata még a geodéziának olyan statisztikai módszerek kidolgozása is, amelyek alapján a mozgások szignifikanciája és pontossága meghatározható. Egy további alapvető feladata olyan koordináta vonatkozási rendszer kialakítása, amely nem a merev Földre vonatkozik.

A geodinamikai jellegű hazai geodéziai kutatások elsősorban a regionális és lokális jelenségek megfigyeléséhez kapcsolhatók. De megfelelő nemzetközi együttműködések kialakításával ez a terület bővíthető. Az MTA Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézetében hosszú idő óta folynak ilyen jellegű kutatások. A jelenlegi középtávú kutatási tervünkben már konkrét megfogalmazást nyert ez a kutatási feladat.

A grazi Műszaki Egyetem Geodéziai Intézetével közösen kialakított geodinamikai program keretében megkezdtük a Keleti Alpok mozgásvizsgálatát. Erre a célra geodinamikai állomást létesítettünk a sopronbánfalvi gravitációs obszervatóriumunk mellett. A gráci állomással közös mérési programokat dolgoztunk ki. Tervünk, állomásunkat összekapcsolni más hasonló jellegű hazai állomásokkal. Elsősorban a Földmérési Intézet Pencen működő Koszmikus Geodéziai Obszervatóriumával kialakítandó együttműködés látszik célszerűnek és hasznosnak. Ezeknek az állomásoknak egy nemzetközi geodinamikai hálózatba való bekapcsolása adna lehetőséget arra, hogy részt vegyünk nemzetközi program keretében nagy kiterjedésű és esetleg globális geodinamikai jelenségek észlelésében is.

IRODALOM

1. PELLINEN, L. P.: Studies in Geodynamics Area XVI. General Assembly of the IAG, Grenoble, 1975.
2. BENDER, P. L.: Reference Coordinate System Requirements for Geophysics. Torun Coll., 26, 1974.
3. AARDOM, L.: Satellite Geodesy Applied to Geodynamics. Progress in Geodynamics. North-Holland Publishing Company, 1975.
4. BURSA, M.: Terrestrial Coordinate Systems Solidly Connected with the Earth. Torun Coll., 26, 1974.

5. ANDERLE, R. J.—L. K. BEUGLASS: Doppler Satellite Observations of Polar Motion. *Bul. Géodés.*, **96**, 1970.
6. RINNER, K.: Der geodätische Beitrag zur geodynamischen Projekten. *ZfV.*, **8**, 1974.
7. NYLAND, E.: Repeated Geodetic Surveys as Experiments in Geophysics. *The Canadian Surveyor*, **4**, 1977
8. KOZAI, Y.: Temporal Variations of the Geopotential Derived from Satellite Observations. *Space Research*, **11**. Akademie-Verlag, Berlin, 1971.
9. BAARDA, W.: Difficulties in Establishing a Model for Testing Crustal Movements. *Progress in Geodynamics*. North-Holland Publishing Company, 1975.
10. COATES, R. J. et al.: Very long Baseline Interferometry for Centimeter Accuracy Geodetic Measurements. *Tectonophysics*, **29**, 1975.
11. BENDER, P. L.—E. C. SILVERBERG: Present Tectonicplate Motions from Lunar Ranging. *Tectonophysics*, **29**, 1975.

THE ROLE OF GEODESY IN GEODYNAMICS

J. SOMOGYI

Abstract

The paper describes geodynamics phenomena connected with geodetic measurements and summarizes geometric and physical parameters which can be determined by geodetic methods. The reliability of the geodetic measurements as well as the possibilities to increase their accuracy are also given. In addition to classical methods, satellite geodesy is also included. Methods are presented which can be used in solving global, regional and local geodynamic problems.

РОЛЬ ГЕОДЕЗИИ В ГЕОДИНАМИКЕ

Ё. ШОМОДИ

Резюме

Пересматриваются геодинамические явления, изучаемые различными геодезическими измерениями. Составляются те геометрические и физические параметры, которые могут быть определены геодезическими методами. Излагается проблематика достоверности геодезических измерений и возможностей повышения точности. Кроме классических методов геодезии, упоминаются также методы спутниковой геодезии. Различаются геодезические методы применяемые для изучения глобальных региональных и местных геодинамических явлений.

A VILÁG FÖLDTUDOMÁNYI TÉRKÉPEZÉSE

STEGENA LAJOS

A FÖLDTUDOMÁNYOK DOKTORA

Bevezetés

A második világháború után érett meg az idő arra, hogy hozzáfogjunk az egész Föld szervezett, nemzetközi együttműködésében történő tematikus feltérképezéséhez; ekkorra állottak rendelkezésre a munkához szükséges eszközök és lettek nyilvánvalóvá a munka eredményei iránti igények.

Az UNO és annak különböző szervezetei, valamint az ICSU (International Council of Scientific Unions — a Tudományos Társulatok Nemzetközi Tanácsa) meghatározó szerepet játszottak a nemzetközi földtudományi térképezésben. Az UNESCO keretében működő „Tanácsadó Bizottság a Természeti Energiaforrások Kutatására” 1967-ben tartott ülészakán külön határozatban szögezte le, hogy támogatja a különböző kisléptékű regionális tematikus (éghajlati, hidrológiai, geológiai, talajtani, geomorfológiai) térképek kiadását.

A nemzetközi szervezetek munkájának köszönhetően a földtudományi térképezés ma hasznos szolgálatokat tesz az emberiségnek a természeti energiaforrások feltárásában, egy sor kiváló térképmű és atlasz rendelkezésre bocsátásával. Ehhez hozzátehetjük, hogy a korszerű nemzetközi tematikus térképek a térképészeti munkák minőségileg új típusát képviselik (GERASIMOV és mások, 1976). Ezek nemcsak generalizálják a primer jellegű térképészeti és irodalmi anyagokat, hanem a szakszerkesztőknek szükségszerűen gondoskodniuk kell a térképi anyag pontos tudományos értelmezéséről is. Ezért egy nemzetközi együttműködésben előállított térkép számára elsőrendű fontosságú valamilyen elméleti-tudományos koncepció előzetes kidolgozása.

A CNRS (Service de Documentation et de Cartographie Géographique — a Dokumentációs és Földrajzi Térképezési Szolgálat) évente kiadja a megjelent földrajzi és tudományos térképek katalógusát az UNESCO és az UGI (Union Géographique Internationale — Nemzetközi Földrajzi Társulás) védnöksége alatt (Bibliographie Cartographique Internationale — Nemzetközi Kartográfiai Bibliográfia, főszerkesztő: P. SOMMER). Amint azt a katalógus mutatja, a földtudományi térképezés ma a világ térképezésének egyik, mennyiségileg is legjelentősebb része.

A világ térképező tevékenysége a földtudományi területeken

Oceanográfia

Az óceánok fontossága az emberiség számára növekszik; ennek megfelelően az óceánok térképezése a legutóbbi évtizedekben erősen fejlődött.

GEBCO. Az óceánok általános mélységtérképének elkészítésére irányuló nemzetközi együttműködés 1903-ban indult (MONAHAN, 1976). Napjainkban ezt a programot 87 állam támogatja. Az Intergovernmental Oceanographic Commission (Kormányközi Oceanográfiai Bizottság; Paris, 1965) és a 9. Nemzetközi Hidrográfiai Konferencia (International Hydrographic Conference; Monaco, 1967) határozatai értelmében készültek el az 1 : 10 M (millió) méretarányú általános GEBCO (General Bathymetric Chart of the Oceans) térképlapok a tagállamok által beküldött 1 : 1 M-s lapok alapján. A Csendes-óceán számára például a Szovjetunió Geofizikai Bizottsága 1967-ben elkészítette a tengerfenék domborzatának hat térképlapját 1 : 10 M-s méretarányban. Ezen az 1 : 1 M-s és 1 : 10 M-s lapokon kívül más méretarányú mélységtérképek (1 : 2,5 M vagy 1 : 3,5 M) iránt is érdeklődés nyilvánult meg (Monaco, 1972). Az Óceánkutató Tudományos Bizottságának (Scientific Committee of Oceanic Research) montreali (1972-es) ülésén az 1 : 3,5 M-s méretarány mellett döntöttek, továbbá ajánlották az addigi összegyűjtött adatanyag teljes revízióját és az automatikus térképezés bevezetését. Ezen határozat alapján az angol Experimental Cartography Unit (Kísérleti Térképező Egység) 1975-ben elkészítette az északkeleti Atlanti-óceán mélységtérképéből a 3-as számú, lapot, melyen a Közép-atlanti hátságtól Délnyugat-Európaiáig terjedő terület szerepel (1 : 2,4 M, TAUNTON, U. K.). A mélységtérképek részletes elemzése azt mutatta (SCOR, WORMSLEY, 1973), hogy a nemzetközi mélységtérképezés terén a méretarányok jobb sztereodizálására van szükség; pillanatnyilag az ilyen térképek három csoportja van forgalomban, 1 : 12 M—1 : 6 M, 1 : 5 M—1 : 2 M és 1 : 1 M—1 : 0,4 M léptéktartományokkal. Továbbá az 1 : 10 M-s sorozat helyett egy jobban szerkesztett sorozatot kellene beiktatni ugyanebben a méretarányban; a Mercator-projekció helyett pedig polikonikus vetületet ajánlottak (M. SATO). Az a kívánság is felmerült, hogy meg kell nyerni a Nemzetközi Kartográfiai Asszociáció (International Cartographic Association) közreműködését is, mert innen segítséget várhatnánk mindenekelőtt a metodikában és az óceánok tematikus térképezésében. Az ICA erre a célra bizottságot alakított (Moszkva, 1976). — Ez a tematikus térképezés nem csak a földtudományok szempontjából fontos. A kőolajkutató, a tengeri bányászati és mérnöki problémakör, a szennyeződés és a hulladéklerakás és más problémák felvetik egy bizonyos mértékű földtudományi megalapozás szükségességét. Az összegyűjtött adatok ez idő szerint mélységi, gravitációs és szeizmikus természetűek.

A Monacóban, 1973-ban tartott GEBCO-összejövetel áttekintette a GEBCO-térképek használhatóságát. Megállapították, hogy az 1:10 M-s GEBCO sorozat már nem elégíti ki a tengertanosok igényeit. Az 1:1 M-s kiinduló GEBCO rajzlapok további fenntartása mellett új sorozat kiadását határozták el, a SCOR 1973-as ajánlásainak megfelelően.

Az ENSZ kebelében, Ázsia és Távols-Kelet számára tartott 7. Regionális Kartográfiai Konferencián (7th UN Conference for Asia and the Far East, Tokyo, 1973) leszögezték, hogy az IHO (International Hydrographic Organization) égisze alatt kifejlesztett nemzetközi térképek szerkezetére vonatkozóan csak a kisléptékű térképek világsorozatára történt megegyezés. A nagyobb méretarányokra való egységes átszerkesztést a hidrográfiai szervezetek nem tudták megoldani. Másrészt hasznos előrelépést jelent a tengerfenéki formákra vonatkozó nevezéktanok korszerű szterendizálása. B. HEEZEN és H. W. MENARD javaslatára albizottságot hoztak létre a tengerfenéki domborzati formák nomenklatúrájának összeállítására (GEBCO konferencia, Monaco, 1972).

Az óceánok atlaszkartográfiája. Az óceánok nemzetközi térképezésében talán az eddigi legnagyobb vállalkozás az Indiai-óceán tudományos atlaszainak kiadása. A munka alapja a Nemzetközi Indiai-óceáni Expedíciók által gyűjtött anyag; ezeket az expedíciókat a Kormányközi Óceánográfiai Bizottság (Intergovernmental Oceanographic Commission) és annak elődje, az Óceánkutatás Tudományos Bizottsága (Scientific Committee on Oceanic Research) szervezte. Az IIOE (International Indian Ocean Expeditions) által végzett komplex kutatás eredményeképpen több atlasz jelent meg, melyeket különböző országokban szerkesztettek, így az

IIOE óceánográfiai atlasz az USA-ban, az

IIOE meteorológiai atlasz az USA-ban, az

IIOE geológiai-geofizikai atlasz a Szovjetunióban és az

IIOE plankton-atlasz Indiában jelent meg.

Az UNESCO nyolc kötetben kiadta az IIOE összegyűjtött tudományos eredményeit, és az IOC útján támogatást nyújtott több atlasz elkészítéséhez.

Az IIOE tengertani atlasza mintegy 212 térképet tartalmaz (hőmérséklet, sótartalom, vízsűrűség, oxigéntartalom, foszfáttartalom stb. tárgykörrel). A meteorológiai atlaszban 156 lap vonatkozik a légkörre és 144 a földfelszínre (tárgykörök: szél, légnyomás, hőmérséklet, felhők, csapadék, sugárzás stb.); a használt vetület e két atlaszban ugyanaz (1:40 M Mercator), mint az US Navy által az egész földre vonatkozóan kiadott tengeri éghajlati térképeknél. A Moszkvában legutóbb (1975-ben) kiadott geológiai-geofizikai atlasz (főszerkesztő G. B. UDINCEV, térképszerkesztő: D. I. ZHIV) kilenc részben a következőket tartalmazza: ismereteink jelenlegi állása (3 térkép), a tengerfenék topográfiaja (22 lap), a tengerfenék fényképei (1 lap), mágneses anomáliák (12 lap), gravitáció (11 lap), hőáram (2 lap), szeizmicitás és aktív vulkánosság, az óceánfenék mélyszerkezete (3 lap), üledékes takaró és vulkanikus kőzetkibúvások

(3 lap), fenéküledékek és szuszpendált anyagok (38 lap). A használt lépték 2 M-tól 70 M-ig változik, (szerepel például két érthetetlen méretarányszám is: 2537814 és 6548294). BRUCE C. HEEZEN és MARIE THARP fiziográfiai diagramjai kitűnnek neoprimitív, megkapó kartográfiai stílusukkal.

Nem kétséges, hogy ezek az atlaszok a nemzetközi tudományos munkák egyik legnagyobbikát képviselik és alapvetően tükrözik az Indiai-óceánra vonatkozó ismeretek jelenlegi állását. Meg kell azonban jegyeznünk, hogy több eltérő léptékben és vetületben készültek és elég nehéz összevetni egymással a különböző tudományterületek adatait (UDINCEV és ZHIV, 1976).

Másik hasonló vállalkozás a Trópusi Atlanti-óceán Nemzetközi Koope-rációs Kutatása (International Cooperative Investigations of the Tropical Atlantic); ennek eredményeit az ICITA-atlasz fogja tartalmazni.

Egyéb fontos atlaszok:

Az Amerikai Földrajzi Társaság (American Geographic Society) folyamatosan közlésezi „Tengeri-környezeti atlaszainak” sorozatát. 1965-ig ezekből kilenc jelent meg.

Az „Admiralitás Árapály-áramlási Atlaszát” az angol Hidrográfiai Intézet adta ki 1973-ban. Az árapály-áramlási adatok egyre nagyobb jelentőséget nyernek a tengerkutatás számos ágában, így pl. a partközelségben rejlő ásványanyagkincs kiaknázásában.

A Szovjetunió haditengerészete is készít egy atlaszt a világóceánokról. Ennek az alapvető tudományos műnek első kötete a Csendes-óceánra vonatkozik és 350 lapot tartalmaz. A kötet 7 fejezetre oszlik, ezek: az óceánkutatás, története, az óceán fenéke, éghajlata, hidrológiája, hidrokémiája, biogeográfia, vonatkoztatási és navigációs-geográfiai térképek (ez utóbbiak léptéke 1 : 12 M). A főszerkesztő S. G. GORSHKOV, a hajóhad főparancsnoka. A kiadott Világ-óceán atlasz felhasznált „az emberiség által végzett valamennyi lényeges észlelést, az emberiség javára” (FALJEJEV, 1976).

A Csendes-óceán egy részére vonatkozóan körülbelül ugyanabban az időben amerikai térkép is jelent meg (Észak-Csendes-óceán, Észak-Amerika nyugati partja, 1 : 3,5 M, Washington, 1975).

A Szovjetunió 1974-ben kiadta a Délsarki-óceán mélységtérképét 1 : 15 M-s léptékben, 500 méter értékű izobathokkal.

Hidrológia

A vízkészletek világméretű jelentősége fontosságot kölcsönöz a hidrológiai és hidrogeológiai térképezésnek. A nemzetközi hidrológiai térképezést a Tudományos Hidrológia Nemzetközi Társulata (International Association of Scientific Hydrology) és a Hidrológusok Nemzetközi Szövetsége (International Association of Hydrogeologists) koordinálja. A térképek szerkesztésében hatalmas fejlődést jelentett a Nemzetközi Hidrológiai Dekád (International Hydro-

logical Decade, 1965—75) megrendezése. Egy, az ICSU közreműködésével létrehozott bizottság (Párizs, 1965) határozatokat hozott a szárazsági zónák és Európa hidrológiai és hidrogeológiai térképei megszerkesztésének előkészítésére. Az IASH állandó Hidrológiai Térkép Bizottsága elkészített a hidrogeológiai térképek számára egy nemzetközi jelkulcsot, és azt angol, francia spanyol és orosz nyelven kiadta (Moszkva, 1971).

Az UNESCO égisze alatt működő „Hidrogeológiai Térképek Alcsoportja” megvizsgált és elfogadott egy vezérfonalat hidrológiai térképek készítésére, és összeállított egy 400 szakkifejezést magába foglaló szótárt a hidrogeológiai térképezés szakterülete számára, angol és francia nyelven (Párizs, 1972).

Európa 1 : 1,5 M Nemzetközi Hidrogeológiai Térképének rövid története a következő. 1960-ban a Koppenhágában tartott Nemzetközi Geológiai Kongresszus alkalmából az IAHG megbízta a keretében működő Hidrológiai Térkép Bizottságot, hogy készítsen ajánlásokat Európa Általános Hidrogeológiai Térképe számára. Az ajánlás megszületésének fő oka az volt, hogy akkorigiban a különböző európai országokban igen különböző érdeklődés nyilvánult meg a hidrológiai térképek, különösképpen pedig az ilyen átfogó térképek iránt. Tekintettel a víz növekvő fontosságára, az ajánlásnak az volt a célja, hogy megnövelje az érdeklődést valamennyi országban. Kezdetben mind a tartalom, mind a kivitel kérdésében igen különböző elképzelések szerepeltek az érdekeltek köreiben, és az első térképeken használt jelölések igen eltértek egymástól. Így az akkor rendelkezésre álló hidrológiai térképek összehasonlító kiértékelése igen bonyolult volt. Az európai országok közötti együttműködés azonban kilátásba helyezte, hogy sztenderdizálni lehet az ilyen térképek tartalmát és szerkezetét, valamint a használandó szimbólumokat.

Európa 1 : 1,5 M-s Hidrogeológiai Térképe a hannoveri Bundesanstalt für Bodenforschung-nál készült. Az első lap (Bern C5) 1975-ben jelent meg és jelentős lépés volt az ilyen térképek egységességének megvalósítása felé. Ami a jelkulcsot illeti, a jeleket általában az UNESCO általános jelkulcsából vették, azonban a jelek skáláját lényegesen ki kellett bővíteni, tekintettel a C5-ös lapon szereplő kőzetek szerkezetében jelentkező nagy változatosságra. A lehatárolást illetően ugyanazt a C5-ös szelvényt alkalmazták, mint Európa 1 : 1,5 M-s Nemzetközi Geológiai Térképénél.

A már említett, 1971-es moszkvai IASH-kongresszuson a Szovjet Tudományos Akadémia Földrajzi Intézete és a Szovjet Geofizikai Bizottság megbeszélést javasolt a világ vízháztartását ábrázoló térképekre vonatkozóan. Ennek eredményeképpen szovjet szakemberek elkészítették a Világ Vízháztartási Atlaszát (GALINA és társai, 1974), a Világ Vízháztartása és a Föld Vízkészletei c. monográfia szerves részeként. Ez az atlasz 43 országnak az IHD program keretében történt együttműködésének eredménye. Egységes geográfiai alapon felépítve, az atlasz kiváló adatösszeállításról, feldolgozásról és generalizálásról tanúskodik.

Geológia

A geológia volt az első olyan tudományág, amely munkába vette a reá vonatkozó térképezési tevékenység nemzetközi koordinálását. Már az 1881-ben, Bolognában tartott második Nemzetközi Geológiai Konferencián javaslat hangzott el arra, hogy egységes sztratigráfiai nevezéktan és jelkulcs készítenessék (GERASIMOV és mások, 1976).

A kisléptékű térképekre vonatkozóan a tizenegyedik Nemzetközi Geológiai Kongresszus (Stockholm, 1910) olyan határozatot hozott, hogy a világ Nemzetközi Geológiai Térképe állíttassék össze, 1 : 5 M-s mértékarányban. A világháborúk miatt azonban ezeknek a térképeknek a kiadása csak több évtizedes késéssel indult meg. A következő térképek készültek el az említett (1 : 5 M-s) léptékben:

Afrika Nemzetközi Geológiai Térképe (1952),

A Szovjetunió Geológiai Térképe (1955),

Az ECAFE-régió Geológiai Térképe (1960, a második kiadás most készül),
 Ausztrália és Óceánia Nemzetközi Geológiai Térképe (1960 óta),

A Sarki és Szubarktikus Régió Geológiai Térképe (1969),

Az Anktarktisiz Geológiai Térképe.

A legutolsó, ebben az 1 : 5 M méretarányú, valamennyi kontinensre kiterjeszkedő sorozatban megjelenő térkép Európa és a Mediterrán Régió Nemzetközi Geológiai Térképe. A késésnek vannak bizonyos okai (VON GAERTNER és mások, 1972); a geológusok úgy gondolják, hogy az európai szubkontinens komplikáltabb szerkezetű; az európai geológia alaposabb ismerete és az időközben összegyűjtött részletesebb (1 : 1,5 M és 1 : 2,5 M skálájú) geológiai térképanyag alapján a geológusok vonakodtak attól, hogy egy elhamarkodott térképi generalizálás csapdájába essenek.

A földtani Európa-térkép számára a Német Meteorológiai Szolgálat 1 : 5 M léptékű térképét választották ki topográfiai alaptérképül. Ez LAMBERT-féle konformis kúpvetületben készült, a 30 és 60 fokos szélességeken normál párhuzamos körökkel, és két szelvényből, egy nyugatiból és keletiből áll. A jelmagyarázat megfelel a Geológiai Világtérkép Bizottság (Commission for World Geological Map) határozatának (Határozatok a geológiai világtérkép jelmagyarázata számára, Párizs, 1959), de jobban differenciált alakban, Európa bonyolult földtani szerkezetéhez alkalmazkodva. A differenciálásnál tekintetbe vették az 1 : 1,5 M-s nemzetközi geológiai Európa-térképműnél alkalmazott ábrázolási alapelveket (Általános jelmagyarázat, Bundesanstalt für Bodenforschung, 1962 és 1970).

Érdekes itt kitérni néhány lényeges problémára, mellyel a szerkesztőknek a térképészeti ábrázolás során szembe kellett nézniük. Az üledéksorokkal kapcsolatban a korbeosztást alapszínnel jelezték, a fáciest azonban külön jelekkel; az alapszín és a jelek kombinációja nagy ábrázolási változatosságot

tett lehetővé. — Egyes területeken (a Bétiai Cordillerák, Nyugat-Kisázsia) nem lehetett szétválasztani a mezozoikus és a paleozóikus tagokat. Ebben az esetben különleges ábrázolásmódot használtak, amely kiterjeszkedik a valószínű paleozóikus metamorfotokra és a harmadkori karbonátos kőzetekre is. — Tekintettel a harmadkor hatalmas európai területeire, elégtelennek bizonyult a (CWGM általános jelkulsában, 1959-ben Párizsban ajánlott) harmadkori kettéosztás paleogénre és neogénre. Így négyes alaosztást (paleocén — eocén m_1 , oligocén m_2 , miocén m_3 és pliocén m_4) kellett bevezetni. Ez a részletező alaosztás azonban számos problémát hozott magával a határok kijelölésében. Az oligocén/miocén határt a nemzetközi gyakorlat nem jelöli ki egyértelműen: az aquitániai vagy a miocénhez, vagy az oligocénhez számít. Hasonlóképpen a miocén/pliocén határ is bizonytalan Európában: a pannon Közép-Európában a pliocénhez tartozik, de Dél- és Nyugat-Európában a miocénhez számítódik.

Nem kétséges, hogy a geológia legintenzívebb nemzetközi együttműködése az 1 : 1,5 M-s és az 1 : 2,5 M-s térképművek összeállítása terén fejlődött ki — a geológiát itt általánosabb értelemben véve. Ezeket a sorozatokat a következőkben ismertetjük:

1 : 1,5 M

Európa Nemzetközi Geológiai Térképe. Az első kiadás (Berlin, 1893—1913) után a második és harmadik kiadás megjelenőben van Hannoverben, 1966 óta, az UNESCO védnöksége alatt. Az egész mű 49 lapból áll, ezekből 1975-ig mintegy 37 jelent meg.

Európa Nemzetközi Hirdogeológiai Térképe. Ez Hannoverben jelenik meg 1970 óta a Geológiai Világtérkép Bizottság Hidrogeológiai Térképek Albizottságának védnökségével. Összesen 35 lapra van tervezve, ebből eddig csak néhány lap (C5 Bern, B5 Párizs) jelent meg.

1 : 2,5 M

Európa Olaj- és Gázlelőhelyeinek Nemzetközi Térképe, Hannover, 1957.

Európa Nemzetközi Tektonikai Térképe, Moszkva, 1962/67. (A második kiadás folyamatban van).

Európa Nemzetközi Talajtérképe, Róma, 1973. Ennek kiadását a FAO (Food and Agricultural Organisation — Élelmezési és Mezőgazdasági Szervezet) 1965-ben, Rómában tartott ülése határozta el. A térképmű 6 lapból áll.

Európa Nemzetközi Szénelőfordulási Térképe, Moszkva, 1967.

Európa Nemzetközi Negyedkor-térképe, Hannover, 1967 óta. Ez a mű 16 lapból áll és a hannoveri Bundesanstalt für Bodenforschung adja ki az INQUA (International Quaternary Association — Nemzetközi Negyedkor Tár-

sulás) és az UNESCO támogatásával. 1975-ig 13 lap jelent meg. A 7-es lapot, mely Moszkvát foglalja magában, kiállították az ICA kongresszusán, Moszkvában, 1976-ban.

Európa Nemzetközi Fémgenetikai Térképe, megjelenik Párizsban, 1968 óta. Ezt a Geológiai Világtérkép Bizottság metallogenetikai térképszervező bizottsága állítja össze, és 9 szelvényből áll. A térkép topográfiai alapja ugyanaz, mint Európa Tektonikai Térképéé (melyet A. Bogdanov dolgozott ki Moszkvában: Lambert-féle konformis kúpvetület, melynek sztenderd párhuzamosai a 41. és 65. fokos szélességi körök).

Európa Nemzetközi Vasérctelep Térképe, megjelent Hannoverben, 1970—1973 között. A kész mű mintegy 800 vasérclelőhelyet ölel fel. Alaptérképül Európa Tektonikai Térképe (1 : 2,5 M) szolgált, és rajta a következő szakkategóriákat különböztették meg:

- tíz genetikai főtypust (likvid-magmatikus, intruzív, kontakt-metaszomatikus, hidrotermális, vulkáni-üledékes, kontinentális-üledékes, eróziós, metamorfikus, polimetamorfikus és ismeretlen genetikájú);
- a mineralizációs formákat (magnetit, hematit, vaskarbonát, vas-hidroxid, vasszilikát);
- a keletkezés korát;
- a kémiai szennyeződést;
- a vaskészletet;
- a lepusztulás (mállás) és a metamorfizmus korát.

Európa Nemzetközi Metamorf Régióinak Térképe. Ez összesen 16 szelvényből áll és a Leideni Egyetem Geológiai Intézete állította össze 1973-ban, az UNESCO támogatásával.

Áttérve a Föld más régióira, az átfogó nemzetközi geológiai térképező tevékenységet jelenleg a Nemzetközi Geológiai Unió Geológiai Világtérkép Bizottsága koordinálja az UNESCO állandó támogatásával. 1964-ben vette kezdetét UNESCO segítséggel egy új, Afrikára vonatkozó geológiai (tektonikai) térkép szerkesztése (9 szelvény, 1 : 5 M). Jelenleg az UNESCO rendszeresen kiadja a Geological Correlation c. folyóiratot, a Nemzetközi Geológiai Korrelációs Program munkálatainak előmozdítására.

Néhány további fontos geológiai térképművet az alábbiakban sorolunk fel:

A Világ Tektonikai Térképe, melyet az e célra létrehozott CWGM albizottság szerkeszt. Ami Európát illeti, a 16 lapból álló tektonikai térképet követően 20 lapos második kiadás van készülőben, részletes magyarázó szöveggel együtt. Ez a kiadás Moszkvában 1973/74-ben ment nyomdába, majd ezt követte 1975-ben a magyarázó szöveg.

Megtörtént az adatgyűjtés Ázsia, Észak-Amerika, Afrika és részben Ausztrália, valamint az Antarktisz területére vonatkozóan. 1975/76-ra előirányozták az óceánok földtani térképei problémájának, de legalábbis a szegegy- és beltengerek kérdésének felderítését. A térkép léptéke 1 : 15 M lesz.

A földtani világtérkép jelkulcstervét 1974-ben, Párizsban terjesztették elő. Ennek a kulcsnak fő csoportjai a következők:

I. Kontinentális kérgű területek. A) Pajzsok és kratonok, B) Precambriai gyűrt területek, C) Paleozóos geoszinklinálisok, D) Mezozóos és kainizóos geoszinklinálisok, E) A táblákat borító üledékek, F) Szegély-területek.

II. Óceáni-kontinentális átmeneti területek.

III. Óceáni kérgű területek.

IV. Kőzetcsoportok. A) Üledékek, B) Vulkanitok, C) Intruzív-magmatikus kőzetek.

V. Regionális metamorfizmus.

VI. Szerkezetek és egyéb jelek.

Ezzel a munkálattal egyidejűleg és ennek befejezése után tervbe vették a világ paleotektonikus térképművének elkészítését is 1 : 25 M-s méretarányban.

Circumpacifikus Térképmű. Ez a tervezés állapotában van: a Kőolaj-geológusok Amerikai Szövetsége és a térképmű elkészítéséért felelős szervezetek az UNESCO támogatásával tervbe vettek egy 1 : 10 M léptékű térképművet, mely a csendes-óceáni zónát négy variánsban és témakörben ábrázolja: alaptérkép, geológiai térkép, ásványi nyersanyag térkép és az energiaforrások térképe. Magára a csendes-óceáni medencére vonatkozóan alaptérképet, tektonikai-térképet, szeizmikus epicentrumtérképet, vulkanizmus-térképet terveznek, 1 : 10 M méretarányban.

A Francia Fekete Afrika Intézet (Institut Francais d'Afrique Noire) 1968/69-ben adta közre Nyugat-Afrika Nemzetközi Atlaszát. Ennek az atlasznak 48 lapja (1 : 75 M-től 1 : 5 M-ig méretarányokban) a geológián kívül geomorfológiát, éghajlatot, hidrológiát és politikai helyzetképet is tartalmaz.

A hannoveri Bundesanstalt für Bodenforschung igen élénk tevékenységet fejt ki a nemzetközi térképek kiadása terén. A már említett geológiai térképeken kívül közreadta Közép-Európa Geológiai Térképét 1 : 2 M léptékben, 1972-ben. Ugyancsak jelentős a tevékenységük a harmadik világ geológiai térképező munkáiban (Afganisztán, Jordánia, Tanzánia).

A Szovjetunióban jelenleg folyó és tervezett geológiai térképezési munkákról EREMIN és társai (1976) adnak áttekintést. Néhány szovjet geológiai térképmű:

A Szovjetunió magmatikus formációinak térképe (1 : 2,5 M);

A Szovjetunió metamorf övezeteinek térképe (1 : 2,5 M);

A Szovjetunió geotektonikus térképe (1 : 2,5 M, 16 lap, 1972);

Bauxit lelőhelyek a Szovjetunióban (1 : 5 M, 4 lap, 1973);

A Föld kontinenseinek geológiai térképe (1 : 15 M, 6 lap, 1973);

A Csendes-óceán geológiai térképe és mobilis övezetei (1 : 10 M, 8 + 1 lap, 1972);

A kontinensek precambriumának geológiai térképe (1 : 15 M, 1975);

Eurázsia geológiai térképe (1 : 5 M, 1975);

Geológiai földgömb (1 : 15 M, 1973).

A Csehszlovák Tudományos Akadémia Geológiai Intézete Bratislavában kiadta a Kárpát-Balkán Régió Tektonikai Térképművét (9 lap 1 : 1 M léptékben, 1973).

Észak-Amerika Tektonikai Térképe, két lapon, az Egyesült Államok Geológiai Szolgálatának kiadásában jelent meg, 1969-ben.

A CWGM nagy vállalkozása, a Föld Geológiai Atlasza szerkesztés alatt van. Két észak-amerikai lap (1 : 10 M léptékben) mintapéldányként már 1974-ben elkészült. Három Afrika-szelvény 1974-ben már nyomásra készen állott, míg a Szovjetunió 4 további lapot fejezett be 1976-ban.

Vulkanológia

A nemzetközi vulkanológiai térképezési tevékenység középpontjában a Világ Vulkanológiai Térképe áll. Ez a térkép a Nemzetközi Vulkanológiai és a Földbelső Kémiájával Foglalkozó Társulás Vulkanológiai Világtérkép Csoportja szerkesztésében, készült, és bemutatja a miocén utáni vulkánok elosztását 1 : 10 M-s lapokon a kontinentális és 1 : 20 M-s lapokon az óceáni területeken. Eddig 17 szelvény készült el és további három lap hozzáadásával a WVM (World Volcanologic Map — Vulkanológiai Világtérkép) Újzéland, Ausztrália és az Antarktisz területére készen lesz. Ami a jelkulcsot és a vulkanikus kőzeteknek a térképi ábrázolásánál követendő felosztását illeti, 1972-ben Montreálban megegyezés jött létre. A nyomásnál három-négy színnél többet nem szabad használni: feketét az országok és más területek, vöröset az aktív vulkánok és szolfatarák számára; kékkel jelölendők az inaktív vulkánok, és ha lehet, szürkével a szárazföldek és világoskékkel a tengeri területek. A IAVCEI (International Association of Volcanism and Chemistry of the Earth Interior) kiadóhivatala (Róma) fog gondoskodni az adatlapok és az index-térkép kiadásáról.

Indonézia, a világ egyik legerősebb vulkanizmusú területe elkészítette Vulkanikus Veszély Térképeit (Geol. Surv. of Indonesia Newsletter, 1976). Ezek a térképek irányvonalat adnak a kormányzat számára, a vulkáni körzetekben lakók biztonsága érdekében teendő intézkedések megszervezésére. A Vulkanikus Veszély Térkép három területcsoportot tüntet fel, a kitörések képviselte veszély nagysága szerint. Ezek: a tiltott övezet, az elsősorban veszélyes terület és a másodsorban veszélyeztetett vidék. E térképek értéke a következő feltevéseken alapszik:

1. a kitörés a főkráterben megy végbe, vagy olyan kráter(ek)ben, mely(ek)ből a múltban is történtek kitörések, és nem más, váratlan pontokon;
2. a kitörés(ek) függélyes irányú(ak);
3. a kitörés nem hoz létre kalderát, és végül
4. a vulkán morfológiája nem változik meg lényegesen.

Szeizmológia

Az ENSZ intenzív aktivitást fejt ki a természeti katasztrófák elleni védekezés érdekében. Így hozzáfogtak a világméretű nemzetközi szeizmológiai térképművek megszerkesztéséhez szükséges alapelvek kidolgozásához is (Groupe de Travail de l'UNESCO). E tanulmányok alapján négyfajta térképet fognak szerkeszteni:

— Epicentrum- és maximális észlelt intenzitás-térképet 1 : 20 M léptékben;

— Szeizmotektonikai térképet és szeizmikus övezeti térképet 1 : 5 M méretarányban (Nemzetközi Szeizmológiai és Földbelső Fizikai Társulás ülése, Tbiliszi 1965 — UNESCO NS/190-es határozat).

Ami Európát illeti, határozat született (Európai Szeizmológiai Bizottság 1964, Budapest), hogy az 1 : 5 M méretarány, a LAMBERT-féle konikus vetület a 30 és 50 szélességeken levő sztenderd párhuzamosokkal, valamint a négy fentebb már említett térkép használata, illetve szerkesztése tárgyában. Még három további típusú térképet szerkesztenek: az izoszeiztákat, a földrengésgyakoriságot és a lehető maximális magnitúdót ábrázoló lapokat (ESC Koppenhága, 1966). Kiegészítésül tervet dolgoztak ki egy nyolcadik térképtípusra, mely a kéregvastagságot fogja ábrázolni.

Az európai térképek közül elsőnek a szeizmotektonikai lap készült el (SORSKY-BUNE, Moszkva, 1964).

A fent említett ESC határozatnak megfelelően 1970-ben megjelent az Európában és a Mediterrán-régióban 1901—1955 között kipattant, kb. az $M = 4,25$ feletti magnitúdójú (vagyis VI-os makroszeizmikus intenzitású) rengések katalógusa. A második kötet (KARNIK, 1970) tartalmazza a regionális szeizmikus aktivitás analízisét és az európai terület szeizmikus térképeit. Ezek a szeizmikus térképek, 1 : 7,5 M-s léptékben, a következők (ESC, Leningrád 1969):

1. Négy epicentrum-térkép magnitúdó-osztályok szerint rendezve: *a*) $M = 4,1-4,6$, *b*) $M = 4,7-5,2$, *c*) $M = 5,3-6,2$, *d*) $M = 6,3-8,3$.

2. Energia-felszabadulási térkép, melyen szerepel: *a*) $\log E$, ($E = a$ kiváltódott szeizmikus energia), $0,5^\circ$ szélesség és $0,5^\circ$ hosszúsági különbségű egységterületekre számítva és redukálva 1000 km^2 -re és 1 évre; *b*) $\log E$ izovonalai a szeizmikus régiókban; *c*) az M_{\max} észlelt értékei az 1901—1955 időközben minden egyes területegységre.

3. Az észlelt maximális intenzitások térképe, rendre a következő izovonalakkal: $I_{\max} = \text{VI, VII, VIII, IX, } > \text{IX}$.

További epicentrum-térképek Európára és a környező területekre folyamatosan készülnek, 1 : 1 M méretarányban (Bureau Central de Strassbourg).

Áttérve a világ többi részének szeizmikus térképezésére, az UNESCO (Comité Consultatif de Seismologie, Strasbourg, 1968) a következő eljárást hagyta jóvá az ilyen térképek szeizmológiai bázisának elkészítésére:

- a) epicentrum-térképek készítése,
 b) izoszeizmikus térképek katalógusának elkészítése a VII-nél nagyobb intenzitású földremlések számára, valamint az intenzitás—távolság-kapcsolatok meghatározása,
 c) az észlelt maximális intenzitások térképének elkészítése a lehető leg-hosszabb időtartamot felhasználva,
 d) a gyakoriság—magnitúdó-kapcsolatok meghatározása és ezek felhasználása a statisztikai térképek készítésénél.

A térképezési alapra vonatkozóan elhatározták, hogy

- a) a szeizmológiai térkép alapjául tektonikai térkép használandó,
 b) a rajzilag generalizált intenzitás-térkép 5 övezetet kell hogy tartalmazzon:
 üres helyek: VI-nál gyengébb intenzitású övezet



: VI-os intenzitású övezet



: VII-es intenzitású övezet



: VIII-as intenzitású övezet



: IX-es. vagy ennél erősebb intenzitású övezet

(E javasolt jelek szegényessége is mutatja, hogy a térképészeknek van még tennivalójuk a szeizmikus kartográfia területén.)

A Földrengések Világtérképe 1970-ben jelent meg Edinburgh-ban (International Seismological Centre; Bartholomew, 1975), 1 : 6,7 M-s léptékben. A vetület (U. K.), a körvonalak és az epicentrumok automatikus eljárással készültek. Az eljárásban a számítógépre vitt Atlas of Seismic Activity 1909—1968, az „Experimental Cartography Unit” és a „Global Seismology Unit” vett részt (BICKMORE és mások, 1976) és újabb kiváló példája az automatikus kartográfia alkalmazásának földtudományi jelenségek térképezésére.

Vannak azonban még nyílt kérdések is a földrengési aktivitás térképezésénél. Nincs általánosan elfogadott definíció a „szeizmikus régió” vagy „földrengési övezet” számára. Rendszerint epicentrumok csomószerű vagy lineáris csoportosulását tekintik „régiónak”. Figyelembe veszik itt a tektonikus területek és a főtörések elhelyezkedését, valamint azt a gyakorlati követelményt is, hogy a statisztikai kezelés számára nagyszámú adatra van szükség. Ezeket az alapelveket alkalmazták pl. akkor, amikor az európai területet 39 szeizmikus régióra osztották fel.

A szeizmikus térképezés jövőbeni tevékenysége számára a IASPEI (International Association of Seismology and Physics of the Earth's Interior, Nemzetközi Szeizmológiai és Földbelső Fizikai Társulás) még a következőket ajánlotta (Lima, 1973): a kis sebességű zónák (LVL) térképezése, valamint a kéregalakulatok generalizálása és térképezése.

Geodézia, gravimetria, földmágnesség

A Nemzetközi Geodéziai Társulás egy határozatában ajánlja a geodéziai térképek megszerkesztését valamennyi ország számára, ahol ilyen még nincs vagy a meglévők nem eléggé pontosak (Grenoble, 1975).

A háromszögelési hálózatok általános térképei közül elkészült az európai (Az Európai Háromszögelési Hálózatok Atlasza, Alkalmazott Geodéziai Intézet, Frankfurt a. M., 1965).

Az európai szocialista országok, mintegy 80 000 km hosszúságú szintező-hálózat adatai alapján elkészítették a földkéreg recens vertikális mozgásainak térképét Kelet-Európára (1 : 2,5 M, GUGK, Moszkva 1973).

Az európai nehézségi (BOUGUER-anomália) térképek folyamatosan jelennek meg (1 : 1 M, Bureau Gravimétrique International — Nemzetközi Gravimetriai Hivatal, Párizs). Európa és Észak-Afrika összefoglaló Bouguer-anomáliatérképe is megjelent (1 : 10 M, Bureau Gravimétrique International), a luzerni 1967-es konferencia határozata alapján.

Afrikára vonatkozóan a tágabb értelemben vett afrikai árokrendszer területére két BOUGUER-anomáliatérkép (1 : 2 M méretarányban) és egy kainozóos geológiai térkép készült el (BAKER, Upper Mantle Committee, Felső-Köpeny-Bizottság Konferencia, Canberra, 1969).

Az Egyesült Államokban egy BOUGUER-anomáliatérkép készült Ázsiáról, a földfelszínen mért adatok alapján (1974) és egy hasonló Afrikára (1975), melynél bizonyos mértékben „előrejelzett” adatokat használtak fel ismeretlen vidékek számára.

A Nemzetközi Gravitációs Bizottság elhatározta (Párizs, 1976), hogy 1 : 15 M léptékű BOUGUER-anomáliatérképeket készítenek, hogy azok összehasonlíthatók legyenek a világ nemzetközi geotektonikus térképeivel.

A Nemzetközi Mágnességi és Aeronómiai Társulás új mágneses világ-térképeket fog készíttetni (seattlei konferencia, 1977).

A Nemzetközi Geodéziai Társulás javaslatba hozta paleogeográfiai térképek elkészítését, a világ geológiai térképeit szerkesztő bizottsággal együttműködésben (1974). Bevezetőül tanulmányt végeznek két térkép alapján, amelyek a cenoman és a turoni emelet európai elhelyezkedését mutatják be, és ezt megvitatásra tűzték ki Sydneyben (1976).

Geotermika

Bizonyos érdeklődés jelentkezett a geotermika irányában, részeként annak a törekvésnek, hogy új energiaforrásokat tárjanak fel az emberiség számára. A Nemzetközi Vulkanológiai és Földbelső-kémiai Társulás, valamint a Nemzetközi Hőáram Bizottság támogatásával geotermális adatbankot állítottak össze Pisában, a Nemzetközi Geotermikus Kutatási Intézetben. Itt ada-

tokat gyűjtenek össze a hőforrásokra, kutakra, geotermikus gradiensekre és hőárammérésekre vonatkozóan. A pisai intézet tervbe vette nemzetközi geotermális atlasz és katalógus összeállítását az ENSZ és az olasz Nemzeti Kutatás-Tanács védnöksége alatt. Ettől függetlenül készül a hőforrások világtérképe, az IAVCEI egy külön munkacsoportjának vezetésével.

Az IHFC (International Heat Flow Committee — Nemzetközi Hőáram Bizottság) irányításával hőárammérési világtérkép készült 1976-ban (Földi hőárammérési adatok, 1 : 30 M, Mercatorvetület; World Data Center A, Boulder, USA). A Szocialista Országok Akadémiáinak Planetáris Geofizikai Bizottsága — KAPG — geotermikus munkacsoportjának kiadásában megjelent egy földhőmérsékleti és hőáramtérkép Közép- és Kelet-Európa számára (1 : 10 M, szerkesztők: STEGENA L., V. CERMAK és E. LUBIMOVA, Budapest 1976).

A Szovjetunióban kiadták a Szovjetunió geotermális térképét (1 : 5 M, 4 szelvény, a Szovjetunió Tudományos Akadémiája Geológiai Intézete, Moszkva, 1972).

Geomorfológia

Úgy látszik, hogy a geomorfológia területén azok az alapelvek, melyek világméretű térképezés kifejlődéséhez vezethettek volna, mindeddig csak szerényebb méretekben nyertek nyilvánosságot. HAGEDORN (1967) javasolt alapelveket kisebb méretarányú geomorfológiai térképek szerkesztése számára. Az általa példaként bemutatott észak-amerikai térképen (1 : 25 M) háromkategóriás felosztást javasolt. Az északi terület a pleisztocén jegesedést foglalja magában és dél felé élesen elhatárolt (ibolya szín). A déli részt két részre osztja: délnyugaton a fluviális formaképzés az uralkodó egyéb félszáraz és száraz területi folyamatokkal együtt (sárga és barna színezés), míg a délkeleti részen, Közép-Amerikában és főleg az USA északnyugati területein, konstans vízfolyású fluviális folyamatok érvényesülnek (zöld színezés).

Az egységes geomorfológiai térképszerkesztési alapelvek kifejlesztéséhez adalékot fog szolgáltatni a Domborzati Alakulatok Új Atlasza, mely 1977-ben jelenik meg (Institut Geographique National, Paris; D'HOLLANDER, 1976). Ez az atlasz bemutatóként magában foglal bizonyos vidékeket Franciaországból és Afrikából, számos Landsat szatellita-kép felvétellel. A geomorfológiai térképezés terén jelentősek a magyar kezdeményezések (PÉCSI M.).

Biogeográfia, talajtérképek

A klasszikus orosz talajtani iskola kiváló tudományos alapelveket állított fel talajtérképek összeállításához (FRIEDLAND és mások, 1976).

Már 1851-ben megjelent Oroszország európai részének gazdasági-statisztikai atlasza, mely magában foglalta a természeti feltételeket (talajnemek,

éghajlat stb.). Amint azt M. ECKERT (1925) írta: akkor egyetlen más ország sem dicsekedhetett ilyen művel. Ma a Szovjetunióban, általános szintetikus talajtérképen kívül analitikus talajtérképek is rendelkezésre állnak, melyek a talajnemek egyedi tulajdonságait mutatják be.

Megjelent Európa Nemzetközi Talajtérképe is, 1 : 2,5 M léptékben, 6 lapon (FAO, Róma, 1965). A világ talajtérképének megszerkesztését 1966-ban határozták el (Buenos Aires-i konferencia), majd a lapok kéziratot példányait 1969-ben, Adelaide-ban vitatták meg. 1970–74 között 10 lap jelent meg (A Világ Talajtérképe, 1 : 5 M, Párizs, FAO/UNESCO), mindegyik mellett egy megfelelő magyarázó kötet szerepel. A Szovjetunióban 1972-ben megjelent a Világ Agroklimatológiai Térképe; megjelent továbbá a Mediterrán Régió Vegetáció Térképe (Párizs, UNESCO/FAO). A Chile–Kalifornia–Mediterraneum Bozót Atlasza az International Biological Project (a Nemzetközi Biológiai Vállalkozás) eredményeképpen készült el, és amint arról THROWER (1976) beszámol, más hatalmas nemzetközi és nemzeti térképező tevékenységet is tervbevettek az IBP keretében. Ugyancsak sok iniciatívát várhatunk a FAO-tól világméretű térképezésekkel kapcsolatban a mezőgazdaság, a biológia, a földhasznosítás területén.

Meteorológia

A meteorológia munkaterületén a Nemzetközi Meteorológiai és Légkörfizikai Társulási irányította Afrika Éghajlati Atlaszának kiadását (1963). A Nemzetközi Geofizikai Év (1957/58) hatalmas adatanyagára támaszkodva megjelent az IGY (International Geophysical Year) éghajlati atlasz sorozata (1965/66), 1 : 5 M léptékben, polár-sztereografikus és Mercator vetületben.

Újabb fontos meteorológiai atlasz a Dél-Amerika Éghajlati Atlasza, mely középhőmérsékleti és csapadék-térképeket tartalmaz (Genf, Párizs, Budapest, WMO, UNESCO, Cartographia, 1975).

Természetvédelem

A természetvédelmi térképezés divatba jött, különösen az ENSZ Környezetvédelmi Konferenciája (Stockholm, 1972) nyomán.

A Japán Földrajzi Felvételi Intézet (Geographical Survey Institute of Japan) a következő térképfajtákat adja ki a környezetvédelem tárgyában: talajhasználati térkép, talajállapot térkép, tómeleységtérkép, vízhasználati térkép, a parti területek és a tengerfenék talajállapot-térképe. Az ilyenfajta kartográfiai ábrázolás egy másik (kiváló) kísérlete a Kanadai Északi Országország Földhasznosítási térképsorozata (SIMPSON, 1976), melyet különlegesen az észak-kanadai erőforrásproblémák érdekében szerkesztettek.

TERMÉSZETI OBJEKTUMOK

NYILVÁNOS REZERVÁTUMOK



KERT- ÉS PARKKULTÚRÁK



IDŐLEGES NYILVÁNOS REZERVÁTUMOK



TIPUSOK



1. ábra. Térképjelek csoportja természetvédelmi térképekhez ZOLOVSKIJ és mások (1976) szerint. Figyelemre méltó a vezérjelek alkalmazása: háromszög a természeti látnivalók, kör a természeti parkok számára stb.

Általában azonban jelenleg a következő természetvédelmi térképezés-problémák állnak a nemzetközi vita előterében: milyenfajta térképek tartoznak ebbe a tudományterületbe és milyen ábrázolási módszerek elégítik ki a legjobban a témakör szükségleteit. ZOLOVSKIJ és mások (1976) például 6 csoportba sorolják a természetvédelemmel kapcsolatos térképeket: domborzat, ásványi kincsek, éghajlati erőforrások, talajerőforrások, erdőerőforrások, az állatvilág erőforrásai. Ezekhez az analitikus térképekhez hozzá kell még venni két inkább szintetikus térképet: természeti-területi komplexumok és a természeti-területi komplexumok értékelése az üdülés szempontjából. — Mások egyszerűbb kategorizálás mellett törnek lándzsát: legyenek térképek 1. a szilárd föld számára, 2. a vizek számára, 3. a levegő számára, 4. a bioszféra számára és 5. az emberi aktivitás számára.

ZOLOVSKIJ és mások (1976) kidolgoztak alkalmas, egyszerű és korszerű jelzésrendszert az ilyenfajta térképek számára, ahol az ún. vezérszimbólumok elvét alkalmazták: pl. háromszöget természeti tárgyak számára stb. (1. ábra).

Anktarktisz

Az Antarktisz nemzetközi tudományos térképezését az Antarktisz-kutató Tudományos Bizottsága irányítja (SCAR — Scientific Committee of Antarctic Research). Ez a bizottság a következő alapelveket állította fel az Antarktisz térképezése számára (a SCAR geodéziai és kartográfiai munkacsoportja, Oslo, 1970): Az Antarktisz számára az alábbi térképezési méretarányok alkalmazandók: *a*) általános térképeknél 1 : 40 M, 1 : 20 M, 1 : 10 M, 1 : 4 M, és 1 : 3 M; *b*) topografikus térképeknél 1 : 1 M, 1 : 0,5 M, 1 : 0,25 M, 1 : 0,20 M, 1 : 0,1 M, 1 : 40 000, és 1 : 25 000. — A nemzetközi sferoidot és a méterrendszert kell használni. — Alkalmazandó vetületek: az 1 : 1 M-nál kisebb léptékű térképeknél poláris sztereografikus vetület használandó, a 71 fokos szélességgel mint sztenderd párhuzamossal. Az 1 : 1 M léptékű térképeknél az ICAO (nemzetközi repülési térképek) vetületi előírásai alkalmazandók. Az 1 : 1 M-nál nagyobb léptékű térképeknél a lapoknak illeszkedniük kell az általános ICAO/IMW 1 : 1 M-s szelvénybeosztásához és konformis vetületek alkalmazandók. — Az antarktisi geodéziai helymeghatározás számára már általánosan használatosak a szatellita adatok, és a jövőben tekintetbe vételük egyre általánosabb lesz.

Az Amerikai Földrajzi Társaság rendszeresen teszi közzé az Antarktisz Térképlap-sorozatokat egyes lapjait. Ezideig (1965-től 1974-ig) mintegy 17 folio lap jelent meg: ezekből 12 a geológiára, a 16. a morfológiára, a 17. pedig az Antarktisz és környéke tengeri üledékeire vonatkoznak.

Más antarktisi térképművek közül az alábbiak említendőek: Az Antarktisz mélységtérképe, 1 : 15 M-s léptékben. — A jégsapka felülete és a jég alatti felszínalakulás (1 : 5 M, 90°-tól 180°-ig). Ez utóbbi a rádióecho-mérések A) jelű sorozata, a Cambridge-i Scott Polaris Kutató Intézet adta ki 1974-ben, többszínű izopléta-térkép alakjában. — A Szovjet Antarktisz Atlasz (1967) két kötetből áll. — A Szovjetunió az Antarktiszról 1 : 10 M méretarányban tektonikai térképet készített, az Amerikai Földrajzi Társaság pedig közzétette az Antarktisz Geológiai Térképét (1 : 5 M, 1972).

Kartográfiai módszerek

Alaptérképek

A kartográfia pillanatnyilag számos olyan földrajzi térképművel rendelkezik, melyek alkalmasak arra, hogy földtudományi térképek alapjául szolgálnak. E térképművek jelen helyzete a következőkben foglalható össze:

Az IW 1 : 1 M, ICAO 1 : 1 M, WM 1 : 2,5 M és a WKW 1 : 5 M világméretű térképeket illetően ARNBERGER és KRETSCHMER (1975) adtak közre összefoglaló tanulmányt. Az ICAO repülési térképét (1 : 5 M, 8 lap, NSZK) évenként korszerűsítik (Deutsche Gesellschaft für Kartographie, 1976).

A nemzeti kiadású Földrajzi Világtlasz 4. kiadása megjelent Washingtonban, a National Geographic Society kiadásában 1975-ben. — Forgalomba került (1972-ben) két kézikönyv, amelyek az Egyetemes Transzverzális Mercator vetületi rendszert (UTM) írják le. Ez meg fogja könnyíteni az UTM rendszerű térképek polgári használatát.

Az UNESCO kebelében működő Természeti Erőforrások Kutatásának Tanácsadó Testülete (Párizs, 1969) meglepéssel regisztrálta a tematikus térképek szerkesztésében és kiadásában jelentkező nagy fellendülést. A kisléptékű tudományos térképek topográfiai alapjával kapcsolatban ez a testület azt ajánlotta, hogy az UNESCO, az ENSZ-szel és a Nemzetközi Kartográfiai Társulással, az IGU-val és az IUGG-vel együttműködve rendezzen munkakonferenciát azzal a céllal, hogy előmozdítsa az összehasonlítható ábrázolások és vetületek használatát a nemzetközi célokra készülő alaptérképeken. A nemzeti atlaszokat illetően viszont azt határozták el, hogy miután minden egyes ország külön esetet képvisel, nem írnak elő általános sémát a nemzeti atlaszok tartalmára és ábrázolásmódjára vonatkozóan.

A 8. Nemzetközi Kartográfiai Konferencián Moszkvában, 1976-ban azonban számos előadás hangsúlyozta a WM 1 : 2,5 M méretarányú térkép alkalmasságát alaptérképül a világméretű tematikus térképek sorozatainak elkészítésénél (RADÓ—PAPP-VÁRY 1976, NISCHAN 1976, HAACK 1976, DOBIJA és mások 1976, GERASIMOV és mások 1976).

A földtudományok jelen fejlettségi foka mindenekelőtt azt teszi időszerűvé hogy világméretű vagy kontinentális-óceáni méretű tematikus térképek jelenjenek meg 1 : 5 M és 1 : 10 M méretarányban. Ha nem áll elegendő adat rendelkezésre, vagy összefoglaló jellegű térképről van szó, akkor az 1 : 20 M vagy 1 : 40 M léptékek alkalmazandók, míg elegendő sűrűségű hálózattal rendelkező vidéken (különösképpen Európában és az USA-ban) az 1 : 2,5 M—1 : 1 M közötti méretarányokat kell használni.

A következő években az adatok és a felvételi anyagok szaporodásával a földtudományi térképező tevékenység intenzitásának megnövekedése és az alkalmazott méretarányok megnövelése várható. Az 1 : 2,5 M WM-lépték igen alkalmasnak látszik a jövő feladatai számára mind vetület, mind méretarány szempontjából. Ez a térkép, mely egységes szerkesztési elveken alapulva az egész világra kiterjed, készen áll a tematikus alkalmazásokra. A kiegészítő és a korszerűsítő munka a WM 1 : 2,5 M-s térkép számára 1970 óta folyamatosan van (NISCHAN 1976).

Távérzékelési technikák

A Landsat 1 (1972) és a Landsat 2 (1975, az előbbinek másodpéldánya), valamint a Landsat C (melyet 1977-ben vagy 1978-ban bocsátanak fel), továbbá más, szovjet űrhajók megmutatták, hogy lehetséges és hasznos a föld felszíné-

nek folyamatos letapogatása az űrből. Az ilyen szatelliták gazdasági és társadalmi értéke vitán felül áll (COLVOCORESSES 1976). A Landsat kartográfia alkalmazhatósága a következőkben foglalható össze:

1. Újszerű űrfelvételi térképet nyertünk számos léptékben és alakban (1 : 0,25 M-től 1 : 5 M-ig); ezek között vannak az Antarktisz, Dél-Amerika és Afrika eddig még fel nem térképezett részei.

A kizárólag csak orbitális- és szenzor-felvételeken alapuló térképkészítésnél (független térképezés) több kilométeres hibák lépnek fel. A talajról végzett ellenőrző geodéziai mérések segítségével és rendszer-korrigált űrfelvételekkel dolgozó térképezés beleilleszthető bármely konvencionális térképvetületbe, és alkalmas arra, hogy megfelelő pontosságú 1 : 1 M léptékű planimetricus térkép készüljön belőle. A korrigált, precíziósan feldolgozott MSS kép kevesebb hibát ad, de az 1 : 1 M és 1 : 0,5 M-nál részletesebb skálájú térképszerkesztésre már kevésbé alkalmas.

2. A különböző fajtájú térképek revízióját viszont, bizonyos mértékig, jól lehet Landsat-adatokra alapozni (ENSZ szeminárium a szatellitáktól származó geodéziai és távérzékelési adatok kartográfiai alkalmazására, Brazília, 1974).

Ahol megfelelő léptékű planimetricus alaptérkép áll rendelkezésre, a geodéziai hálózatnak az MSS képhez való illesztése csökkenti a hibákat és képessé teszi azt tematikus térképezésre az 1 : 0,5 M-s és esetleg az 1 : 0,25 M-s méretarány tartományban is, amint már használják is például Franciaországban az 1 : 0,25 M-s és 1 : 0,5 M-s méretarányú térképek revíziójára (MESTRALLET 1976).

3. Tematikus térképeket már számos alakban készítettek Landsat-adatok alapján.

A Landsat kartográfiai lehetőségei nemcsak a térképszerkesztés számára fontosak, de valamennyi más földtudomány számára is.

A szatellita-képekből nagy mennyiségű információt nyerhetünk már az egyszerű kiértékelési módszerek — a konvencionális optikai és topográfiai eljárások — alkalmazásával is. A legteljesebb mértékű előnyöket a földi energiaforrások feltárására csak célszerűbb feldolgozási eljárásokkal lehet megnyerni (lásd pl. BODECHTEL, 1974). Ez szükségessé teheti költséges felszerelések beszerzését, finom kidolgozott segédletekkel és megfelelően képzett kiértékelő személyzettel.

A földtudományi szakterületen végzett űrkartográfiai munkák néhány nemzetközi érdekű eredményét és tárgykörét a következőkben sorolhatjuk fel:

A NASA összegyűjtötte az orbitális képeket a világ aktív vulkánjairól.

Az Antarktisz kutatás Tudományos Bizottságának Glaciológiai Munkacsoportja (Cambridge, 1974) megállapította, hogy az ERTS (Earth Resources Technology Satellite — Földi Erőforrásokat Kutató Szatellita) fotográfált térképei (térkép-mozaikjai) hatalmas lehetőségeket biztosítanak az antarktisz

glaciológiai kutatás számára. Néhány éven belül lehetőségé válik a 81° déli szélességtől északra fekvő antarktisi területek gleccser-leltárának elkészítése, ha a SCAR megragadja a kezdeményező szerepet és bátorítja a meglevő $1 : 0,25$ M léptékű térképlefedettség kiegészítésére irányuló törekvéseket. Az antarktisi jégsapka, a Föld utolsó nagy feltérképezetlen területe, teljes mértékben felkutatható lesz a jövőbeli SEASAT űrhajóval.

Meg kell említenünk itt a Scott Polar Research Institute (Scott Sarkkutató Intézete — SPRI) által kiadott Rádióecho Szondázási Térképsorozatot ($1 : 5$ M, Cambridge). Ez a SPRI térkép elsőként térképez számos topografikus jellegzetességet (hegyláncok, fennsíkok, medencék stb.) ezen a kontinensen, melyek mindeddig a 4–6 km vastag jégtakaró folytán felfedezetlenek maradtak.

A Landsat és más szatelliták által végzett földletapogatás elsődleges jelentősége abban áll, hogy térképeket szolgáltatnak más földtudományi szakterületek számára. A geológia, geomorfológia, hidrológia, talajhasznosítás, gravimetria és geodézia máris felhasználják ezeket, és még nagyobb mértékben történik ez a jövőben. A szatellita térképezési technika bizonyos mértékben visszahat azokra a földtudományi térképezési szakágazatokra, amelyekre alkalmazták. Így pl. várható (EREMIN és mások, 1976), hogy az űrfényképezéssel készült geológiai térképek új típusú felvételezést alakítanak ki, amely a szerkezeti formációs alakulatokra van alapozva, és nem a tradicionális litológiai-sztratigráfiai szempontok szerint szerkesztődik.

A Landsatnak azonban vannak bizonyos korlátai:

1. A felbontóképesség többfajta jelleg feltárásához nem elegendő.
2. Nem alkalmazható topografikus (háromdimenziós) térképezésre, tekintettel a felvételek ortogonalitására.
3. Egész sor földtudományi mérést nem lehet távérzékeléssel (űrhajóból végzett méréssel) helyettesíteni.

A Nemzetközi Kartográfiai Asszociáció Moszkvában, 1976-ban tartott konferenciája 6 tárgykörének egyikét a távérzékelési tematikus térképek szerkesztésénél való alkalmazásának szentelte (kivonatok, 3. kötet).

Automatizálás

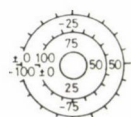
Több földtudományi szakterületen a térképészeti jelek és ábrázolási eljárások e tudományágak több évtizedes konvencióihoz vannak kötve. Mindenekelőtt áll ez a geológiára. Más tudományágakban a térképezés még fejlődési állapotban van úgy, hogy ezekben az automatizált jelek és különleges ábrázolási eljárások bevezetése könnyebb. Felsorolunk néhány példát:

A ciklogram-technika (ANDERSEN, 1973) új térképezési módszer, melyet fúrólukakból származó geológiai és hidrológiai adatok ábrázolására dolgoztak

ki, jó példaként mutatja be a földtudományok kartográfiajának új lehetőségeit. Röviden összefoglalva: a fúrólukból származó információkat — ezen dán rendszer szerint — koncentrikus körgyűrűk rendszerébe vezetik be: minden egyes körgyűrű egy százméternyi mélységintervallumot reprezentál, a legbelsőbb gyűrű a legfelső száz métert és így tovább. Ezt a rendszert JESSEN (1976) alkalmazta először hidrográfiai térképezésre, a viborgi területen. A ciklogram-szerkesztés elvét a 2. ábrán láthatjuk. Ily módon 12 adatféleséget igyekeztek ábrázolni; a ciklogramok vizuális kiértékelése könnyű, minthogy az irányérzék az emberi érzékelés egyik legélesebbike.

RHIND és társai (1972) automatikus kartográfiai jeleket dolgoztak ki geokémiai adatok térképezésére. Ezek közül fontos a szélrózsa-módszer, amelynek segítségével 3–6 geokémiai adatot lehet ábrázolni igen könnyen, minden egyes pont számára, éspedig jól megkülönböztethető módon (3. ábra).

BOUILLE (1976) egy kiváló jelkulcsi rendszert adott a természeti kincsek kartográfiaja számára, amely jól automatizálható és sztenderdizálható.



a számok mélységet adnak meg méterekben, a belső körben a tengerszint felett és a soronkövetkező külső körökben tengerszint alatt

• a fúrás helye



a fúrás számadatai



a fúrás éve (1967)



a csövezett intervallum (számozással)



a béléscső alja



a talajvíz szintje



kontaktus



geológiai jel (DG-talajvízszint)

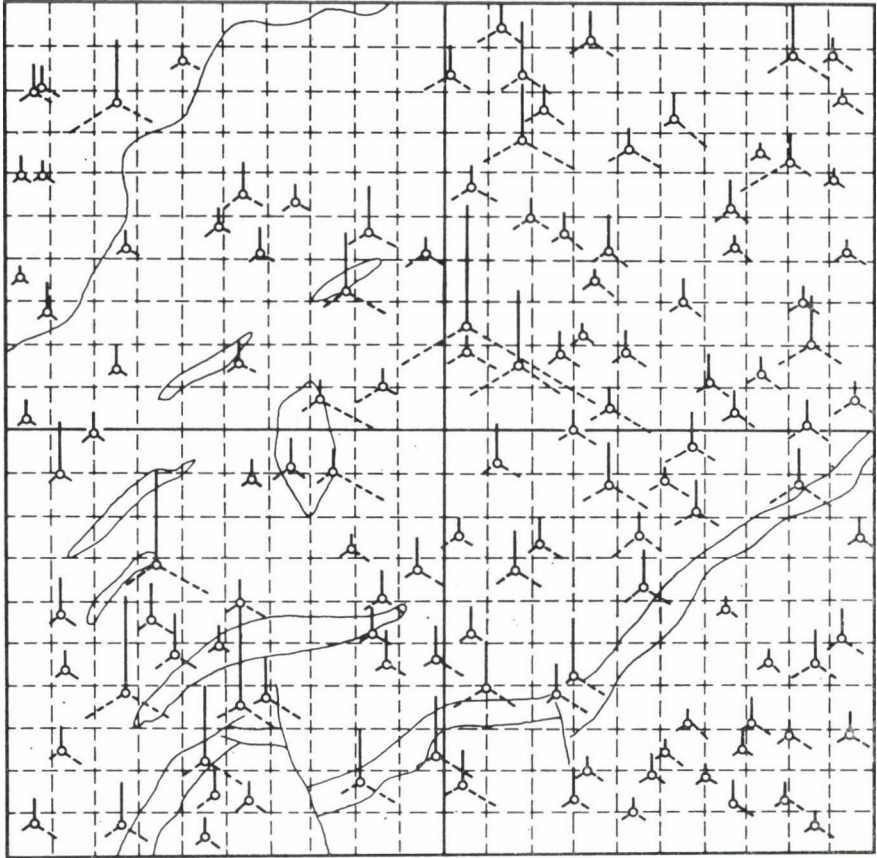
37/5,8

hozam m³-ben



geológiai leírás van

2. ábra. A ciklogramok szerkesztési elvei, JESSEN (1976) után



3. ábra. Automatizált hidrogeológiai térkép, mely minden egyes pontra három kémiai komponst mutat be. RHIND és mások (1972)

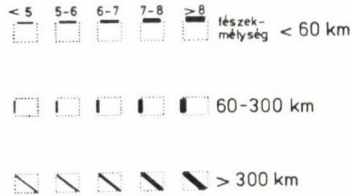
Másrésről vannak földtudományi jelenségek, melyek gyorsan változók és naprakész kiértékelésük hasznos. Ez a körülmény különösen hasznossá teszi a számítógépes térképszerkesztést. Jó példát nyújtanak erre a földrengések. A számítógépre alapozott Szeizmikus Aktivitási Atlasz (1909–1968) új utat mutat be ebben az irányban (BICKMORE és mások 1976). Ez a munka a Kísérleti Kartográfiai Egység (ECU – Experimental Cartography Unit) és a Globális Szeizmológiai Egység (Global Seismology Unit) terméke (mindkettő a Brit Természeti Kutató Tanács keretében működik). Az alapul szolgáló szeizmikus adatok digitális alakban rendelkezésre állottak és a kontinensek–szigetek körvonalait tartalmazó térkép is mágnesszalagon rögzítve volt az ECU programjaiban.

Az atlasz négy alaptérképet tartalmaz, transzverzális Mercator vetületben. A keretet adó meridiánokat két, egymástól 90°-nyi távolságban levő dél-

kör alkotta, vagyis négy lap az egész földfelszín magában foglalja. A térképekre $2^\circ \times 2^\circ$ -os hálózatot nyomtattak és a szeizmológiai adatokat erre a hálózatra vonatkoztatták.

A térkép szeizmológiai tartalmát mintegy 300 000 földrengés szeizmogramjából állították össze, ebből az évszázadból (epicentrumok, fókuszmélység)

Halmazott deformáció-kiváltódás 1949-1958 között öt kategóriában, az alábbi magnitúdó-osztályokban



4. ábra. Jelkulcs az ECU számítógépre alapozott Szeizmikus Aktivitási Atlaszához. BICKMORE és mások (1976)

ségek, magnitúdók). Az 1909–1968 közötti időközt öt intervallumra osztották: 1909–18, 19–48, 49–58, 59–63 és 64–68. Minden egyes időintervallumra elkészült (5 kategóriában) az adott intervallumban minden $2^\circ \times 2^\circ$ -os hálózatszemben a kiváltódott halmazott szeizmikus deformáció térképe, automatikus szerkesztés útján.

A kiváltódott deformációt rövid vonalka ábrázolja, melynek vastagsága arányos az adott intervallumban kiváltódott deformációval (az adott $2^\circ \times 2^\circ$ kockában). Megkülönböztették a sekély (60 km-es vagy kisebb mélységű), közepes (60–300 km-es) mélységű és a mély fészkek (300 km-nél mélyebb) rengéseket azáltal, hogy a vonalkákat kelet–nyugati, észak–déli, illetve északnyugat–délkeleti irányban húzták.

BICKMORE és mások (1976) műve kiváló adalék az automatikus kartográfiahoz. Nyilvánvaló, hogy az új technika, a számítógépes rajzolás nem elégedhet meg azzal, hogy a tradicionális kézi rajzolást másolja, hanem bizonyos megváltoztatja a térképek stílusát és tartalmát is. Az ECU-térképen nem könnyű észrevenni, hogy a párhuzamosok mentén húzódó vonalak a sekélyfészkek, a diagonális vonalak a mélyfészkek és a délkörök mentén elhelyezettek a közepes mélységű rengésekre vonatkoznak. Ugyanakkor a párhuzamosok és a meridiánok iránya erősen változik egy térképen belül, és ez az érzékelést megnehezíti. Egészében véve azonban az ECU-térkép, melyről fentebb beszéltünk, minden bizonnyal kijelöli a jövő útját számos földtudományi térképezési feladat megoldásánál.

IRODALOM

1. ANDERSEN, L. J.: Cyclogram Technique for Geological Mapping of Borehole Data. D.G.U., III Ser. 41, 1973.
2. Application of Remote Sensing Data in Compiling Thematic Maps. 8th Int. Cart. Conf., Abstracts, Moscow, 3, 1976.
3. ARNBERGER, E.—I. KRETSCHMER: Wesen und Aufgaben der Kartographie. Topographische Karten. F. Deuticke, Wien, 1975.
4. BICKMORE D. P.—S. CRAMPLIN—R. H. W. LINTON et al.: A Computer-based Atlas of Seismic Activity, 1909—1968. A publication for the ICA Gen. Assembly, Moscow, 1976.
5. BOUILLÉ, F.: Automatization and Standardization of Symbology in Natural Resources. Cartography. Preprint, Inst. de Programmation, Univ. Curie, Paris, 16, 1976.
6. Carte hydrogéologique internationale de l'Europe.: 1 : 1 500 000. Notice explicative, Feuille C5 Berne. Bundesanstalt für Bodenforschung, Hannover — UNESCO, Paris, 96, 1974.
7. Catalogue de l'exposition cartographique internationale, Moscow, 1976.
8. COLVOCORESSES, A. P.: Status Report on Landsat as a Source of Cartographic Data. A publication of the ICA Gen. Assembly, Moscow, US Geol. Surv., 1976.
9. Deutsche Gesellschaft für Kartographie: Report on the Cartographic Activities of the Federal Republic of Germany in the period 1972—76. Frankfurt a.M. 11, 1976.
10. DOBIJA, A.—I. DYNOWSKA—A. TLALKA—I. TRAFASK: Hydrological Map of the World on the Example of Poland, Scale 1 : 2.5M. 8th Int. Cart. Conf. Abstracts, Moscow, 4, 1976.
11. DUROV, A. G.—V. G. CHURKIN: The Role of the Atlases in the Progress of Thematic Cartography in Russia and in the USSR. Leningrad, 34, 1976.
12. EREMIN, V. K.,—V. N. BRYUKHANOV—R. I. SOKOLOV: Geological Mapping in the USSR at Present and its Trends of Development. 8th Int. Cart. Conf. Abstracts, Moscow, 2, 1976.
13. FALEEV, V. I.: The World Ocean Atlas, a New Cartographic Work Concerned with the Nature of the World Ocean. 8th Int. Cart. Conf. Abstracts, Moscow, 2, 1976.
14. FRIDLAND, V. M.—N. A. NOGINA—E. N. RUDNEVA—I. M. KOMISSAROVA: Soil Cartography in the USSR. 8th Int. Cart. Conf. Abstracts, Moscow, 2, 1976.
15. GALINA, M. B.—A. P. KOPYLOV—E. P. NOVOZHENINA: Atlas of the World Water Balance. 8th Int. Cart. Conf. Abstracts, Moscow, 4, 1976.
16. VON GAERTNER, H. R.—H. H. VOSS—H. W. WALTHER—H. S. WEBER: Erläuterung zur Internationalen Geologischen Karte von Europa und der Mittelmeerländer 1:5 000 000. Bundesanstalt f. Bodenforschung Hannover/UNESCO Paris, 1972.
17. GERASIMOV, I. P.—N. F. LEONTIEV—YU. M. PUSHCHAROVSKY: Contribution of the Soviet Scientists to the Development of International Thematic Cartography. 8th Int. Cart. Conf. Abstracts, Moscow, 4, 1976.
18. HAACK, E.: The Use of the World Map 1 : 2.5 M in Making Series of Thematic World Maps. 8th Int. Cart. Conf. Abstracts, Moscow, 4, 1976.
19. HAGEDORN, J.: Über die Konzeption neuer geomorphologischer Karten kleinen Maßstab. Die wissenschaftliche Redaktion, Mannheim, 4, 65, 1967.
20. d'HOLLANDER, R.: Le nouvel atlas des formes du relief de l'Institut Geographique National. 8th Int. Cart. Conf. Abstracts, Moscow, 2, 1976.
21. International Hydrogeological Map of Europe.: An Explanatory Note to Sheet C5, Bern. Bundesanstalt für Bodenforschung, Hannover—UNESCO, Paris, 139, 1974.
22. JESSEN, N. V.: Hydrogeological Mapping by Use of Cyclogramm Technique. 8th Int. Cart. Conf. Abstracts, Moscow, 2, 1976.
23. KARNIK, V.: Seismicity of the European Area. Reidel, Dordrecht, 1970.
24. KEIJI, N.—N. ARAO—S. SHO—H. SHOSUKE: The Environment and Thematic Maps Published by the Geographical Survey Institute of Japan. 8th Int. Cart. Conf. Abstracts, Moscow, 2, 1976.
25. MESTRALLET, CH.: Revision des cartes a petite échelle à l'aide d'enregistrements par satellites. 8th Int. Cart. Conf. Abstracts, Moscow, 3, 1976.
26. MONAHAN, D.: The General Bathymetric Chart of the Oceans; 70 Years of International Cooperation in Small Scale Thematic Mapping. 8th Int. Cart. Conf. Abstracts, Moscow, 4, 1976.
27. NISCHAN, H.: Taskes Connected with the Actualization of the World Map 1 : 2.5 M. 8th Int. Cart. Conf. Abstracts, Moscow, 4, 1976.
28. RADÓ, S.: (Ed.) Instrukeija po sostavleniu ukazatela nazvanii Karti Mira masstaba 1 : 2 500 000. Budapest, 49, 1976.
29. RADÓ, S.—Á. PAPP-VÁRY: International World Map 1 : 2.5 M. 8th Int. Cart. Conf. Abstracts, Moscow, 1, 1976.

30. RHIND, D. W.—M. A. SHAW—E. F. HORVÁTH: Experimental Geochemical Maps — a Case Study in Cartographic Techniques for Scientific Research. 7th Int. Cart. Conf. Toronto, 1972.
31. SIMPSON, L. W.: Mapping of Nature and Natural Resources for Environmental Protection. 8th Int. Cart. Conf. Abstracts, Moscow, 2, 1976.
32. SOMMER, P. (Ed. in Chief.): Bibliographie Cartographique Internationale. Service de Documentation et de Cartographie Géographique (CNRS), Paris.
33. THROWER, N. J. W.: Mapping Activities of the International Biological Project. A preprint for the ICA 5th Gen. Ass., Moscow, 1976.
34. UDINTSEV, G. B.—D. I. ZHIV: The Geological-Geophysical Atlas of the Indian Ocean. 8th Int. Cart. Conf. Abstract, Moscow, 4, 1976.
35. Verzeichnis verkäuflicher Veröffentlichungen. 5. Auflage, Hannover, 1974.
36. ZOLOVSKIY, A. P.—E. E. MARKOVA—L. G. RUDENKO: Development of Maps for Studying Conservancy in the Ukrainian SSR. Kiev, Naukova Dumka Publ., 42, 1976.

THE GEOSCIENTIFIC MAPPING OF THE WORLD

By

L. STEGENA

Abstract

After World War II, time has come for the mankind to tackle the problem of an organized, international thematic mapping of the world. UNO and its various organisations, as well as the member associations of the International Council of Scientific Unions play a decisive role in international mapping activity of geosciences. As a result of this international activity, geoscientific mapping developed tremendously in the last decades, a lot of excellent mapworks and atlases are helping in detecting natural resources.

The international mapping activity in the field of oceanography, hydrology, geology, volcanology, seismology, geodesy, gravimetry, magnetism, geothermics, geomorphology, biogeography, soil science, meteorology, nature protection is discussed below, with some cartographic problems of this geoscientific mapping.

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ МИРА С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ НАУК О ЗЕМЛЕ

Л. ШТЕГЕНА

Резюме

После второй мировой войны наступило время научного картографирования мира в международно организованном порядке. ООН и её различные организации, а также общества-члены Международного Совета научных союзов (International Council of Scientific Unions) сыграли определяющую роль в международной деятельности по картографированию в области наук о Земле. В результате этой международной деятельности произошло скачкообразное развитие картографирования по наукам о Земле в течении последних десятилетий, причем создана была масса отличных картосерий и атласов, посвященных цели помочь в поисках природных богатств.

В работе рассматривается международная картировочная деятельность, проведенная в областях океанографии, гидрологии, вулканологии, сейсмологии, геодезии, гравиметрии, геомагнетизма, геотермии, геоморфологии, биогеографии, педологии, метеорологии и охраны природы. При этом затрагиваются некоторые вопросы карт, посвященных наукам о Земле.

KONGRESSZUSI BESZÁMOLÓK

A KAPG BIZOTTSÁG XIII. ÁLTALÁNOS ÜLÉSSZAKA SOPRONBAN

1978. április 11–23.

A KAPG, a szocialista országok tudományos akadémiáinak együttműködési szervezete a planetáris geofizika terén már 12 éves múltra tekint vissza. Ez év áprilisában, 1970 után immár másodízben, hazánkban tartotta általános ülészakát az MTA Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézet rendezésében. Időközben a szervezet megtalálta azokat a formákat, kereteket, amelyekben az együttműködés tartalmassá, ésszerűvé vált és egyben ki is terebélyesedett. Ezt tükrözte a kb. 170 fős soproni részvétel is 8 szocialista és több nyugati országból, amely kétszerese volt az 1970. évinek. A KAPG tudományos eredményeit, az ezeket összefoglaló munkákat általánosan értékelik a nyugati világban is. Éppen egy hazánkban szerkesztett monográfiáról (Geoelectric and Geothermal Studies, Akadémiai Kiadó, 1976) írta egy neves amerikai professzor, GEORGE V. KELLER (Golden, Colorado) az Earth Science Reviews-ban, hogy „a könyvet bármilyen áron érdemes megszerezni”. (Megjegyezzük viszont azt is, hogy éppen KELLER és szerzőtársa könyvét egyik egyetemünk a geofizikai tankönyvkiadásnál forrásmunkaként használta.)

A soproni ülészakon az eddigiekhez viszonyítva formabontás történt. A szokásos és hierarchikus sorrendben felépülő programba: a munkacsoportok, az albizottságok, a büro és a bizottság ülései közé ékelődött két-kétnapos nemzetközi konferencia, amely a nem-KAPG-országok képviselői előtt is megnyitotta kapuit, lehetőséget biztosítva a KAPG együttműködés eredményeinek bemutatására a nyugati szakemberek felé és a kölcsönös információcserére is. A konferenciák a szilárd Föld és a légkör (beleértve a magas légkört is!) korszerű problematikáját tárgyalták. Címük is kifejezi ezt:

1. A Kárpát–Balkán-rendszer és környezetének geodinamikája.
2. Energiaszállítás és energiaátalakulás a légkörben.

A soproni ülészak időrendi programja a következő volt:

Április 11.: a vendégek érkezése és regisztrálása.

Április 12. és 13. délután: az 1.1, 1.3, 1.4, 1.9, 1.10, 2.1, 2.2, 2.3, 4.1, 7.1 és 7.2. számú munkacsoport tudományos és tudományszervező ülése a MTA GGKI, illetve a soproni MTESZ helységekben.

Április 13-án délelőtt plenáris ülés a Liszt Ferenc Művelődési Házban, ahol TÁRCZY-HORNOCH ANTAL akadémikus megnyitója és SOMOGYI JÓZSEF igaz-

gató üdvözlése után a KAPG szervezet elnöke, JU. D. BOULANGER, a SZUTA lev. tagja értékelte az 1977. évi munkát, majd a 7. albizottság elnöke, PÉCZELY GYÖRGY ünnepi előadást tartott az általános légcirkulációról. Délután a Búró tárgyalta, este pedig a Lővér-szállóban a KAPG Magyar Bizottsága adott fogadást a vendégek tiszteletére.

Április 14—15-én a fent említett nemzetközi konferenciák voltak. Április 16-án az 1. (A Föld dinamikája és belső felépítése), 2. (Nap—Föld-fizika), 4. (Földrengéskutatás és szeizmikus rajonírozás) és 7. (A légkör fizikájának és meteorológiájának a problémái) albizottság tervtárgyalására került sor.

Április 17—20-án a Bizottság és a szerkesztő bizottság ülésezett. Többek között megvitatta az albizottságok múlt évi tevékenységét, különféle szervezési kérdéseket a személycseréktől a nemzetközi konferenciák rendezéséig, az UGGI canberrai ülészakán való részvételünket, a kétéves terveket, a tudományterület prognosztizálását, az 1978. évi rendezvénytervet, a szakembercsere javaslatokat stb., tehát egy nagy szervezet kiterjedt, sokrétű problematikáját.

A jegyzőkönyv aláírására április 20-án került sor.

Utána április 23-ig a német és orosz nyelvű titkárság megszerkesztette a kb. 150—150 oldalas, 1979. évi szervezési füzeteket.

A soproni rendezvényt a KAPG Bizottság elnöke „kiemelkedőnek” minősítette.

ÁDÁM ANTAL

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK DOKTORA
A KAPG MAGYAR BIZOTTSÁG TITKÁRA

A GEOTERMIKUS ENERGIA FELTÁRÁSA ÉS HASZNOSÍTÁSA

Az Olasz Tudomány Napjai keretében megtartott osztályrendezvény

Az olasz CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche) és a Magyar Tudományos Akadémia közötti tudományos együttműködés keretében 1978. április 21–28 között zajlottak le Budapesten az Olasz Tudomány Napjai. Az MTA kongresszusi termében tartott ünnepélyes megnyitó után, amelyen magyar részről KÖPECZI BÉLA akadémikus, az MTA főtitkárhelyettese, olasz részről CARLO GILIBERTO, a CNR elnökhelyettese méltatták az olasz–magyar tudományos kapcsolatokat, ezek eddigi eredményeit, 11 szekcióban folytak a tudományos eszmecsereik. E szekciók egyike a geotermikus energiára irányuló kutatások témakörét fogta át; azt MARTOS FERENC akadémikus, az MTA Föld- és Bányászati Tudományok Osztályának elnöke vezette. A geotermikus szekcióban résztvevő olasz küldöttség vezetője L. TAFFI, a CNR pisai Nemzetközi Geotermikus Intézetének igazgatója volt. Tagjai: M. GUGLIELMINETTI és C. SOMMARUGA az AGIP S. p. A. (ENI csoport) szakértői, R. CELATI a CNR szakértője és R. CORSI az ENEL szakértője.

Olasz vendégeink a következő előadásokat tartották (angol nyelven):

F. IPPOLITO és L. TAFFI: Geotermikus energia Olaszországban: A kutatás és termelés jelenlegi helyzete és a jövő kutatásai. (Geothermal energy in Italy: Present state of research and production and future prospects.)

A toscanai Larderello mező jelenlegi kapacitása 420.6 MW, és 1977-ben $2,5 \cdot 10^{12}$ kWh teljesítménnyel az olasz energiatermelés 1,7%-át adta. A geotermikusan reményteljes területek az Appenninek nyugati oldalán Toscanában, Latiumban és Campagnában, valamint Szicíliában és Szardíniában vannak. Az ipari munkálatokat az ENEL (Nemzeti Elektromos Energia Ügynökség) és az ENI (Nemzeti Kőolaj Ügynökség), a kutatásokat a CNR és az egyetemek végzik. Úgy vélik, hogy a geotermikus áramtermelés kb. egy nagyságrenddel meg fog növekedni. A nem elektromos hasznosítás tervei is igen jelentősek. A mesterséges rezervoárok jövőbeni olaszországi jelentőségét még nem tudják felmérni.

M. GUGLIELMINETTI és C. SOMMARUGA: Geotermikus területek és a geotermikus források nem elektromos hasznosítása Olaszországban. (Geothermal areas and non-electric uses of geothermal resources in Italy.)

Az Appenninek láncá különíti el az attól keletre fekvő külső előmélységet (Po-medence, Adria-medence, Brandano és Caltanissetta süllyedékek) és a nyu-

gatra fekvő belső marginális neogén medence-övet (Tirreni-öv). A külső öv kompressziós jellegű, átlagos vagy alacsony geotermikus gradiensekkel. Az itt levő, klasztikus vagy karbonátos kőzetek édes és sós vizet tartó rétegeinek készleteit mezőgazdasági és fűtési célokra lehetne használni, elsősorban a szerkezeti-leg emelt rezervoárokból. A Tirrén-övet sásbérce-árkos (horsztos-grabenes) tenziós tektonika, vulkanizmus és nagy geotermikus gradiens jellemzi; e terület elektromos energiatermelésre alkalmas.

Jelenleg a hévizeknek Itáliában széles körű egészségügyi és csak sporadikus más irányú (melegházi, fűtési) hasznosítása folyik. Azonban a különböző regionális szervek mindinkább érdeklődnek a hévizek ilyen jellegű hasznosítása iránt. Ilyen munkálatokkal az ENI-csoport (AGIP, SNAM stb.) társaságai foglalkoznak.

R. CELATI, P. SQUARCI és L. TAFFI: A toscanai geotermikus mező földtani, vízföldtani és fizikai jellegei. (Geological, hydrogeological and physical characteristics of the Tuscan Geothermal Fields.)

Toscanában az alaphegység paleozóos, amely a herzini orogénizmus folyamán deformálódott és metamorfizálódott. Erre az alpi orogén során komplex sorozatú rétegek települtek. A messinai időszakban tenziós tektonikai fázis kezdődött, süllyedő medencékkel és kéregmagmatizmussal, ami a pliocénben és a negyedkorban is tovább folytatódott. A pliocén végén a terület elkezdett emelkedni; a maximális emelkedés Larderello és Mt. Amiata területén van.

A toscanai geotermikus mezők hidrogeológiai felépítése: egy felső permeábilis komplexum (Mt. Amiata vulkanitok), egy takaró komplexum (neoautochton és ligur formációk), a rezervoárok (toscanid formációk) és az alsó komplexum (a regionális alaphegység). Larderello, Travale és Mt. Amiata nyitott geotermális rendszerek, a termelt gőz zömmel meteoritikus víz eredetű, amely víz a mezők peremlein szivárog le.

Mindegyik toscanai geotermikus mező uralkodóan gőz típusú. Az után-töltődő vízből származó termelés nem lényegtelen. Bagnore és Poggio Nibbio mezőkön, az uralkodóan gőzt tartó zóna alatt egy folytonos folyékony fázisú zónát mutattak ki. Más mezőkön (pl. Larderello) most kutatják a mélyebb zónák viszonyait és az esetleges mélytermelés lehetőségeit. Tanulmányok és kísérletek folynak Larderellóban, hogy hogyan lehet egy természetes permeabilitású geotermális rendszerből hőt kivonni.

A. BARELLI, G. MANETTI, R. CORSI, R. CELATI: Rezervoármérnöki tanulmány az uralkodóan vizes Alfina mezőről. (Reservoir engineering study in Alfina water-dominated field.)

Az Alfina geotermikus mező egy meglehetősen zárt víztartóból áll, amelyen egy CO₂ gázsapka van. A tetőponton fűrt fúrások gázt, a peremiek forró vizet termelnek vagy meddők. A termelési kísérletek alatt a gáz-víz érintkezési felszín emelkedett; egy gázadó kút pl. vízzadóvá változott. Az oldott gáz-liftes víztermelés lehetséges, de a CaCO₃ kiválás nehézségeket okoz.

Az olasz előadások után KOVÁCS GYÖRGY, az Országos Vízügyi Hivatal főosztályvezetője adott összefoglalást a magyarországi geotermikus energia kutatás-felhasználás helyzetéről, különös tekintettel néhány vízgazdálkodási környezetvédelmi kérdésre.

Az élénk vitában az előadókon kívül M. GUGLIELMINETTI (AGIP S. p. A., Geotermikus Források Kutatása, San Donato Milanese) és számos magyar szakember vett részt. A vita, a kutatások és a hasznosítások pénzügyi-szervezeti kérdéseitől kezdve a szakmai részletkérdésekig sok mindenre kiterjedt.

Egy közös munkaebéd után, a geotermika olasz és magyar kutatói PÉCSI MÁRTON akadémikus, osztályelnökhelyettes vezetésével kerekasztal megbeszélés keretei között széles körű diszkussziót tartottak. A vita alapjául az elhangzott előadások, az olasz vendégek által szétosztott 428 oldalas tanulmánykötet (Geothermal resource assessment and reservoir engineering, ENEL-ERDA, 1977) és bemutatott magyar anyagok és térképek szolgáltak.

A tárgykörök az alábbiak voltak:

- A geotermikus rezervoárok kialakulása
- A geotermikus mezők földtana és geofizikája
- A geotermikus mezők kutatási módszerei
- Az alacsony-enthalpiájú rezervoárok hasznosítása
- A rezervoárok és termelésük modellezése
- A környezeti ártalmak kérdései.

A vita végén együttműködésre vonatkozó ajánlásokat fogalmaztak meg.

Az elméleti előadásokat és diszkussziót két tanulmányút tette teljessé. Az olasz szakemberek a Központi Földtani Hivatal szervezésében, KORIM KÁLMÁN és BALOGH JENŐ szakmai vezetésével tanulmányozták Szegeden az Odesza-lakótelep és a kórház geotermikus fűtési rendszerét és Szentesen az Árpád Mezőgazdasági Termelőszövetkezet geotermikus melegházait. Egy másik alkalommal KASZAP ANDRÁS szakvezetésével a Gellért-fürdő és a Gellérthegy alatti termálvizet gyűjtő tárolót nézték meg.

Az Olasz Tudományos Napok záróülésén, 1978. április 27-én, az MTA kongresszusi termében, a többi szekció beszámolójával és terveivel együtt a geotermikus szekció munkájáról készített értékelő jelentést PÉCSI MÁRTON akadémikus, osztályelnökhelyettes terjesztette elő. Megfogalmazták az olasz—magyar geotermikus együttműködés jövőbeni, kölcsönös érdeklődésre számot tartó kérdéseit is. Ezek:

- a geotermikus célú földtani és geofizikai kutatás módszertana,
- rezervoármechanikai kutatások (vízföldtani modellezés),
- a geotermikus energiatermelés optimalizálása,
- az alacsony enthalpiájú termálvizek hasznosításának gazdasági és hatékonysági problémái,
- a használt vizek elhelyezésének kérdései, beleértve a kapcsolódó környezetvédelmi problémákat is.

A találkozó elmélyítette az olasz és magyar geotermikával foglalkozó kutatók szakmai együttműködését. Ezek alapján várható, hogy a geotermikus kutatások terén kialakuló együttműködés a jövőben is haszonnal fogja szolgálni országaink fejlődését.

STEGENA LAJOS

A FÖLDTUDOMÁNYOK DOKTORA

VIZSGÁLATOK A KÁRPÁT-PANNON LEMEZTEKTONIKA KÖRÉBŐL

Az MTA Geofizikai Tudományos Bizottsága és a Magyar Geofizikusok Egyesülete fenti címmel és tárgykörben 1978. február 17-én előadást rendezett a Magyar Tudományos Akadémián. A nagy érdeklődés (150–200 fő) mellett lezajlott előadóülést BARTA GYÖRGY lev. tag nyitotta meg és vezette le. Az elhangzott előadások és azok kivonata:

NGUYEN TUONG TRI: *A köztes tömegekről*

Suess, Kober, Haug, Böckh, Arkhangen-Satszki és mások klasszikus vizsgálatai után, az ötvenes évektől Slavin, Muratov, Khain, Jansin és mások a kéregszerkezetet is bevonták a köztes tömegek vizsgálatába. Szerző a lemeztektonika elveinek figyelembe vételét kísérli meg.

A köztes tömeg a geoszinklinális terület egyik fontos szerkezeti eleme. Szerkezete hasonlít a táblához: a köztes tömegnek is két fő szerkezeti emelete van, az alaphegység és az üledéktakaró. A lényeges különbség: a köztes tömegek általában többé-kevésbé erős tektonikai aktivációkat szenvedtek.

Az alaphegység gyűrődési kora és deformációja alapján a köztes tömegek három csoportra oszthatók: az idős tábla köztes tömege, a fiatal tábla köztes tömege, valamint az ívközi medence. Az idős tábla köztes tömegének alaphegysége rifei előtti komplexumokból áll (Afrikában a Dodom, Kaban, Lukosi Maiumbe, Angola masszívumok, Brazíliában a Dominas masszívum, Szibériában a Bajkáli, Muiszki masszívumok, DK Ázsiában az Indokínai masszívum). A fiatal tábla köztes tömegének alaphegysége bajkáli, paleozóos komplexumokból és esetleg idős táblás gyűrődési komplexumokból áll (Az alpi gyűrődés területén a Rodope, Kirsehir masszívumok, a hercyni gyűrődés területén a Kazahsztan-Tienshan masszívumok).

A köztes tömeg üledéktakaróit két fő részre oszthatjuk, amelyek a szomszédos geoszinklinális két fő evolúciós szakaszának: az óceáni tágulás (kontinentális divergencia) és az óceáni beszűkülés (kontinentális konvergencia) szakaszának felelnek meg. Az első szakasz a litoszféra-lemez szétszakadásának-feldarabolásának, és a köztes tömeg ily módon bekövetkező kialakulásának szakasza. Ekkor a köztes tömeg nyújtási deformációkat szenved (nyújtott

törés, sülyledés, kis grabenek, bázisos és túlbázisos magmák). Az óceáni beszűkülés szakaszában a köztés tömeg is kompresszióssá válik. A legerősebb deformációk a szinorogén és főleg a posztorogén fázisban jelentkeznek. Ez a deformáció gyakran főleg sülyledésben nyilvánul meg, így jön létre az ívközi medence.

VÖRÖS ATTILA: *A magyarországi jura ősföldrajzi helyzete faunavizsgálatok alapján*

A magyarországi jura kőzettani kifejlődés alapján elkülöníthető két nagy területegysége — a „középhegységi” és a „dél-magyarországi” — faunisztikailag is éles különbséget mutat. Ez a faunisztikai különbség beilleszthető egy tágabb, tethysi paleobiogeográfiai képbe. A különböző tengeri állatcsoportok ősföldrajzi elterjedésével foglalkozó szintezéseket összevetve a saját brachiopoda vizsgálatokkal a korábbiaktól némileg eltérő, alábbi elképzelés alakítható ki:

Az alsó jura idején a „dél-magyarországi” területegység a Tethys északi (laurasiai) kontinentális pereméhez tartozott. A „középhegységi” terület viszont a Tethys-óceán központi zónájában elhelyezkedő mikrokontinens része volt.

MÁRTONNÉ, SZALAY EMŐ és MÁRTON PÉTER: *A Dunántúli Középhegység és a Villányi-hegység mezozóos paleopólusainak eltéréséről*

A Dunántúli Középhegységből hat, nagy távolságot (Északi Bakony — Tata, Kálváriadomb — Gerecse) és időtartamot (Északi Bakony — teljes jura sorozat) felölelő mintacsoport paleomágneses feldolgozása a helyi mágneses tér komponenseire dőléskorrekció után $D = 309,9^\circ$, $I = 57,3^\circ$ (statisztikus paraméterek: $k = 69,0$ $\alpha = 8,1^\circ$) adott.

A Villányi-hegység három, különböző szerkezeti egységekből származó (Csukmai, Tenkesi, Harsányi-pikkely) felső jura és egy, a Beremendi-pikkelyből származó alsó kréta képződményének mágnesezettsége, ugyancsak dőléskorrekció után, $D = 17,9^\circ$, $I = 59,5^\circ$ ($k = 99,1$ $\alpha = 9,3^\circ$).

A Dunántúli Középhegységre és a Villányi-hegységre az inklinációból számolt paleoszélesség a meghatározás hibáján belül azonos (kb. 40°), deklínációkülönbségük viszont igen nagy.

A Dunántúli Középhegységre a D és I -ből számolt mágneses pólus az afrikai, a Villányi-hegységé a stabil európai jura pólushoz hasonló.

A fentiekből az következtethető, hogy a két hegység relatív helyzete a jurában és az alsó krétában a maiktól különbözött. Előbbi a vizsgált képződmények keletkezése idején az afrikai, utóbbi az eurázsiai lemezhez tartozhatott, és e nagy lemezhez viszonyított helyzetük a paleomágneses módszer felbontóképességén belül ma is lényegében változatlan.

ONUOHA K. MOSTO: *Néhány tektonikai érdekességű geokémiai és geofizikai adat a Darnó-vonal menti ofiolitokról*

A lemeztektonika szerint az ofiolitos kőzetösszletek (radiolarit + pillow lávák + dolerit dyke összlet + gabbró-diabáz + ultrabázitok) a lemezek múltbeli mozgásának rekonstrukciójában nyújthatnak információt, nevezetesen a távolodó és összeütköző lemezszegélyek helyzetéről, a lemezeken belüli „hot-spot”-okról, és azokról a szutura zónákról, ahol az összeütköző kontinentális blokkok között az egykori óceáni aljzat konzumálódott.

A darnói nagyszerkezeti zóna menti mezozóos bázisos-ultrabázisos magmatitok geokémiai vizsgálata, nevezetesen a magmás komplexek kemizmusa, valamint a Ti, Zr, Sr, Y, Nb és Cr nyomelem tartalma, az Y/Nb arány, a Ti—Cr összefüggés meglehetősen egyértelműen arra utal, hogy az eredeti magma óceáni toleitos jellegű volt. A darnói komplexek differenciálódási és frakcionációs menete jól egyezik a jelenlegi óceánfenéki bazaltok ismert menetével.

A darnói bázisos-ultrabázisos komplexek tehát feltehetően hasonló genetikájúak, mint az Alp-mediterrán térség más helyein található ofiolitok. Vagyis a darnói komplexek nem köpenyig lehatoló mélytörés mentén nyomultak fel a felszínre, hanem a kapcsolt pelagikus üledékekkel (radiolarittal) együtt tektonikusan kerültek a jelenlegi helyükre, óceáni lemez szubdukciója során. A szubdukciós zónáknak a Darnó-vonallal való azonosítása azonban nem indokolt, mivel a nagyszerkezeti öv mindkét oldalán olyan területegységek (középhegységi, ill. Bükki mezozóos öv) találhatóak, melyek a mezozóikum és kainozóikum során azonos lemezhez tartoztak.

HORVÁTH FERENC: *A Kárpát-Pannon terület pre-neogén lemeztektonikai modellje*

Több szerző (GÉCZY, 1973; STEGENA, 1975; SZEPESHÁZY, 1975; CHANNEL és HORVÁTH, 1976; BODZAY, 1976; WEIN, 1976; VÖRÖS, 1977) jutott arra a következtetésre, hogy a Zágráb—Hernád-vonal a Pannon-medence aljzatát két — fejlődéstörténetileg alapvetően eltérő — egységre osztja. A DK-i egység a stabil Európa részét képezte, s ettől valószínűleg mint mikrolemez szakadt le a jura folyamán. Az ÉNy-i rész — a Nyugati Kárpátok belső öveivel együtt — az Alpok szerves folytatását képezi, és a mezozóikum elején a Tethys-tenger déli (afrikai) partszegélyén helyezkedett el, mint az Afrikával mindvégig kapcsolatban levő Adriatis túske része.

Az afrikai és európai lemez alsó jurában (kb. 180 millió éve) megindult mozgásai az óceáni aljzatú Tethys kialakulását, majd az óceáni területek több fázisában bekövetkező szubdukcióját eredményezték. Megadható egy egyszerű lemeztektonikai modell, amely többek között az Alp-Kárpátok nagy tektonikai egységeinek helyzetét, a fő orogén fázisok idejét, a terület kéreg és felsőköpeny-szerkezetét, az egykori óceáni aljzat kőzeteinek elterjedését jól magyarázza.

A Tethys-óceán liguri-piemonti ága a felső jura — alsó kréta időszak folyamán kelet felé is kiterjedt és a stabil Európa szegélyét választotta el a délebbre fekvő afrika—adriai kontinens szegélyétől és a térség mikrolemezeitől. A nyugati belső-kárpáti-pannon terület alá irányuló szubdukció első szakasza a középső-felső kréta során ment végbe. Ez hozta létre a Nyugati-Kárpátok belső öveinek északra vergáló takaróit és a szirtövi deformációk egy részét. A második (oligocén—középső miocén) szubdukciós fázisban a még meglévő óceáni aljzat is alátolódott és bekövetkezett az európai szegély (flis-öv) és az afrikai szegély kollíziója. Az egykori óceáni aljzat maradványait és a szubdukció szerkezeti következményeit a kárpáti szirtövben lehet megtalálni. A belső-kárpáti (gömöri és Darnó-vonal menti) ofiolitok eredetére két alternatívát (tektonikai ablak és /vagy különálló óceáni ág obdukált maradványai) vethetünk fel. E modell fényében a kárpát-pannon nagytektonika néhány alapkérdése (mennyiben takaró a Középhegység; a Pienin Szirtöv és a Penninikum kapcsolata) is új megvilágítást nyer.

BODRI BERTALAN: *Mélyáramlások a szubdukciós zóna mögött*

A szubdukciós zónák mentén alátolódó óceáni litoszféramezek az asztenoszférában anyagáramlásokat gerjesztenek. Ezek numerikus modellvizsgálatára a számításokban kétdimenziós litoszféra-asztenoszféra modellt és időfüggő fizikai paramétereket használtak. A vizsgálatok arra utalnak, hogy az asztenoszférában indukált anyagáramlások modellezése során elengedhetetlenül szükséges az anyag nem lineáris reológiai tulajdonságainak; a folyás és a plaszticitás jelenségeinek figyelembevétele.

A litoszféra—asztoszféra kölcsönhatás nem lineáris reológiával történő modellezésével leírhatók a szigetív-vulkanizmus jellegzetességei és az ív mögötti (marginális) medencék magas hőárama. E medencék köpeny-diapirizmusát és hőanomáliáját a szubdukció által generált másodlagos anyagáramlás okozza.

BODRI BERTALANNÉ: *A pannon felsőköpeny geotermikája*

A nemzetközi kéregkutató szelvények mentén, a kéregkutató szeizmika és a felszínközeli geotermika felhasználásával kétdimenziós számításokat végeztünk, a MOHO hőmérsékletek és hőáramok meghatározására.

A MOHO hőmérséklete a Pannon-medence alatt 900—1200 °C, és a MOHO-szintnél érvényes hőáram 0,7—1,4 HFU. Az Ukrán-pajzs, a Cseh masszívum és más környező területek alatt a MOHO hőmérséklete 150—400 °C, és a MOHO hőáram 0,1—0,4 HFU. A Pannon-medence hőanomáliája tehát annak felső köpenyében is pregnánsan ki van fejlődve. Ez a hőanomália nem hővezetéssel, hanem anyagáramlásos hőszállítás (konvekció) révén alakulhatott ki.

STEGENA LAJOS: *A Pannon-medence későkainozóos tektonofizikája*

Előző közleményekben a Pannon-medence későkainozóos evolúcióját az alábbiakban vázoltuk: a Külső-Kárpátokat kialakító, a Pannon-terület felé irányuló oligo-miocén szubdukciós folyamatok a Pannon-terület alatt részlegesen olvadt felsőköpenyt (termikus köpenydiapirt) generáltak. A felszálló diapir hozta létre az átlagosnál hígabb és forróbb felsőköpenyt, a miocén-pliocén vulkanizmust és az alsó kéreg kivékonyodását (szubkrusztális erózióját). Az elvékonyodás következtében a kéreg a pannon korszakban izosztatikusan le-süllyedt és megnyúlt (extenzió).

A fenti elképzeléssel kapcsolt újabb vizsgálatok:

1. Alp-kárpáti szubdukció. STILLE (1953) tételezett fel először É-Európa felől a Pannon-terület alá benyomuló szialikus tömegeket. ANDRUSOV (1968) Krakó magasságában 330 km, KHAIN a K-i Kárpátokban 150 km horizontális térrövidülést számolt. RUTTEN (1969) az Alpokra mintegy 600 km, BÖGEL és CLOSS (1976) legújabb palinszpasztikus rekonstrukciója München—Verona között minimálisan 350 km térrövidülést állapított meg. — Az É-i Kárpátok területén mélyfúrások alá tolt flis-neogén üledéket tártak fel. — NEY és BIRKENMAJER a Kárpátok szerkezetét szubdukciósan magyarázzák; a Szirtövet tekintve a szubdukció sebhely-zónájának. — RADULESCU, SANDULESCU, BLEAHU (1976) hasonló nézeteket a Keleti- és Déli-Kárpátokra közölnek. — A Vrancea-zóna szubdukciós modelljét általánosan elfogadják. — A Kárpátok mágneses és WIESE-vektor anomáliái szubdukciós modellel kézenfekvően magyarázhatók.

2. Köpeny-diapir. Újabb vizsgálatok (ANDREWS—SLEEP, TURCOTTE—SCHUBERT, TOKSÖZ, BODRI) szerint a köpenydiapir kialakulásához szükséges felforrósodást elsősorban a másodlagosan indukált mélyáramok okozzák, és nem a BENIOFF-zóna súrlódása vagy a mélybe kerülő volatilkok. — A pannon felsőköpeny kisebb sűrűségét és extra forróságát a gravitációs tömeghiány (ÁDÁM O., HORVÁTH F.), az MT jól vezető réteg emelt helyzete, az antipodális P-hullámok késése mellett újabban a köpeny-geotermikus modellszámítások is igazolják. Nagymértékben valószínűsíthető, hogy a Pannon-medence felsőköpenyében is meglévő geotermikus anomália nem hővezetés, hanem szállítás révén keletkezett. — Újabb vulkanológiai-geokémiai vizsgálatok szerint a terület mészkáli és bazaltos vulkanizmusának a köpenydiapir, a kéreganyaggal kontaminálódott köpenydiapir és a vele kapcsolt jelenségek a forrásai (LEXA és KONECNY, 1974; RINGWOOD, 1975; PECCERILLO és TAYLOR, 1976; EMBEY-ISZTIN, 1976).

3. Kéregkivékonyodás és süllyedés. A Pannon-medence alsó kérge az átlagosnál mintegy 8 km-rel vékonyabb. A szubkrusztális erózió folyamata kevésbé tisztázott; nevezetesen az, hogy a felemelkedett asztenoszféra milyen mértékben olvasztotta magába az alsó kérget (VAN BEMMELEN, 1977), vagy

távolította azt el oldalt-felfelé (STEGENA, 1964), vagy milyen mértékben került a felszínre a vulkanizmus révén (SZÉNÁS, 1966).

A Pannon-medence meglehetősen tipikus ívközi (retroarc, intermountain) medence. Tektogenesise azonos, ill. hasonló a Mediterraneum és a Ny. Pacifikum ívközi medencéihez.

A vitában SZEPESHÁZY KÁLMÁN, JANTSKY BÉLA, BALKAY BÁLINT, POSGAY KÁROLY és KOVÁCS SÁNDOR vett részt.

STEGENA LAJOS

A FÖLDTUDOMÁNYOK DOKTORA

KÖNYVISMERTETÉS

HEGYI ISTVÁNNÉ, PAKÓ JÚLIA—VITÁLIS GYÖRGY: **Cementipari nyersanyagaink és kutatásuk módszertana** (Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1977)

A könyv témakörében hiánypótló, mert a hazai cementipari nyersanyagokról első ízben készült sokoldalú összefoglaló munka. A szerzők szerencsésen ötvözték az elméleti alapokat és a gyakorlati ismereteket a konkrét műszaki-gyakorlati feladat céljára. A könyvet éppen ezért haszonnal forgathatják az építőipari nyersanyagok kutatásával, feltárásával és feldolgozásával foglalkozó szakemberek, az általános földtani kutatást végző geológusok, az anyagvizsgáló geokémikusok és technológusok, az iparfejlesztés szakemberei, ugyanakkor a szakterületet érintő összes szakokon a főiskolás és egyetemi hallgatók is jól használható tankönyvet kaptak.

A könyv szerkezeti tagolódása világos, könnyen áttekinthető, stílusa tömör és érthető, amihez hozzájárul a jól megválasztott, bőséges illusztráció. (Sajnos a fényképanyag a nyomda-technika hiányossága miatt nem tudja nyújtani mondanivalójának teljességét.)

A magyarországi cementipari nyersanyagkutatás eddig elért eredményeit, a hat nagy cementgyár (Tatabánya, Lábatlan, Vác, Bélapátfalva, Hejőcsaba, Beremend) önálló nyersanyagforrásának részletes és sokoldalú ismertetését találjuk a könyv első részében. A tömör leírásokon földtani térképek, földtani szelvények és tömbszelvények, anyagvizsgálati eredmények (kémizmus, ásványos összetétel, technológiai jellemzők) és gazdaságossági adatok teszik teljessé.

A részletek ismertetése után az ismereteket külön fejezetben össze is foglalják, hogy az olvasók egységben lássák a cementipari nyersanyagok rétegtani helyzetét, regionális eloszlását, minőségi csoportosítását és genetikai típusait. Ebben a fejezetben világosan kitűnik a szerzők helyes kutatási szemlélete: a nyersanyagok genetikai kérdéseit mindig annak szem előtt tartásával vizsgálják, hogy azok segítségével feltárják a genetika szerepét a műveletességi és felhasználás-technológiai sajátosságok létrejöttében.

Figyelmet érdemel az a megállapítás, amely szerint a cementipari nyersanyagok kutatására fordított kiadás 0,18 Ft/t, tehát hasznához képest elenyészően csekély.

A könyv legértékesebb, legperspektivikusabb része a hazai cementipar fejlesztésének földtani lehetőségeit feltáró fejezetek sora. Ezeken belül tárgyalják a cementipar számára hasznosíthatóknak tartott képződményeket hegységenként és rétegtani koronként. A gyakorlati földtani kutatás számára összefoglaló értékelést adnak: 1. a felderítő fázisban megkutatott területekről (Sümege, Tatabánya, Lábatlan, Kisgyőr); 2. az előzetes fázisban megkutatott területekről (Eger, Felnevet környéke és Bélapátfalva: Kiskövesztető); 3. a kutatásra ajánlott lelőhelyekről. Az eredményeket táblázatosan is közlik, megkönnyítve az anyag áttekintését.

Megismerjük a szerzőknek a cementipari nyersanyagokra kidolgozott gazdaságossági pontrendszerét is, és ennek segítségével a megkutatandó területek gazdasági értékelését is megkísérlik.

A harmadik rész a cementipari nyersanyagok kutatásának módszertanát adja. A kutatás előkészítése, a feltárás módszerei és az anyagvizsgálat metodikája tömör megfogalmazásban kerül az olvasó elé. Megismerjük a minőségi követelményeket és előírásokat és ezek kapcsán a nyersanyagok minőségének ábrázolási módját is. Megfelelő példákkal illusztrálva ismertetik a készletszámítás módszerét is. Az anyagvizsgálati szakdokumentáció előírásait a földtani szakdokumentációval együtt ismerjük meg. Nagy gyakorlati hasznú a cementipari bányaföldtani szolgálat teendőinek felvázolása, amelynek tanulmányozása a bányai munkaszervezőknek is fontos.

A szerzők alaposágára utal a 200 megjelent és 170 kézirat munkára történő hivatkozás. A témában betöltött szerepüket bizonyítja, hogy a hivatkozott irodalom közül 70-et sajátjuknak mondhatnak. (Ezenkívül kb. 80 kézirat jelentésük is készült a témáról.)

A könyv megjelenéséért a szerzőkön kívül köszönet illeti a Szilikátipari Kutató Intézetet, amelynek keretében a munka elkészült, és a Műszaki Könyvkiadót, amely vállalkozott a kiadásra.

PÓKA TERÉZ

TÓTH JÓZSEF: Az urbanizáció népességföldrajzi vonatkozásai a Dél-Alföldön.

A centrumok szerepe a népesség foglalkozási átrétegződésében és területi koncentrárlódásában. (Földrajzi Tanulmányok 14., Akadémiai Kiadó, Budapest, 1977. 144 p.)

A felszabadulással induló szocialista társadalmi-gazdasági átalakulás és a gazdaság szerkezetében az elmúlt 33 esztendőben végbement mennyiségi és minőségi változások egyik legszembetűnőbb jelensége a nagyarányú, ugyanakkor *területileg differenciált foglalkozási, területi átrétegződés* volt. A milliókat közvetlenül érintő foglalkozási átrétegződés és az ezzel kapcsolatos vándorlások — végleges áttelepülések, ill. napi vagy időszakos ingázások — térben és időben különbözőképpen zajlottak le, s ezért a rendkívül összetett folyamat vizsgálata nemcsak a múlt és jelen megértése, hanem sokkal inkább a jövő országépítése, gazdasági növekedésének lehetséges útjai és módjai miatt rendkívül fontos mind ágazati, mind pedig regionális vonatkozásban.

TÓTH JÓZSEF az urbanizáció összetett jelenségének problémáival kiemelten a Dél-Alföld példáján foglalkozik, munkája mégsem nevezhető „tiszván” regionális népesség- és településföldrajzának, mert jól látja, hogy a centrumok népességkoncentráló szerepének vizsgálata csakis országos kitekintéssel, makroregionális összehasonlítással lehetséges. Mindenképpen helyeselni kell, hogy a hazai urbanizálódás általános és különös jegyeinek, megnyilvánulási formáinak sokoldalú elemzését — a hosszútávú népgazdasági és területi tervekhez igazodóan — az államigazgatási szinten jóváhagyott *dél-alföldi tervezési-gazdasági körzet* (Bács-Kiskun, Békés és Csongrád megye) területén végzi. Az ilyen szintű vizsgálati eredmények ugyanis közvetlenül szolgálhatják az országos (makroregionális) területi tervezést, ugyanakkor a megyei, a városi adatokból a helyi államigazgatási szervek is meríthetnek.

A tanulmány 8 elemző és 3 egyéb fejezete széles körű hazai (67) és nemzetközi (30) irodalomra támaszkodik. (A szerző e területen — részben társszerzőként — végzett ilyen irányú vizsgálatainak összegezését jelzi az irodalomban felsorolt 9 munkája.) A nemzetközi kitekintés, a témában élen járó külföldi szerzők munkáinak ismerete, eredményeinek adaptálása különösen az első két fejezetben érzékelhető. A *bevezető* nagyon tömören a kapitalista iparosodás óta a világban végbemenő urbanizálódás okaival, megnyilvánulási formáival és számokban kifejezhető eredményeivel is foglalkozik. Az *előzményeket és módszereket* tárgyaló fejezet kiemeli azokat a külföldi és hazai szerzőket, akiknek munkái leginkább formálták a szerző szemléletét, vagy módszertani segítséget nyújtottak ágazati, ill. regionális szempontból. Ezeket is figyelembe véve mutatja be a munka során követett matematikai-statisztikai, grafikai és kartográfiai módszerek alapjait.

A dél-alföldi „urbanizálódás” sajátos vonásainak, a legutóbbi évtizedben — tehát az országoshoz viszonyítottan késvé — történt kibontakozódásának megértéséhez alapvető a népesedésnek a III. fejezetben történeti-demográfiai adatokon nyugvó vizsgálata. A Dél-Alföld népességnövekedését a szerző *város—község relációban, megyék szerint és országos összehasonlításban tárgyalja*.

A népességnövekedés térben és időben differenciált folyamatait elemezve a szerző 1869 és napjaink között *öt jellemző szakaszt* (1869—1890; 1890—1910; 1910—1949; 1949—1967; 1967—) különít el. A jelen és a jövő szempontjából számunkra különösen fontos a két utolsó — egymástól merőben eltérő — szakasz bemutatása. Míg ugyanis 1949—1967 között a területileg differenciált iparfejlesztés miatt a Dél-Alföld népessége 3,2%-kal csökkent, s a városok növekedése is alig fele (17,1%) az országos átlagnak, addig 1967 után a helyi városok erőteljes iparosodásával, az infrastruktúra és a lakásépítés koncentrált növelésével megáll a népesség csökkenése. A szerző adatokkal, ábrákkal gazdagon illusztrált megállapításaival, a népesedés jellemző szakaszainak elhatárolásával egyetérték. Ugyanakkor éppen az általa bemutatott országos összehasonlító adatok tükrében *hangsúlyosabban* szólhatott volna a városiasodás viszonylagos elmaradottságáról. Hiszen már a harmadik szakaszban (1910—1949) a dél-alföldi városok népességnövekedése (6,7%) alig harmada (Budapest nélkül) az ország városi átlagának, s ez a tendencia alig csökkent a negyedik szakaszban. Emiatt a Dél-Alföld központi szerepkörű településeinek *népességkoncentráló* hatásáról a hatvanas évek közepéig alig vagy csak *idézéjében* beszélhetünk.

A szerző helyesen állapítja meg, hogy az iparosodás alacsony foka, vonatottsága miatt a Dél-Alföld 14 közigazgatásilag, jogilag városnak minősülő települése közül több a múltban csak *részben* volt földrajzi (funkcionális) értelemben is város. Éppen ezért a „városok” népesedési adatait az összesítő táblázatokban differenciáltabban lett volna célszerűbb feldolgozni. A településhálózaton belül elfoglalt — hierarchikus szintek szerinti — különböző fokozatú centrumoknak (regionális-, para-, mezo-, szub- és mikrocentrumok) a népesedésben, a népesség koncentrárlódásában betöltött szerepelemzésével már objektív képet nyújt a differenciált folyamatról és csak a *hatvanas években induló urbanizálódásról*.

A dél-alföldi népesedés szakaszaira és a központi települések hierarchiájára, vonzáskörzeteire vonatkozó vizsgálat között logikus „átmenetet” jelent az 1949–1970-es időszak főbb demográfiai jellemzőinek elemzése, földrajzi értékelése (IV. fejezet). A vizsgálat kiterjed a természetes szaporodás, a vándorlási különbözet, a tényleges szaporodás, a korösszetétel területi, településcsoportonkénti különbségeire.

A központi szerepkörű települések hierarchia szintjeinek, egymás közötti kapcsolatainak megállapítása, ill. a vonzáskörzetek elhatárolása az interurbán telefonhívások és az oktatási központok adatai alapján történt. A központi helyek telefonhálózat általi kapcsolatteremtő szerepét felismerő W. CHRISTALLER — és több hazai és külföldi követője — módszerét a szerző úgy alkalmazza, hogy az interurbán beszélgetések összességéből kiemeli a *községekből kezdeményezett és a központokba irányuló hívásokat*. E módszerrel a Dél-Alföldön I., II., III. rendű *vonzásközpontokat*, körülhatárolt vonzáskörzeteket és ún. *részközpontokat* különít el. Külön megvizsgálja a különböző központok egymás közötti kapcsolatait is. Az oktatási központok hierarchia-szintjeit és vonzáskörzeteit a különböző mértékű (kis, közepes, nagy és országos) vonzással jellemezhető (tanintézmények szintje, specializációja) iskolák alapján állapítja meg. A sokoldalú vizsgálat egyik legfontosabb eredménye az oktatási központok hierarchiájának megállapítása mellett az *egymás közötti kapcsolatok* rendszereinek feltárása.

A központi települések hierarchiájának, vonzáskörzetük pontosabb elhatárolásának érdekében a szerző a városok aktív keresőinek és munkahelyeinek összehasonlító vizsgálatát, a városokba történő ingázást, az egészségügyi központok körzeteit és azok egymás közötti kapcsolatát is megvizsgálja. A hierarchia- és vonzáskörzet-vizsgálatok eredményeit 5 téma köré csoportosítva, tézisszerűen és térképen összegezi.

A szerző megvizsgálja a Dél-Alföld foglalkozási átrétegződésének területi sajátosságait és a folyamat dinamizmusát (VI.), továbbá a nyert adatokra támaszkodva részletesebben a különböző fokozatú centrumtelepülések foglalkozási átrétegződésben betöltött szerepet (VII.).

A népesség területi koncentrációjára vonatkozó vizsgálat (VIII.) a Dél-Alföld településhálózatának sajátosságait plasztikus módon tárja elénk. A bel- és külterületi népesség változásának (sűrűségének) területi, ill. centrumok szerinti értékelése több prognosztikus elemet is tartalmaz.

A centrumoknak a foglalkozási átrétegződésben és a népesség területi koncentrációjában betöltött szerepe összegezését, a sokirányú vizsgálatokból leszűrhető általános és regionális következtetéseket a X. fejezet tartalmazza. Nagy szakmai biztonsággal *országosan* értékeli a különböző fokozatú központokat (tervezési-gazdasági körzeteket), elsősorban a népességi adatok tükrében, majd a Dél-Alföld urbanizálódásának az országgal megegyező vonásait, ill. jellegzetességeit mutatja be. Az országos és a dél-alföldi központi szerepkörű települések összehasonlító vizsgálata, ill. a bemutatott alkörzetek értékelése ismét ráirányítja a figyelmet arra, hogy e 3 megyére kiterjedő térség urbanizációs szintje jelentős mértékben elmaradt, s csupán Szeged esetében bontakozik ki a nagyvárosokra jellemző agglomerációs folyamat. A Dél-Alföld urbanizálódására, a centrumok foglalkozási átrétegződésében betöltött és egyre növekvő szerepére vonatkozó legfontosabb eredményeket, megállapításokat az „összefoglalás” 30 pontja tartalmazza.

TÓTH JÓZSEF adaptált és számított adatai 60 táblázatban összegeződnek. A vizsgált jelenségeket, folyamatokat tartalmazó ábrái (49 térkép, diagram, grafikon) többnyire egy-egy tényező térbeli megjelenését, változásának tendenciáit szemléltetik.

Összefoglalóan megállapítható, hogy a *Földrajzi Tanulmányok 14. köteteként* megjelent munka maradéktalanul eleget tesz a sorozat célkitűzéseinek. A kutatásra kiválasztott terület — Dél-Alföld tervezési-gazdasági körzete — indokoltságáról már szóltunk. A téma kifejtésének módszere, a kötet szerkesztése példamutató. A centrumok népesedésben, foglalkozási átrétegződésben betöltött szerepének vizsgálatával, a központi települések funkcióinak sokoldalú elemzésével a szerző történetiségében is feltárta, hogy a népesség alapvető téralkakító, térformáló hatást gyakorol, s ez a hatás a gazdasági térszerkezet egészét befolyásolja.

RÉTVÁRI LÁSZLÓ

A FÖLDRAJZTUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA

KÉMIAI KÖZLEMÉNYEK

A Magyar Tudományos Akadémia
Kémiai Tudományok Osztályának közleményei

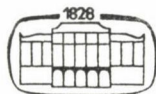
Főszerkesztő: BECK MIHÁLY

A folyóirat közli az Osztályon és bizottságaiban folyó kutatások eredményeit, az akadémiai rendezvényeken elhangzott előadásokat, egy-egy tudományág újabb eredményeit összefoglaló értekezéseket, kutatási eredményeket, tanulmányúti beszámolókat.

Megjelenik évente 2 kötet, 4—4 füzetben

Kötetenkénti előfizetési díj: 84,— Ft

Előfizethető az Akadémiai Kiadó Terjesztési Osztályán
(1054 Budapest, Alkotmány u. 21.)



AKADÉMIAI KIADÓ

**A FÖLD- ÉS Bányászati Tudományok
Kutatási Eredményei**
az Akadémiai Kiadónál megjelenő folyóiratokban

FÖLDRAJZI ÉRTESÍTŐ

A Magyar Tudományos Akadémia
Földrajztudományi Kutató Intézetének folyóirata

Főszerkesztő: MAROSI SÁNDOR

Legújabb kutatási eredmények a természetföldrajz és gazdaságföldrajz, a természeti adottságok, az ipar és mezőgazdaság területi elhelyezkedése, a települések és a népesség problémáival kapcsolatban.

Megjelenik évente egy kötet, 4 füzetben · Évi előfizetési díj: 64,— Ft

FÖLDRAJZI KÖZLEMÉNYEK

A Magyar Földrajzi Társaság tudományos folyóirata

Főszerkesztő: PÉCSI MÁRTON

A gazdagon illusztrált folyóirat tanulmányai kiterjednek a természeti és gazdasági földrajz különböző ágazataira (felszínföldrajz, éghajlat, vízrajz, talaj, növényzet stb.), továbbá az egyes országok regionális és egyéb földrajzi tárgyköreinek összefoglaló ismertetésére.

Megjelenik évente egy kötet, 4 füzetben · Évi előfizetési díj: 52,— Ft

FÖLDTANI KÖZLÖNY

A Magyar Földtani Társulat folyóirata

Felelős szerkesztő: DANK VIKTOR

Tanulmányok az általános, rétegtani és tektonikai földtan, az ásványtan és paleontológia tárgyköréből.

Megjelenik évente egy kötet, 4 füzetben · Évi előfizetési díj: 60,— Ft

AGROKÉMIA ÉS TALAJTAN

**A Magyar Tudományos Akadémia Talajtani
és Agrokémiai Kutató Intézetének
és a Magyar Talajtani Társaságnak a folyóirata**

Főszerkesztő: SZABOLCS ISTVÁN

A talajtan, agrokémia, talajmikrobiológia, talaj- és növénybio-
kémia szakterületéről közöl előzetesen nem publikált, eredeti mun-
kákat, összefoglalókat, továbbá könyvismertetéseket, kongresszu-
sokról és szimpoziумokról szóló beszámolókat magyar és külföldi
szerzők tollából.

Megjelenik évente 1 kötet, 4 füzetben

Évi előfizetési ára 68,- Ft



Akadémiai Kiadó, Budapest

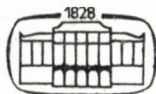
GEONÓMIA és Bányászat
A Magyar Tudományos Akadémia
Föld- és Bányászati Tudományok Osztályának
Közleményei

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

11. KÖTET



AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST

1978

GEONÓMIA ÉS BÁNYÁSZAT
AZ MTA X., FÖLD- ÉS BÁNYÁSZATI TUDOMÁNYOK
OSZTÁLYÁNAK KÖZLEMÉNYEI

II. kötet

1—2. füzet

TARTALOM

AKADÉMIAI SZÉKFOGLALÓ

<i>Martos Rerenc</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 ásványvagyongazdálkodási 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)	13
<i>Lakatos István—Tóth József</i> : Vizes poliakrilamidoldatok alkalmazása a hazai olajbányászatban (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 nyersanyagelfordulások optimális bányaművelési módját meghatározó természeti feltételek — (Physical Characteristics Controlling the Optimal Techniques of Exploring Mineral Deposits) — (Природные условия, определяющие оптимальный способ разработки месторождений полезных ископаемых)	59

HELYZETKÉP

<i>Grasselly Gyula</i> : Ásványtani, közettani és geokémiai helyzetkép	63
<i>Balogh Kálmán</i> : A földtan helyzete Magyarországon	85

KUTATÓINTÉZET MUNKÁJÁRÓL

<i>Béll Béla</i> : Az aerológia útkeresése egy 25 éves magyar kutatóintézet fejlődésének tükrében	111
---	-----

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. (Bauxittelepek karbonátos kőzeteken)	133
---	-----

11. kötet

3—4. füzet

<i>Martos Ferenc</i> : A Föld- és Bányászati Tudományok Osztályának tevékenységéről.....	137
A Magyar Tudományos Akadémia Elnökségének határozatai az 1978. febr. 21-i ülésről. Az Elnökség 6/1978. számú határozata	157

TUDOMÁNYOS ÉRTEKEZÉSEK

<i>Kapolyi László</i> : Komplex ásványvagyon-gazdálkodás — (Complex Mineral Resources Economy) — (Комплексное хозяйствование ресурсами минералов)	159
<i>Tóth Miklós</i> : Az energiahordozók közötti gazdasági verseny feltételrendszerének alapjai — (Bases of Systems of Conditions of the Economy Competition among Energy Sources) — (Основы системы условий экономической конкуренции между носителями энергии)	177
<i>Alliquander üdön</i> : Nagymélységű szénhidrogén-telepek kutatása és termelése — (Exploration and Exploitation of Hydrocarbon Reservoirs of Great Depth) — (Поиски и эксплуатация глубокозалегающих залежей углеводородов)	185
<i>Koncz István—Szalay Árpád—Szentgyörgyi Károly</i> : A szénhidrogénprognózis módszertani kérdéseiről — (On the Questions of Methodology of Hydrocarbon Prognosis) — (К вопросам методики разработки прогнозов нефти и газа)	203
<i>T. Kovács Gábor</i> : A kutatási modellek változásainak gazdasági jelentősége és hatása a szénhidrogén-kutatásra, az újabb perspektívák előtt álló üllési példa alapján — (Economic Significance and Effect of the Changes of Research Models on Hydrocarbon Prospecting Exemplified by the Üllés Region of new Perspectives) — (Экономическое значение и влияние изменения моделей поиска и разведки на поисковые работы на углеводороды, на примере месторождения Юлеш имеющего новые перспективы)	217
<i>Boldizsár Tibor</i> : Geotermikus energiatermelés Magyarországon — (Production of Geothermal Energy in Hungary) — (Эксплуатация геотермической энергии в Венгрии) ...	233
<i>Korim Kálmán</i> : A hazai hévíz-előfordulások hidrogeológiai alapjai — (Hydrogeological Bases of the Hungarian Thermal Water Occurrences) — (Основы гидрогеологии проявлений термальных вод ВНР)	255
<i>Benkő Ferenc</i> : Természeti környezet — természeti erőforrások — geonómia — (Natural Environment — Natural Resources — Geonomy) — (Природная среда — природные ресурсы — геономия)	277
<i>Ádám Antal</i> : Az elektromos vezetőképesség és az asztenoszféra fizikai állapota közötti kapcsolatáról — (Az asztenoszféra-kutatás 25. évfordulóján B. GUTENBERG emlékére) — (Relation of Mantle Conductivity to Physical Conditions in the Asthenosphere) (In Memoriam <i>Beno Gutenberg</i> at the 25. Anniversary of the Asthenosphere Research) — (К двадцатипятилетию исследований астеносферы в память Б. Гутенберга)	297
<i>Somogyi József</i> : A geodézia szerepe a geodinamikában — (The Role of Geodesy in Geodynamics) — (Роль геодезии в геодинамике)	309
<i>Stegena Lajos</i> : A világ földtudományi térképezése — (The Geoscientific Mapping of the World) — (Картографирование мира с точки зрения наук о Земле)	315

KONGRESSZUSI BESZÁMOLÓK

<i>Ádám Antal</i> : A KAPG Bizottság XII. általános ülészaka Sopronban 1978. április 11—23.	341
<i>Stegena Lajos</i> : A geotermikus energia feltárása és hasznosítása (Az Olasz Tudomány Napjai keretében megtartott osztályrendezvény)	343
<i>Stegena Lajos</i> : Vizsgálatok a Kárpát-Pannon lemeztektonika köréből	347

KÖNYVISMERTETÉS

<i>Póka Teréz</i> : HEGYI-PAKÓ JÚLIA—VITÁLIS GYÖRGY: Cementipari nyersanyagaink és kutatásuk módszertana	353
<i>Rétvári László</i> : TÓTH JÓZSEF: Az urbanizáció népességföldrajzi vonatkozásai a Dél-Alföldön	354

NÉVMUTATÓ

Alliquander Ödön 185
Ádám Antal 297, 341

Balogh Kálmán 85
Benkő Ferenc 277
Béll Béla 111
Boldizsár Tibor 47, 233

Dudich Endre 133

Fülöp József 7
Faller Gusztáv 13

Grasselly Gyula 63

Martos Ferenc 3, 37

Kapolyi László 159
Koncz István 203
Korim Kálmán 255
T. Kovács Gábor 217

Lakatos István 29

Major György 39, 119

Póka Teréz 353

Rétvári László 354

Simon Antal 125
Somogyi József 309
Stegena Lajos 315, 343, 347

Szalay Árpád 203
Szentgyörgyi Károly 203

Tóth József 29
Tóth Miklós 13, 59, 177

ÉPÍTÉS- ÉS ÉPÍTÉSZETTUDOMÁNY

**A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki
Tudományok Osztályának közleményei**

Felelős szerkesztő MAJOR MÁTÉ

Az építésztörténet és -elmélet, az építészettudomány, a talaj- és kőzetmechanika, a tartószerkezetek mechanikája, továbbá a településtudomány témakörébe tartozó tanulmányok.

Megjelenik évente 1 kötet 4 füzetben

Évi előfizetési díja 112,- Ft



Akadémiai Kiadó, Budapest

Printed in Hungary

A kiadásért felelős az Akadémiai Kiadó igazgatója.

Műszaki szerkesztő: Sándor István

A kézirat nyomdába érkezett: 1978. VII. 10. — Terjedelem: 19,6 (A/5) fv

78.6065 Akadémiai Nyomda, Budapest — Felelős vezető: Bernát György

TARTALOM

<i>Martos Ferenc</i> : A Föld- és Bányászati Tudományok Osztályának tevékenységéről	137
A Magyar Tudományos Akadémia Elnökségének határozatai az 1978. febr. 21-i ülésről. Az Elnökség 6/1978. számú határozata	157

TUDOMÁNYOS ÉRTEKEZÉSEK

<i>Kapolyi László</i> : Komplex ásványvagyongazdálkodás (Complex Mineral Resources Economy) (Комплексное хозяйствование ресурсами минералов)	159
<i>Tóth Miklós</i> : Az energiahordozók közötti gazdasági verseny feltételrendszerének alapjai (Bases of Systems of Conditions of the Economy Competition among Energy Sources) (Основы системы условий экономической конкуренции между носителями энергии)	177
<i>Alliquander Ödön</i> : Nagymélységű szénhidrogén-telepek kutatása és termelése (Exploration and Exploitation of Hydrocarbon Reservoirs of Great Depth) (Поиски и эксплуатация глубокозалегающих залежей углеводородов)	185
<i>Koncz István—Szalay Árpád—Szenygyörgyi Károly</i> : A szénhidrogén-prognózis módszertani kérdéseiről (On the Questions of Methodology of Hydrocarbon Prognosis) (К вопросам методики разработки прогнозов нефти и газа)	203
<i>T. Kovács Gábor</i> : A kutatási modellek változásainak gazdasági jelentősége és hatása a szénhidrogén-kutatásra, az újabb perspektívák előtt álló üllési példa alapján (Economic Significance and Effect of the Changes of Research Models on Hydrocarbon Prospecting Exemplified by the Üllés Region of New Perspectives) (Экономическое значение и влияние изменения моделей поиска и разведки на поисковые работы на углеводороды, на примере месторождения Юлеш имеющего новые перспективы)	217
<i>Boldizsár Tibor</i> : Geotermikus energiatermelés Magyarországon (Production of Geothermal Energy in Hungary) (Эксплуатация геотермической энергии в Венгрии)	233
<i>Korim Kálmán</i> : A hazai hévíz-előfordulások hidrogeológiai alapjai (Hydrogeological Bases of the Hungarian Thermal Water Occurrences) (Основы гидрогеологии проявлений термальных вод ВНР)	255
<i>Benkő Ferenc</i> : Természeti környezet — természeti erőforrások — geonómia (Natural Environment — Natural Resources — Geonomy) (Природная среда — природные ресурсы — геономия)	277
<i>Ádám Antal</i> : Az elektromos vezetőképesség és az asztenoszféra fizikai állapota közötti kapcsolatról. (Az asztenoszféra-kutatás 25. évfordulóján B. GUTENBERG emlékére) (Relation of Mantle Conductivity to Physical Conditions in the Asthenosphere) (In Memoriam Beno Gutenberg at the 25. Anniversary of the Asthenosphere Research) (К двадцатипятилетию исследований астеносферы в память Б. Гутенберга)	297
<i>Somogyi József</i> : A geodézia szerepe a geodinamikában (The Role of Geodesy in Geodynamics) (Роль геодезии в геодинамике)	309
<i>Stegena Lajos</i> : A világ földtudományi térképezése (The Geoscientific Mapping of the World) (Картографирование мира с точки зрения наук о Земле)	315

KONGRESSZUSI BESZÁMOLÓK

<i>Ádám Antal</i> : A KAPG Bizottság XII. általános ülészaka Sopronban, 1978. április 11—23.	341
<i>Stegena Lajos</i> : A geotermikus energia feltárása és hasznosítása (Az Olasz Tudomány Napjai keretében megtartott osztályrendezvény)	343
<i>Stegena Lajos</i> : Vizsgálatok a Kárpát-Pannon lemeztektónica köréből.	347

KÖNYVISMERTETÉS

<i>Póka Teréz</i> : HEGYI-PAKÓ JÚLIA—VITÁLIS GYÖRGY: Cementipari nyersanyagaink és kutatásuk módszertana	353
<i>Rétvári László</i> : TÓTH JÓZSEF: Az urbanizáció népességföldrajzi vonatkozásai a Dél-Alföldön	354