

# Földtani Kutatás

1979. XXII. évfolyam 1—2. szám



A szerkesztő bizottság elnöke:  
DR. FÜLÖP JÓZSEF

A szerkesztő bizottság tagjai:  
DR. ALFÜLDI LÁSZLÓ  
DR. ADÁM OSZKÁR  
DR. DANK VIKTOR  
FALUSI ISTVÁN  
DR. FARKAS ÖDÖN  
MORVAI GUSZTÁV  
DR. NEMECZ ERNŐ  
DR. RÓNAI ANDRÁS  
DR. SZABADVÁRY LÁSZLÓ  
DR. SZABÓ LÁSZLÓ  
SZANTNER FERENC  
SZÉLES LAJOS  
DR. TÓTH MIKLÓS

Szerkesztő:  
HORN JÁNOS

\*

Szerkesztőség:  
Budapest I., Iskola u. 13. III. 311.  
Telefon: 351-953

\*

Felelős kiadó:  
Központi Földtani Hivatal

\*

A Földtani Kutatás megjelenik évente  
négy alkalommal  
Egy-egy lap ára 18,— Ft  
(éves előfizetés 72,— Ft)  
Előfizetési és terjesztési ügyben  
felvilágosítást  
a Magyarhoni Földtani Társulat  
(Bp. VI., Anker köz 1.) ad  
Telefon: 229-870

HU ISSN 0133—2422

Felelős vezető: Gyentli Pál

FMNYV d. t. 5865

TARTALOMJEGYZÉK

Dr. Fülöp József: Ausztria és Magyarország geológiai kapcsolatai	1
O. Sz. Zugin—L. Sz. Szitnyikov: Kísérletek automatizálásának helyzete és feladatai az oceanológiában — — — — —	5
Dr. Somfai Attila—Dr. Völgyi László—Szalóki István: Magfúrások telepítésének elvi és gyakorlati kérdései a különböző szénhidrogén-kutatási fázisokban — — — — —	15
Dr. Hoványi Lehel—Dr. Füst Antal: Ásványlelőhely-paraméterek változékonysága — — — — —	23
Dr. A. Werner—Dr. Alliquander Ödön: A mélyfúrás technológia ma és a jövő követelményei — — — — —	31
Jesch Aladár: Az ötvenéves mélyfúrás geofizika legújabb fejlődéséről — — — — —	43
Dr. Bohn Péter—Horn János: Nem feltárásos jellegű földtani kutatások (1976—1977) — — — — —	49
Kassay Árpád: Az SI nemzetközi mértékegységrendszer alkalmazása a geológiai gyakorlatban — — — — —	63
Szerkesztőségi közlemény — — — — —	91

INHALT

Dr. J. Fülöp: Geologische Beziehungen zwischen Österreich und Ungarn — — — — —	1
O. S. Zudin—L. S. Sitnikov: Stand und Aufgaben der Automatisierung von Versuchen in der Ozeanologie — — — — —	5
Dr. A. Somfai—Dr. L. Völgyi—I. Szalóki: Prinzipielle und praktische Fragen des Ansatzes von Kernbohrungen in verschiedenen Stadien der Erkundungsarbeiten auf Erdöl und Erdgas — — — — —	15
Dr. L. Hoványi—Dr. A. Füst: Veränderlichkeit der Parameter von Lagerstätten mineralischer Rohstoffe — — — — —	23
Dr. A. Werner—Dr. Ö. Alliquander: Gegenwärtige und künftige Aufgaben im Bereich der Kernbohrungstechnologie — — — — —	31
A. Jesch: Über die neuesten Ergebnisse im Bereich der fünfzigjährigen Tiefbohrungsgeophysik — — — — —	43
Dr. P. Bohn—J. Horn: Geologische Untersuchungen von Nicht-Schürfungs-Charakter (1976—1977) — — — — —	49
A. Kassay: Verwendung des internationalen Masseinheitensystems SI in der geologischen Praxis — — — — —	63
Redaktionsmitteilungen — — — — —	91

CONTENTS

Dr. J. Fülöp: Geological relationships between Austria and Hungary — — — — —	1
O. S. Zudin—L. S. Sitnikov: State and objectives of the automation of experiments in oceanology — — — — —	5
Dr. A. Somfai—Dr. L. Völgyi—I. Szalóki: Principles and practical problems of cored well-sitting in the various phases of oil-and-gas explorations — — — — —	15
Dr. L. Hoványi—Dr. A. Füst: Variability of the parameters of mineral deposits — — — — —	23
Dr. A. Werner—Dr. Ö. Alliquander: Present and future requirements of deepdrilling technologies — — — — —	31
A. Jesch: On the latest developments in the field of fifty-year-old well-logging geophysics — — — — —	43
Dr. P. Bohn—J. Horn: Geological investigations of nonexploratory character (1976—1977) — — — — —	49
A. Kassay: Application of the international system of measures SI in the geological practice — — — — —	63
Editorial communication — — — — —	91



# Ausztria és Magyarország geológiai kapcsolatai\*

Az első pillanatban inkább a különbségek a szembetűnők, amikor Ausztria és Magyarország geológiai térképére tekintünk:

- az Alpok gyűrt, takarós szerkezetű, fiatal magashegysége az egyik oldalon,
- nagy kiterjedésű hegységközi medencék, valamint alacsony, túlnyomórészt csak töréses és pikkelyes szerkezeti igénybe vett szenvedett középhegységek a másik oldalon.

Ezzel szemben, ha figyelmünket határvidékeink geológiai felépítésére, vagy földtani képződményeink fáciesjellegeinek egybevetésére fordítjuk, már sokkal több a hasonlóság, sőt a teljes megegyezés is.

Ha országaink földtani kutatásának történetében a bécsi földtani intézet 1849-ben történt létrehozásáig és az 1848—1850-ben alapított Magyarhoni Földtani Társulat működésének kezdetéig tekintünk vissza, azt látjuk, hogy az első hét évtized alatt kölcsönös és közvetlen tapasztalatokra épült a két ország földtani képződményei hasonlóságának és különbségének megítélése. Számos jelentős rétegtani egységünk ma is használt elnevezése származik ebből az időszakból, amelyek közül csak példaként említem meg a werfeni és a kösszeni rétegeket, a földolomitot és a dachsteini mészkövet, a greszeni rétegeket, a hierlatzi és az adnéti mészkövet, vagy a harmadidőszaki lajtamészkövet. Nagyszerkezeti viszonyaink megítélése, az első időszak földtani vizsgálati tapasztalatainak szintéziseként, az Alpok takarós szerkezetével szemben, a fiatal hegységívek közötti kristályos masszívum elméletének kialakulásához vezetett. A közbelső kristályos tömegnek meghatározó szerepet tulajdonítottak, egyrészt az Alpok DK-i és ÉNy-i elfordulásában, másrészt a Kárpátok ívének kialakulásában. Jelentős hozzájárulás volt a nagyszerkezeti viszonyok értelmezéséhez Kober „Zwischengebirge” elmélete.

1914 után, különösen a két világháború és a hidegháború éveiben, évtizedeken keresztül szinte a teljes elszigeteltség csökkent országaink földtani szervezeteinek együttműködése. Néhány kutató személyes érdeklődése és a publikációk figyelemmel kísérése jelentették a szakmai kapcsolatot. Elapadtak a kölcsönös tapasztalatokból fakadó termékeny szakmai viták, véleménycserék.

A különálló fejlődés évtizedei után, a nemzetközi viszonyok világméretű javulása és az országaink közötti kapcsolatok fejlődése alapján új feltételek alakultak ki a földtani együttműködés számára. A konkrét fordulópontot talán az 1959. évi budapesti Mediterrán Mezozóos

Konferencia széles nemzetközi fóruma jelentette, az osztrák geológusok aktív részvételével. Tudományos együttműködésünk azóta jelentősen kiszélesedett, rendszeressé és — 1968 óta — intézményessé vált. Kormányaink felhatalmazása alapján ebben az évben tizedik alkalommal írtuk alá a Központi Földtani Hivatal részéről a Geologische Bundesanstalt igazgatójával, Prof. Dr. Felix Ronner udvari tanácsos úrral Magyarország és Ausztria földtani együttműködési jegyzőkönyvét. Rendszeresen kiadványokat és geológiai dokumentációkat cserélünk, közös tanulmányutakat és konzultációkat szervezünk.

Az együttműködés gyakorlati kérdésekre is kiterjed. Felöleli a szénhidrogénkutatás, valamint a rétegvíz- és termálfvízfeltárás közös érdekű földtani kérdéseit. A geofizikai kutatás terén is sor került mind tudományos, mind gyakorlati jellegű együttműködésre. Magyar részről aktívan részt veszünk a Nemzetközi Korrelációs Program két, osztrák vezetés alatt dolgozó munkacsoportjában. Időszerűnek és indokoltnak tartjuk, hogy rendszeresen, együttesen és széleskörűen áttekintsük földtani problémáinkat, és esetenként együttes erővel keressünk tudományosan megalapozott választ a nyitott kérdésekre.

Jelen előadásomban a továbbiakban határmenti hegységeink földtani vizsgálatáról, az Alpok és a magyar közbelső terület kapcsolatáról, valamint a közös országhatár mentén megismert — nagykapacitású hőerőmű nyersanyagbázisaként figyelembe vehető — toronyi lignitlőhely földtani kutatásáról adok áttekintést.

Határmenti hegységeink földtani megismerésében a közelmúltban a következő jelentősebb előrelépés történt:

Elvégeztük a *Soproni-hegység és a fertőrákosi palasziget* geofizikai mérésekkel, mélyfúrásokkal, felszíni feltárásokkal, valamint sokrétű laboratóriumi vizsgálatokkal egybekötött részletes földtani térképezését. Ezzel Vendel Miklós akadémikus félévszázados Sopron környéki geológiai munkássága, részben még az ő irányító segítségével, nagyjából azonban már tanítványainak és a fiatal geológus nemzedék más képviselőinek korszerű anyagvizsgálatra épülő munkájával újult meg és eredményezett mind a Soproni-hegység, mind a fertőrákosi palasziget esetében új, korszerű földtani szintéziseket. Legjelentősebb eredmény a diaforézist szenvedett földtani képződmények átalakulási szakaszait képviselő kőzetfáciesek pontos meghatározása, térképi elkülönítése és litosztratigráfiai besorolása. A lemélyített mélyfúrások alapján új megvilágításban látjuk a Soproni-hegység szerkezetföldtani felépítését; lapos áttolódási síkon, ÉÉK irányú vergenciával kialakult takaró

\* Előadás az Osztrák Tudományos Akadémián 1978. november 15-én.



jellegű hegységszerkezet kapcsolódik a miocén utáni, függőleges irányú mozgások törésepikkelyes jellegű szerkezeti elemeihez. A fertőrákos—mörbischi palasziget földtani felépítését az új vizsgálatok lényegesen eltérőnek találták a Soproni Kristályospala összlettel szemben. Igen jelentős szerepük itt az amfibolit-, az amfibolpala- és a biotitpala-tagozatok; a gneisz alárendelt; a csillámpala pedig jellegzetes földpátos kifejlődésű. Egészében inkább a Wechsel-, mintsem a Grobgnéis sorozathoz tartozónak tekinthető. A két kristályospala összlet Fertőrákostól délre milonit-öv mentén érintkezik.

Az elmúlt néhány évtizedben ismételt földtani és geofizikai vizsgálatokra került sor a *Kőszeg-rohonci-hegység és a Vashegy* magyarországi területén. A közeli schlainingi antimonérc-lelőhely, valamint a velemi Szt. Vid-hegyen talált ércnyomok és ugyanott egy igen jelentős bronzkori antimonbronz kohászati telephely ércutatásra sarkalltak; ugyanakkor a Vashegy magyarországi területén Felsőcsatár határában, szerpentin-esthez kapcsolódó talktelepes rétegsoport képezte a kutatás és a kisebb méretű bányászkodás tárgyát. Az elvégzett földtani vizsgálatok nagymértékben pontosították mind a Kőszegi-hegységről, mind a Vashegy magyarországi területéről korábban kialakult ismereteinket. A szerkezetföldtani kép egyszerűbbé és áttekinthetőbbé vált. Lényeges új szempontot jelentett Walter Schmidt 1955-ben publikált állásfoglalása azáltal, hogy a Rohonci-hegységet pennini ablaknak minősítette. A magyar szerzők ugyan még ezt követően is elég sokáig megmaradtak a korábbi paleozóos besorolás mellett, de Hans Peter Schönlaub paleontológiai leletei bizonyító erejűnek tekinthetők ebben a kérdésben.

A Vashegy rétegtani viszonyainak megítélésében napjainkig iránymutató Hofmann Károly és Franz Toula alapvető munkája. A grazi paleozoikumhoz tartozó, takaró helyzetű devon dolomit alatt kiterjedt zöldpala-formáció települ. Az ennek fekvőjét alkotó, kőszeg—rohonci sorozathoz tartozó képződmények: a Cáki Konglomerátum-közbetelepülést tartalmazó mészcillámpala, mészfilit és kvarcfilit a Vashegy magyarországi területén tanulmányozhatók. Rétegtani és szerkezetföldtani vizsgálatuk jelenleg is folyamatban van.

Nyugat-magyarországi határmenti hegységeink földtani megismerése továbbfejlesztésének lényeges feltétele a kapcsolódó alpi sorozatok földtani alapszélvények szerinti összehasonlító vizsgálata. Keressük a lehetőségét annak, hogy ilyen vizsgálatok megvalósulhassanak.

Átfogóbb jellegű, nagyobb méretarányú kérdés a *Keleti-Alpok és a magyar köztes terület nagyszerkezeti kapcsolata*. Nehezen tanulmányozható, bonyolult probléma. Egyik oldalon az országhatár mentén a Keleti-Alpok utolsó felszíni nyúlványai találhatóak, amelyek földtani felépítésüket illetően még teljes mértékben alpi jellegűek. Ugyanakkor a másik oldalon a Dunántúli-középhegység már minden lényeges vonásában eltér az Alpok keleti peremének föld-

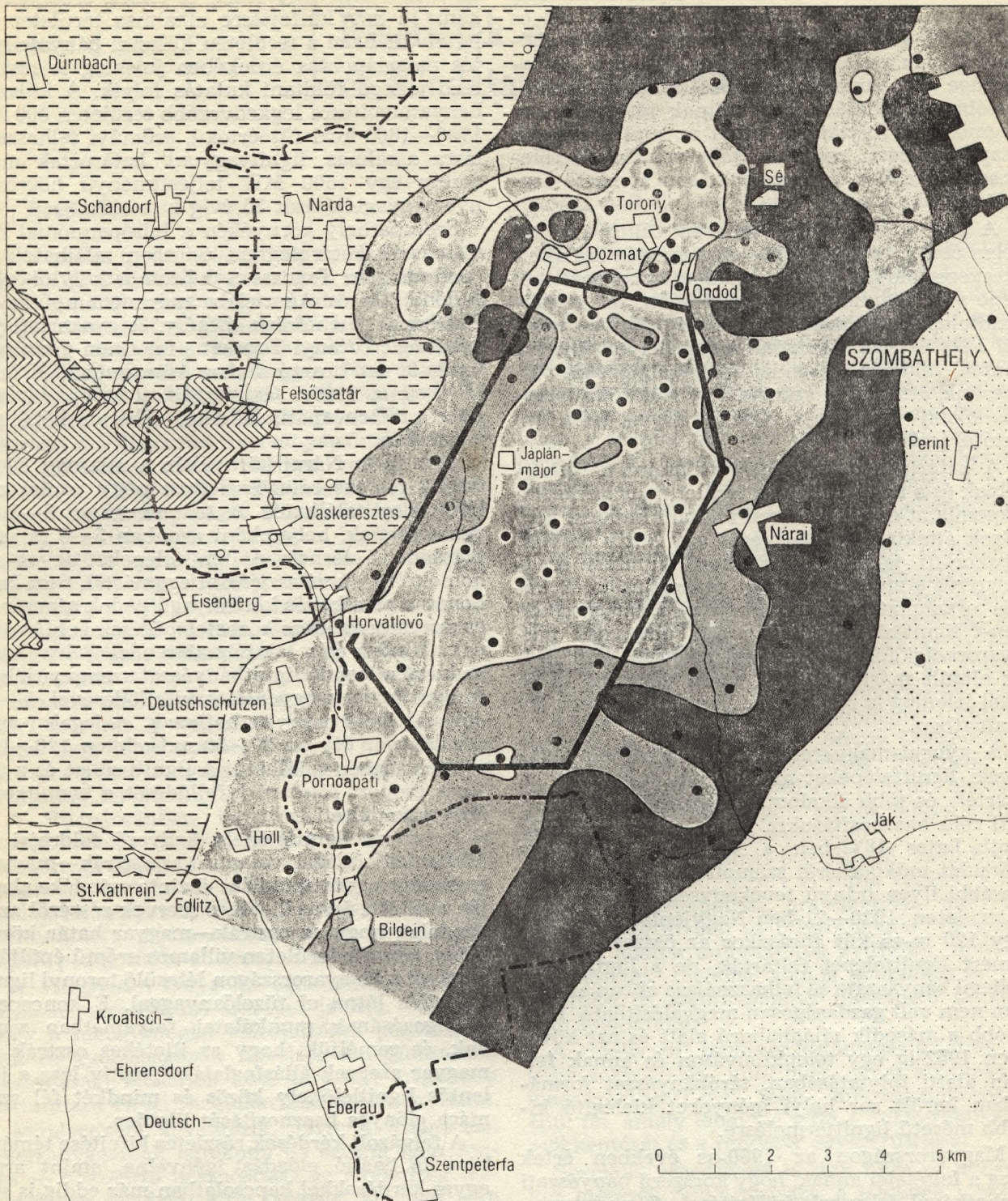
tani viszonyaitól. Az alsó-középső kelet-alpi takaró kristályospala sorozatai, a grazi paleozoikum és a pennini ablak metamorf mezozóos képződményei helyett, az Északi- és a Déli-Mészkölapok kőzetfáciéseivel rokon mezozóos képződmények találhatóak itt az eredeti ösföldrajzi viszonyokat tükröző módon, a csak törésszerkezetalakulással tagolt, ÉK—DNy irányú részaránytalan paleozóos szinklinórum fedőhegységeként. A két eltérő felépítésű terület között, mintegy 100 km széles, több ezer m vastagságú neogén üledékekkel elfedett medencealjzatban húzódik az Alpok és a magyar köztes terület szerkezetföldtani határa. Tanulmányozása csak a legutóbbi évtizedekben, a szénhidrogénkutatások kőzetmintáinak vizsgálatával és a különböző irányú geofizikai mérések alkalmazásával vált lehetségessé.

A fúrás mintanyag vizsgálata alapján az a kép alakult ki, hogy a Rába magyarországi szakaszával egybeeső nagyszerkezeti vonal éles határként választja el az Alpok központi vonulatának képződményeit és szerkezetföldtani jellegét a Dunántúli-középhegység eltérő földtani képződményeitől és tektonikai stílusától. Délnyugaton a grazi paleozoikum metamorfizálatlan, ill. anchimetamorf képződményei találhatóak. Ettől északra a kőszeg—rohonci pennini ablak zöldpala fációs képződményei következnek. A Bük és Sárvár között feltárt világos és sötétebb szürke dolomit rétegtani besorolása még megoldatlan. Végül a Kisalföld északi részén, a Soproni Kristályospala összlethez kapcsolható magasabb metamorf fokú képződményeket tártak fel. A felsorolt litosztratigráfiai egységek területi **elhelyezkedése** — a Rába-vonalhoz közeledve — ÉNy-i irányú eltolódásra, elvonszolódásra utal. A Rába-vonal DK-i oldalán ugyanakkor kizárólag a Dunántúli-középhegység földtani képződményeit és szerkezetföldtani jellegeit tárták fel a kutatófúrások. Mindezek figyelembevételével, jelenlegi megítélésünk szerint, a Keleti-Alpok központi övének litosztratigráfiai egységei és szerkezetföldtani jellegei Magyarország területén egészen a Rába-vonalig nyomon követhetők.




Kíváncsinos lenne a továbbiakban egyrészt a kisalföldi medencealjzat fúrómagmintáinak behatóbb, összehasonlító vizsgálata, másrészt a Dunántúli-középhegység eredeti ösföldrajzi viszonyokat tükröző fációs viszonyainak felhasználása az alpi térség ösföldrajzi és fejlődéstörténeti rekonstrukciójához.

A geofizikai mérések közül a mágneses hatószámításoktól és különösen a kéregkutató szeizmikus mérésektől várhatunk fontos információt a K-i Alpok és a magyar köztes terület nagyszerkezeti kapcsolataira vonatkozóan. Az eddigi kéregkutató szélvények azonban nem tekinthetők kielégítőnek a vizsgált probléma szempontjából. A Dunántúli-középhegységet harántoló NP I. sz. kéregkutató szélvény áthalad ugyan a Rába-vonalon is, de a közös országhatár közelében befejeződik. Ezért a Kisalföld aljzatáról elsősorban a délkeleti robbantópontokból, tehát csak egyik irányból kaptak reflektált beérkezéseket, ami a Rába-vonal biztos megfigyelését nem tette lehetővé. A nemzetközi együttműködéssel 1975-ben megvalósított litoszférakutató









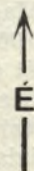
### Torony — deutschschützeni lignitterület

-  Paleozóos — mezozóos alaphegység a felszínen
-  A lignit összlet fedő képződményei
-  A lignit összlet fekvő képződményei
- Meddő fúrás
- Produktív fúrás

Lignit összlet  
Letakarási arányok

-  5–10m/m
-  10–15m/m
-  15–20m/m

 A külfejtés optimális határa





alpi hossz-szelvény fokozatos, lejtős átmenetet mutat a Pannóniai-medence anomálishan kis és az Alpok anomálishan nagy kéregvastagsága között. Ennek a szelvénynek az iránya és a részletessége azonban nem alkalmas a határzóna behatódott vizsgálatára. Indokoltnak tartjuk a kéregmérések folytatását mind az alpi sorozatok csapásvonalára, mind a Rába-vonalra merőlegesen, lehetőleg az országhatáron átvezető észléllel.

A tudományos megismerésen túl gyakorlati jelentőségű, hogy a Rába-vonal mentén kialakult szerkezetföldtani viszonyoknak meghatározó szerepe volt a dunántúli szénhidrogén, ill. széndioxidtelepek keletkezésében. Amíg a Rába-vonaltól ÉNy-ra szénhidrogéntelepek helyett igen jelentős volumenű széndioxid-felhalmozódást ismerünk, attól délre számos, közöttük több jelentős kőolaj- és földgázlelőhelyet tártak fel a kutatófúrások.

A határmenti hegységek, valamint a Keleti-Alpok és a magyar köztes terület nagyszerkezeti kapcsolatát érintő időszerű földtani kutatási kérdések áttekintése után végül egy közös érdekű, gyakorlati jelentőségű földtani kutatási eredményről szeretném önöket tájékoztatni. A közös országhatár menti *Torony—Deutschschützen-i* lignitlelőhelyről van szó, amelynek magyarországi felderítő jellegű geológiai kutatását az elmúlt másfél évtized során végeztük el és ahol jelenleg is részletező fázisú kutatás van folyamatban.

A nyugat-magyarországi, Szombathely környéki lignittelepeket már a múlt században ismerték, és több alkalommal kisméretű, gyakorlati célú hasznosításukra is sor került. Telegdi Roth Lajos 1872-ben a Vashegyi Szénbánya Társulat működéséről számolt be, amely a legkorábbi ilyen irányú tevékenység lehetett ezen a területen. 1920—21-ben Nagyjéplán majorban egy 120 m-es kút fúrásakor az összes jelenleg ismert lignittelepet feltárták, de a lignit ipari jellegű bányászata és felhasználása abban az időben nem volt gazdaságosan megvalósítható. Legutóbb a második világháború alatt és azt követően 1952-ig egy telep kibúváson és annak felszín alatti folytatásában, táróbányászat formájában került sor helyi igényeket kielégítő kisebb méretű lignittermelésre.

Magyarországon az 1960-as években értek meg a feltételei annak, hogy korszerű bányászati technikával felszerelt külfejtések és nagykapacitású hőerőművek együttes telepítésével lignitbázison gazdaságosan villamos energiát termeljünk. Az első 800 MW teljesítményű hőerőmű Észak-Magyarországon a Mátra hegység előterében 1969-ben kezdte meg működését. Az elmúlt két évtizedben végzett geológiai kutatások további lehetőségeket tártak fel, és távlati iparfejlesztési terveinkben 2000 MW kapacitású, lignitbázisú erőmű telepítése is szerepel.

Nyugat-Magyarországon a korábban megismert felszíni kibúvások és vízfeltároló fúrások lignit adatai figyelembevételével 1961 és 1964 között végeztek először rendszeres lignitkutatást 150 km<sup>2</sup> területen mintegy 200 kutatófúrással. A kedvező eredmények alapján a kutatást 1974

és 1976 között folytatták, és ennek eredményeként 40 km<sup>2</sup> külfejtésre alkalmas területet jelöltek ki. Ezen a területen külszíni bányatelepítés megalapozása érdekében jelenleg is részletező jellegű földtani kutatás folyik. A külszíni bányatelepítésre legkedvezőbb területen 500 Mt, 1700—1800 kcal fűtőértékű, erőművi felhasználásra alkalmas lignitvagyont határoztak meg, amely egy 1500 MW teljesítményű hőerőmű nyersanyagellátását 35 évig biztosíthatja.

Szombathely környékén a felsőpannóniai lignittelepek két rétegtani szintben találhatók. A felső ún. Jáki Tagozat csak Szombathelytől délre fejlődött ki és Ausztriába már nem nyúlik át. Gazdasági jelentősége csekély. A gyakorlati jelentőségű Toronyi Tagozat a felszínen 4 km széles és 20 km hosszú sávban követhető ÉÉK felől DDNy-i irányban Gencsapáti, Torony, Jáplánpusztá, Pornóapáti, Bildein, Eberau községek vonalában.

Torony és Nári környékén a mintegy 80 m vastag telepes rétegösszletben négy műrevaló lignittelep található. A telepek átlag 2—3 m vastagságúak, helyenként azonban 5—6 m vastagságot is elérnek. A lignittelepeket agyag- és homokrétegek választják el egymástól. Sem karbonátos, sem kovás kötőanyagú padok nincsenek és durvatörmelékös közbetlepelek is hiányoznak. Mindez és a talajvíz alárendelt jelentősége kedvező a leendő lignitbányászat szempontjából. A lignittelepek egyenletes kifejlődésével, 1—3° dőléssel DK-i irányba hajlanak. A legelső műrevaló telep Ny-on 30—50 m, keleten 120—160 m mélységben található. A lignitterület és a telepes csoport földtani kifejlődését a bemutatott ábra szemlélteti.

A torony lignitlelőhely kedvező földrajzi és földtani adottságai, valamint az osztrák—magyar gazdasági együttműködés őszinte szándéka alapján vetődött fel az illetékes szervek részéről az a gondolat, hogy az osztrák—magyar határ közelében, osztrák területen villamos erőmű épüljön, amelyet a Magyarországon létesülő toronyi lignit külfejtés látna el tüzelőanyaggal. E koncepció kidolgozásának munkálatai folyamatban vannak, és reméljük, hogy az illetékes osztrák és magyar szervek állásfoglalása pozitív lesz e jelentős lignitlelőhely közös és mindkét fél számára előnyös hasznosítását illetően.

A felvázolt kérdések részletes kifejtése témánként is önálló előadást igényelne, amint arra egyes kérdésekkel kapcsolatban már eddig is sor került. Kívánatos, hogy a kialakult együttműködés tovább erősödjön, és ennek kapcsán mind az Alpok, mind a magyar közbelső terület földtani kutatás hasznos impulzusokat nyerjen.

Megköszönöm Professzor Dr. Herbert Hunger Úrnak, az Osztrák Tudományos Akadémia elnökének megtisztelő meghívását, amely lehetővé tette számomra, hogy az osztrák és a magyar geológiai kapcsolatok időszerű kérdéseiről ezen a helyen áttekintést adjak, és kifejezzem készségünket tudományos kapcsolataink továbbfejlesztésére.

Köszönöm a megjelentek érdeklődését, mindenekelőtt azt a figyelmet, amelyet az osztrák—magyar geológiai kapcsolatok kérdéseinek szenteltek.



# Kísérletek automatizálásának helyzete és feladatai az oceanológiában

## 1. Bevezetés

A termelés gyors növekedése az egész világon már ma is a nyersanyagkészletek meglehetősen gyors kimerüléséhez vezet. Amint azt a híres szovjet demográfus, Uralakisz B. írta nemrég, a „lakosság-környezet-nyersanyagok” háromszögben jelenleg minden szög hegyes. Nem meglepő ezért, hogy az utóbbi időben erősen megnőtt az érdeklődés a környezet tanulmányozására, s elsősorban a Világóceán nyersanyagainak hasznosítási problémái iránt. Számos vezető tengeri hatalom a Világóceán és különösen annak selfővezete tanulmányozását állampolitikai szintre emelte, s a hidroszféra vizsgálata legalábbis egy sorban áll a kozmikus térség és a nukleáris energia terén végzett kutatásokkal.

Valóban, a Világóceán a biológiai nyersanyagok leggazdagabb forrása. Szakértők véleménye szerint a tenger felszínének egy hektárja 430 mázsa száraz állapotú nyersanyagot képes adni (a búza terméshozama hektáronként 30 mázsa). Ezért már ma is végeznek irányítható tengergazdaságok létrehozására irányuló munkálatokat, amelyek a tengergazdálkodás mai forrásait hivatottak felváltani.

A Világóceánban hatalmas ásványi nyersanyagkészletet vannak, ezeken belül titán, ón, mangán, gyémánt, arany, kőolaj, kőszén, nikkel, kobalt stb. is. Már ma is 30-nál több ország nyer kőolajat a selfekből, 75 ország végez tengeri kőolajkutatást; brómszükségletének az USA 80, Japán pedig 100%-át fedezi tengervízből.

A Világóceán bolygónk éghajlatának kialakításában meghatározó szerepet játszik. Világos, hogy a meteorológiai előrejelzések pontosságának és gyorsaságának növelése a legfontosabb négazdasági feladatok közé tartozik; megoldása sokmilliárd rubel megtakarítást eredményezhet.

Míndezebből következik, hogy a Világóceán nyersanyagainak hatékony — és ami igen fontos — hozzáértő hasznosítása az emberiség leg-sürgősebb feladatai közé tartozik, amelyet nem lehet sikeresen megoldani a probléma sokoldalú tanulmányozása nélkül, felhasználva a legkorszerűbb műszaki eszközöket a kísérleti adatok automatikus összegyűjtésére, feldolgozására, tárolására és megjelenítésére.

A mai óceanológiára jellemző az óceán fizikai tereinek kölcsönhatásában és fejlődésében történő vizsgálata, a kutatások időbeli és térbeli kereteinek ugrásszerű bővítése; a költséges tudományos kutatóhajók alkalmazásának intenzívebbé tétele óriási tömegű információ feldolgozását teszi szükségessé (10—100 ezerszeresét a 10 év előttinek). Ilyen feldolgozás viszont nem valósítható meg a tudományos kutatás automa-

tizálása nélkül, amely elsősorban a modern digitális számítástechnikán alapulhat.

Az óceanológiai tudományos kutatások automatizálását nehezíti a mérendő értékek sokfélesége, a nagy területekről hosszú időintervallumban és széles frekvenciatartományban való adatgyűjtés; az információgyűjtési módszerek különbözősége a szondázó és vontatott műszerek, automata bójaállomások és más autonóm egységek alkalmazása esetén. Ugyancsak nehézséget jelent a feldolgozási algoritmusok nagy száma a hidrofizikai vizsgálatokban, a fizikai-kémiai elemzésben és a geofizikában, valamint a műszerek magasszínvonalú műszaki jellemzőinek biztosítása.

Megjegyzendő, hogy az utóbbi években a Szovjetunióban sokat tettek az óceanológiai kutatás automatizálása terén, ami a kutatás hatékonyságát jelentősen megnövelte. Fedélzeti automatizálási rendszereket dolgoztak ki és működtek a „Kurcsatov akadémikus”, a „Dimitrij Mengyelejev”, a „Michail Lomonoszov” és a „Vernadszkij akadémikus” tudományos kutatóhajókon. A SZU TA P. P. Sirsov Oceanológiai Intézetben kialakult expedíciós gyakorlat pl. arra irányul, hogy közvetlenül a hajón biztosítsák a menetközben kapott adatok lehető legteljesebb tudományos feldolgozását.

Sokcélú, programmal irányítható modulrendszer dolgoztak ki, amely el tudja végezni a hajózási, magnetometriai, gravimetriai, mélységmérési, hidrofizikai és meteorológiai (összesen 16-féle) adatok automatikus gyűjtését, digitális kijelzésüket, továbbá analóg sokcsatornás jelrögzítőre és számítógéphez illeszthető tárolóra való felvitelüket.

A kidolgozott rendszer különleges sajátossága, hogy sokpozíciós multiplex elvet alkalmaz és magas integráltsági fokú mikroáramkörökből épül fel, amely lehetővé tette a műszerköltségek csökkentését és a rendszer egyszerűsítését.

Speciális processzort hoztak létre az akusztikus mérések feldolgozására, a jeleknek a zajból történő kiemelésére, digitalizálására, regisztrálóra való kiadásukra. Elvégezték a berendezés üzemi próbáit, megbízható adatokat kaptak a teljes mélységintervallumban, mélységszelvényt szerkesztettek, amelyet automatikusan skáláztak.

Külön eredmény a kontaktusmentes kapcsolat biztosítása a kábelkötéssel. Ilyen kapcsolatot a világon elsőként alkalmaztak, s az R. Woods-féle ismert variánshoz képest (induktív kapcsolat a szigetelt drótkötéssel) hússzor—ötvenszer több információ továbbítását tették lehetővé jelentős mélységekből. Eme eredmények továbbfejlesztése lehetővé teszi, hogy gyors pulzációk



mérésére szolgáló szabadon úszó szondák, von-  
tatott sorok és bója-rendszerek létrehozásán  
gondolkodjunk. Azonban a fedélzeti hornyolá-  
sokkal, automatizálási rendszerekkel szemben  
támasztott követelmények állandóan nőnek,  
ezért a második generációs digitális számító-  
gépekre (amilyen pl. a Minszk-22) alapozott je-  
lenlegi rendszerek már nem tudják kielégíteni a  
kutatók igényeit. A létező rendszerek száma  
kicsi, s azok nem biztosítják a közvetlen adat-  
beadást és a real-time feldolgozást. Teljességei  
elégtelenek a ma alkalmazott számítógépek pa-  
raméterei a számítási gyorsaságot, az operatív  
memória-egységek kapacitását, a grafikus in-  
formáció megjelenítését tekintve. Nagy munká-  
ra van szükség ahhoz, hogy meghatározzuk a  
fedélzeti automatizálási rendszer struktúráját,  
kiválasszuk a megfelelő műszaki eszközöket, és  
kidolgozzuk a megfelelő matematikai apparát-  
ust. Nem kevésbé fontos az sem, hogy tökéle-  
sítsük a meglévő mérő-egységeket, tárolókat  
és adatgyűjtő egységeket, valamint újakat hoz-  
zunk létre.

Az oceanológiai kutatások automatizálási fel-  
adatának aktualitását figyelembe véve, a SzU  
Minisztertanácsának Tudományos és Műszaki  
Állami Bizottsága és az MNK Országos Mű-  
szaki Fejlesztési Bizottsága 1976. június 4-i  
„Megállapodás”-ában előirányzott szovjet—ma-  
gyar tudományos-műszaki együttműködés ezt  
fő irányként jelölte meg, amelynek konkrét tar-  
talma:

„Kis számítógépekre és programvezérelt pe-  
rifériákra alapozott automatizált fedélzeti rend-  
szer kidolgozása oceanológiai információgyűj-  
tésre és feldolgozásra” c. téma (a Megállapodás  
programjának 2. pontja). A SzU részéről a SzU  
TA P. P. Sirsov Oceanológiai Intézet, az MNK  
részéről — az Eötvös L. Geofizikai Intézet a  
Videoton Rt-vel közösen dolgozzák ki.

Ezt a tanulmányunkat azzal a céllal írtuk,  
hogy megismertessük a magyar szakértőket az  
oceanológiai kutatások specifikus jellemzőivel  
és automatizálásuk fő feladataival.

## 2. A Világóceán kísérleti tanulmányozásának fő módszerei és műszaki eszközei.

Nem is olyan régen még a tengervíz sótartalmát a kivett mintából a hajó fedélzetén hatá-  
rozták meg. A műszeres ellátottság fejlődésével  
az információ egyre nagyobb részét nyerjük in  
situ, azonban mind ma, mind ezután is a minta-  
vétel a kísérleti kutatások fontos része marad.  
Ez különösen a hidrológiai és a tengeri geoló-  
gia vonatkozásában igaz. A mintavétel szüksé-  
gessége sok esetben meghatározza a kísérlet me-  
todikáját.

A tudományos kutatóhajók (TKH) mindmáig  
a kísérleti óceánkutatás univerzális eszközei;  
ezek biztosítják az adatgyűjtést nagy vízterüle-  
tekről, és képesek arra, hogy a komplex vizs-  
gálatokhoz és a kapott információ feldolgozá-  
sához szükséges berendezéseket magukkal vi-  
gyék. A kísérleti munkálatok elvégzésének aláb-

bi típusait különböztethetjük meg: kísérő méré-  
sek, poligonmérések, sodródás közbeni mérések  
és megadott földrajzi ponton végzendő méré-  
sek. A kísérő méréseket menet közben hajtjuk  
végre; ennek során főleg geofizikai adatokat  
kapunk a Föld gravitációs és mágneses terére  
és a domborzatra vonatkozóan, továbbá szeizmi-  
kus szelvényezést végzünk, meteorológiai adato-  
kat, bizonyos hidrológiai paramétereket, pl. a  
felszínközeli vízréteg hőmérsékletét, áramlatok  
paramétereit stb. Poligonon való munka eseté-  
ben a menet közbeni méréseket többnyire auto-  
mata egységek (bójaállomások) általi adatgyűj-  
téssel kombináljuk. Sodródás közben és meg-  
adott földrajzi ponton a tengervíz vastagságá-  
nak vagy aktív (100—200 m-es) rétegének szon-  
dázását végezzük, mintákat veszünk fenékcso-  
vekkel, batiméterekkel és irányított víz alatti  
készülékekkel. A modern szondázó berendezé-  
sek meglehetősen bonyolult, sokcsatornás mérő-  
rendszerek telemetrikus adattovábbító csatorná-  
val a TKH fedélzetére, vagy beépített autonóm  
adatrögzítővel.

A TKH nagy hiányossága a magas építési és  
üzemeltetési költség és a legénység nagy lét-  
száma. Ennek eredményeképpen a TKH-k  
mennyisége az egész világon erősen korlátozott,  
és a vezető országok jelentős erőfeszítései elle-  
nére az új TKH-k építése nem biztosíthatja  
megfelelő sűrűségű megfigyelési hálózat létesí-  
tését az óceánon. Úgy vélik, hogy a jövőben  
eme hálózat létesítésében egyre nagyobb szere-  
pet fognak játszani a bójaállomások és a szput-  
nyikok. A mélytengeri oceanográfiai megfigye-  
lések és a légkör legalsó rétegének megfigyelé-  
sét bójaállomások, az óceán felszíni paraméte-  
reinek megfigyelését pedig szputnyikokról vé-  
gezzük.

Az automata és a lakott bójaállomások lehető-  
vé teszik, hogy egyszerre kapjunk adatokat az  
óceán mélységére, az óceán és légkör határára  
és a légkör alsó részére vonatkozóan. Az ilyen,  
speciális mérőberendezéssel ellátott állomásokat  
az óceánok különböző vidékein helyezhetjük el,  
és hosszú időn át végezhetnek méréseket tetsző-  
leges időjárási viszonyok között. Az automata  
bójaállomások (ABÁ) meteorológiai érzékelő  
egységei lehetővé teszik, hogy mérjük a légkör  
vízszint menti rétegének fizikai paramétereit,  
amely réteg jelentős szerepet játszik az óceán  
és légkör kölcsönhatási folyamataiban. E pa-  
raméterek közé tartozik a hőmérséklet és a levegő  
függőleges hőmérséklet-gradiense, a légköri  
nyomás és a légnedvesség változása, a szél se-  
bessége és iránya, a csapadékmennyiség, a tel-  
jes, szórt és visszavert napsugárzás intenzitása.

Az ABÁ-k hidrológiai érzékelő egységei a fi-  
zikai terek időbeli változásait mérik a vízben.  
A különböző mélységekben elhelyezett elsődle-  
ges érzékelők a tengervíz hőmérsékletét és  
elektromos vezetőképességét, az áramlás sebes-  
ségét és irányát, valamint a hidrosztatikus nyo-  
mást mérik. Közvetlenül a bóján helyezzük el  
azokat a műszereket, amelyek a szél keltette  
hullámok paramétereit, továbbá az áramlás se-  
bességét és irányát, valamint a hőmérsékletet  
mérik a felszínközeli vízrétegben. Ezenkívül az



ABÁ-kon hidrooptikai érzékelők helyezhetők el a tengervíz víz alatti megvilágítottóságának és átlátszóságának mérésére, továbbá az oldott oxigén koncentrációjának, a rádióaktivitásnak mérésére szolgáló jeladók, valamint különféle hidroakusztikai érzékelők. Az érzékelőkről kapott információt a bóján tároljuk, és ezenkívül rádiócsatornán adatjuk le. Annak lehetősége, hogy az adatokat parti központokba továbbítsuk szputnyik által, nagy perspektívát biztosít ahhoz, hogy operatív hidrometeorológiai információt kapjunk gyakorlatilag az óceán bármely vidékéről, ahol ilyen állomásokat létesítettünk.

1967-ben a Kormányközi Oceanográfiai Bizottság határozatot hozott Egyesített Globális Óceáni Állomás-Rendszer (EGOÁR) létrehozására, amelynek az a feladata, hogy egyidejűleg óceánográfiai és meteorológiai megfigyeléseket végezzen a Világóceán egész területén. Az EGOÁR tervének értelmében az automata bója-állomások a jövőben a globális megfigyelési hálózat alapegységei lesznek. Van egy olyan vélemény, hogy a nagy mérési volumenű ABÁ-k hatékonyságukat tekintve egyenértékűek egy 130 fős tudományos kutatóhajóval.

Az ABÁ olyan bonyolult rendszer, amelybe az alábbi egységek tartoznak: a hordozó bója a horgony-rendszerrel és navigációs felszereléssel, hidrológiai és meteorológiai mérő érzékelők, adatgyűjtő és -tároló rendszer, felvevő és adóberendezés és tápegység.

A hordozó bója helyzetétől függően a horgonykötéllal rögzített ABÁ-k alábbi típusait különböztetjük meg: ABÁ felszíni bójával, ABÁ süllyesztett bójával, ABÁ süllyesztett és felszíni bójákkal.

Ezenkívül sodródó ABÁ-kat is alkalmazunk, amelyek főleg az áramlások vizsgálatára szolgálnak.

Legelterjedtebbek a lehorgonyzott ABÁ-k felszíni bójával. Azonban ezeknek az állomásoknak van egy sor hiányossága. Így pl. vihar esetén a bójákra erős hatást gyakorolnak a felszíni hullámok, miközben a bója függőleges irányú helyzetváltozásai nagy dinamikus terhelést hoznak létre a horgonykötélben és torzítják a kapott adatokat.

A süllyesztett bójás ABÁ-k alkalmazásával elkerülhetjük ezeket a nehézségeket. Ezen állomások hordozó bójáját néhányszor tíz méter mélységbe süllyesztjük, ahol a felszíni hullámzás hatása nem érzékelhető. Azonban a süllyesztett bójájú ABÁ-kat nem használhatjuk fel meteorológiai paraméterek mérésére, továbbá a kapott adatok rádiócsatornán való továbbítására. Az állomáson kapott teljes információ az ABÁ tárolóira kerül, és csak az állomás felszínre hozása után válik hozzáférhetővé. A süllyesztett bójájú ABÁ-kat széleskörűen alkalmazzuk tudományos kutatómunkák során, továbbá azokon a területeken, ahol télen a tenger befagy; itt a téli időszakban működnek, és a jégtakaró elolvadása után hozzuk ezeket felszínre.

A kombinált ABÁ két bójából áll. A süllyesztett bóján kívül, amely a munkálatok oroszlan-részét végzi, az állomáson van egy második, felszíni bója is. Ezen vannak a meteorológiai mű-

szerek, a navigációs berendezés és az antenna-rendszer. A felszíni bója kis vízkiszorítású, és kábelkötéllal kapcsoljuk a süllyesztett bójához. A hullámoknak a felszíni bójára gyakorolt hatása csak jelentéktelen mértékben adódik át a süllyesztett bójára és a hidrológiai műszerekre. A süllyesztett és felszíni bójából álló ABÁ vázlatát az 1. ábrán láthatjuk.

A hordozó bója az ABÁ alapja. Ezen vannak a műszerek és a tápegységek. A bójatesten van az adó-vevő antenna-rendszer a meteorológiai érzékelőkkel és a navigációs berendezéssel. Ezenkívül a bója tartja a horgonykötelet a ráfüggesztett hidrológiai műszerekkel.

A bója fedélrészén árbóc van az adó-vevő antenna-rendszerrel, navigációs berendezéssel és a meteorológiai érzékelőkkel.

Az ABÁ egyik fontos eleme a több szekcióból álló horgonykötél. Felső részén, kb. 0,5—1 km mélységig kábelkötél van, ez köti össze a hidrológiai érzékelőket a bójatesten belüli műszerekkel. A horgonykötél alsó része változó, lefelé csökkenő keresztmetszetű acél- vagy műanyag kötél szekciókból áll.

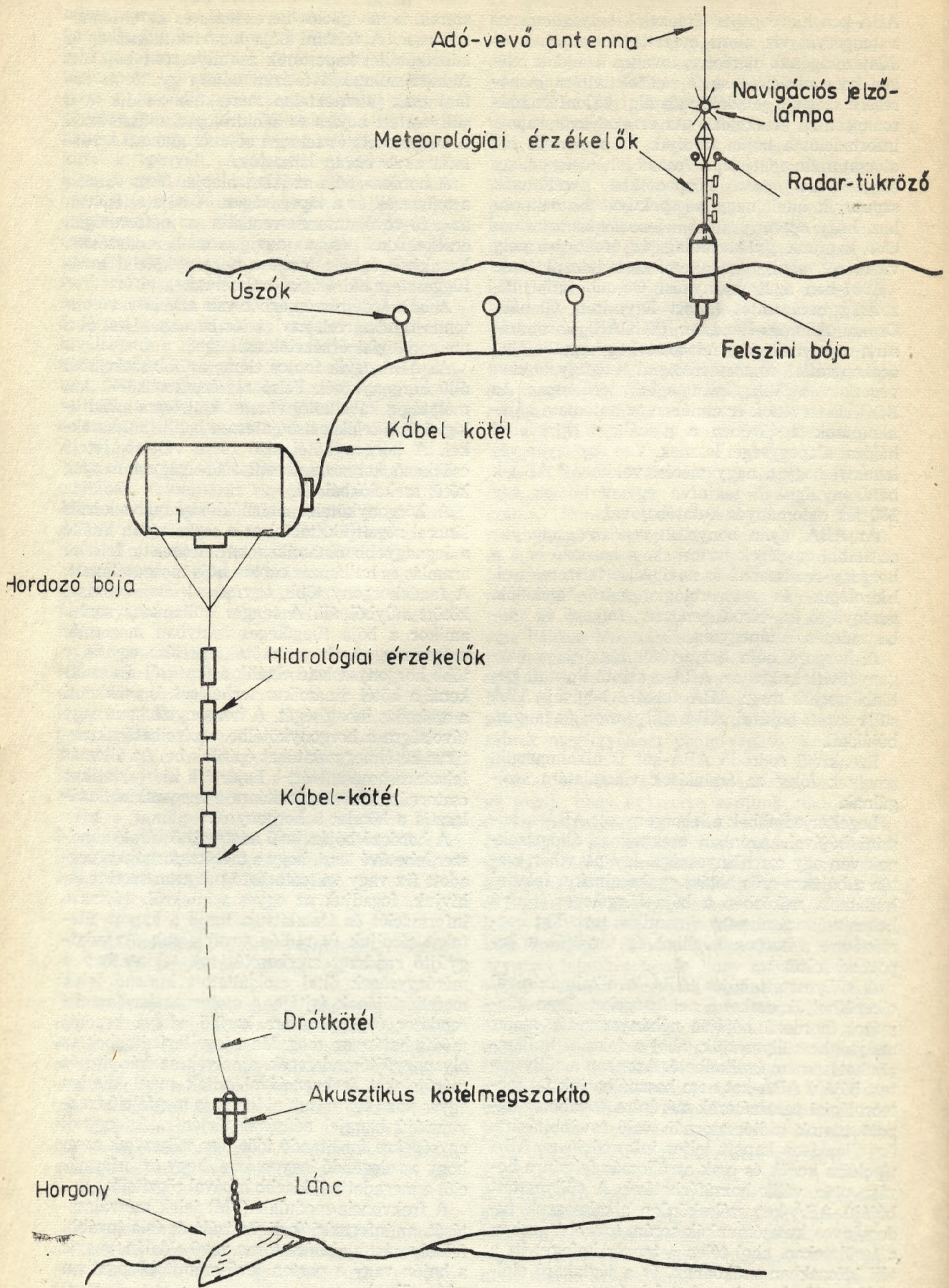
A horgonykötelet a fenékhorgonyhoz köztes lánccal rögzítjük, mivel ez a szakasz van kitéve a legnagyobb dinamikus terhelésnek a felszíni áramlás és hullámozás okozta bója mozgása miatt. A fenékhorgony több, egymással lánccal összekötött súlyból áll. A tenger hullámozása során, amikor a bója függőleges irányban mozog és erősen megnő a horgonykötél terhelése, egy vagy több horgonysekcio elválik a fenéktől. Ez csökkenti a kötél dinamikus terhelését és csökkenti a szakadás lehetőségét. A horgonytól nem nagy távolságra a horgonykötélbe vezérelhető akusztikus kötélmegszakítókat építünk be. Az állomás felszínre hozása előtt a hajóról a hidrosztatikus csatornán leadott utasításra a megszakító leválasztja a kötelet a horgonyról.

A hordozó bóján levő adatgyűjtő tároló rendszer lehetővé teszi, hogy a mérőcsatornákat megadott fix vagy változtatható program szerint lehívjuk, fogadjuk az egyes szintekről származó információt és átalakítsuk, majd a kapott adatokat tároljuk és rádióon továbbítsuk. Az adatgyűjtő rendszer szerkezetét sok tekintetben a mérőegységek által szolgáltatott kimenő jelek modulációjának fajtája, a csatornasztérválasztási rendszer és a tárolásra kerülő adatok beadási módja határozza meg. Ma a legelterjedtebbek az olyan gyűjtőrendszerek, amelyek az irányító és mérőjeleket frekvenciával adják meg. Minden egyes szint egymásutáni lehívása megfelelő frekvenciájú hangjel adásával történik. Az egyedi egységekre fordítandó időt úgy választjuk meg, hogy az elegendő legyen arra, hogy az információt a megadottnál kisebb hibával rögzítsük.

A frekvencia-modulált (FM) jelek szétválasztását, az információk digitalizálását és a további feldolgozást a rádiócsatorna vevő oldalán, vagyis a hajón vagy a parton levő számítóközpontban végezzük el.

Egy tökéletesített változatban az egyes szintekről származó FM-jelek összességét szűrőkkel bontjuk csatornákra, amelyek az egyes paramétereknek felelnek meg, s az egyes FM-jeleket





1. ábra



egymás után kódoljuk digitális frekvenciamérő segítségével. Ez lehetővé teszi, hogy tárolóként digitális magnetofont alkalmazzunk, növeljük a felírási sűrűséget és jelentősen csökkentjük a követelményeket mind az áteresztési sávval, mind a tároló és a közvetítő csatorna meteorológiai jellemzőivel szemben.

Az utóbbi időben egyre inkább előtérbe kerül az a tendencia, hogy a bójákon mini számítógépet helyezünk el, amely ellenőrzi a bóján levő műszereket és irányítja az adatgyűjtést és továbbítást. Ezzel kapcsolatban már egyre gyakrabban választják az információ digitalizálását az egyes szinteken levő műszerek kimenetén, s nemcsak annak tárolóra juttatásánál. Egyre erősebb az a tendencia is, hogy az ABÁ-kon belül programmal irányítható modulszerkezetet hozzanak létre, hogy bármely szinthez cím szerint lehessen fordulni. Az ABÁ-k jellegzetessége (a szintek távolsága, az egyes szintek műszerei elvesztésének vagy meghibásodásának nagy valószínűsége, egyeres kábelkötél alkalmazásának szükségessége) arra késztet, hogy ne alkalmazzunk olyan közvetítő vonalakat, amelyekben a párhuzamos csatornákat térben választjuk el. A különböző szintenként mért paraméterek digitalizálása, s az így kapott jelek továbbítása a bója műszereire jelentősen bonyolítja az egyes szinteken levő műszereket. Ugyanakkor már a legközelebbi években a megfelelő nagy integráltsági fokú áramkörök kialakításával ez a megoldás optimálissá válhat. Nagy módszertani előnye lenne ennek a megoldásnak az, hogy az ABÁ valamennyi szintjéről egyidejűleg lehetne információt szerezni.

Ma egy közbelső megoldás tűnik ésszerűnek, amelynek lényege, hogy az egyes szinteket a program kódjai jelölik ki, a mért paramétereket egymás után továbbítjuk a szintekről frekvencia- vagy szélességmodulált jelként, és az átmeneti tárolóra való felírás előtt digitalizáljuk azokat.

A *szeptnyikokat* az oceanológiában ma navigációra, továbbá adatgyűjtés és adattovábbítás céljából használják az oceanográfiai bójákról és hajókról a földi információk központokba, valamint a légkör és az óceáni felszín egy sor paramétere térbeli és időbeli változékonyságának tanulmányozására.

Fontos motívuma a kozmoszból végzett óceánkutatásnak az a körülmény, hogy a poláris pályán mozgó szeptnyik naponta kétszer áttekinti az egész Földet. A Világóceán bármely vidéke egyformán hozzáférhető a vizsgálatok számára, függetlenül a parttól való távolságtól, az időjárási visznyoktól és a navigációs nehézségektől. Fontos az is, hogy a szeptnyikról végzett megfigyelések eredményei végeredményben olcsóbbak a szokásos óceánkutatásnál.

Az óceánológiai kísérleti adatok gyűjtésének *egyéb műszaki eszközei* az alábbiak: autonom vagy távirányításos víz alatti berendezések, televíziós képtovábbítás, talajmintavétel és más víz alatti munkák esetében; lakott víz alatti házak és berendezések víz alatti megfigyelések és mérések végrehajtására, valamint az emberi

életműködés különleges jelenségeinek tanulmányozására magas nyomáson; kísérleti laboratóriumi berendezések különféle fizikai-kémiai elemzésére, a turbulencia-viszonyok tanulmányozására stb.

Nem tárgyaljuk részletesen a felsorolt műszaki eszközöket, s csak annyit jegyzünk meg, hogy gyakorlatilag közülük mindegyik igényli az automatizálás eszközeit adatgyűjtés, tárolás, az előzetes feldolgozás és az eredménytovábbítás céljára; a kísérletek irányításához, s ezen belül (autonom víz alatti berendezések esetében) a műszer vagy az objektum térbeli helyzetének stabilizálásához, a haladási irány, a mélység és más paraméterek megadott program szerinti változtatásához.

Legbonyolultabb és leguniverzálisabb a tudományos kutatás hajón működő automatizálási rendszere. Ugyanakkor eme rendszer egyik-másik része alkalmazható más hordozókon (ABÁ, víz alatti berendezések stb.) is, valamint laboratóriumi vizsgálatok során. Ezért a továbbiakban csak a hajón működő automatizálási rendszerek tárgyalására szorítkozunk.

### 3. Hajón működő automatizálási rendszerek.

A hajón működő automatizálási rendszer feladatköre mind a hajó vízkiszorításától, és így a berendezés elhelyezési lehetőségétől, mind a kutatások tematikájától függ.

A Tudományos Akadémia tudományos kutatóhajóinak feladata többnyire komplex hidrológiai, geofizikai, biológiai és más hasonló kutatások elvégzése. Ezért az említett TKH-kon az automatizálási rendszer meglehetősen univerzális kell hogy legyen.

A TKH-k vízkiszorításától függően a hajón működő rendszereket több osztályba sorolhatjuk. A legegyszerűbb rendszerek mérőeszközökből, továbbá automatizált adatgyűjtő és adatrögzítő berendezésekből állnak. Az ilyen rendszerekben ma nincs számítógép, s ezeket kis vízkiszorítású hajókon alkalmazzák, az információt tárolón (lyukszalag, mágnesszalag) rögzítik. Külön eszközök (billentyűs beadó) is szükségesek ahhoz, hogy a nem automatizált eszközökkel kapott eredményeket is a tárolóra vigyük. A berendezés ellenőrzésére és a mérési eredmények operatív értékelésére a rendszerben egy- vagy kétkordinátás kirajzoló szükséges. A kis vízkiszorítású hajók számára optimálisnak tekinthetjük a programmal irányítható modulrendszereket (PIMR), amelyek controllerrel kiegészítve könnyen elvégzik a kísérleti program átalakítását. Ugyanakkor az elkövetkező években reálisnak tűnik a PIMR együttes alkalmazása mikroprocesszorral, ami jelentősen kiszélesítheti funkcionális lehetőségeit.

A bonyolultabb rendszerekben számítógép is van (főleg mini kivitelű), amely lehetővé teszi nemcsak az információgyűjtési rendszer-rész irányítását, hanem az elsődleges feldolgozást is (szűrés, zajelnyomás, szerkesztőprogram, formátumváltoztatás stb.), sőt néha a tematikus feldol-



gozás elemeit is a kísérleti eredmény operatív ellenőrzése céljából.

A beérkező és a feldolgozott információt regisztráló és megjelenítő szerkezetek a számítógép perifériájához közvetlenül vagy pedig a PIMR buszrendszerén és kontrollerén keresztül kapcsolódnak. Feltétlenül szükséges, hogy legyen kirajzoló és display, amelyekre a grafikus információ pontként felrajzolódik. Az ilyen rendszerek egyik fontos funkciója az expedíciós munkálatok navigációs feladatainak ellátása.

Végül a legbonyolultabb rendszerekben a miniszámítógép mellett (vagy helyett) középteljesítményű számítógépet alkalmaznak, amely biztosítja a tudományos adatfeldolgozást a lefolytatandó kísérlet (hajóút) teljes programja során.

Az ilyen hajón működő rendszerrel megoldható feladatok igen sokfélék: nemcsak közvetlenül a TKH fedélzetéről folytatott kísérletek automatizálását kell biztosítani, hanem az ABÁ-król, az irányítható víz alatti berendezésekről, a süllyesztett autonóm műszerekről (pl. az áramlás és hőmérséklet mérésére szolgáló, a fenékre helyezett szeizmikus állomások stb.) kapott adatok regisztrálását és feldolgozását is. Ezenkívül a fizikai-kémiai elemzés (spektrofotometria, atomabszorpciós analízis, béta- és gammaradio-

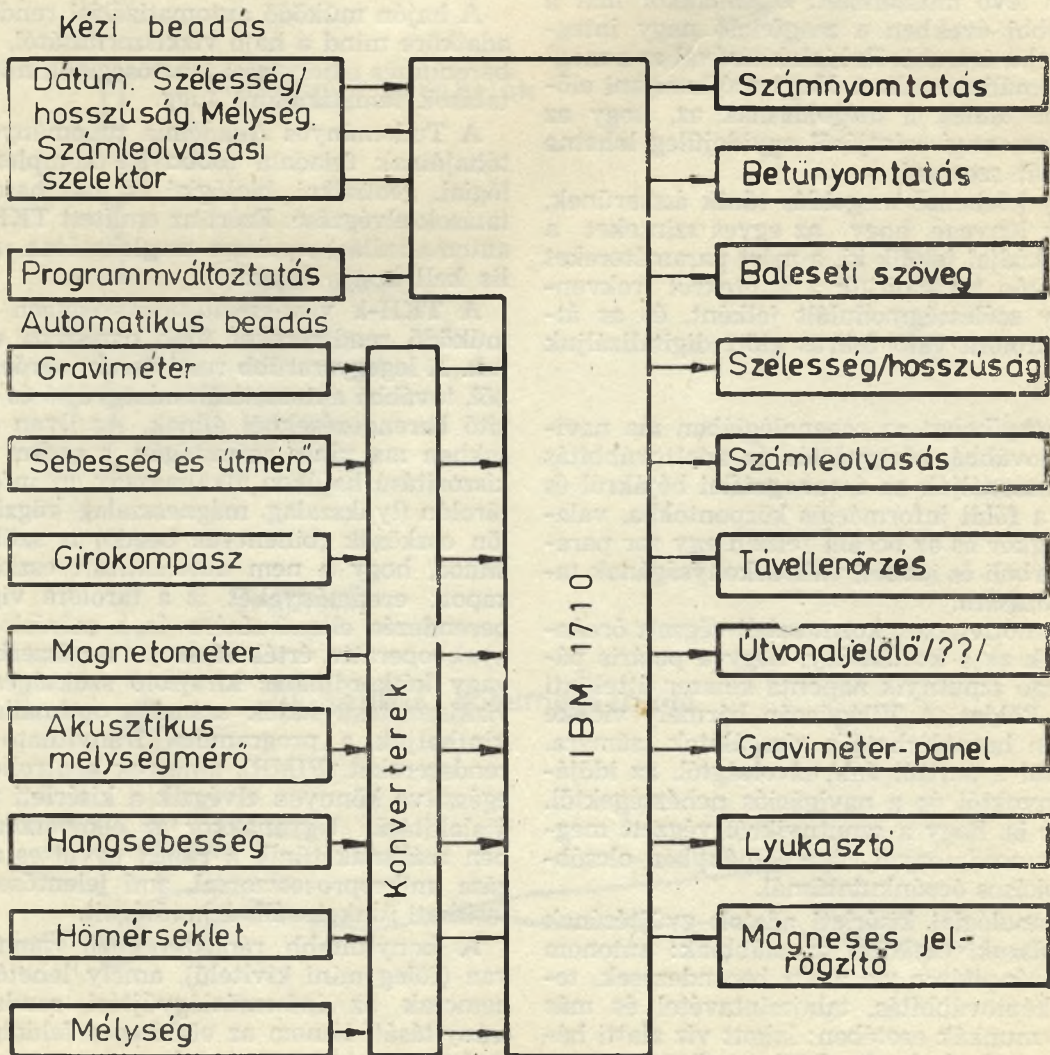
metria stb.) eredményeit is rögzítenünk kell és feldolgoznunk. Egészében sokoldalú hierarchikus felépítésű rendszerről van szó, amely a hajón működő számítóközpont számos alegységéből, egy vagy több miniszámítógépes, közvetlenül a számítóközponttal kapcsolatban álló alegységből és olyan adatgyűjtő alrendszerből áll, amelyet előzetes feldolgozóegységeken illetve adathordozókon keresztül csatolnak a számítóközpontoz.

Feltétlenül szükséges, hogy a hajón működő rendszerek valamennyi típusa és a nagyteljesítményű parti számítóközpont kompatibilisak legyenek tárolóikat illetően. Ez biztosítja annak lehetőségét, hogy a bármely rendszerben kapott adatokat a magasabb osztályba tartozó rendszerek feldolgozhatják.

Úgy tűnik, nyugodtan állíthatjuk, hogy ma nincs olyan hajón működő automatizált rendszer, amely magasabszintű és befejezett rendszernek volna tekinthető.

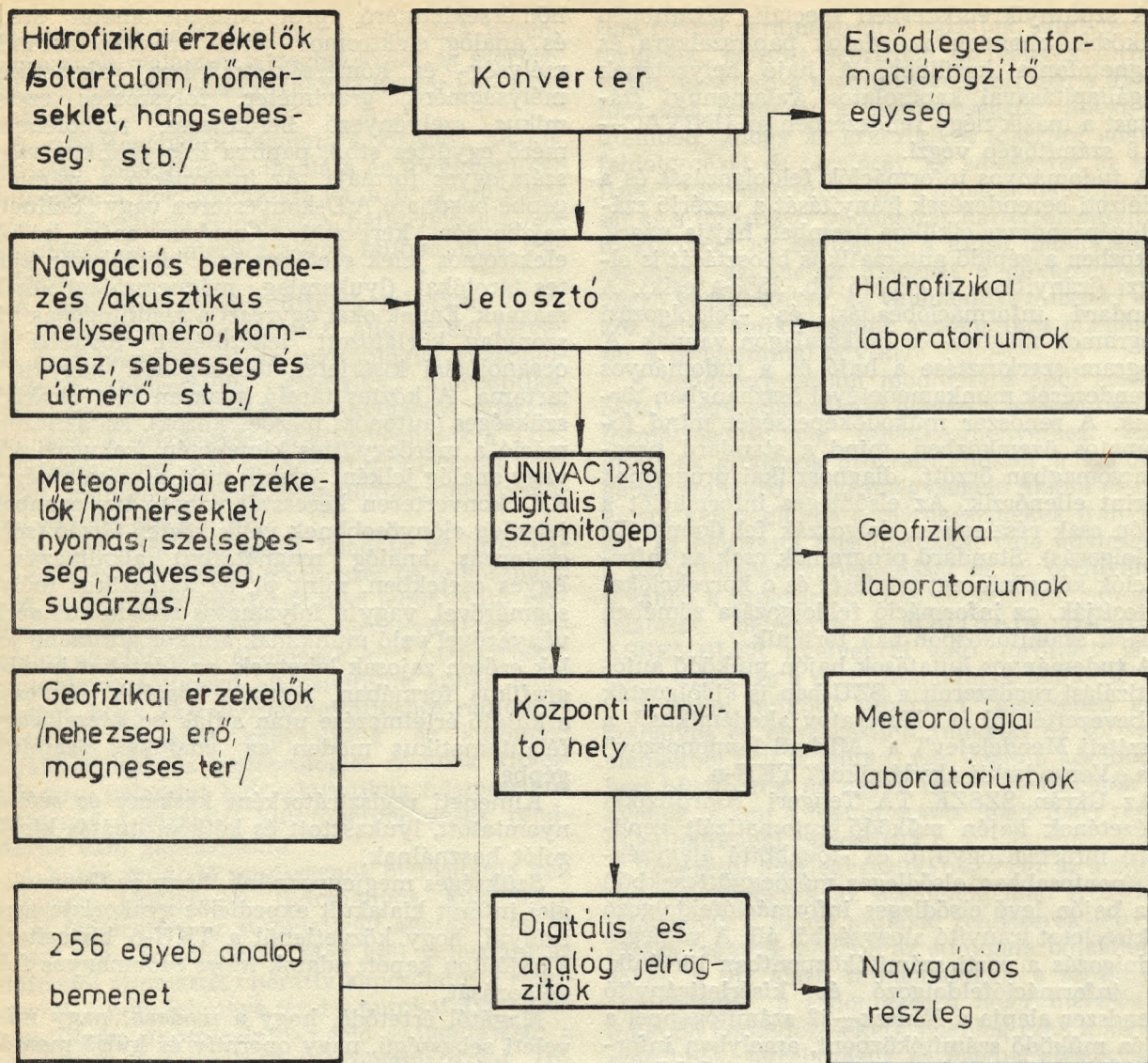
Tekintsük át röviden a ma létező, hajókon működő automatizálási rendszereket.

A woodshalli Oceanografiai Intézet (USA) „Chaine” TKH-ján 1963-ban állították üzembe a 2. ábrán látható tömbvázlatú rendszert. Amint ez az ábrán látható, a hajó koordinátáira, az



2. ábra





3. ábra

óceán mélységére, a megfigyelések időpontjára és a feldolgozási profil változásaira vonatkozó adatokat kézzel adják be. Automatikusan jön az információ a sebesség- és útmérőről, a girokompaszról, a graviméterről, a magnetométerről, az akusztikus mélységmérőről és a hidrológiai érzékelőkről.

A „Silas Bent” TKH-n 1966-ban 15 csomónyi sebességig menetközbeni, ezenkívül sodródó állomásokról kapott adatok gyűjtésére és regisztrálására szolgáló rendszert állítottak üzembe. A sodródó állomásokon szondák segítségével mérik a vízhőmérsékletet, sótartalmat, nyomást (mélységet), hangsebességet és az optikai jellemzőket. Menet közben a hajóról mérik a Föld mágneses terét, gravitációs megfigyeléseket végeznek, folyamatosan szeizmikus szelvényeket készítenek, továbbá az óceáni felszín hőmérsékletét mérik.

A DATAC hajón működő adatgyűjtő és feldolgozó rendszert (USA) egy PDP8 számítógép irányítja, s ehhez 176 érzékelő kapcsolható (ebből 64 analóg-digital konverteren keresztül),

amelyekről másodpercenként százszor hívnak le adatokat. Az információrögzítést két koordinátájú kirajzolón, mágneses tárolón, lyukasztón és telexen végzik.

Az „Oceanographer” TKH-n (USA) UNIVAC-1218 számítógéppel működő PRODAC-510 rendszer van, amelynek feladata az adatgyűjtés, a regisztrálás és az elsődleges feldolgozás (3. ábra). A mélységadatokat precíziós jelirő és mágneses tároló rögzíti, de tárolószalagra kerül a hajó sebessége és menetiránya is. A felvevő készülékek — a sebesség- és útmérő, a menetvonal-rajzoló és az akusztikus mélységmérő — ötpercenként automatikusan vagy az operátor utasítására közlik adataikat. A köztes tárolókról az információ a számítógépre kerül, s a feldolgozott adatokat a gép háttértáira rögzítik. A PRODAC-510 rendszerben a hajó mérési adatait három rádió navigációs rendszer, a „Dekka”, a „Loran-A” és a „Loran-C” érzékeli és a globális, hosszuhullámú „Omega” rendszer és a szputnyikus navigációs rendszer segítségével kapcsolják földrajzi koordinátákhoz.



A szputnyikrendszerben speciális számítógép működik, ahonnan az adatok papírszalagra és magnetofonra kerülnek. A hajó helyzetének megállapításával kapcsolatos valamennyi számítást a másik négy rendszerben az UNIVAC—1218 számítógép végzi.

A tudományos információk feldolgozását és a fedélzeti berendezések irányítását a vezérlő számítógéprendszer ciklikus üzemben hajtja végre, miközben a gépidő automatikus beosztását is elvégzi (irányításra a gépidő kb. 25%-a esik). A Standard információbeadási és -feldolgozási programok mágnes- és lyukszalagon vannak. A program szerkesztése a hajó és a tudományos berendezések munkamenetével összhangban történik. A rendszer működőképességét mind folyamatos üzemküzben, mind a standard programcsomagban őrzött diagnosztikai programok szerint ellenőrzik. Az elsődleges információt a hajón csak részlegesen dolgozzák fel (kamerális feldolgozás). Standard programok csak az információk kölcsönös egyeztetését és a korrekciókat biztosítják, az információ feldolgozása zömében a parti számítóközpontban történik.

A tudományos kutatások hajón működő automatizálási rendszereit a SZU-ban is kidolgozták és bevezették pl. a „Kurcsatov akadémikus”, a „Dmitrij Mendelejev”, a „Michail Lomonoszov” és a „Vernadskij akadémikus” TKH-n.

Az Ukrán SZSZK TA Tengeri Hidrofizikai Intézetének hajón működő automatizált rendszere információgyűjtő és -továbbító alegységből (pontosabban elsődleges mérőegysétekből) és a hajón levő elsődleges információfeldolgozó és kísérletet irányító alegységből áll. A végleges feldolgozás a parti számítóközpontban történik. Az információfeldolgozó és kísérletirányító alrendszer alapja a Minszk—22 számítógéppel a hajón működő számítóközpont, amelyben információfelvevő készülék (IFK) van az elsődleges tárolókról érkező adatok átvételére és azok standard tárolóra való átírásra. Operatív adatbeviteli berendezések, továbbá az ellenőrzést szolgáló, a feldolgozás eredményeit grafikonnak ill. táblázatok formájában rögzítő regisztráló eszközök, végül a parti számítóközpont részére dolgozó szalaglyukasztó, kártyalyukasztó gépek is helyet kaptak a hajón. Az IFK 8 szavas, 37 bites standard operatív memóriából és modernizált mágnesszalagos tárolóból (MSZT) áll és lehetővé teszi, hogy minimumra szorítsuk az adatbeadásra fordítandó gépidőt.

A SZU TA P. P. Sirsov Oceanológiai Intézet hajóin ma működő automatizálási rendszerek a „Minszk—2” („Kurcsatov akadémikus” TKH) és a „Minszk—22” („Dimitrij Mendelejev” TKH) számítógépekre épülnek. A mérőegysétek közül az alábbiakat említjük meg: hidrológiai (autonóm mérőeszközök, szondák, vonatott készülékek), turbulenciás, radioaktív, geofizikai és navigációs mérőkészülékek, amelyeket nemrég HP 2100 mini számítógépet tartalmazó szputnyiknavigációs rendszerrel egészítettünk ki. A mérőműszerek és -egysétek kimenetén az információ különféle képpen jelenik meg: digitális jelek (szputnyiknavigációs rendszer, „Golya” digitális hidrofizikai szonda, digitális áramlás- és

hőmérsékletmérő, proton-magnetométer stb.); és analóg elektromos jelek frekvenciaszonda mélység- és hőmérsékletmérésre, akusztikus mélységmérő, graviméter, folyamatos szeizmikus szelvényező berendezés, turbulencia-mérő együttes stb.), papírra írás grafikus vagy számjegyes formája. Az információ a számítógépbe beadható A/D-konverteren vagy „Sziluet” rajzbeadón keresztül. Azonban még kódolt elektromos jelek esetében is a legtöbbszor köztes tárolókat (lyukszalag, mágnesszalag) alkalmaznak. Ennek okai egyrészt a számítógépek viszonylag korlátozott lehetőségei, továbbá az oceanológiai kísérletek többségének nagy időtartama. A köztes tároló gyakran elvi okokból szükséges (autonóm mérőeszközök). Ha az információ a mérőegysétek kimenetén frekvenciaidő vagy analóg jelként jelenik meg, a számítógépre A/D konverteren keresztül adható be, azonban jelenleg előnyösebbnek vélik köztes tároló (sokcsatornás analóg magnetofon) alkalmazását. Egyes esetekben, mint pl. az akusztikus mélységmérővel, vagy a folyamatos szeizmikus szelvényezővel való munkánál, amikor a kimenő jelek erősen zajosak lehetnek, az adatokat inkább grafikus formában, papíron rögzítik és csak a kutató értelmezése után adják be kézzel vagy félautomatikus módon az adatokat számítógépbe.

Kimeneti regisztrátorként keskeny és széles, nyomtatott, lyukasztott és kétkoordinátás kirajzolókat használnak.

Szükséges megjegyeznünk, hogy az Oceanológiai intézet kialakult expedíciós gyakorlata arra irányul, hogy közvetlenül a TKH-n biztosítsák a hajóúton kapott adatok teljes tudományos feldolgozását.

Magától értetődő, hogy a modern, nagy műveleti sebességű, nagy operatív és külső memóriájú, sokféle perifériával kidolgozott software-rel rendelkező számítógépek fejlődése során a hajón működő automatizálási rendszerek lehetőségei a jövőben mérhetetlenül megnőnek. A lehetőségek teljes kihasználásához nagy munka szükséges a hajón működő rendszer elfogadható felépítésének megállapítása, a mérőegysétek továbbfejlesztése és sok esetben a kutatási metodika modernizálása terén.

#### 4. A hajókon működő mai automatizálási rendszerek műszaki követelményei

A tízedik ötéves terv elejére jellemző az oceanológiával foglalkozó akadémiai intézetek erőfeszítéseinek koncentrációja. 1976-ban műszaki feladatterv készült hajón működő automatizálási rendszer kidolgozására, amely egyesíti a SZU TA Oceanológiai Intézetnek, az Ukrán SZSZK TA Tengeri Hidrofizikai Intézetének, az USZSZR TA Déltengeri Biológiai Intézetének, a SZU TA Távolveleti Tudományos Központja Távolveleti Oceanológiai Intézetének igényeit.

A feladattervnek megfelelően a rendszer műszaki eszközei közt komplex számítógépparknak, témaorientált mérőrendszereknek, előfizetői állomásoknak is szerepelniük kell. Ezenkívül a



mindenoldalú adatforgalmat lebonyolító berendezéseknek, valamint a technológiai és szervizellátást biztosító eszközöknek is helyet kell kapniuk.

A számítógéppark feladata a kísérleti adatok gyűjtése, feldolgozása, tárolása és megjelenítése (beleértve a dokumentálást is), a programbejátszás, a tematikus feldolgozás háttéradatainak megoldása és a mérőeszközök munkájának irányítása.

A tematikus mérőegyüttesek feladata információnyerés a vizsgálat alatt álló fizikai terekről és folyamatokról az oceanológiai rész tudományok (hidrofizika, geofizika, hidrooptika, hidrokémia, meteorológia, navigációs vízrajz) számára. A mérőegységek elhelyezhetők a THK fedélzetén vagy más hordozókon (vontatott konténer, mélyvízi szonda, bójaállomás, meteorológiai szonda stb.).

Az előfizetői állomások feladata az információcsere megvalósítása a rendszer és felhasználói közt, a komplex adatforgalmat lebonyolító eszközök pedig a számító- és mérőegyüttesek, valamint az előfizetői állomások közt biztosítják a kapcsolatot. Célszerű biztosítani annak lehetőségét, hogy az adatcsereegyütteshez radiotelemetrikus csatornát kapcsoljunk az automata bójaállomások és meteorológiai szondák kiszolgálására, valamint hidroakusztikus telemetrikus csatornát a vízalatti kutatóberendezések rendszerbe való kapcsolására.

A hajón működő rendszernek biztosítani kell a hosszú időtartamú tudományos kutatást a TKH fedélzetén, az automatizált adatgyűjtési és a reál-time feldolgozást. Meg kell valósítani az előfizetői állomások operatív kapcsolatát a rendszerrel, amely lehetővé teszi a munkafolyamatok irányítását, expresszinformáció szolgáltatását a vizsgált fizikai terekről és folyamatokról (pl. összesített geofizikai szelvény formájában); a teljes feldolgozást azzal a céllal, hogy végleges eredményeket kapjunk a tanulmányozott objek-

tum fizikai paramétereiről vázlatok, szintvonalas térképek, javított geofizikai szelvények formájában. Emellett a számítógépség biztosítja az információ beadását a mérőegységről abban az ütemben, ahogy az érkezik, a kísérleti adatok feldolgozását és tárolását, az adatcserét az előfizetői eszközei-egyettesel, a programok bejátszását és a tematikus feldolgozás háttéradatainak megoldását, az adatcserét a külső memóriaegységekkel; az adatok kiadását a dokumentálást végző készülékekre és valamennyi műszaki eszköz helyes működésének automatikus ellenőrzését a programmal együtt.

A rendszerprogram modulelve épül azzal a céllal, hogy adaptálható legyen a műszaki és információellátottság következményeihez. Ezen kívül az általános programrendszer a számítógépek standard programegységein alapul és magában kell foglalnia a mérőkészülékek irányítását, az előfizetői terminálokkal való adatcserét, a háttérfeladatok megoldását és az archiválást, továbbá a programfuttatás és bejátszás automatizálását, beleértve a FORTRIN, BASIC és ASSEMBLER nyelvekről való fordítást is, a szerkesztést és a programmodulok betöltését.

A hajón működő rendszert egészében véve szabályos és egységesített műszaki és software elemekből kell felépíteni úgy, hogy a későbbiekben bővíthetők és egyes részei cserélhetők legyenek, s ami a legfontosabb, hogy ipari reprodukálhatóságát biztosítsuk.

Végezetül megjegyezzük, hogy bár az automatizációs feladatok az oceanológiában nem korlátozódnak a hajón működő rendszerek létrehozására (vegyük például az automata bójaállomásokat, a víz alatti munkálatokat, a szputnyik-oceanológiát, a különlegesen nagy mélységben működő berendezéseket), jelenleg ezek a legkorszerűbbek, létrehozásuk és üzemeltetésük lehetővé teszi, hogy egész sor műszaki megoldást próbáljunk ki, amelyek aztán sikerrel alkalmazhatók az oceanológia más területein is.



# Hírek

## Ötszörösére növekedhet a feketeköszén-termelés a világon 2020-ig

Egy NSZK-beli kutatócsoport (Bergbau-Forschung GmbH, Essen—Kray) tanulmányt készített „A világ széntartalmának felbecslése és jövőbeni rendelkezésre állása” címmel, amelyben összefoglalták az egyes országok becsült feketeköszén-termelését.

### A becsült feketeköszén-termelés

O r s z á g	T e r m e l é s				N ö v e k e d é s			
	millió t ETA				% <sup>0</sup> /év			
	1975	1985	2000	2020	1975	1985	2000	1975
				1985	2000	2020	2020	
Argentína	0,7	3,0	6	8	15,6	4,7	1,4	5,5
Ausztráli	69,0	150,0	300	400	8,1	4,7	1,4	4,0
Belgium	7,0	7,2	7	7	—	—	—	—
Botswana	—	5,5	11	16	—	4,7	1,9	—
Brazília	2,5	7,5	15	40	11,6	11,6	5,0	6,4
Bulgária	13,6	18,7	30	35	3,2	3,2	1,4	2,1
Kanada	23,0	35,0	115	200	4,3	8,2	6,1	4,9
Chile	1,5	2,0	6	8	2,9	7,6	1,4	3,8
Kína	349,0	725,0	1200	1800	7,6	3,4	2,0	3,7
Kolumbia	3,6	8,0	15	25	8,3	4,3	2,6	4,4
Csehszlovákia	80,0	93,0	100	110	1,5	0,5	0,5	0,7
Franciaország	23,4	14,0	14	14	5,0	—	—	1,1
NSZK	26,0	129,0	145	155	0,1	0,8	0,3	0,5
NDK	74,6	80,0	90	100	0,7	0,7	0,5	0,6
Görögország	6,0	14,0	18	20	8,8	1,7	0,5	2,7
Magyarország	10,0	24,0	24	25	9,1	—	0,2	1,3
India	73,0	135,0	235	500	6,3	3,8	3,8	4,4
Indonézia	0,3	2,0	13	18	25,9	10,3	1,6	9,5
Japán	19,0	20,0	20	20	0,1	—	—	—
Mexikó	7,1	20,0	42	45	10,9	5,1	0,3	4,2
Észak-Kórea	34,0	36,0	40	50	0,6	0,7	1,1	0,8
Lengyelország	181,0	258,0	300	320	3,6	1,0	0,3	1,8
Románia	13,0	25,0	35	40	6,7	2,3	0,7	2,5
Dél-Afrika	69,0	119,0	233	300	5,6	4,6	1,3	3,3
Dél-Kórea	18,0	24,0	20	20	2,9	1,2	—	0,2
Spanyolország	12,3	25,0	23	25	7,3	0,5	0,4	1,6
Törökország	13,0	21,0	30	35	4,9	2,4	0,8	2,2
USA	581,0	842,0	1340	2400	3,8	3,1	2,9	3,2
Nagy-Britannia	129,0	137,0	173	200	0,6	1,6	0,7	1,0
Szovjetunió	614,0	851,0	1100	1800	3,3	1,7	2,5	2,4
Venezuela	0,2	5,5	6	10	39,3	0,6	2,6	9,1
Jugoszlávia	18,1	21,0	40	45	1,5	4,4	0,6	2,0
A többi ország	21,0	26,0	34	55	2,2	1,8	2,4	2,2
A fő széntermelő országok	2233,0	3401,0	5161	8095	4,3	2,8	2,3	2,9
A teljes világtermelés	2593,0	3884,0	5780	8846	4,1	2,7	2,1	2,7

A megfelelő gazdasági ösztönzés feltételezésével az elképzelhető vagy műszakilag lehetséges, hogy 2020-ra a teljes világtermelés 13,061 Gt ETArá emelkedik, tehát az 1975-ös termelés ötszörösére növekszik. Ez a szám 5 Gt ETA-val nagyobb, mint a táblázat szerinti. A többlet megfelelő szállítási eszközök és infrastruktúra megteremtésével exportcélokra fordítható.

Ma még majdnem minden széntermelő nélkülözni kénytelen ezt a gazdasági ösztönzést, de ha — területi, később világméretű energia- és gazdaságpolitikai, új technológiai fejlesztésekkel — ezt megtalálnák, akkor

a termelési határt csak a műszaki adottságok korlátozzák. Az USA termelését 2020-ig akár 3790 Mt ETA-ra (4,3%/év) is növelni lehetne, és e derülátó feltevésnek más országokra (Szovjetunió, Ausztrália, Kína) való kiterjesztésével a világ széntermelése így is alakulhatna:

1975	2593 Mt ETA
1985	4503 Mt ETA (5,7%/év)
2000	7420 Mt ETA (3,4%/év)
2020	13061 Mt ETA (2,9%/év)

Az átlagos évi növekedés tehát elérhetné a 3,7%/0-t.



# Magfúrások telepítésének elvi és gyakorlati kérdései a különböző szénhidrogén-kutatási fázisokban\*

## 1. A mélyföldtani információszerzés módszerei, feladatai

A szénhidrogén-földtani kutatás tudományos vizsgálati tevékenysége, a földtani vizsgálatok során szerzett ismeretek, tapasztalatok, a szénhidrogén-előfordulások perspektivitásának helyes megítélésében, a készletszámításokról szóló eredményekben tükröződik, és ezen keresztül válik közvetlen termelőerővé. A geológus megszerzi, összegyűjti, elemzi, rendszerezi és értelmezi a rendelkezésre álló információkat, amelyek alapján elvégezhető a készletszámítás, a prognosztizálás. A regionális szénhidrogén-földtani ismeretek, illetve egy kutatási tájegység, vagy egy szerkezet földtani adatainak bővítése, a geológus alapvető feladatai közé tartozik. Az ismeretszerzésben kutatófúrásoknál a fúrási paraméterek, az öblítőiszap, a furadék, a fúrómagok, a lyukszelvények értelmezési adatainak, a fluidumok összetételének és áramlási viszonyainak vizsgálata, illetve ezeknek az adatoknak komplex értelmezése, esetleg számítógépes feldolgozása segíti. Természetesen a geológus szakmai tudásától függ, hogy a kapott adatokat hogyan összesíti és dolgozza fel, a rendelkezésre álló információkból milyen értékű szintézis lesz.

A megelőző évtizedekben a mélyföldtani információszerzés legmegbízhatóbb, legfontosabb és fenntartás nélkül elfogadott módszere a magfúrás volt. Az utóbbi években az egyéb információszerzési módszerek gyorsan fejlődtek a szénhidrogén-kutatásban. Lehetőség nyílt egyes gyors, olcsó földtani adatszerzésre, olyanokra is, amit a magfúrás sem biztosít. Némelyik módszer alkalmazása nem igényli a fúrási folyamat megszakítását, ami a korszerű, hosszú élettartamú fúrók használata mellett különösen nagy előny. A fúrószerzők ki- és beépítési igényének csökkenése a rotációs idő növekedését, bizonyos lyukfalszabítási problémák megelőzését, a kút biztonságosabb, olcsóbb lemélyítését eredményezi. A fúrás közbeni műszeres megfigyelések komplex értelmezése, földtani törvényszerűségek előrejelzésére is lehetőséget ad.

A szénhidrogén-kutatást irányító geológusnak egyik legfontosabb feladata a rendelkezésre álló információszerzési lehetőségek optimális kiválasztása és felhasználása úgy, hogy a legkisebb költségráfordítással megismerje a tároló leművelési szempontból fontos tulajdonságait, és a kútból nyerhető szükséges kőolajföldtani

adatokat. Hangsúlyoznunk kell, hogy ez nem jelenti az összes lehetséges, csak az adott követelményszinten elérhető információ mennyiségét.

## 2. Kizárólag kőzetmagból megszerzhető paraméterek

Az Alföldön eddig végzett szénhidrogén-kutatásra jellemző, hogy elsősorban a neogén összlet megismerésére irányult. Ebből adódik, hogy a pannóniai és a fiatalabb korú üledékek horizontálisan csaknem az egész Alföld területére kiterjedően, vertikálisan 2000–2500 m mélységig ismertek. Több tízezer magfúrás anyagán végzett litológiai, sztratigráfiai, faunisztikai kőzetfizikai vizsgálatok megalapozták, hogy ma már lyukszelvények, illetve a furadékvizsgálatok és fúrási paraméterek együttes értelmezésével ezeknek az üledékeknek általában igen pontos rétegsora adható meg, egyetlen magfúrás nélkül. A karottázs szelvények adataival kiegészített és korrigált rétegsor részleteiben is (0,5–1,0 m) kiválóan korrelálható. A tároló értékeléséhez szükséges paraméterek mindegyikének meghatározását azonban a hazai lyukszelvények részletes elemzése sem biztosítja. „Tiszta” homokkőtárolóban korszerű karottázs szelvényanyagból a porozitás és a rétegtartalom, valamint bizonyos pontossággal a mátrix víztelítettség és átteresztőképessége meghatározható. „Szennyezett” homokkő, vagy más kőzetanyagú tárolók esetében a szelvényanyag és a magmintán végzett laboratóriumi vizsgálati eredmények együttes értelmezése ad kielégítő eredményt. A mélyfúrési geofizikai lyukszelvények mellett a fentiek szerint kritikus szakaszokon továbbra is szükséges magfúrást végezni. A magfúrási volument tükrözi az, hogy 1976-ban 365 magot fúrt az NKfű és ebből mintegy 2000 magmintát adott át vizsgálatra különböző intézményeknek.

Ismeretlen területen a pannonnál idősebb kőzetek rétegsorának meghatározásához még nélkülözhetetlen a magfúrás, különösen ott, ahol a rétegsor változó kifejlődésű, sűrűn tagolt, így a furadék keveredik a lyukban, ezért nem értelmezhető.

Jelenlegi kombinált módszerű információszerzésünk földtani, karottázs, fúrástechnológiai és rezevoárméchanikai szakterületekre terjed ki. Ezen belül a földtani módszerek során néhány paraméter megszerzésére továbbra is nélkülözhetetlen a magfúrás.

Kizárólag kőzetmagokból határozható meg a következő paraméterek:

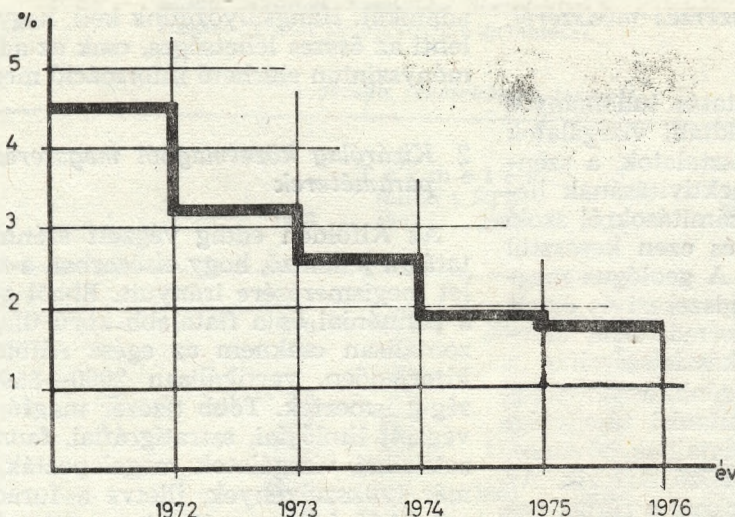
— összetett porozitás esetén a mátrixból, a repedezettségéből, kavernákból adódó poro-

\* „Szénhidrogén- és vízkutatás, valamint bányászati földtani információszerzési lehetőségei és fejlesztési irányai” ankéton elhangzott előadás (Szolnok, 1977. május 25.)



- zítás egymáshoz viszonyított aránya az összes pórútfogaton belül,
- kőzetmechanikai szilárdság, ami a repeszthetőség, a depresszió hatására bekövetkező kőzetmegbomlási küszöb meghatározásánál fontos,
  - a kőzetanyag, illetve kötőanyagának old-

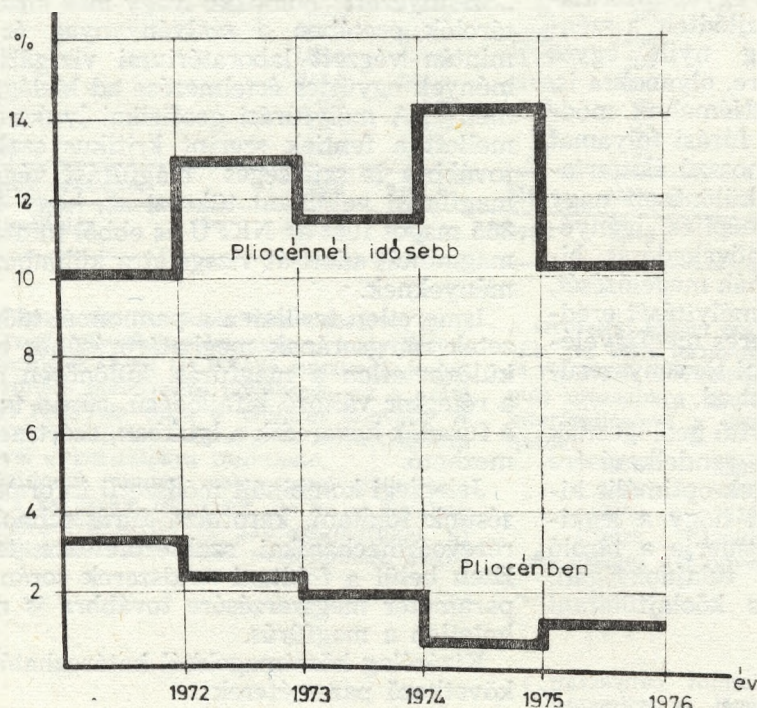
- hatósága, ami a savazás, a rétegkezelés hatékonyságának meghatározásánál jelentős,
- szemcseméret-eloszlás a szűrőméret kialakításához,
  - ásványos, ill. vegyi tulajdonságok a másodlagos, harmadlagos művelések tervezéséhez.



**A.**

1972	4,5 %
1973	3,2
1974	2,6
1975	1,9
1976	1,78

**Kutatófúrási méterhossz maggal fúrt része a pliocén és a pliocénnél idősebb kőzetekben (%)**



**B.**

1972	3,31%	10,14%
1973	2,36	12,96
1974	1,89	11,55
1975	0,57	14,16
1976	0,87	10,12

1. ábra



### 3. A szénhidrogénkutatás és feltárás magtelepítési koncepciója

Annak eldöntéséhez, hogy a kutatás és feltárás egyes fázisaiban hogyan célszerű a magok telepítése, a következő kérdéseket érdemes megvizsgálni:

- Hogyan változott a magfúrás és a teljes szelvényű fúrás aránya, milyen a magok mélység szerinti eloszlása az elmúlt öt évben?
- Hogyan változott a magtelepítési koncepció?
- Milyen elvek szerint célszerű a felderítés első fázisában és a terület megismerése folyamán (lehatároláskor részletező fázisban) a magtelepítés?
- Hogyan telepítsük az alapfúrások magjait?
- Milyen legyen a feltárásfúrások magtelepítési rendszere?

#### 3.1. Magfúrási hányad

Tényként kell megállapítanunk, hogy az elmúlt öt évben (1972—1976) a magfúrással fúrt lyukszakaszok a kutak teljes hosszához viszonyított aránya a kutatófúrásokban fokozatosan csökkent. (1. sz. ábra A. része) Látható, hogy ez az érték 1972-ben még 4,5% volt, 1976-ban már csak 1,78%. Ez olyan gyors változás, amellyel nem áll arányban az egyéb információszerzési módszerek ugyanezen időszakra eső fejlődése, vagyis nyilvánvaló a szemléletbeni változás.

Vizsgáljuk meg ennek belső tartalmát. A „B” ábra az „A” ábra felbontásából származik és azt mutatja, hogy milyen volt a változás a pliocénben és a pliocénnél idősebb korú kőzetekben fúrt magok esetében. Megállapítható, hogy míg a pliocén üledékeknél a magfúrási hossz 3,31%-ról 0,87%-ra csökkent, addig a pliocénnél idősebb kőzeteknek 10—14%-át maggal fúrjuk, és az elmúlt 5 év inkább növekvő, mint csökkenő tendenciára utal.

A pliocén üledékekben a magfúrási arány csökkenését három ok indokolja alapvetően:

- a pliocén általános ismeretségi foka jelentősen megnőtt, bizonyos esetekben már túlkutatottság mutatkozott.
- a magfúráson kívüli információszerzési eljárások elterjedése, elsősorban a lyukszelvényezésekből adható interpretáció fejlődése és kiváló alkalmazhatósága a pliocén üledék kutatásában,
- a pliocénnél idősebb kőzetek produktivitási aránya jelentősen nőtt a pliocén üledékekkel szemben, ami a kutatás intenzitását is ebbe az irányba terelte.

Összefoglalva megállapítható, hogy az elmúlt öt évben a kutatófúrások hányadának csökkenését a pliocén üledékekben fúrt magok mennyiségének ésszerű csökkenési lehetősége indokolja.

### 3.2. Magtelepítési mélységeloszlás változása

A magtelepítési vizsgálatkor figyelmet érdemel, hogy a magok mélység szerinti eloszlása évről évre változik, és az átlagmélység növekedésével, a megtalált szénhidrogén-készletek megoszlásához hasonlóan, a magoknak mind nagyobb hányada kerül mélyebb zónába. (2. sz. ábra) Újabb következtetésre ad lehetőséget az ábra „A” és „B” részének összehasonlítása. Az ábra „B” diagramja a magok mélység szerinti megoszlását 1972—1976 időszakára összesítve mutatja, míg az „A” diagram az 1976. évi megoszlást ábrázolja. Az 1800—2800 m mélységintervallumban „B” diagramon a magok 52,9%-a van, míg az „A” diagram szerint 1976-ban már ebben a mélységben fúrták a magok 71,7%-át.

Abban az időszakban, amikor a pliocén üledékek kutatása volt az elsődleges és csaknem kizárólagos cél, amikor még kevésbé voltak ismertek a karottázs alapon jól elkülöníthető markerek, amikor az általános litológiai, sztratiográfiai, faunisztikai ismeretanyag kevés volt ezekről az üledékekről, akkor talán elképzelhetetlen lett volna olyan szénhidrogénkutató fúrás mélyítése, amelyben a pliocénre nincs tervezett magfúrás. Ma készítünk ilyen geoműszaki terveket olyan területeken, ahol a kutatási céltelep a pliocénnél idősebb tárolókőzetekben várható, vagy ismeretes. A kisebb mélységekben elhelyezkedő rétegsoroknak magfúrás nélküli harántolása jelentősen megnöveli a fúrási átlagsebességet. A 30—50 méterenkénti magfúrások állandó ki-, beépítést igénylő tevékenységével szemben a folyamatos lyukmélyítés gazdaságossága nyilvánvaló.

Arra a következtetésre jutunk tehát, hogy a magtelepítések terén előállt mélységeltolódás összhangban van a perspektivikus szénhidrogénkészletek mélységeloszlásával, tehát a feltétlenül szükséges ipari jellegű információszerzést hatékonyan szolgálja. Ezzel egyidejűleg a könnyen fúrható felső lyukszakaszokon elsősorban az időtényező csökkentésével jelentősen növeli a gazdaságosságot.

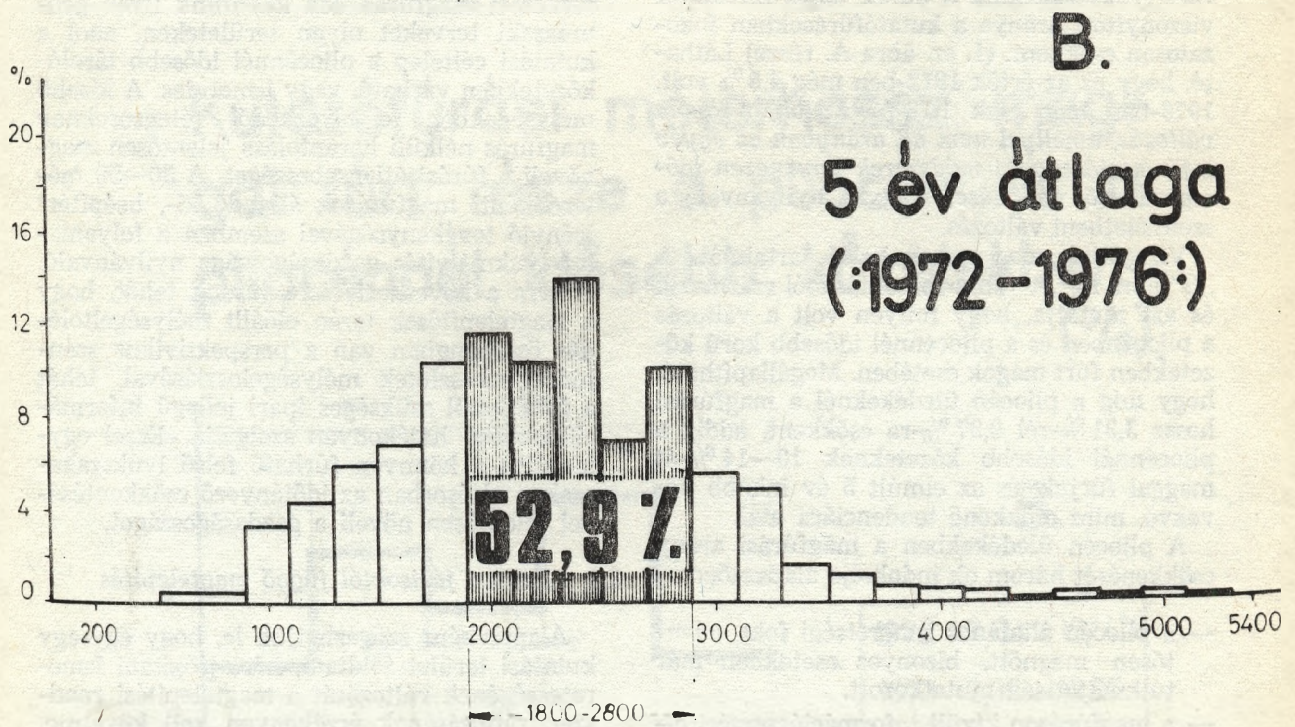
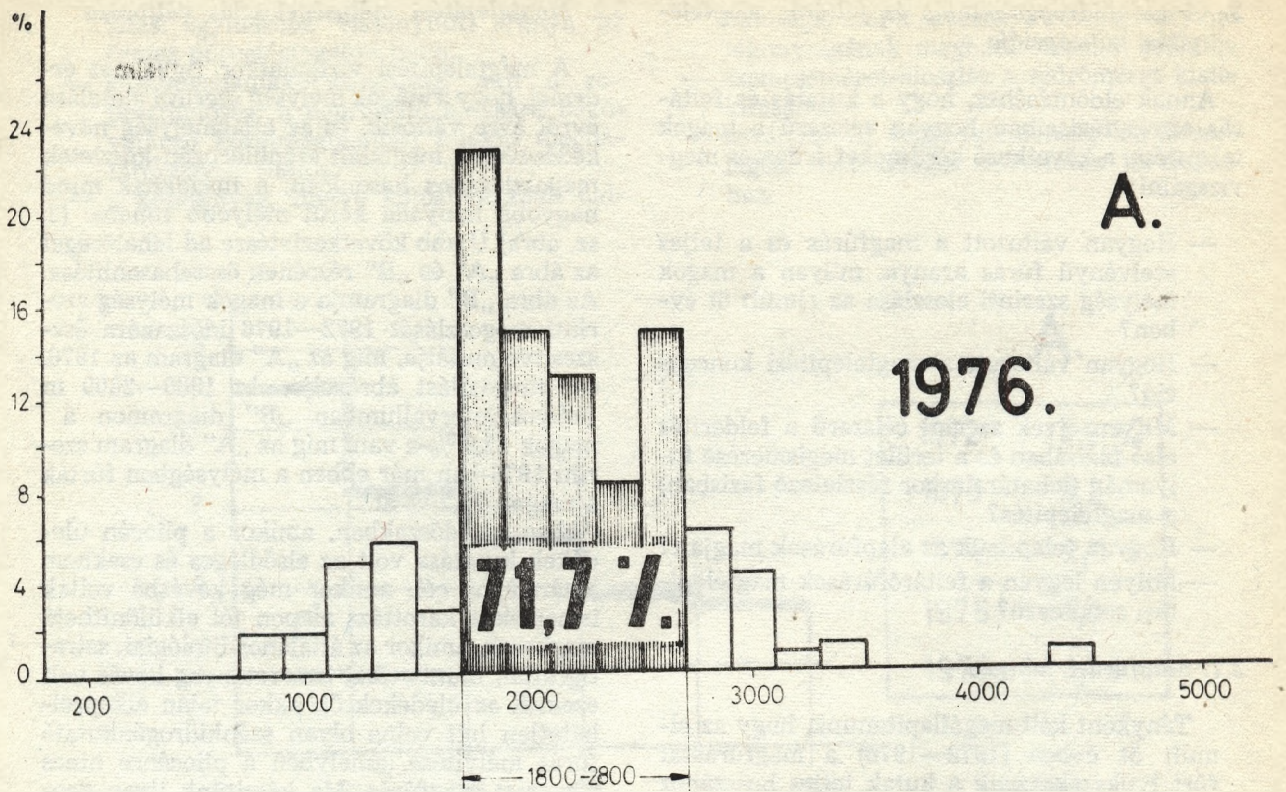
#### 3.3. Kutatási fázisoktól függő magtelepítés

Alapelveként szögezhetjük le, hogy egy-egy kutatási terület földtani, kőolajföldtani ismeretességének változását a magtelepítési rendszer változásának érzékenyen kell követnie. A felderítő kutatási fázisban nyilvánvalóan igen alacsony az ismeretesség szintje. Legkritikusabb a helyzet az első kutatófúrásnál. Nagyön tanulságosnak ítéljük ezért azt az elemző vizsgálatot, melyet a következőkben röviden ismertetünk.

Az Alföld szénhidrogénkutatásának története során ezideig 243 területen kezdtek kutatást. Megvizsgáltuk minden területen az egyes számú kutakban a magtelepítési módszereket. A jellemzőbb számszerű mutatók a következők:

- Vizsgált területek (1. sz. kutak) 243 db
- Magfúrások száma (243 kútban) 4706 db





2. ábra

- Magfúrési átlag kutanként 19 db
- Magfúrások gyakorisága 77 m/db
- Magfúrési méterszám viszonya a teljes fúrési hosszhoz 5,8 %

Nézzük meg, hogy a most utólag már ismert eredményesség alapján milyen volt ezeknek a magoknak a közvetlen eredménye a telepek feltárásában, és milyenek voltak a reális esélyek a helyes telepítésre. Előző fejtegetéseink és a kialakított koncepció bemutatása érdekében szűkítettük a további vizsgálódást úgy,

hogy az első fúrásokban csak a pliocén üledékösszletekből fúrt magok telepítésének mutatószámait közöljük:

- Vizsgált területek száma 243 db
- Produktív területek száma 37 db
- Vizsgált területek átlagos pliocén üledékvastagsága 1600 m
- A pliocén üledékek átlagos produktív vastagsága 6 m
- Produktív zónát elért magok aránya (az összes magfúrési darabszámhoz viszonyítva) 0,5 %



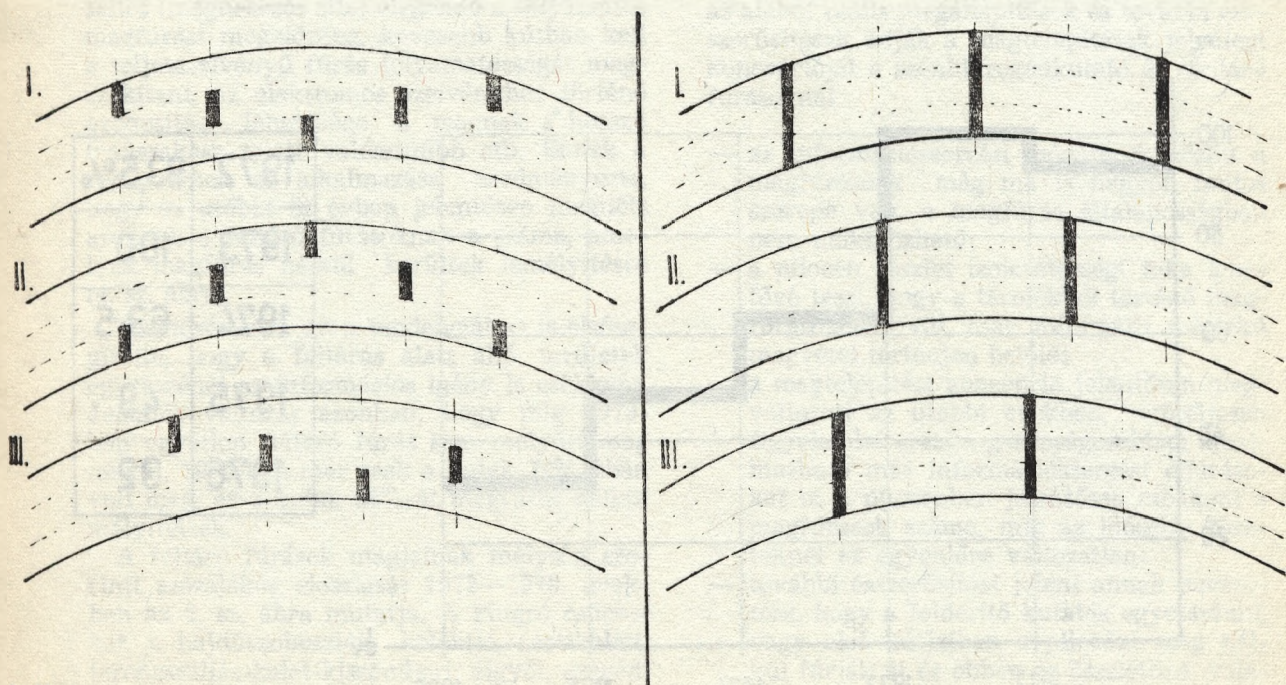
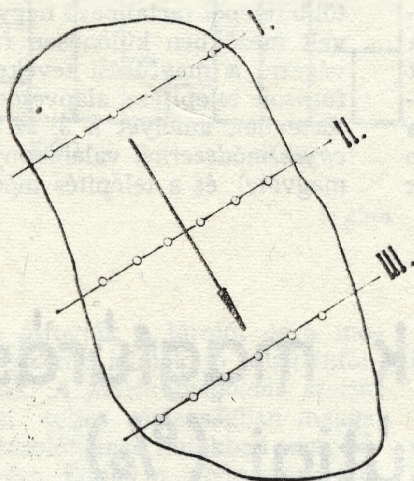
— A magfúrások produktív zónába eső hossz. aránya 0,9 %

A fenti mutatószámok alapján megállapíthatjuk, hogy a pliocén üledékösszletben levő telepek, vagy telepsorozatok átlagos vastagsága igen kicsiny (6 m). Az 1600 méteres üledékösszleten belül igen nagy feladatot jelent a 6 méteres produktív szakasznak magfúrás-sal való megtalálása az első fúrásban, minden előzetes információ nélkül. Ezt a minimális valószínűséget sajnos az eredmények is igazolják. A magoknak csak 0,5 % a talált telepbe, tehát minden kettőszáz magból egy. A maggal fúrt szakaszoknak 0,9 % a hatolt csak a céltelepbe, vagyis száz meddő magfúrási méter után következett egy produktív. Nagyon rossz arány ez, de követi a statisztikai valószínűséget.

Célszerű tehát a kutatás felderítő fázisában a magtelepítést úgy tervezni, hogy az 1. sz., esetleg 2, 3. sz. kút a pliocént magfúrás nél-

kül harántolja. Az idősebb korú kőzetekben az egyes jelentősebb rétegváltozásokat kövesse vizsgálati szempontból értékelhető kőzetanyagot eredményező magfúrás. A felderítő fázis további kútjaiban mind a pliocén korú, mind a pliocénnél idősebb tárolókőzetet a kívánt mértékig fel kell tárni magokkal, melyeknek a telepítési mélysége már előre jól meghatározható. A pliocénnél idősebb meddő kőzetekből ebben a fázisban nem feltétlenül szükséges magot fúrni. Ez a módszer nem zárja ki az esetleg meddő pliocén üledékekből történő utólagos magvételt sem, ha arra megfelelő földtani indok van, de mindenképpen elsődleges célnak kell tekinteni a tároló megismerésére irányuló magvételt.

A kutatás lehatároló, illetve részletező fázisában a magtelepítéseket úgy kell tervezni, hogy a vizsgált területek földtani modellje mind teleptani, mind földtani szempontból tisztázódjon, a telepek ismeretségi foka a le-



3. ábra



hetőségekhez képest optimális telepkategóriázást biztosítson, a készletszámításhoz a leművelés tervezéséhez elegendő magvizsgálati adat álljon rendelkezésre.

Az *alapfúrások* nem közvetlen kőolajkutatási céllal mélyülnek. Ezekből a kutakból biztosítani kell a pliocén részletesebb feltárását is magokkal, mindig figyelembe véve az adott terület különböző mélységzónáinak ismeretési fokát. Az alapfúrások magtelepítési rendszere nagymértékben függ a fúrás egyedi céljaitól. Például egészen mások a geológiai követelmények a mezozoikumot nagy vastagságban harántoló alapfúrás és a pliocén összlet mélyzónáját kutató alapfúrás magtelepítési rendszerével szemben.

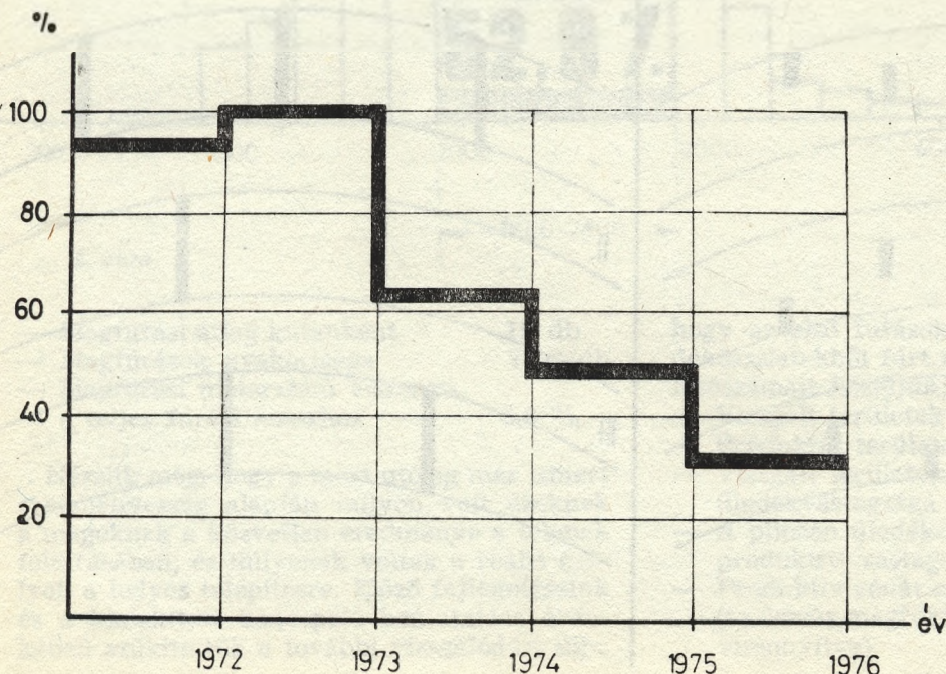
A kőolaj- és földgázkészletek számításához szükséges magfúrások számának optimalizálásával számos tanulmány foglalkozik. Ezeknek az a célja, hogy a bonyolult felépítésű produktív rétegek, illetve a tárolókőzetek tulajdonságait, a heterogenitásukból adódó változások trendjét egyes kutak magjaiból vertikálisan, illetve több kút adatainak felhasználásával területileg a matematikai statisztika módszerével tanulmányozzák és kritériumot adjanak megbízható becslésekre. A téma részletes kifejtése nélkül csak arra hívjuk fel a figyelmet, hogy bár természetesen a telep nagyságának és heterogenitási mértékének

függvényében változik a szükséges magvizsgálati szám, bizonyos mintaszám fölött a meghatározott paraméterek relatív hibája már csak jelentéktelen mértékben csökken, így gazdaságtalan és célszerűtlen a vizsgálati darabszám további növelése.

### 3.4. Magtelepítés feltáró fúrásokban

A műveléstervezést többségében rezervoár-geológiai feldolgozás előzi meg, amely javaslatot tesz a feltárófúrásokban szükséges információszerezésre, így a szükséges magfúrásokra is. A művelési terv elkészítéséhez szükség lenne olyan információhalmazra, amelyet csak részletező kutatással lehet elérni. Leggyakrabban azonban az, hogy a felderítő, majd lehatároló fázis után befejeződik a kutatás, így a területen a feltáró fúrások bizonyos kutatási célokat is ellátnak. Ezekből a kutakból általában még sok magfúrás történik, de gyakran még a művelési tervben rögzített feltárófúrásokból is. A heterogén, esetleg több réteges, több telepet tartalmazó nagy kútszámmal művelt mezőkben különösen fontos rendezetten végezni a magfúrási tevékenységet. A magfúrások telepítése alapvetően kétféle módon történhet, amelyet a 3. sz. ábra mutat. Az egyik módszernél valamennyi kútból történik magvétel, és a telepítés módja olyan, hogy a

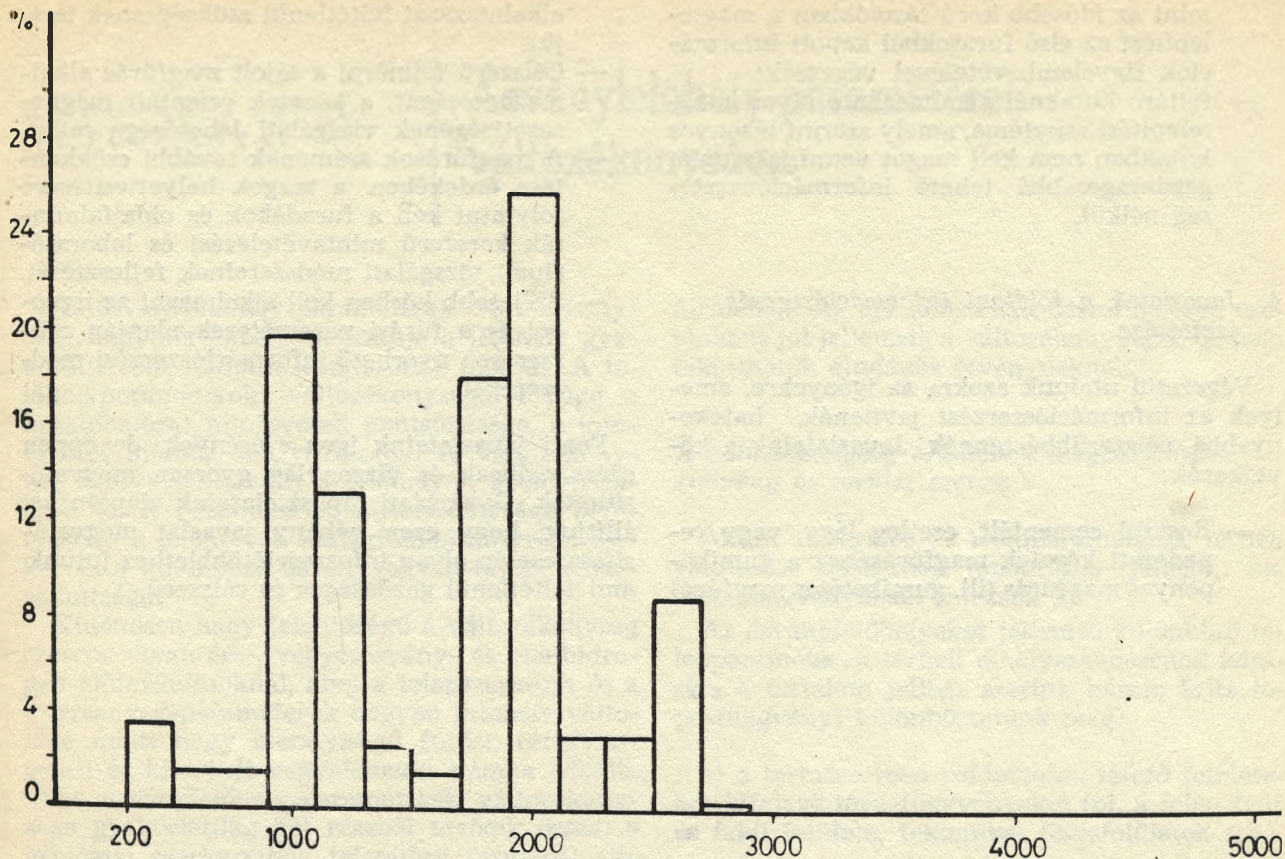
## Feltárófúrások magfúrást is tartalmazó kútjai (%).



1972	93,5%
1973	100
1974	63,5
1975	49
1976	32

4. ábra





5. ábra

magok végülis átfogják a tárolót és a mozaikszerűen illeszkedő adatok jó átlag információt adhatnak. A másik megoldás szerint egyes kutakban teljes vastagságban maggal harántolják a tárolót, más kutakban nem végeznek magfúrást. Ennek a módszernek előnye a gazdaságosság, kevesebb kútban kell magfúrásra felkészülni, a lyukban egy előkészítés (mágnesezés stb.) elegendő a folyamatos magfúrást megelőzően, kevesebb kútban kell a teljesszelvényű fúrás folyamatosságát megszakítani, az elektromos szelvényhez történő azonosítási lehetősége a magnak a hosszú magszakasz miatt valószínűbb stb. Ennek a rendszernek az alkalmazása eredményezte, hogy az utóbbi öt évben jelentősen megnőtt azoknak a feltáró fúrásoknak a száma, amelyek magfúrás nélkül kerültek lemélyítésre (4. sz. ábra).

Természetesen ezt a tendenciát az is elsősegítette, hogy a feltárás alatt álló területek egyrésznél az információs igény is csökkent. Jelentős változás azonban, hogy míg 1973-ban egyetlen feltáró fúrás sem mélyült mag nélkül, 1975-ben már csak a kutak 32%-ában volt mag, és a kutak 68%-át magfúrás nélkül mélyítették.

A feltáró fúrások magjainak mélység szerinti százalékos eloszlását 1972—1976. években az 5. sz. ábra mutatja. A kiugró csúcsokat, a hajdúszoboszlói, kelebiai, ásothalmi, ferencszállás-kelet-kiszombori, algyői, szegedi

területek telepeinek egyenlőtlen mélységeloszlása okozza.

### 3.5. Szénhidrogénkutató és -feltáró fúrások magtelepítési koncepciója

Előző fejtegetéseink összefoglaló következtetéseiből adódik, hogy véleményünk szerint az alábbi reális megállapítások és további észszerűsítések adják a magtelepítések jelenlegi koncepcióját a szénhidrogénkutató és -feltáró fúrásoknál:

- az információszerzési módszerek között a magfúrásnak még ma is nagyon fontos szerepe van, a magfúrás általánosságban nem nélkülözhető;
- a pliocén összlet ismeretességi foka lehetővé teszi, hogy a tárolókból történő magfúrásokon kívül, csak minimális mértékű magvétel történjen belőle;
- a magtelepítési koncepció jelentősen megváltozott az utóbbi években, erőteljesen figyelembe veszi a gazdaságosabban alkalmazható más információszerzési eljárásokat is, a pliocénben jelentősen csökkent a magfúrások száma, míg az idősebb kőzetknél ez egyenlőre változatlan;
- további ésszerűsítést jelent annak bevezetése, hogy a felderítő kutatás egyesszámú, vagy első kútjaiban a pliocént mag nélkül fúrják át és ebben az összletben, vala-



mint az idősebb korú tárolókban a magtelepítést az első fúrásokból kapott információk figyelembevételével végezzék;

- feltáró kutaknál alkalmazható olyan magtelepítési szisztéma, amely szerint bizonyos kutakban nem kell magot venni, a munka gazdaságosabbá tehető információvesztés nélkül.

#### 4. *Javaslatok a földtani információszerzés javítására*

Végezetül utalunk azokra az igényekre, amelyek az információszerzést javítanák, hatékonyabbá, célszerűbbé tennék. Javaslataink a következők:

- Rosszul cementált, esetleg lágy, vagy repedezett kőzetek magfúráshoz a gumiköpenyes magfúrás (ill. gumibetétes magfúró)

alkalmazását feltétlenül szükségesnek tartjuk

- Célszerű felmérni a tájolt magfúrás alkalmazhatóságát, a kőzetek orientált mágnesezettségének vizsgálati lehetősége miatt.
- A magfúrások számának további csökkentése érdekében a magok helyettesítésére folytatni kell a furadékok és oldalfalmin-ták korszerű mintavételezési és laboratóriumi vizsgálati módszereinek fejlesztését.
- Szélesebb körben kell alkalmazni az iszapból és a fúrási paraméterek alapján műszeresen nyerhető információszerzési módszereket.

Fenti javaslataink igen szerények, de éppen ezért reálisak és viszonylag gyorsan megvalósíthatók. Gyakorlati tapasztalataink alapján azt állítjuk, hogy ezen néhány javaslat megvalósítása esetén olyan információtöbblet juthatunk, ami feltétlenül gazdaságos és célszerű.



# Ásványlelőhely-paraméterek változékonysága

Az ásványlelőhely-paraméterek változékonysága nagymértékben megszabja a lelőhely gyakorlati célú földtani kutatásának módját. A lelőhelyparaméterek változékonyságától függ a kutatóhálózat mintavételi pontsűrűsége, a mintavétel mérete, irányítottága. A változékonyság ismerete elősegíti a lelőhelyek geometrizálását is. A paraméterek változékonysága befolyásolja a lelőhelyek kialakítandó művelési tervét és a különböző ásványvagyon-fajták előkészítettségét.

Különösen nagy jelentőségű a változékonyság szerepe olyan érc-, vegyesásvány- és szénhidrogén-előfordulásoknál, ahol a telepszerkezet és a nyersanyag-paraméterek nagyon intenzív változása miatt nagy mennyiségű fűrészi, rétegvizsgálati és kiterjedt vegyelemzési munka adódik.

Az ásványlelőhely-paraméterek változékonysága gyakorlatilag két részből tevődik össze: a geológiai szerkezetből, települési formából stb. adódó *szabályos* változásból és a helyi undulációkat tükröző *szabálytalan* változásból. A kétféle változékonyság elkülönítése nagy jelentőségű a kutatás, művelés és ásványvagyon-gazdálkodás szempontjából.

Az ásványlelőhely-paraméterek változékonyságának *intenzitását* számszerű jellemzőkkel, *jellegét* pedig izovonalas térképekkel vagy szelvényekkel szemléltetjük.

## A változékonyság számszerű jellemzői

A változékonyság számszerű jellemzői általában együttesen tükrözik a szabályos és véletlen változékonyság hatását. Esetenként azonban, a később ismertetett módon, lehetőség nyílik a kétféle változékonyság szétválasztására is.

A változékonyság intenzitásának kifejezésére számos módszer ismert.

Igen gyakran használjuk a matematikai-statisztikából ismert  $\sigma$  szórást és a  $V$  variációs ténnyezőt.

Megjegyezzük, hogy a szórást és a variációs tényezőt a szabályos változékonyság elkülönítése érdekében célszerűbb a variogram módszerrel, vagy a kiegyenlítő jelleggörbétől ill. felület-től való eltérésekkel számítani.

A paraméterek iránymenti változékonyságának jellemzésére *Sarapov*, *Kell*, *Kazakovszkij* és mások olyan összefüggéseket vezettek be, melyek a változékonyság számértékét a szomszédos paraméterértékek közötti abszolút értékben vett, első vagy második differenciák összegének és a differenciák számának hányadosaként értelmezik, egyszerű számtani átlagként, vagy a mintavételi helyek közötti távolsággal súlyozott

formában. Az így konstruált összefüggések esetenként jól jellemzik a változékonyságot, de nem tekinthetők *általános* érvényűeknek.

## A változékonyság értékének meghatározása szelvény és terület szerint

Amint ismeretes, a telepparaméterek térbeli változását célszerűen topográfiai jellegű, ún. topo-függvényekkel fejezzük ki.

Az ásványlelőhelyeket jellemző különböző telepparaméterek térbeli elhelyezkedésének leírására a tartalom jellege szerint, három fajta topo-függvényt különböztetünk meg:

a) a természetben *valóságosan létező* felületeket kifejező topo-függvényeket (pl. a telep fedő és fekü felülete, tektonikai törésfelületek stb.);

b) a természetben *valóságosan nem létező*, de meglévő felületek származékaiként létrejövő topo-függvényeket (pl. telep- vagy rétegösszlet izovastagságát, izomélységét stb. leíró térképek);

c) a természetben létező vagy nem létező felületek *közvetett tulajdonságait* leíró függvényeket (pl. komponensek elrendeződése a telepen belül, fizikai vagy mechanikai tulajdonságok változását stb. leíró függvények).

A kutatás egy ásványtest egészéről csak pontos információkat szolgáltat, így a teljes ásványtest pontos, függvényszerű megismerésére nincs lehetőség. A mintavételekből kapott és a térképek szerkesztésének alapját képező, koordinátákhoz kötött adathalmaz úgy tekinthető, mint az ásványlelőhely adott paraméterének változását leíró véletlen függvény egyedi megvalósítása. Ily módon az ásványtest egészéről a *véletlen függvények* felhasználásával nyerhetünk ismereteket.

Egy ásványlelőhely valamely paraméterének véletlen függvényét a következő feltételezések alapján határozhatjuk meg.

1. *Az állandóság feltételezése.* Minden olyan paraméter, amely az adott értelmezési tartományon belül stacionárius tulajdonságokkal jellemezhető az *állandó véletlen függvények* segítségével írható le. Az állandó véletlen függvény jellemzői: a várható érték és a szórnégyzet állandó, a függvény kovarianciája kizárólag a véletlen függvény argumentumainak különbségétől függ.

2. *A változás állandóságának feltételezése.* Sok esetben tapasztalható, hogy az előzőekben



felsorolt jellemzők nem vagy csak bizonyos szűk határok között teljesülnek. Ilyenkor az adott értelmezési tartományon belül a függvény növekményének állandóságát tételezzük fel. Az ilyen véletlen függvény *másodrendű stacionárius* véletlen függvény.

3. *A változás állandóságának korlátozott értelmezése.* Az előbbi feltételezéstől csak annyiban tér el, hogy a függvény növekményének állandóságát nem az egész értelmezési tartományra, hanem csupán annak meghatározott részére értelmezzük.

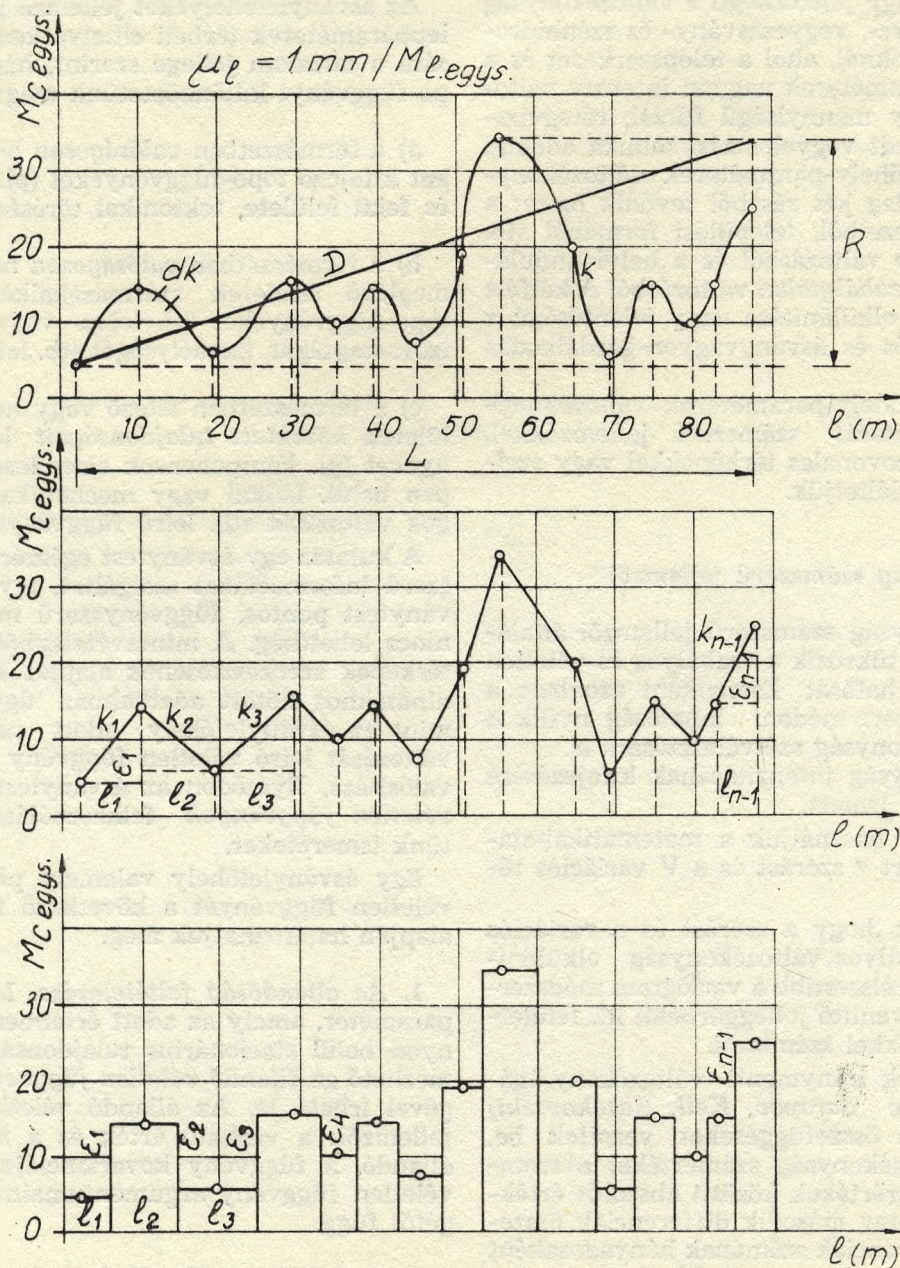
4. *A változás változásának állandósága.* Ennél a hipotézisnél a függvény növekményeinek különbségét tekintjük állandónak az egész értelmezési tartományra. Az ilyen tulajdonsággal jel-

lemezhető függvény a *harmadrendűen stacionárius* véletlen függvény.

A felsorolt feltételezések bármelyikével előállított véletlen függvények egyedi megvalósításai *ergodikus* és nem *ergodikus* jellegűek lehetnek.

Az egyedi megvalósítás *ergodikus*,

- ha a lefutása jól követi a véletlen-függvény alakját;
- ha maximum és minimum helyei, valamint azok értéke a véletlen függvénnyel közel azonosak;
- ha az egyedi megvalósításból számított átlagérték és szórás közel megegyezik a véletlen függvény várható értékével és szórásával;



1. ábra



— ha az egyedi megvalósítás eloszlásának jellege és terjedelme a véletlen függvényével azonos.

A véletlen függvény megvalósításairól elmondottakból következik, hogy egy paraméter iránymenti vagy területi változékonyságáról csak akkor alakíthatunk ki a valóságot megközelítő elképzelést, ha a számításokat ergodikus megvalósítások alapján végezzük el. A következőkben ismertetett vizsgálati módszereknél tehát minden esetben feltételezzük, hogy a vizsgálatok alapja egy ergodikus megvalósítás.

Az adott irány- vagy szelvénymenti változékonyságot folyamatos jelleggörbével, poligon-szerűen vagy hisztogram formájában ábrázoljuk.

Folyamatos jelleggörbe esetében (1. ábra a-jelű képe), ha a szelvény mentén a változékonyság ábrázolásakor azonos léptéket alkalmazunk, vagyis az intervallum  $l$  méterben mért egységének a paraméter egysége felel meg, akkor a szelvénymenti abszolút változékonysági tényező:

$$U = \frac{\int dk}{D} - 1$$

Az összefüggésben:

$$\int dk$$

(k) — egy olyan görbementi integrál, amelynek értéke a k jelleggörbe hossza mm-ben;

D — az 1. ábra a-jelű képén a háromszög átfogója mm-ben:

$$D = \pm \sqrt{(\mu_l L)^2 + (\mu_c R)^2},$$

ahol:

L — a jelleggörbe vetületének hossza mm-ben;

$\mu_l = \bar{l} : M_{leovs}$  — az intervallumok tengelymenti lépték (1 mm tehát M méternek felel meg);

$\mu_c = 1 : M_{ceovs}$  — lépték a mutató tengelyén (1 mm tehát M egységnek felel meg).

Ha a mutatót poligon-szerű jelleggörbével ábrázoljuk (1. ábra b-jelű képe), akkor a változékonysági tényezőt a következő összefüggés adja:

$$U = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} k_i}{\mu_l L} - 1,$$

ahol  $k_i$  — a jelleggörbe szomszédos pontjai közötti távolság mm-ben.

Hisztogram esetén (1. ábra c-jelű képe) a jelleggörbe abszolút változékonysági tényezője:

$$U = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} |\varepsilon_i|}{\mu_L},$$

ahol az ismerteken kívül

$\varepsilon_i$  — a szomszédos pontbeli paraméterek értékeinek különbsége.

A relatív változékonysági tényező értékét az U változékonyságnak és a mutató x átlagértékének aránya határozza meg:

$$U_{rel} = \frac{U}{x}$$

Az ismertetett változékonysági mutatószámok a mutató szabályos és véletlen változékonyságát együttesen tükrözik.

Zárt határoló vonalak változékonyságát a következő módon határozzuk meg. Legyen ismert egy izometrikus idom síkvetületi határvonalának hossza (L cm) és területe (S cm<sup>2</sup>). Az S területtel azonos S<sub>0</sub> területű kör kerülete az

$$L_0 = 2\sqrt{\pi S_0} \cong 3,54\sqrt{S_0}$$

összefüggéssel számítható. Ha S = S<sub>0</sub>, akkor a kerületi változékonysági tényezőt a következő összefüggés adja:

$$U_k = 1 - \frac{L_0}{L} = 1 - \frac{3,54\sqrt{S_0}}{L}.$$

Ellipszishez közeli területet határoló kontúrvonal változékonyságát az

$$U_{ell} = \frac{Lb}{2S(1 - \frac{e^2}{4})} - 1$$

összefüggésből számíthatjuk, amelyben az ismerteken kívül

b — az S tényleges területtel azonos területű ellipszis fél kistengelye cm-ben;

e — a numerikus excentricitás:

$$e = \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{a^2}},$$

ahol a — az ellipszis fél nagytengelye cm-ben.

A paraméterek területi változékonyságát szabatos és közelítő módszerrel határozhatjuk meg.

A szabatos módszer esetében az abszolút változékonysági tényezőt egy terület egész síkrajza, vagy annak egy részlete alapján, egyforma intervallum és paraméter lépték esetén a következő összefüggés adja:

$$U_{ter} = \frac{\mu_c^2 F}{\mu_l^2 S} - 1.$$

Az összefüggésben:

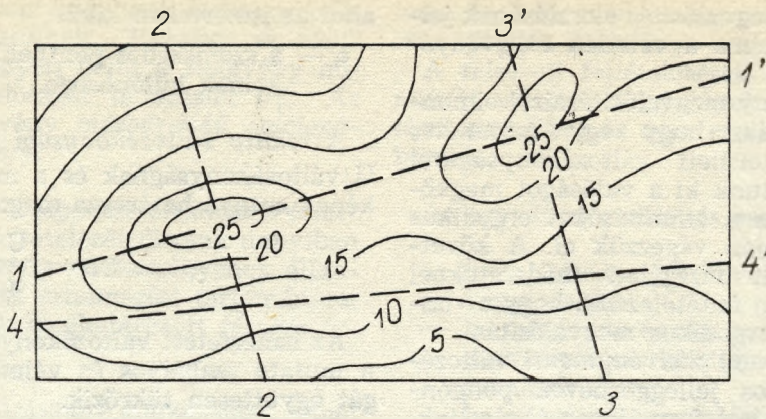
F — a topo-függvény felületének területe (egy-ség<sup>2</sup>);

$\mu_c$  — a mutató léptéke (1 mm : 1 egység);

S — a topo-függvény vetületének területe (m<sup>2</sup>);

$\mu_l$  — az intervallum lépték (1 mm : 1 m).





2. ábra

A számítás viszonylag bonyolult, így célszerűbb a területi változékonysági tényezőt, közéleti módszerrel, egymásra merőleges szelvények változékonysági tényezőiből, a változékonyságok középértékeként számítani.

A 2. ábrán egy paraméter területi változását izovonalas térkép formájában szemléltetjük.

A változékonyság irányonként változó lehet. Amint az ábrán látható az 1—1' irány *maximális* változékonyságával szemben a 4—4' irányban a változékonyság *minimális* értékű. A területi változékonyság számszerű értéke így az egymásra merőlegesen felvett, jellemző helyekre telepített  $n$  számú szelvény változékonyságának középértékével fejezhető ki, esetenként a szelvény hosszával ( $l_i$ ) súlyozott formában:

$$U_{ter} = \frac{\sum_{i=1}^n U_i l_i}{\sum_{i=1}^n l_i}$$

A súlytényező természetesen nemcsak a szelvények hosszával, hanem a szelvény jellegével is arányos lehet.

#### Ásványlelőhely-paraméterek szabályos és véletlen változékonyságának szétválasztása

Az ásványlelőhely-paraméterek változékonysága, mint említettük, *szabályos* és *szabálytalan* (véletlen) változékonyságból tevődik össze. A szabályos, geológiai szerkezettől, települési formától stb. függő változékonyságot célszerű elkülöníteni a szabálytalan vagy véletlen változékonyságtól.

A kétféle változékonyság szétválasztására felhasználjuk az előző és követő paraméterértékek közötti korrelációs együtthatót (korrelációs módszer) és a variogram módszert.

A *korrelációs módszer* esetében egy paraméter véletlen változékonyságból eredő szórása ( $\sigma_v$ ) a következő összefüggéssel számítható:

$$\sigma_v = \sigma \sqrt{1 - r^2}$$

Az összefüggésben:

- $\sigma$  — a szabályos és véletlen változékonyság együttes hatását tükröző egyes megfigyelések szórása;
- $r$  — a paraméterértékeket kiegyenlítő egyenes, sík, vagy felület korrelációs együtthatója.

A *variogram módszer* esetében valamely paraméter véletlen változékonyságból eredő szórása a

$$\sigma_v' = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left\{ \sum_1^n d^2 - \frac{(\sum_1^n d)^2}{n} \right\}}$$

összefüggéssel számítható, ahol  $d$  — a mért és a  $\gamma(l)$  variogram alapján számított paraméterérték különbsége,  $n$  — a paraméterek száma.

A variogram a paraméter  $z(x)$  függvényéből a következő módon számítható:

$$\gamma(l) = \frac{1}{2} [z(x+l) - z(x)]^2$$

Ha tehát a  $\gamma(l)$  variogramot ismerjük, úgy a paraméter értéke egy tetszőleges  $(x+l)$  helyen a

$$z'(x+l) = z(x) + \sqrt{2\gamma(l)}$$

összefüggéssel számítható. A  $d$  különbséget a

$$d = z(x+l) - z'(x+l)$$

érték adja.

A szabályos változékonyság gyakorlati leválasztását a következő számpéldán mutatjuk be. A 3. ábra egy ásványlelőhely feküfelületének részletét mutatja a fekü izovonalainak valamint a mérési helyeknek és értékeknek a feltüntetésével.

A 100 db mérési adatból számolva a statisztikai jellemzők a következők:

- átlagérték:  $x = 6,5$  m;
- egyes megfigyelések szórása:  $\sigma = \pm 2,9$  m;
- átlagérték szórása:  $\sigma_x = \pm 0,3$  m;
- variációs tényező:  $V = \pm 44,6$  %.



Közelítsük a paraméter értékeket *kiegyenlítő egyenessel*. A regressziós egyenes meghatározásához szükséges értékpárokat mindig dőlésben lefelé vagy fölfelé az előző és követő paraméter értékek adják.

Az értékpárok tehát a következők: ( $Y_1 = 12,5$ ;  $X_1 = 10,6$ ), ( $Y_2 = 10,6$ ;  $X_2 = 9,1$ ), ( $Y_3 = 9,1$ ;  $X_3 = 8,1$ ), . . . ( $Y_{89} = 4,9$ ;  $X_{89} = 4,7$ ), ( $Y_{90} = 4,7$ ;  $X_{90} = 4,1$ ).

A regressziós egyenes egyenlete:

$$Y = 0,3112 + 1,1127 X.$$

A korrelációs együttható:  $r = 0,977$ .

A véletlen változékonyság szórása:

$$\sigma_v = 2,9 \sqrt{1 - 0,977^2} = \pm 0,6 \text{ m.}$$

Közelítsük a paraméter értékeket *kiegyenlítő síkkal*. A regressziós sík egyenlete:

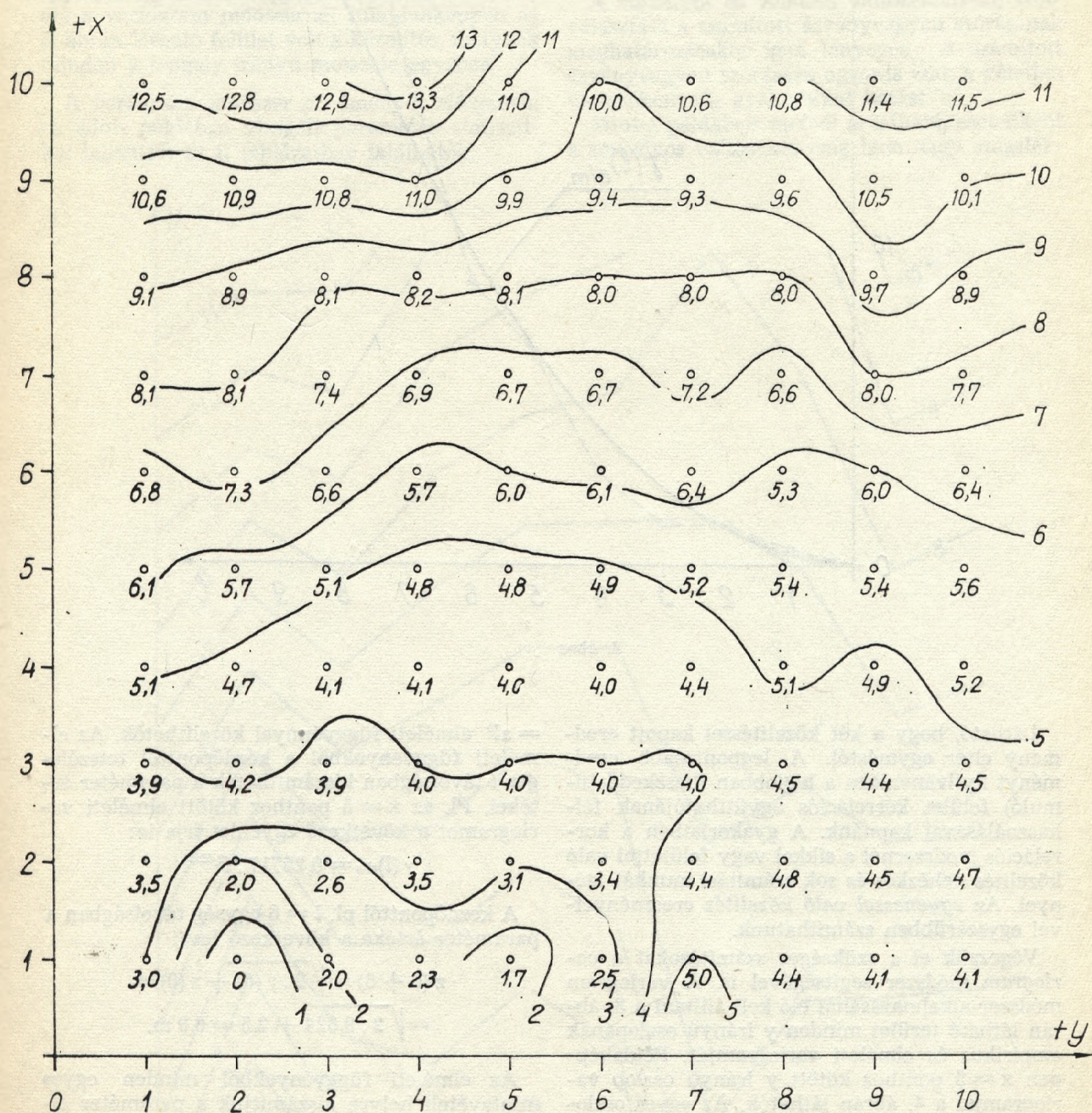
$$z = 1,1273 + 0,9442 x + 0,0261 y,$$

az összefüggésben:

$x$  és  $y$  — a 3. ábra szerint felvett koordináta-rendszerben a mintavételi pontok helyzetének abszcisszája és ordinátája, ha a lépték mindkét tengelyen azonos a mintavételi távolsággal.

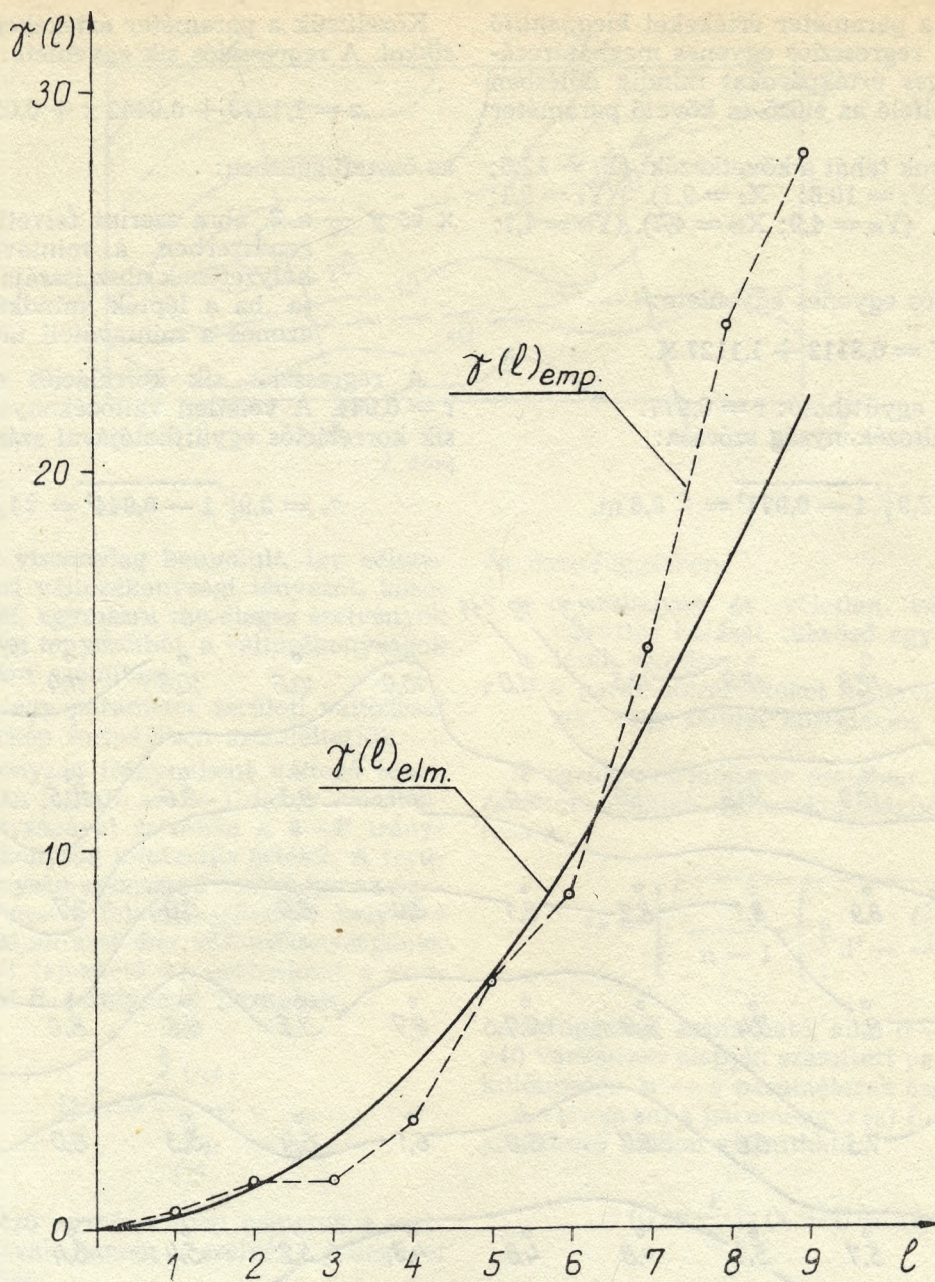
A regressziós sík korrelációs együtthatója:  $r = 0,944$ . A véletlen változékonyság szórása a sík korrelációs együtthatójával számolva:

$$\sigma_v = 2,9 \sqrt{1 - 0,944^2} = \pm 1,0 \text{ m.}$$



3. ábra





4. ábra

Látható, hogy a két közelítéssel kapott eredmény eltér egymástól. A legpontosabb eredményt nyilvánvalóan a legjobban illeszkedő (símuló) felület korrelációs együtthatójának felhasználásával kapnánk. A gyakorlatban a korrelációs módszernél a síkkal vagy felülettel való közelítés nehézkes és sok számítási munkát igényel. Az *egyenessel való közelítés* eredményeivel egyszerűbben számíthatunk.

Végezzük el a szükséges számításokat a *variogram* módszer segítségével is. A variogram módszer alkalmazásánál elő kell állítani a 3. ábrán látható terület minden  $y$  irányú oszlopának empirikus és elméleti variogramját. Példaképpen  $x = 5$  ponthoz kötött  $y$  irányú oszlop variogramjai a 4. ábrán láthatók. Az egyes oszlopok empirikus variogramjait a 4. ábra mintájára megszerkesztve, látható, hogy azok a  $\gamma(l) =$

$= a l^b$  elméleti függvényekkel közelíthetők. Az elméleti függvényekből a kezdőponttól tetszőleges  $l$  távolságban kiszámíthatók a paraméter értékei. Pl. az  $x = 5$  ponthoz kötött elméleti variogramot a következő egyenlet írja le:

$$\gamma(l)_{elm} = 0,25717 \cdot l^{2,02161}$$

A kezdőponttól pl.  $l = 6$  egység távolságban a paraméter értéke a következő lesz:

$$\begin{aligned} z(0 + 6) &= \sqrt{2 \cdot \gamma(6) + z(0)} = \\ &= \sqrt{2 \cdot 9,624 + 2,5} = 6,9 \text{ m.} \end{aligned}$$

Az elméleti függvényekből minden egyes mintavételi helyre kiszámítjuk a paraméter elméleti értékét és képezzük a  $d = z(x + l) - z'(x + l)$  különbséget.



Például a  $P(5;6)$  koordinátákkal jellemzett pontban a paraméter mért értéke 6,7 m. Az elméleti variogramból számítva pedig, mint láttuk 6,9 m, így a differencia  $d = 6,7 - 6,9 = -0,2$  m.

A differenciákat mind a száz pontra kiszámítva a véletlen változékonyságból eredő szórás a következő lesz:

$$\sigma_v = \sqrt{\frac{1}{100-1} \left( 75,58 - \frac{14,8^2}{100} \right)} = \pm 0,9 \text{ m.}$$

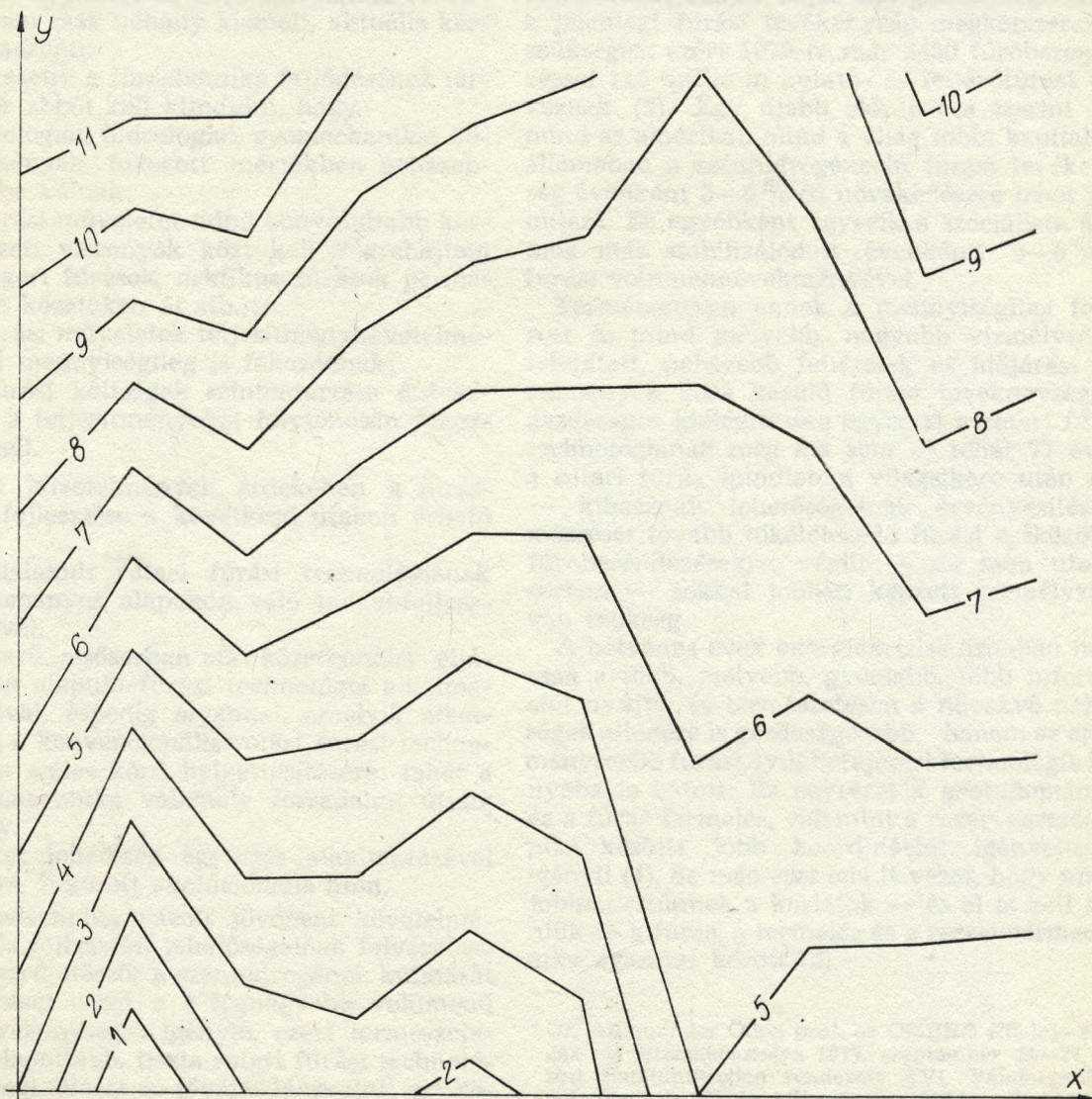
A példa megoldása során a különböző módszerekkel kapott három eredményt vizsgálva megállapítható, hogy a valóságot legjobban a variogram módszer eredménye közelíti. Míg a korrelációs módszer esetében a teljes felületet egyetlen egyenessel vagy síkkal közelítettük, addig a variogram módszernél tulajdonképpen az 5. ábrán látható felület volt a közelítés, melynek minden  $y$  tengely irányú metszete egyenes.

A variogram módszer eredményét elfogadva, az adott példában vizsgált paraméter statisztikai jellemzői az 1. táblázatban találhatók.

Statisztikai jellemzők	Szabályos és véletlen változékonyság együttes hatásával	Véletlen változékonyság hatásával
Átlagérték $\bar{X}$ (m)	6,5	6,5
Egyes megfigyelések szórása $\sigma_x$ ( $\pm$ m)	2,9	0,9
Átlagérték szórása $\sigma_x$ ( $\pm$ m)	0,3	0,1
Variációs tényező $V$ (%)	44,6	13,8

A szabályos és véletlen változékonyság szétválasztása a számított ásványvagyon szórásának meghatározásakor igen lényeges. A számított ásványvagyon szórására ugyanis csak a véletlen változékonyság gyakorolhat hatást.

Mint a példabeli esetből is látható, esetenként a szabályos változékonyság igen nagy százalék-



5. ábra



ban van jelen. Így ha a véletlen jellegű változékonyságot nem választjuk le, helytelen következtetéseket vonhatunk le egy ásványtest megkutatottságáról.

Összefoglalóan megállapítható, hogy az ásványlelőhely-paraméterek változékonyságának, a változékonyság szabályos és véletlen jellegű összetevőjének ismerete mind a kutatás, mind a feltárás és művelés során igen lényeges. A lelőhely-paraméterek változékonyságától függ a kutatóhálózat (mintavételi hálózat) pontsűrűsége, a mintavétel mérete, irányítotttsága. A változékonyság ismeretében a gyakorlati tervezési, fejtéstelepítési, művelési és az üzemi szintű ásványvagyon-gazdálkodási feladatok gyorsabban és hatékonyabban oldhatók meg.

#### IRODALOM

- [1] *F. P. Agterberg*: Geomatematics. Elsevier Scientific Publishing Company Amsterdam London New-York, 1974.
- [2] *Bukrinszkij, V. A.*: Prakticseszki kursz geometrii nedr (Gyakorlati földtani geometria). Moszkva, 1965.

- [3] *R. R. Colbert*: A Multivariate Approach to Mineral Exploration CIM Bulletin, 1976. febr.
- [4] *M. Dagbert—M. David*: Universal Kriging for Ore-Reserve Estimation — Conceptal Background and Application to the Navan Deposit. CIM Bulletin, 1976. febr.
- [5] *Dr. Füst, A.*: Az optimális mintavételi távolság meghatározása a feltárás és a művelés során. BKL Bányászat, 1977. 10. sz.
- [6] *Dr. Hoványi L.—Dr. Füst A.*: Bányászati geometria (egyetemi jegyzet). Tankönyvkiadó, Budapest, 1977.
- [7] *Dr. Hoványi L.—Dr. Kolozsvári G.*: Bányászati geometria. Tankönyvkiadó, Budapest, 1973.
- [8] *Dr. Hoványi L.*: A bányamérőszolgálat feladatai a kutatás, feltárás és művelés folyamatában, BKL Bányászat, 106. évf. 1973. 11. sz.
- [9] *A. Journel*: Geological Reconnaissance to Exploitation — A Decade of Applied Geostatitics. CIM Bulletin, 1975. jún.
- [10] *A. Maréchal*: Geostatistique et Applications minières. Annales des Mines, 1975. nov.
- [11] *G. Matheron*: Les variables régionalisées et leur estimation Masson et Cie. Éditeurs, Párizs, 1965.
- [12] *Rúzsov, P. A.*: Geometrija nedr. (A föld mélyének geometriája) Nedra iKadó, Moszkva, 1966.
- [13] *Rúzsov, P. A.—Gudkov, V. M.*: Primenie matematicheskij sztatistikij pri razvedke nedr. (Matematikai statisztika a föld mélyének kutatásakor). Izdatelsztvo „Nedra”, Moszkva, 1966.
- [14] *Usakov, I. N.*: Gornaja geometrija. (Bányászati geometria). Nedra Kiadó, Moszkva, 1966.



# A mélyfúrási technológia ma, és a jövő követelményei

## Bevezetés

A mélyfúrástechnika — kerekén 10 év óta — minden részterületén az intenzív továbbfejlődés, tökéletesedés stádiumába lépett. Ennek során az elért eredmények mindinkább tudományos alappal épülnek. Ma már a mélyfúrástechnika valószínű tudományosodási folyamatáról lehet beszélni, s ez a folyamat korántsem zárult le; viszont vannak a mélyfúrási technikának egyes olyan területei is, amelyek olyanannyira elmaradtak, hogy ezt az elmaradást a legrövidebb idő alatt be kell hozni, ahhoz, hogy ezeknek a technológiáknak a szélesebb körű elterjedésére számítani lehessen.

Mivel ez az összefoglalás a fúrástechnika egészének áttekintését kívánja nyújtani, természetesen nem terjedhet ki a fúrástechnika részleteire, hanem csak néhány kiemelt, aktuális kérdését elemezheti.

Mindenesetre a fúrástechnika fejlődésének tárgyalásakor abból kell kiindulni, hogy

- a geológiai, hidrológiai, geomechanikai körülmények fokozott mértékben nehezebbé válnak;
- a fúrási műveletet mind bonyolultabb körülmények között kell végrehajtani (tengeri fúrások, arktikus fúrások permafrost kőzeteken át stb.);
- a fúrási műveletek teljesítménykövetelményei mennyiségileg is fokozódnak;
- a fúrási költségek szintentartása érdekében a teljesítményeket folytonosan fokozni kell.

A fenti követelmények érdekében a fúrástechnika fejlesztése a következő utakon érhető el:

1. a kialakult rotari fúrási technológiának tudományos alapokon való továbbfejlesztésével,
2. újszerű, elsősorban más kőzetbontási eljárásokon alapuló fúrási technológia alkalmazásával, éspedig olyannal, amelyik alkalmas a konvencionális rotari fúrási technológia széles körű helyettesítésére; tehát a fúrástechnika valamely forradalmi útján, vagy
3. a két lehetőség együttes alkalmazásával gyors, fokozott evolúcionális úton.

A fúrástechnika vázolt jövőbeni követelményeinek és fejlesztési lehetőségeinek felvázolása után célszerű először a szénhidrogének kutatását és termelését célzó, s a legnagyobb volumenű fúrási tevékenységet igénylő, ezért természetesen leghaladottabb, tiszta rotari fúrási technológia jelenlegi állását és jövőjét tárgyalni; ezt követően pedig a szilárdásványkutatást, vízkuta-

tást és termelést, valamint egyéb bányászati, műszaki célú fúrások mai lehetőségeit és fejlesztési kilátásait szemügyre venni.

## 1. A szénhidrogének kutatását és feltárását célzó fúrási technológia ma, és a jövő követelményei\*

A kőolajat, földgázt kutató és feltáró fúrások volumene a növekvő energiaigény és a világ egyes részein mutatkozó energiahiány hatására világszerte továbbra is emelkedő irányzatú (1).

Egyes előrejelzések szerint az Egyesült Államokban, ahol ma is a világ — szocialista államok nélkül számba vett — fúrásainak 3/4 részét mélyítik (kerekén évi 60 millió m-t), annak érdekében, hogy 1985-re a mai 55 % helyett 75 %-ban fedezni tudják saját energiaszükségletüket, a jelenlegi fúrási tevékenység megkétszerezése szükséges: ezért 1979-re már 3450 fúróberendezéssel 115 millió m kutató- és feltárófúrást terveznek. (2) Egy újabb előrejelzés szerint (3) mind az amerikai, mind a világ többi kapitalista államában a szénhidrogéncélú fúrási tevékenység évenként 5—6 %-os növekedésére lehet számítani. Ez egyébként egyezik a szocialista államok már stabilizálódott évenkénti 5—6 %-os fúrási volumennövekményével.

Természetesen ennek a mennyiségileg fokozott és mind mélyebb, nagyobb vízmélységbe telepített, nehezebb feltételek és időjárási körülmények közé kerülő fúrási tevékenységnek gazdaságos kielégítésére egyrészt a rotari fúrási technológiának még ma sem — tehát 77 évvel a rotari fúrási spindletopi világsikere után sem — kihasznált lehetőségeinek érvényesítésére, másrészt tovább tökéletesedő fúrási eszközökre, fúróberendezésekre, végül — de nem utolsósorban — sokkal jobban képzett személyzetre van szükség.

A hetvenes évek energiakrízise azonban nemcsak a több, mélyebb, gyorsabb, több információt nyújtó, és természetesen a növekvő nehézségek ellenére is gazdaságosabb, hanem az eredményesebb fúrási, lyukbefejezési technológia irányába is hatott. Ez egyrészt a geotudományok és a fúrási-termelés, valamint a rezervoármechanika közötti jobb koordinációt igényelte és igényli (4), de másrészt oda is vezet, hogy mind jobban eltűnnek a korlátok — és el is kell tűnniük — a fúrási, a termelés és a rezervoármechanika ágazatai között (5).

\* Dr. Alliquander Ödön prof. az OMBKE Kőolaj- Földgáz- és Vízzakosztálya 1977. szeptember 24—27. között Balatonfüreden rendezett XVI. Vándorgyűlésének plenáris ülésén elhangzott előadásának kiegészített változata.



Kétségtelen, hogy a kis permeabilitású formációk, a nagyobb mélység és az azzal gyakran együttjáró rendellenesen nagy hőmérséklet irányította a figyelmet a formációkat kevésbé károsító átfúrás módszereire, eszközeire és fúrási folyadékaira, a tökéletesebb bélésű-cementezés szükségességére, a hatékonyabb formációmegnyitásra, -serkentésre.

A háromnegyed évszázados rotari fúrás a hetvenes évek közepén beköszöntött új korszakának indítéka tehát az a növekvő, és helyenként kielégítetlen, energiaigény által világszerte fokozott kutató- és feltárási tevékenység, amely mind mennyiségileg, mind pedig minőségileg tökéletesedő fúrási technológiát, felszerelést és személyzetet igényel.

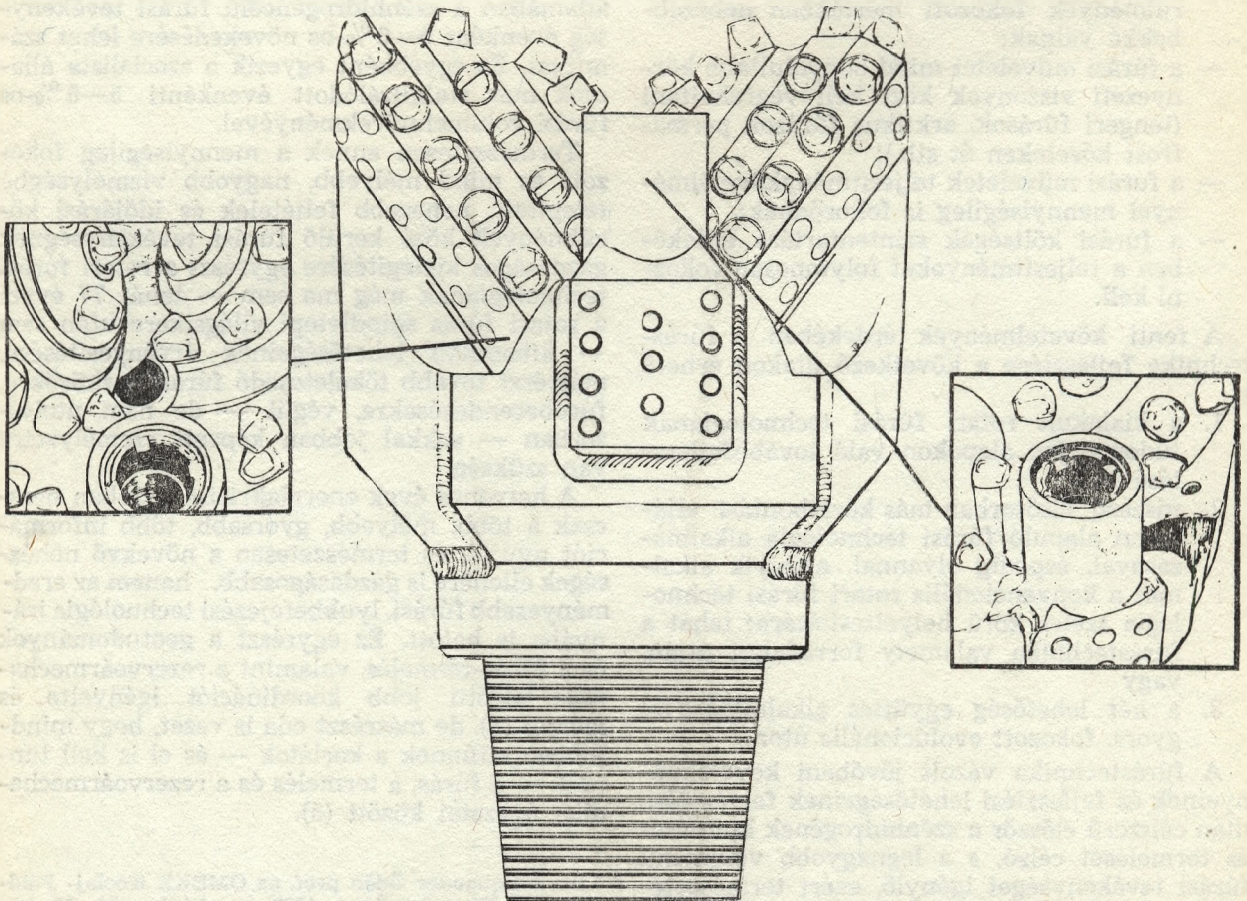
Az érdeklődés középpontjában tehát nemcsak a gyorsabb és olcsóbb (optimális), valamint nagyobb talpmélységű, mélyebb vizekbe telepített fúrások, hanem az egyúttal több információt szolgáló és a szénhidrogének szempontjából eredményesebb, jobb kihozatalú nyújtó fúrási és lyukbefejezési (kútkiképzési) technológiák állottak.

Mindehhez szükség volt a rotari fúrás huszas és negyvenes évek közötti ún. fejlődési szakaszát követő két évtizedes tudományos szakaszra (6). Ennek az utóbbi szakasznak hajnalát az 1948-ban közzétett (7) jet-fúrás kísérleti eredmények jelezték. Ebben a periódusban sikerült tisztázni a mélybeli kőzetbontás körülményeit,

illetve akadályait, azok elhárítási lehetőségeit. Mindezek lehetővé tették azt, hogy beköszöntsön a rotari fúrásnak — mint azt Lummus (6) kifejezte — automatizálási periódusa.

A rotari fúrás technológiájának tökéletesedését ma természetesen a mind mélyebb vizekbe telepített, mind tökéletesebb tengeri fúrások viszik a legnagyobb mértékben előre. Ezért a tengeri fúrás technológiájának fejlődése az érdeklődés középpontjában áll. Ennek fényes bizonyítéka többek között az, hogy az 1978-ban rendezett — sorrendben tizedik — tengeri technológiai konferencia (Offshore Technology Conference) regisztrált résztvevőinek száma már meghaladta a 70 000-et, és az elhangzott előadások száma megközelítette a 300-at, nem is szólva arról, hogy a konferenciával kapcsolatos kiállítás a rotari fúrás berendezéseinek, eszközeinek legnagyobb méretű bemutatója volt (8).

A növekvő fúrási feladatok gazdaságos megoldása érdekében azonban szükség lehet arra is, hogy a rotari fúrás jelenlegi mechanikus kőzetbontása helyett — amelyet a kisebb szilárdságú kőzetekben a nagyobb (150—200 m/s fölötti) öblítősugár-sebesség hidraulikus kőzetbontással is segíthet — jelentősen nagyobb hidraulikus energiával esetleg már uralkodóan hidraulikus kőzetbontású eróziós rotari fúrássá alakuljon át, amelyben a mechanikus kőzetbontás már csak másodrendű szerepet játszik; viszont éppen ez az ilyen körülmények közt már „másodrendű szerepet játszó” mechanikus kőzetbontás bizto-



1. ábra

Hosszabbított fúvókájú, keményfém fogazú kétgörgős fúró: bal oldalt a talpi fúvókán kívül a görgők tisztítását célzó központi fúvóka, jobb oldalt egy talpi fúvóka kiképzése is látható (Smith Tool Co.)



sítja a fúróluk körkeresztmetszetét, amit a tisztán eróziós fúrásokkal nem lehet elérni.

Az eróziós rotari fúrás közelellő megvalósulására biztató dokumentum az a fúrasi eseteleírás (9), amely 5 olyan texasi kísérleti fúrásról számol be, amelyek már legalább részben eróziós rotari-fúrásnak tekinthetők. A kísérleti fúrások során hosszabbított fúvókájú görgős fúrókkal 140 bar helyett 420 bar szivattyúzási nyomással 2000 m mélységig — vagyis ameddig oly kőzetek fordulhatnak elő, amelyek hidraulikus kőzetbontásának küszöbnyomása elérte a fúróból kilövellő folyadéksugár felütési nyomását — a fúrasi sebesség 60—100 %-kal növelhető volt. 150—180 bar öblítési nyomás helyett 700—840 bar-t alkalmazva, úgyszintén 2000 m mélységig, kétszeres-négyszeres fúrasi sebességet sikerült elérni.

A mélybeli kőzetfúrás szempontjából az érdeklődés középpontjában az alábbiak álltak:

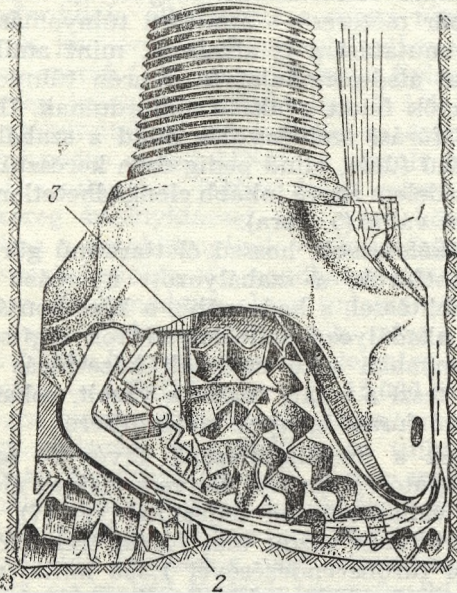
- hosszú élettartamú fúrókkal — a keményfém fogazású, zárt siklócsapágyas görgős fúrókkal és a gyémántfúrókkal — végzett kiegyensúlyozott, vagyis szabályozott nyomású fúrás;
- az ennek feltételét képező pórusnyomás-előrejelzés, illetve a fúrással egyidejű jelzés és az azt segítő műszerezés;
- az öblítőiszap-tisztítás komplex megoldása, illetve a kiegyensúlyozott fúrást, a fokozott lyukfalvédelmet kielégítő jellemzőkkel rendelkező, kis szilárdanyag-tartalmú, nem díszpergált, valamint a szilárdanyagmentes öblítőfolyadékok.

Az univerzális kőzetbontó szerszám, a görgős fúró gyártása terén egyrészt tovább bővült, tökéletesedett a keményfém fogazású, zárt siklócsapágyas fúrók fogazásválasztéka, másrészt egyszerűsödött, szűkült a méretválaszték. A csúszócsapágyak élettartamát egy kiegészítő kenő-

anyagtartállyal hosszabbították meg (10). További sikert hozó törekvés a két- és háromgörgős fúrók öblítőfúvókáinak hosszabbítása a lyuktalp közvetlen közelébe (1. ábra). A Szovjetunióban (2. ábra) és Franciaországban (3. ábra) a kutatók, fúrókonstruktőrök figyelme az excentrikus fúvókaelrendezés felé fordult, és pedig egyrészt a ferde irányú fúvókák és azok aszimmetrikus elrendezése felé (11, 12), sőt másrészt olyan megoldás is ismeretes, amelynél két fúvóka a talpra irányított és egy fölfelé, azzal az elgondolással, hogy az utóbbinak ejektoros hatása segíti a fúvadákszemek talpról való felemelését (13, 14).

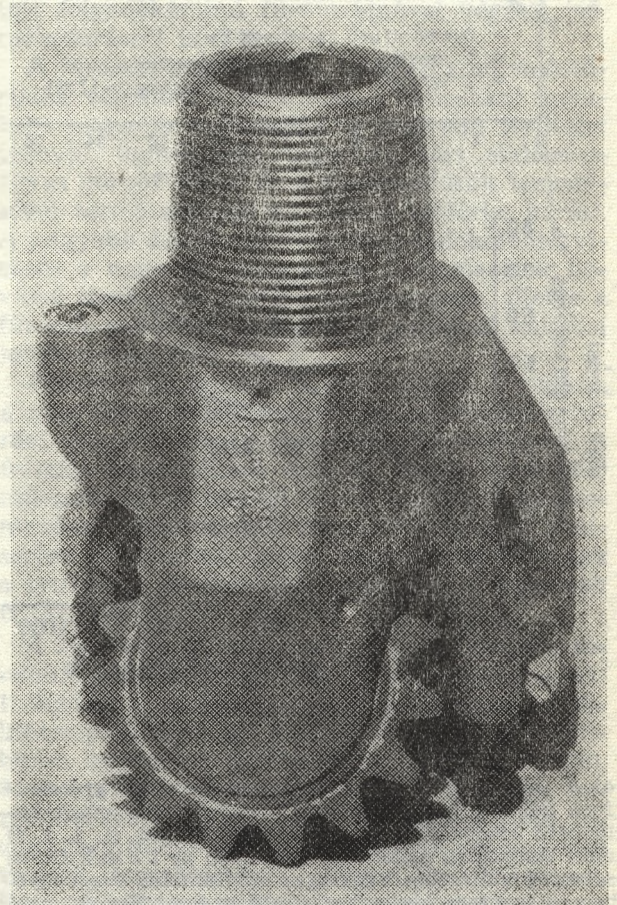
Figyelemre méltóak a new-mexikói Sandia Laboratórium kísérletei az újszerű, hosszú élettartamú, talpon cserélhető görgőkkel megoldott fúrókkal (15), továbbá a már üzemi kísérleti stádiumban került azokkal a gyémántfúrókkal is, amelyek végtelen láncon elhelyezett, 16 gyémántszemekkel kirakott fúrófelülettel rendelkeznek (16). Az utóbbi esetben a lánctagokat képező fúrófelületek, bizonyos elhasználódás után szivattyúnyomás-impulzusra továbbhúzhatók, vagyis egy új használatlan lánctag, azaz fúrófelület kerül érintkezésbe a talppal. Ezzel a fúrótypussal elért eredmények biztatóak, mintegy 30—80 % fúróméterköltség megtakarítást ígérnek (4. ábra).

A keményfém fogazású és a mart fogazású görgős fúrók nagy árkülönbsége fokozottan elő-



2. ábra

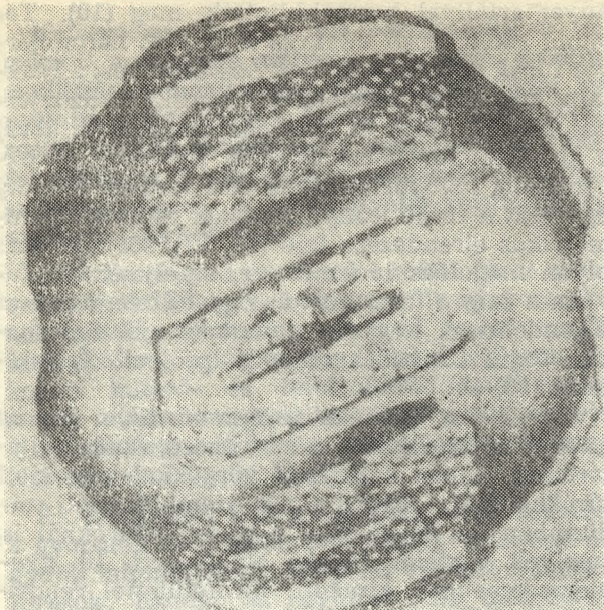
Szovjet görgős fúró: 1. felfelé irányított fúvóka 2. talp folyadékfelütést biztosító és 3. ferde elhelyezésű talpi fúvadákszeprést célzó fúvóka



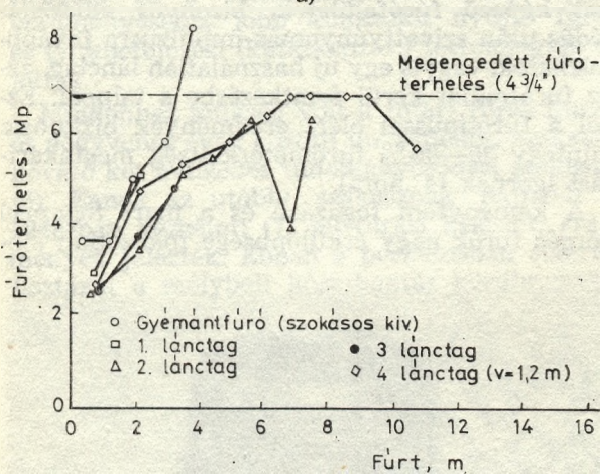
3. ábra

Francia ARTEP háromgörgős fúró, egy felfelé és két lefelé irányított fúvókával

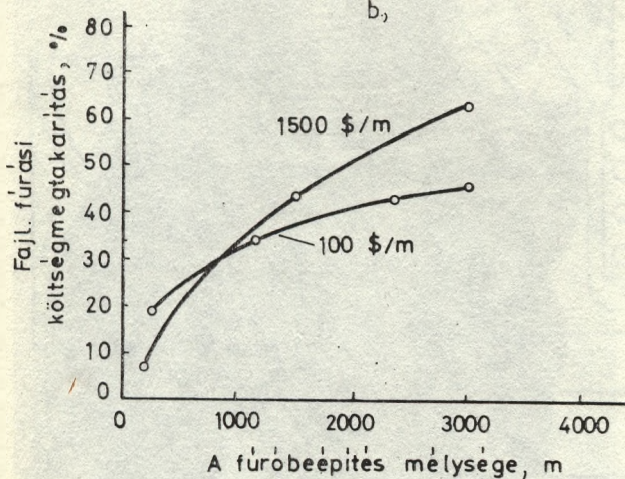




a)



b,



c,

4. ábra

a) A „láncos fúró” egy lánctagjára tervezett gyémántfúró felülete, b) a „láncos fúró”-val, illetve annak különböző kiképzésű gyémánt fúrófelületeivel (1, 2, 3, 4) elért fúrókénti előhaladás gránitban az 1,2 m/h fúrási sebesség eléréséhez szükséges fúróterhelés függvényében, a szokásos kivitelű egytestű gyémántfúróval való összehasonlításban, c) a „láncos fúró”-val elérhető fajlagos fúrási költségmegtakarítás 1000 \$/h és 1500 \$/h költségű fúróberendezés alkalmazása esetén (Newsom, M. M. szerint)

terbe helyezte a gondos fúrókiválasztást, a legkedvezőbb fúróterhelést és -fordulatszámot, valamint az ezzel összhangban álló lyuktalptisztítást, továbbá a fúrókiépítés időpontjának meghatározását, vagyis a fúrási művelet optimalizálását; mindezeket természetesen a szabályozott nyomású fúrás elveinek megfelelően.

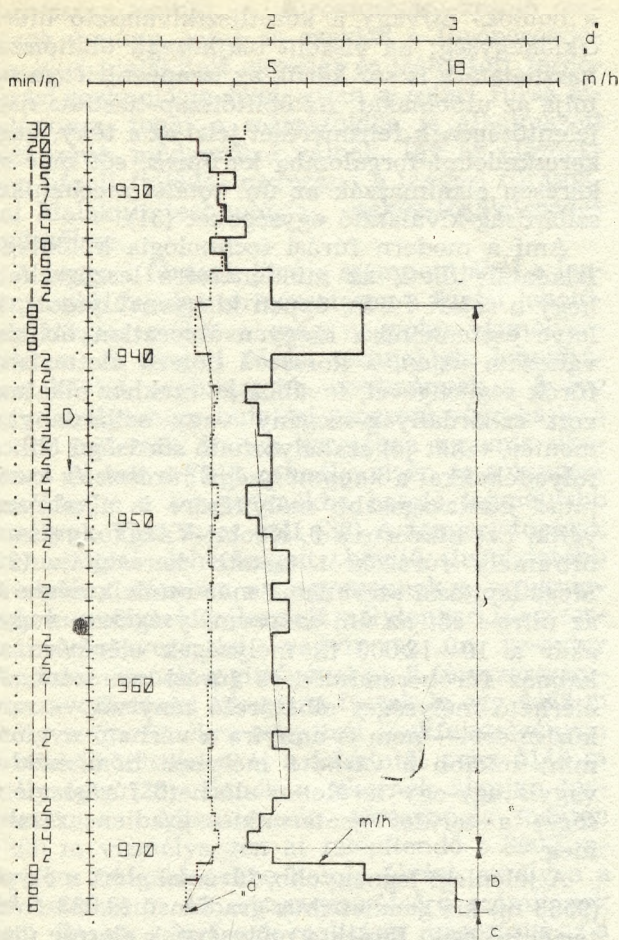
A szigorú értelemben vett szabályozott nyomású fúrási technológia széles körű megvalósítása, a számos előfeltétel miatt lassan halad előre. Önmagában a pórusnyomás túlellensúlyozási elvének megdöntése, valamint annak a felismerése, hogy a pórusnyomás kiegyensúlyozása, illetve csak igen mérsékelt túlellensúlyozása kisebb formációkárosítással, a súlyos üzemzavarok (kitörés, iszapvesztés, megszorulás) kisebb kockázatával jár, és gyorsabb fúrást eredményezett, máris igen jelentős előnyöket hozott magával. Csupán az a törekvés, hogy a feleslegesen nagy sűrűségű öblítőfolyadékokat ma már messzemenően kerülni igyekezzenek, valamint a normális pórusnyomású kőzetek átfúráshoz a régebben szokásos minimális 1,2 g/cm<sup>3</sup> sűrűségű öblítőiszap helyett 1,10—1,15 sűrűséget igyekezzenek tartani, vagyis a tényleges kiegyensúlyozás helyett legalább csak a mérsékelt túlegyensúlyozást töreksenek elérni, világszerte nagyobb fúrási sebességhez és a fúrási üzemzavarok csökkenéséhez vezetett.

A szabályozott nyomású fúrás módszerének mind szélesebb körű alkalmazását jelzi az a nagyszámú közlemény, tanulmány, esetleírás, amely a fúrási tényezők szelvényezését (a mélység függvényében való regisztrálását), ezeknek, továbbá a geofizikai fúrószelvényeknek értelmezését a pórusnyomás és a kőzetrepesztési nyomás szempontjából érinti. A fúrási paraméterek, ezek közt is elsősorban a fúrási sebesség, valamint a „d” tényező, továbbá a kőzetfúrhatóság és a kifolyó öblítőiszap hőmérséklete — számos esetleírás szerint — érzékeny jelzése a pórusnyomás változásának. Még olyan vékony — csak pár méteres — átmeneti túlnyomásos zónák kimutatására is alkalmas, mint amilyenek a hazai alsó-pannoniai és miocén túlnyomásos formációk felett gyakran előfordulnak. Ily módon a fúrási szelvényezés mind a szabályozott nyomású fúrás, mind pedig ezen keresztül a kitörésvédelem egyre inkább elengedhetetlen módszerévé válik (5. ábra).

A tökéletesebb, hosszú élettartamú görgős és gyémántfúrók, a szabályozott nyomású lyuktalpi öblítéssel, a kedvezőbb, a kőzetbontást kevésbé akadályozó öblítőfolyadékok segítségével hatékonyabbá váló mélybeli kőzetfúrás alkalmassá teszi a rotari fúrást a vázolt, rohamosan növekvő fúrási igények kielégítésére.

Ennek a megállapításnak érvényét igazolja az a biztató eredmény, illetve annak az élenjáró fúrási vállalkozásnak teljesítménye (17), amely a rotari fúrás vázolt mai fúrási technológiájával, 24 fúróberendezésével 1,365 millió métert fúrt egy év alatt, tehát fúróberendezésenként és évenként csaknem 57 000 m-t teljesített, vagyis 666, átlagosan 2050 m mélységű fúrást fejezett be, s ezeknek a fúrásoknak 1/3-a felderítő kutatófúrás volt. Joggal szögezi le ezért





5. ábra

A Komádi-1 fúrás túlnyomásos formációjának ill. az átmeneti túlnyomásos zónának kimutatása a fúrási sebesség és a módosított „d” kitevő szelvényei alapján (a zárt fedőközet, b a túlnyomásos átmeneti zóna, c túlnyomásos tárolóközet) (Csaba J. szerint)

A. Lucas kapitány híres spindletopi fúrásának 75 éves évfordulója alkalmával a rotari fúrás jelenéről és jövőjéről írt összefoglalásában az ismeretlen szerző (18), hogy 77 évvel Spindletop után (ezen idő alatt az USA-ban 2 1/4 millió fúrást mélyítettek le 2,3 milliárd m összmélységgel, és pedig ennek 1/3-át az elmúlt 15 évben) változatlanul a jobbra forgó rotari fúrás a földkéreg ásványkincsei — s ezek között is elsősorban a szénhidrogének — kutatásának és feltárásának legfőbb, sőt mondhatni kizárólagos módszere. Ez a módszer olyan tudományos feladatok megoldására is vállalkozik, mint a földkéreg átfúrása (folyamatban van jelenleg a Kola félszigeten — a SzU-ban — egy 15 000 m talpmélységre tervezett ilyen célú fúrás, amelynek jelenlegi mélysége már 8000 m-en túlhaladott (19)), nagy átmérőjű fúrások, aknák mélyítése nagy mélységekig, vagy pl. a Hold felületén végzett távirányítású, illetve automatikus fúrás. Ide sorolhatók továbbá a nagy vízmélységekbe telepített, s a szabad fúrószár tengerfenéki lyukfejébe való visszaszerelésével végzett fúrások (20).

A fúróberendezések, fúrési eszközök közül természetesen éppen a hatékonyabb kőzetbontást eredményező új típusú, hosszú élettartamú fú-

rókkal végzett kiegyensúlyozott öblítésű fúrást szolgáló fúróberendezés-elemek, -tartozékok tökéletesedését tükrözi a legélesebben a szakirodalom.

A kis fordulatszámot igénylő, keményfém fogazású görgős fúrók és a gyémántfúrók terjedése, hosszú élettartamukra való tekintetel érthetően erősen mérsékelte az érdeklődést mind a teljesen *automatikus fúróberendezés*, mind pedig a felcsévévelhető fúrószárral megoldott, ún. *flexofúrás* iránt (bár az utóbbi új elrendezésű fúróberendezés-változatával 1974–75-ben tíz 1450–1550 m mély, nagy átmérőjű — 22”, illetve 14 3/4”-os — csoportos fúrást mélyítettek le Hollandiában). E fúrások biztató eredményei alapján — a berendezés, illetve a fúrotömlő csévélési rendszerének tökéletesítése után — 1978-ban hasonló körülmények közt tíz 3000 m mély fúrást terveznek (14, 21).

A kis fordulatszámot igénylő, hosszú élettartamú, keményfém fogazású görgős fúrók terjedése a *talpi fúrómotorok* alkalmazását, a mind nagyobb jelentőségű irányított ferdefúrásokon kívül — amelyekhez mindinkább alkalmazzák a pozitív kiszorítású fúrólyuktalpi hidromotorokat — a gyémánt-turbófúrás irányába tereli. A SzU-ban a fejlesztés továbbra is a nagy nyomatéki, kis fordulatszámú fúroturbinák (22) és a több bekezdésű, spirális tengellyel megoldott pozitív kiszorítású hidromotorok (23) irányába halad. Biztató eredmények számolnak be az osztott folyadékáramú fúroturbinával végzett jet-turbófúrásról is (24).

A *fúrószár stabilizálása*, továbbá a súlyosbítórudak végeinek a kifáradásos törésekkel szembeni nagyobb szilárdsága a nagyobb terhelést igénylő, keményfém fogazású, zárt siklócsapágyas görgős fúrók és a gyémántfúrók terjedésével természetesen fokozottan előtérbe került. A nagyobb fúrási mélységekkel indokolható vizsont a nagyobb szilárdságú fúrócsőacélok bővítési törekvésén kívül a fúrószerszám, illetve a fúrócső kopásvédelmét érintő fokozott kutatási tevékenység (25).

Rohamos a fejlődés a szabályozott nyomású, a nagyobb sebességű fúrás, az optimalizált fúrési művelet alapját képező *műszerezésben*. A felszíni érzékelőkkel dolgozó fúrési műszerek, műszerkabinok bővülő körén, ezeknek messzeemenően tökéletesedett megoldásain kívül a kísérleti stádiumból üzemi használatba kerülnek a lyuktalpi érzékelőkkel megoldott műszerek is (27, 23).

A *lyuktalpi jelek érzékelésére és felszínre továbbítására* az alábbi megoldások alakultak ki: 1. öblítési nyomásimpulzusok továbbítása az öblítőiszaposzlopon át, 2. akusztikus jelek továbbítása ugyancsak az öblítőiszaposzlopon át (28), 3. elektromos jelek továbbítása elektromos vezetékben (29), vagy 4. elektromágneses jelek továbbítása földkérgen át. Mindegyik rendszernek vannak természetesen előnyei és hátrányai. Egyesek például külön talpi energiaszükségletet igényelnek, mások külön vezeték a továbbításra, vagy külön talpi érzékelési folyamatot, ismét másoknak erősen korlátozt a mélységkapacitása, vagy lassú a jeltovábbítása. A jeltováb-



bitás sebessége rendkívül fontos tényező, és éppen ez a legnagyobb előnye az elektromos vezetéken való jeltovábbításnak, az elektromos jellel dolgozó rendszernek, amely 100 000/min jeltovábbítási sebességgel rendelkezik (29); ezzel szemben az öblítési nyomásimpulzus jelei közül csak néhány továbbítható percenként az öblítőiszaposzlopon keresztül a felszínre. Várható, hogy a legközelebbi években a kialakult rendszerek közül néhány általános használatba kerül; erre mutat az a tény, hogy jelenleg 25 cég, intézet dolgozik ezeknek a rendszereknek fejlesztésén, és már 14 kifejlesztett rendszer ismeretes (23).

Visszatérve a *felszíni érzékelőkkel dolgozó fúrási műszerekre*, leszögezhető, hogy ezek köre elsősorban az öblítési, az öblítőiszap--paramétereket ellenőrzőkkel bővült, de jelentős a tökéletesedés az érzékenyebb fúróterhelés és a fúrószerszám forgatónyomatékának mérésére szolgáló műszerek szempontjából is. A forgatónyomaték-mérés tökéletesítésének hajtóereje a fúró forgatónyomatékának fúrókopással való összfüggése, ami egyrészt a fúrési művelet optimalizálása szempontjából fontos tényező, de másrészt a forgatónyomaték-szelvény a kőzetek fúrhatóságára, a kőzethatárookra nézve is megbízható információt nyújt.

A rendkívül költséges ultramély, valamint a tengeri fúrásokból a fúrással egyidejűleg nyerhető minél több információ érdekében számos adatgyűjtő és -értékelő műszerkabint alakítottak ki. Ezek különösen előnyösek és gazdaságosak az olajközegű öblítőfolyadékkal mélyített vagy a geofizikai fúróluk-szelvényezés szempontjából problematikus, vagy a nagy mélységű és nagy hőmérsékletű és nyomású formációkat harántoló fúrásokban (30).

Egy legutóbb kifejlesztett ilyen mérőkabin folyamatosan mér, digitálisan mutat és regisztrál — sőt részben továbbít — több mint 100 adatot, amelyek egy része nem közvetlenül mért, hanem elektronikusan számított olyan adat, mint pl. a „d” tényező, a pórusnyomás, a kőzetrepesztési nyomás vagy a fúrókopás, amelyek egyrészt a kiegyensúlyozott nyomású fúrást, másrészt az optimalizált fúrást szolgálják (26).

A mind szélesebb körű fúrási műszerezés, valamint a mért (érzékelte) adatoknak az idő függvényében helyett — vagy mellett — a mélység függvényében való regisztrálása elvezetett ahhoz a „*fúrési szelvényezés*”-hez, amely alapját képezi a fúrési művelet optimalizálásának, s a pórusnyomás, valamint az ebből levezetett kőzetrepesztési nyomás jelzése segítségével a szabályozott nyomású fúrásnak és a hatékony kitorésvédelemnek.

A szabályozott nyomású fúrési technológiának, épp úgy, mint a kitorésvédelemnek, a kellő műszerezésen kívül a másik alapfeltétele a hatékony *felszíni öblítőiszaptisztító rendszer*, amelynek kifejlesztésére, tökéletesítésére az utóbbi időben különösen nagy figyelmet szenteltek.

A nagyobb fúróberendezéseknek ma már elengedhetetlen tartozékuk a nagy teljesítményű, kétféle szitamérettel dolgozó rázószita-homokcsapda egységen és gáztalanító egységen kívül

a homok- és/vagy a kőzetlisztkiválasztó hidrociklon egység; ha viszont olajközegű öblítőiszap használatára is sor kerül, az iszapcentrifuga pótolja az utóbbiakat. Az öblítőiszap-tisztítás nagy jelentőségének felismerését jelzi az a tény, hogy kereskedelmi forgalomba kerülnek, sőt már sikeresen alkalmazzák az ún. totális mechanikus szilárdság-kiválasztó egységeket (31).

Ami a modern fúrási technológia különleges feladatait illeti, az mindenesetre leszögezhető, hogy a rotari fúrás, éppen kiegyensúlyozott, illetve esetenként a kiegyensúlyozatlan öblítésű változata útján, a korszerű hosszú élettartamú fúrók segítségével, továbbá az ezekhez alkalmazott szilárdanyag-szegény vagy szilárdanyagmentes, tehát jól szabályozható sűrűségű öblítőfolyadékokkal a *nagymélységű fúrások* és kutak mind gazdaságosabb mélyítésére is alkalmassá válik. Ezt tükrözte a 9. Kőolaj-Világkongresszus ultramély fúrásokról tartott keretvitája (32). Megállapításai szerint ma már rendelkezésre áll az ultra-, sőt az ún. szupermélységekre, vagyis akár a 10—12 000 m mélységek elérésére alkalmas fúróberendezés és fúrési szerszám. Az elérhető mélységet elhatároló tényező — mint közismert — nem is annyira a várható nyomás, mint inkább a várható mélybeli hőmérséklet; vagyis egy-egy területen elérhető fúrési mélységet a terület geotermikus gradiense szabja meg.

A jelenlegi legnagyobb, fúrással elért mélység (9583 m) kis geometrikus gradiensű (0,023 K/m) területre esik. Ennek a mélységnek elérése vagy túllépése normális geometrikus gradiensű területen már a fúrási folyadékok, a geofizikai eszközök és a csőcélok korróziós és hőtűrésének jelentős fokozását feltételezi. Mind a fúrási csövek (33), mind pedig a fúrási folyadékok hőtűrése (34, 35) szempontjából kedvező eredményekről számoltak be a DGMK/ÖEGW 1976 őszi Salzburgban tartott közös kongresszusán (36) és a DIT/INA-Naftalin 1977 tavaszán Porec-ben tartott III. Adriai Fúrési Szimpóziumján (37). Az ultramély fúrások salzburgi keretvitáiban elhangzott és a vonatkozó poreci előadások szerint a vízközegű öblítőfolyadékok hőtűrése ma már 370 °C, az olajközegűeké 260 °C, a fúrási csövek hőtűrése pedig 300 °C. Ezek az eredmények azonban még mindig csak azt jelentik, hogy a normális geometrikus gradiensű területeken fúróval elérhető mélységhatár kb 10—11 000 m, de pl. a magyarországi geotermikus viszonyokhoz hasonló, rendellenesen nagy geometrikus gradiensű (0,045—0,050 K/m) területeken egyelőre csak az ún. ultramélységek (6000—7000 m) elérésére nyílik lehetőség.

A rotari fúrési technológia, valamint berendezései, eszközei és műszerei tökéletesedésének leghatékonyabb motorját a rendkívül költséges és mind költségesebbé váló *tengeri fúrások* képezik.

A mind tökéletesebb úszó tengeri fúróberendezésekhez, vagyis a lábakra emelhető fúrófedélzetekhez, a kihorgonyozott, ill. dinamikus helyben tartású fúróhajókhoz, félig merülő fútermelési fedélzetek fúróberendezéseikhez alkalmazott műszer- és kitorésgátló-komplexumok,



az ezekkel megoldott szabályozó rendszerek, az öblítőiszap-tisztító, a fúrószerszám-kezelő eszközök éppúgy, mint az ezekkel a fúróberendezésekkel kialakított egyenes és irányított ferde-fúrési technológia hamarosan a rotari fúrás általánosan, tehát a szárazföldön is alkalmazott eszközévé, módszerévé válnak. Így az előzőekben vázolt fejlődés nagyrészt a tengeri fúrásoknál kialakult technológia-, eszköz-tökéletesedés gyümölcse.

A tengeri fúrások jövője szempontjából a legfontosabb feladat természetesen a fúrási lehetőség megteremtése a még nagyobb vízmélyiségekben. A tengeri fúrási technológia lehetőségeit bővítő legbiztatóbb eredmények a 8 éve folyó mélytenger-kutatási program végrehajtása során születtek. Ennek keretében ugyanis sikeresen fúrtak a 7042 m mély vizen át a tengerfenékre, s a tengerfenékre hatoló legmélyebb fúróluk 1740 m-es volt (38). A tengeri fúrások technológiai lehetőségeit bővítő legbiztatóbb eredmény azonban az ugyanennek a programnak keretében kifejlesztett mélytengeri fúrószerszám-visszavezérlési, vagyis az ún. re-entry rendszer. Ennek segítségével pl. 9 fúrószerszám-visszavezérléssel sikeresen fúrtak le egy 4485 m mély tengerfenékre telepített lyukfejszelvényen s vezérlő tölcseken át a felszíntől mért 5149 m mélységig (39). Ennek a sikernek alapján tervezték az Atlanti-óceán törésvonala mentén 1800 m vízmélységen át telepítendő s 3600 m nyire a tengerfenékre hatoló fúrást, amelyen a fúrószerszám 40 visszavezérlésére számítanak (40). Ennek a fúrásnak realitását megerősíti az a tény, hogy legújabban már 5490 m vízmélységben fekvő lyukfejeket át is végeztek sikeres fúrószerszám-visszavezérlést (41).

A hetvenes évek energiakrizise az érdeklődés előterébe helyezte a *lyukbefejezésnek* a produktív formációk átfúrásától számított, tehát a tágabb értelemben vett teljes műveletsort. A tárolókőzetek produktivitásának helyes értékelése, megőrzése, valamint a nagyobb végső kizozatal a fúrás tervezőinek, végrehajtóinak — ezen belül az üzemi fúrómérnöknek, geológusnak, izzapmérnöknek, a cementezés, a formációvizsgálat, a geofizikai fúrólyuk-szelvényezés mérnökeinek —, továbbá a rezervoármérnöki feladatokkal, a szűkebb értelemben vett lyukbefejezési vagyis kútkiképzési műveletekkel, a tárolóformáció megnyitásával, serkentésével foglalkozó szakembereknek jól összehangolt együttműködését igényli. Szükségképpen közelebb kellett és kell kerülniük ezért a fúrási, a lyukbefejezési (kútkiképzési) és a rezervoármérnöki osztályok mérnökeinek (4, 5).

Ennek a szükségszerűségnek mind jobb felismerését mutatja a fúrással egyidejű komplex információs rendszerek kialakulása, maga a szabályozott nyomású fúrási technológia, a szilárdanyag-mentes öblítőfolyadék-fajták terjedése, a lyukbefejező folyadékok kialakulása stb. A béléscső-cementezés művelete is a tárolókőzeteket kevésbé károsító cementtejek, a kedvezőbb, vagyis kisebb nyomású műveletek irányába halad.

A legjelentősebb azonban a fejlődés a *serken-*

*tési műveletek* szempontjából. A kőzetrepesztés terén új távlatokat nyitottak és nyitnak meg a nagy viszkozitású repesztő folyadékok, a nagy szilárdságú szinterezett bauxittámasztékok; az ún. masszív kőzetrepesztési műveletek beköszönteése lehetővé tette igen kis — csak mikrodarcban kifejezhető — áteresztő képességű formációk gazdaságos termelésbe állítását.

A savazás, a savazásos kőzetrepesztés terén változatlanul a sósav az uralkodóan használatos savfélésség, azonban viszkozussá tett formában, vagy legalább is nagy viszkozitású előmosó folyadékkal. Egy további új tökéletesedési irány a formációnyomásban a relatív folyadéksűrűség szabályozása a létesített hasadékfelületek kedvezőbb maratása érdekében.

A megvalósulás, a nagyüzemi kísérlet stádiumába került *újszerű vagy hatékonyabb kőzetbontáson alapuló fúrásmódok* mindegyike — kivéve talán a „szikrafúrás”-t — lényegében megtartotta az öblítéses forgófúrás, vagyis a rotari fúrás elvét, s azt igyekszik valamilyen hidraulikus vagy mechanikus többletenergiával hatékonyabbá tenni.

Így lényegében a konvencionális rotari fúrás görgős fúróval végbemenő kőzetbontását igyekszik könnyebbé tenni a New-Mexikó-i Sandia Laboratórium „terrafúrás”-nak elnevezett fúrásmódja. A terrafúrás a görgős fúró három görgője között, egymástól 120°-nyira elhelyezett tárból kis méretű, igen keményre edzett acéltorpedóknak háromszoros hangsebeességgel való kilövellésével teszi repedezetté, könnyebben fúráhatóvá a talpon a kőzetet. Ugyancsak a Sandia Laboratórium — régebbi szovjet kísérletek nyomán — foglalkozik a „szikrafúrás”-sal is vagyis a fúrófejen elhelyezett elektród párok között nagyfeszültségű árammal gerjesztett szikrákkal az öblítőfolyadékban keltett nyomáshullámok felütéseinek kőzetbontására, illetve a kőzetbontás megkönnyítésére alapított fúrési kísérletekkel (15).

Bár az eróziós, illetve eróziós rotari fúrás újabb üzemi eredményeiről nem jelent meg esetleírás, de mind a tulsai egyetemen (42) mind pedig a hollandiai Shell (43) Laboratóriumában és a Moszkvai VNIIBT-ben (44) további széles körű kísérletek folytak a különféle kőzetek hidraulikus sugárral való kőzetbontásának tisztázására, küszöbnyomásának meghatározására, és pedig természetesen lyuktalpi körülmények között. A Shell Laboratóriumában az eróziós rotari fúrás gazdaságosságának feltételeit is igyekeztek tisztázni. Ezek szerint a vizsgálatok szerint a napi 20 000 \$-nál nagyobb költségű fúróberendezéssel mélyített fúrások képezik az eróziós rotari fúrás gazdaságosságának alsó határát.

Az eróziós rotari fúrás biztató kísérletek eredményei ellenére — 77 évvel a rotari fúrás spindeljei világsíkere után — leszögezhető, hogy a mélyfúrás szempontjából a jelen, s talán nem túlzás azt mondani, hogy az elkövetkező negyedszázad is, változatlanul annak a konvencionális rotari fúrásnak a korszaka, amelyik a vázolt fejlettségi állapotában, a kifejlesztett eszközeivel és módszereivel — de még közel sem fejlődése csúcán — biztos alapot nyújt a szénhidrogén-



kutatás és -feltárás mind nehezebb körülményei és feltételei közt rohamosan növekvő feladatainak megoldására.

A ma határozottan mechanikus kőzetbontású rotari fúrása és a jövő már fokozatosan hidraulikussá váló kőzetbontással dolgozó „eróziós” rotari fúrása mindenképpen fel nő a teljes — tehát a szárazföld, valamint a vízzel és jéggel borított — földkéreg összes folyékony és szilárd hasznosítható ásványkincseinek nemcsak kutatási és feltérési, hanem e fúrólukon át való bányászati és termelési feladatainak megoldására.

## 2. Az egyéb célú — nem a szénhidrogén kutatására és feltérására irányuló — fúrási technológia jelenlegi helyzete és kilátásai\*

Míg a szénhidrogének kutatását, feltérását célzó fúrás technika eredményei és problémái viszonylag határozottak és jól áttekinthetőek, ami kétségtelenül az igen bőséges és egyirányú szakirodalomnak köszönhető, a mélyfúrás technika egyéb ágazatait sokoldalúság és heterogenitás jellemzi. Még inkább nehezíti a céltudatos továbbfejlesztést az a tény, hogy a mélyfúrás egyéb feladataival foglalkozó üzemek különféle ipari ágazatokhoz kapcsolódnak.

Éppen a teljes feladatkörön belül jelentkező igen szerteágazó részletproblémák miatt gyakran alábecsülik a fejlesztés jelentőségét és gazdasági kihatásait. A mélyfúrás technika fejlesztése érdekében sokkal jobban egyeztetni kell továbbá a geológiai és technikai célkitűzéseket a megbízó és a fúrást végrehajtó szervezet között. Ez fontos követelmény, mivel a mélyfúrás technika lehetőségei és határai nem mindenütt átfogóan ismertek, továbbá mert a bányászat és az egyéb ipari ágazatok feladatai és céljai változnak, bővülnek. Az ilyen egyeztetések partnereiként nemcsak a geológusok, geofizikusok, talaj- és kőzetmechanikusok jönnek számításba, hanem többek közt a bányászat tervezői, a termelés technológusok, továbbá az építés, a vízgazdálkodás, a közlekedés, a földalatti tárolás technika tervezői is.

Természetes egy ilyen szűkre szabott összefoglaló fejezet keretében nem érinthető az összes probléma és feladatkör, hanem csak néhány jellegzetes példa említhető, ezekből azonban számos további levezethető, megismerhető.

A mélyfúrás ezen ágai előtt is két alapvető feladat áll, amelyek közül hol az egyik, hol a másik lép előtérbe:

- információk nyerése a felszín alatti közelekről,
- egy meghatározott technikai feladat teljesítése.

Először közelebről a kutatást, azaz az információnyerést célzó fúrásokról szólva leszögezhető egyrészt az, hogy a követelmények a fúrás eredményeivel szemben e tekintetben fokozód-

nak, finomodnak, másrészt az, hogy a fúrás technika teljesítő képessége — különösen kombinációban a geofizikai fúrólukszelvényezéssel — szintén növekszik, sőt az is, hogy differenciált eredmények elérésére is mód van. Azt, hogy valamely információt fúrás technikai úton, vagy geofizikai eljárással érnek el, attól kell függővé tenni, hogy melyik módszer az olcsóbb, a szükséges — s nem az elérhető maximális — pontossági fokon. Erre egy kis példa:

Kitűnt, hogy porózus kőzettestek víztelenítési eljárása során az igen vékony agyagbeágyazásoknak is befolyása van a víztelenítési folyamatra, különösen annak időtartamára. Ilyen közbelső agyagbeágyazásokat fúrás technikai úton pontosan kimutatni a mai mintavételi eljárásokkal nehéz; ugyanakkor ezeket a beágyazásokat a fúrólukban végzett geofizikai szelvényezéssel észlelni — bizonyos fejlesztési munkák elvégzése után — bízhatóan látszik. Ezzel kapcsolatban azonban számítani kell arra, hogy az ehhez készítenő mérőeszközök nagyobb átmérőjűeknek kell lenniük, mint amilyeneket a rotari fúráshoz használnak. Ezért meg kell vizsgálni, hogy ilyen nagy átmérőjű mérőszondák gyártására van-e lehetőség. Ettől a tökéletesítendő mérési technikától is el lehet tekinteni, ha pl. hidromechanikai vizsgálatokból, vagyis egyszerűbben szólva szivattyúzási kísérletekből kielégítő pontosságú eredmények nyerhetők, amennyiben ezeket is mind a technológia végrehajtásában, mind pedig értelmezésükben tovább sikerül fejleszteni. Ez — másokhoz hasonlóan — csak egy kis részprobléma, de egyértelműleg mutatja, hogy a különböző részterületek specialistáinak együtt kell dolgozniuk.

Egy mostanában sokat vitatott probléma a barnaszéntelegek fedőkőzeteiben a csúszási felületek meghatározása. Ezek jelenlétének nemcsak konstatálása, de a dőlésének, csapásának meghatározása is kívánatos. Ma már rendelkezésre állnak olyan magfúró készülékek, amelyekkel ezek a követelmények annak ellenére kielégíthetőek, hogy az ilyen magfúró készülékek minősége még sok szempontból problematikus. Fontos szempont továbbá az is, hogy vajon ezekben a fúrólukokban orientáltan kimutatott vékony felületek jellemzik-e a két fúróluk között fekvő barnaszénteleg fedőjében található vékony agyagbeágyazás egész felületét. Érdekes továbbá az a kérdés is, mily mértékben tudja a felszíni geofizika, pontosabban a digitális szeizmika, a barnaszénteleg fedőjét olyannyira feloldani, hogy a két — mintegy túszerűsnek felfogható — fúróluk közt mért adatok eléggé megbízhatóak ahhoz, hogy a szomszédos kutatófúrások korrelálását megbízhatóan tekinteni.

Miután a felszínhez közeli nem állékony kőzetek kutatófúrásainak költsége szárazfúrással az öblítéses rotari fúráshoz képest 2,5-szeres, természetesen törekedni kell a rotari fúrás fokozottabb alkalmazására. Erre módot nyújt az a körülmény, hogy a korszerű magfúrókészlékekben a magnyereség, az öblítés hatásainak kiküszöbölésével, mind a kötött, mind pedig a

\* Dr. Ing. W. Arnold Prof. 1978. jún. 28-án a Freibergi Berg- und Hüttenmännischer Tag-on elmondott előadásának kiegészített változata.



kis kohézióval rendelkező kőzetekben megoldottnak tekinthető.

Nyílt kérdés azonban még mindig a vízzel telített, kohézió nélküli kőzetekben a teljes magnyereség megoldása. Mindenesetre kilátás van arra, hogy az ismert gumitömlővel megoldott magcsővel rendelkező magfúró készüléket, számos rendelkezésre álló, de nem használt szabadalom segítségével ilyen irányban tovább lehet fejleszteni. Végeredményben nincs másról szó, mint hogy egy hatékony zárószervezetet kell alkalmazni a magcső alján.

Kísérletek folynak olyan magszedő szerkesztésére is, amely vákuum segítségével a magcsőben tartaná a kohézió nélküli kőzetet, azaz kőzetmintát. Figyelemre méltó az a magszedő készülék is, amely a csigafúróval kapcsolatos, amennyiben csigafúró csőszárán belül kötéllel kiemelhető — wire line — magcsövet alkalmaz. Megvalósíthatónak, bár bonyolultnak ítéhető az az eljárás is, amely a kőzetminta megfagyasztását kívánja elérni a magcsővel együtt beépített folyékony-gáz expandáltatása útján. A laza üledékekből a lehetőleg zavartalan és valódi, nem meghamisított jellemzőkkel vett kőzetminta követelménye széles körű. Az ilyen kőzetminta nemcsak az építési alapozások talajvizsgáló fúrásai szempontjából fontos követelmény, de lényeges pl. a barnaszekutató, a fiatal kőetlen, vízzel borított üledékek részletes sztratigráfiai vizsgálatai szempontjából is.

A szilárd ásványi nyersanyagok kutatására is áll az a megállapítás, amelyet a szénhidrogének kutatására már sok éve bizonyítottak tekintenek, nevezetesen az, hogy a felszíni geofizika, a fúrás adatok, illetve a fúrás során, valamint a mélyfúrás geofizika útján nyert információk értelmezése egy különleges, specialistákat igénylő tudományággá fejlődött. Ezzel kapcsolatban rá kell mutatni egy, az elkövetkező évtizedekben fontosságában óriási mértékben növekvő jelentőségű feladatra: a fedőkőzetek geomechanikai megítélésére, annak viselkedésére a folyékony, gázalmazállapotú és szilárd ásványi nyersanyagainak termelése során, illetve az előbbieket föld alatti tárolás során, kilúgozott sőtömzsök kavernáiban, vagy leállított bányák üregeiben. A kőzetek természetes feszültségviszonyainak többé-kevésbé radikális megzavarása a különböző intenzitású fúrási tevékenységgel mind a felszínen, mind mélyben olyan jelenségeket, változásokat eredményez, aminek kvantitatív és kvalitatív előrejelzése fokozott mértékben fellépő követelménnyé válik. Ezzel kapcsolatban célszerű utalni a kálisóbányászatra, ahol igen fontos célnak tekintik a jelenleg bányabiztonsági okokból elkerülhetetlen jelentős fejtési veszteségeket radikálisan csökkenteni, amint ezt néhány külföldi telep bányászatában már sikerült is elérni. Egy kielégítő és megalapozott előrejelzés nélkül, vagyis annak tisztázására anélkül, hogy pl. a veszteségmentes leművelés következtében milyen felszíni változások várhatók, aligha veszi valaki magára a felelősséget egy ilyen nagy horderejű döntés meghozatalára.

Ebben a kérdésben a mélyfúrás technika, kombinációban a geofizikai adatokkal, vagyis a ma-

gok és a geofizikai szelvények együttesen nyújthatnak fontos alapot a kifejlesztendő geomechanikai modelleknek és a termelési műveleteknek tervezéséhez és irányításához. Elengedhetetlen szükséglet emellett természetesen a fúrás technika és a mélyfúrás geofizikai széleskörű adattároló és értelmező rendszerének kifejlesztése, miután ezek nyújtják a legfontosabb kiindulási adatokat.

A közelmúltban előfordultak olyan esetek, amelyeknél a kőzetekről kapott pontatlan adatok, különösen azok vízvezetőképességére vonatkozó pontatlan adatok egy akna helytelen tervezéséhez vezettek, az emiatt az utólag szükségessé váló korrekciók műveletei sok millió forint költséget okoztak.

A nagy mélységű szilárd ásványtelepek feltárásában illetve azok komplikált fedőkőzetviszonyainak tisztázásában is fontos szerep juthat a mélyfúrásnak. A rendszerint különleges eljárást igénylő nagymélységű aknák sikeres mélyítéséhez egy lehetőleg pontos és az átfúrt kőzetek szilárdsági adatait is tartalmazó kőzetszelvény biztosítása szükséges. Ennek a szelvénynek megbízható adatokat kell nyújtania a várható vízhozáfolyásokról, a különböző formációkhoz kötött esetleges gázbetörés veszélyéről is. A legpontosabb adatokat természetesen egy részletes, s az aknák mellé telepített kutató magfúrás nyújthat. Az aknamélyítési technika azonban még ma is eltekint, vagy inkább lemond az ilyen pontos információkról s beéri egy, az aknák tengelyétől esetleg jelentős távolságra lévő fúrás adataival, ahol természetesen a geológiai, hidrológiai körülmények már jelentősen eltérőek lehetnek. Ennek az oka elsősorban az, hogy az aknamélyítők nem bíznak abban, hogy a fúrás technikásoknak sikerül a fúrólukat úgy feltölteni, hogy az egyes kőzetek egymástól megbízhatóan szigeteltek, s ezzel a rétegvizek egymástól tömören elzártak lennének, vagyis nem bíznak abban, hogy a talajvíz nem lép be a mélyebb szintekbe, vagy hogy a feszített tükrű víz nem emelkedik a felsőbb vízvezető kőzetekbe.

Mindkét eset az akna tömör zárását veszélyezteti. Ez arra mutat, hogy a kutató fúrólukak megbízható betömése, illetve elzárása, legalább azok egyes szakaszaiban egyike a legelmaradottabb és legelhanyagoltabb részterülete a fúrás technikának. A fúrás technika ezen kutatási feladatköre pl. mind részleteiben, mind egészében egy igen fontos fejlesztési cél.

Amint az elmondottakból kitűnik, a szilárd ásványkutató mélyfúrás számos megoldandó feladat előtt áll, s ezek közt az információszerzés mennyisége és minősége súlypontot képez. Egyidejűleg a fúrás sebessége növelése úgyszintén elengedhetetlen, s az előbbivel párhuzamosan szem előtt tartandó feladat.

Néhány, a *műszaki célú fúrásokat érintő problémáról* szólva abból kell kiindulni, hogy a műszaki célú fúrások esetében nem a geológiai problémák állnak az előtérben, hanem a lehetőleg racionális és a további műszaki felhasználás érdekében kellő minőségű lemélyítése. A műszaki fúrások jellemzői egyébként általában



sokkal hosszabb használati élettartamúak mint a kutatófúrások.

Az ilyen műszaki fúrások — eltekintve a kőolaj, földgáz, ásványvíz, víz termelését szolgáló műszaki vagy segédfúrásaitól — főbb céljai az alábbiak lehetnek:

- akna- vagy nagy átmérőjű fúrások szellőztetési, anyagellátási vagy szállítási célra;
- földalatti tárolást célzó kavernák kilúgozásának céljaira sötömzsökbe mélyített fúrások;
- ásványi nyersanyagok indirekt kitermelése elsősorban kilúgozása — érdekében nélyített fúrások;
- tömedékanyag bányáüregbe való elhelyezését (bevitelét) szolgáló fúrások;
- barnaszén termelése visszamaradt mezőkből, amelyekből ez a klasszikus jövesztési eljárásokkal nem lehetséges;
- geotermikus energiatermelést célzó fúrások;
- kereső-, mentő-, illetve ellátófúrások bányáüregbe rekedt bányászok felkutatására, kimentésére, ellátására.
- alagutak, vágatok gépesített hajtása horizontális vagy ferde irányban, mégpedig a mélyfúrástechnikában alkalmazott eszközökkel, szerszámokkal;
- cölöpök létesítésére készített fúrólukak, vagyis fúrt cölöpök készítése alapozási célokra, továbbá hidak és egyéb közlekedési objektumok szerelése, létesítése érdekében.

Ez a felsorolás természetesen csak egy részét képezi a számba jöhető műszaki fúrások teljes választékának.

Ennek a felsorolásnak nem utolsósorban az is a célja, hogy tudatosítsa, hogy bár igaz ugyan az, hogy a területi elhatároltságok miatt az ásványtelepek kutatása is elhatárolt, s egy csúcsponton túl ez a mélyfúrási tevékenység rohamosan mérséklődni fog, de a szkeptikusok megnyugtására kell szolgálgjon, hogy ezen kívül igen sokrétű mélyfúrási feladat áll a fúrótechnikusok előtt, tehát nem maradnak a fúrótechnikusok feladat nélkül, sőt ellenkezőleg fordulhat a helyzet, ha a műszaki célú fúrásokra a mélyfúrástechnika felkészül és a gazdaságossági követelményeket is kielégíti a kialakított módszer. Mindenesetre a mélyfúrástechnikának nagy előnye, hogy mindig nagyobb mechanizációs fokon dolgozik, mint a mélybányászat, ennek megfelelően emberi munkaerőt takarít meg és nagyobb termelékenységet érhet el. Természetesen a mélyfúrástechnikában is döntő jelentősége van a költségcsökkentésnek.

A műszaki célú fúrások említett, szigorú minőségi követelményei között az alábbiakat kell kiemelni:

- pontos, gyakran igen pontos betartása a fúróluk irányának;
- számos esetben biztos megvédése a fúrásnak a vízhozóafolyástól, valamint a béléscsővezés mechanikus behatások következtében fellépő deformálódásától.

A nagy átmérőjű fúrási technikában mind jobban terjed az ún. „raise-boring”, vagyis a felfelé bővítve való fúrási technika. Ennek lényege az,

hogy a tervezett nagy átmérőjű fúrási tengelyében igen nagy iránypontossággal vezető lyukat mélyítenek valamely bányászati művelettel mélyített üregbe, s ezt a fúrólukat, mint vezető fúrólukakat bővítik a bányatérből való fúrással, a kívánt nagy átmérőre. A furadék a fúrási közben lehull a bányáüregbe, s ezért elmarad a furadék felfelé szállítása, s ennek következtében nagy fúrási teljesítmények érhetők el, hogy az alkalmazható nagyobb fúróterhelés, s a miatt, hogy a furadék nem akadályozza a fúrást. A rekord jelenleg ezen a téren egy 765 m mély, 3,9 m átmérőjű fúrási, amelyet 8 hónap alatt készítettek el, s amely bővítőfúrási műveletei során (1,5-ről 2,5 m-re) 1—2 m/h előrehaladást is elértek, s amely fúrással a hagyományos bányászati műveléssel szemben 50%-os idő- és 30%-os költségmegtakarítást értek el. Az ilyen fúrások sikerének alapfeltétele azonban az, hogy a vezető ún. pilóta-fúróluk valóban függőleges legyen.

A tökéletesen függőleges fúróluk követelménye fennáll a kereső- és mentőfúrásokra, vagy a kavernák kilúgozó fúrásaira is. A függőlegesség iránytartás biztosításának feltételei:

- az átfúrándó kőzetek geológiai felépítésének kellő ismerete;
- a jól stabilizált és megfelelő számú súlyosbítóval ellátott fúrószár, amelyet egy kellően kiegyensúlyozott fúróberendezés hajt meg;
- a pontos ferdeség és iránymérő műszer.

Mindazonáltal, hogy nincs általánosan érvényes előírás a pontos vertikális fúrási elérésére, a megfelelő eszközöket használva mód nyílik célravezető technológia begyakorlására.

Nemzetközi viszonylatban ma már lehetségesnek tartják 500 m mélységben bekövetkezett bányászterheltségek mentőfúrásiának lemélyítését, és pedig egyes elképzelések szerint a kereső-, illetve ellátó fúrásokat 5 nap alatt, magát a mentőfúrást 18 nap alatt, sőt a kereső- és ellátó fúrások lemélyítését bizonyos feltételek mellett 1000 m mélységig is lehetségesnek ítélik, de ilyen mélységben a bányában rekedt bányászok kimentését csak föld alatti úton lehet elképzelni. Mindenesetre ilyen esetben fúrt lyukakon keresztül a lent rekedtek ellátása megoldható.

Józan megítélés alapján természetesen el kell ismerni, hogy valószínűleg sehol a világon nincs olyan üzem vagy intézmény, amelyik adott esetben a felsorolt időhatárokon belül, a megadott minőségi követelmények mellett, nevezetesen a végponthoz képest 1—2 m eltéréssel garantálni tudná a fúrást. Viszont ilyen fúrásokat megkövetelő események nincsenek kizárva, tehát fel kell rájuk készülni.

Mindezek a példák ékesen bizonyítják, hogy a szénhidrogén-célú fúrásiakon kívül igen széles körű, nem kevésbé nagyszámú és bonyolult feladat áll a fúrástechnika előtt, s minden ok meg van arra, hogy a mélyfúrástechnika ezen ágainak fejlesztésére nagy erőfeszítések fordítassanak. Tisztában kell azzal is lenni, hogy mindez a feladat megfelelő munkamegosztás és



kutatási együttműködés nélkül a kívánatos időn belül nem oldható meg.

Örvendetes, hogy a KGST bizottságaiban, kutatóintézeteiben és a baráti főiskoláim, egyetemem mindezen feladatok megoldására egészséges kezdeményezés és hajlam tapasztalható.

Befejezésül néhány végkövetkeztetés és előrejelzés a mélyfúrás-technika várható fejlődéséről. Ezek közül számos szükségszerűen következik a vázoltakból:

— Mint a technika más ágaiban, így a mélyfúrás-technikában is, objektív és szubjektív tényezők következményeképpen, az új módszerek és eszközök nem folyamatosan, sőt nem is elmentmondásmentesen, és csak hosszú átfutási idő alatt mennek át a gyakorlatba. Ennek példáját nyújtotta az ötvenes években a jet-fúrás technológiájának elhúzódo alkalmazásba vételi periódusa, és nyújtja jelenleg a szabályozott nyomású fúrás technológiájának bevezetése is.

Hiszen a kiegyensúlyozott, vagyis szabályozott nyomású fúrás elvére vonatkozó első közlemények már több mint egy évtizedesek (42, 42, 44), s alkalmazását világszerte szinte még csak latolgatják. Az elhúzódo ipari alkalmazás ugyan egyrészt objektív okokkal, hiányzó felszereléssel magyarázható, de nagyrészt szubjektív okokra, előítéletekre, a várható előnyök (a kiegyensúlyozott fúrás esetében: nagyobb fúrási sebesség, kisebb tárolókőzetkárosítás, a fúrási üzemi zavarok kisebb kockázata stb.) lebecsülésére vezethető vissza.

— Előreláthatólag a legközelebbi években nem várható ugrásszerű változás, fejlődés a mélyfúrás-technológiában, hanem sokkal inkább az evolúcionális úton való tökéletesedésre lehet számítani. Ez a megállapítás elsősorban valamely újszerű kőzetbontási módszereken alapuló fúrás lehetőségére vonatkozik. Ezek helyett viszont várható a jelenlegi kőzetbontási mód kombinálása újszerűvel: a mechanikus a hidraulikuskal, vagyis a mélyfúrás jelenleg legnagyobb volumenét képező szénhidrogén célú fúrások esetében az átmenet a tisztán mechanikus kőzetbontású, de már hidraulikus furadékelésdórással dolgozó rotari jet-fúrásról, a már hidraulikus segítséggel végzett, mechanikus jet-rotari fúrásról át, a mechanikus segítséggel végzett hidraulikus kőzetbontású eróziós rotari fúrásra.

Ezzel a fejlődéssel összhangban van az áttérés a diszpergált, sokszor feleslegesen, vagy legalább is felesleges mértékben nehezített öblítőiszapról, a kis szilárdanyag-tartalmúra, a nem diszpergáltra, vagy szilárdanyag-mentesre. Ez az áttérés is lassan megy, de a fokozott kerülése az olyan öblítésfajtának, amelyeket kimondottan a túlegyensúlyozás érdekében fejlesztettek ki, használtak, jelentős előnyöket nyújt: nagyobb fúrási sebességet eredményez, és kíméli a tárolókőzetek termelőképességét.

Az elmondottak értelmében a mélyfúrás-technika fejlesztésének, az evolúcionális folyamat töretlensége érdekében, elsősorban arra kell irányulnia, hogy a már rendelkezésre álló tartalékokat használja ki, de az evolúció felgyorsítása érdekében utat kell nyitnia az újnak, ami egy-

üttal nem zárja ki, sőt segítheti a mélyfúrás-technika valamely új kőzetbontáson alapuló forradalmi változását sem.

Ez a rotari fúrás eszközei szempontjából azt jelenti, hogy:

- tovább kell fejleszteni magát a kőzetbontó szerszámot,
- a fúrószárat anyagának jobb megválasztása, stabilitása útján alkalmassá kell tenni a fokozott fúrási tényezőkkel való fúrásra,
- a nagyobb fúrási mélységek, a fúrási tényezők fokozott mértékű alkalmazása érdekében növelni kell a fúróberendezések munka- és hajtógépeinek teljesítményét, különös gondot fordítva a felszíni iszap-tisztító rendszer tökéletesítésére,
- növelni kell az öblítőfolyadékok, öblítőközegek választékát,
- bővíteni kell a fúrások műszeres ellenőrzését, beleértve a fúrással egyidejű információszerezést és a fúrási művelet optimalizálását célzó műszereket is.

A vázolt utak nemcsak a földkéreg jobb megismerését, a fluidumot tároló kőzetekre telepített kutak, de a mind jobban szerteágazó bányászati, műszaki, mélyépítési célú fúrások gyorsabb, olcsóbb létesítését is ígérik.

#### IRODALOM

1. Rothrock, R. Jr.: Drilling outlook 1976. Petroleum Engineer 1977. Sept. p. 19—21.
2. — 1985. U.S. program... 3450 rigs drilling 380 million feet. Drilling 1975. Sept. p. 43—44.
3. — World drilling. Drilling, 1978. May. p. 21.
4. Halbouty, M. T.: Needed: more coordination between earth scientists and petroleum engineers. SPE Preprint No. 6107. 9 p. (1977).
5. — Well completion... The new boys are doing it better. Drilling. 1977. March p. 17, 19, 20, 22, 24.
6. Lummus, J. L.: Drilling optimization. Journal of Petroleum Technology. 1970. 11. p. 1379—89.
7. Nolley, J. P.—Cannon, G. E.—Ragland, D.: The relation of the nozzle fluid velocity to rate of penetration with drag type rotary bits. API Drilling and Productions Practice. 1948. p. 22—42.
8. Mayborn, T. W.: OTC: Bigger! Better? Drilling. 1978. June p. 104.
9. Deilly, F. H.—Heilhecker, J. K.—Maurer, W. C.—Love, W. W.: Five wells test high-pressure drilling. Oil and Gas Journal 1977. 27. (July 4.) p. 7481.
10. Garner, L. L.—Millar, D. J.: Recent advances in rotary drill bits. World Oil. 1977. March p. 52—56.
11. Guszman, A. M.—Malkin, I. B.—Mitel'man, B. I.—Aliev, V. Sz.—Uszol'cev, A. V.: Iszszledovanie effektivnoszti aszimmetricsnüh szhem promüvki gidromonitornüh dolot Burenie 1975. 12. p. 7—9.
12. Zsidovcev, N. A.—Korotkov, V. A.—Polcserednikov, I. N.—Mateev, G. I.—Bikbulatov, I. K.: Razrabotka i iszpütanie dolot LAV393, 7SzGP sz novoj szhemnoj promüvki. Masini i Neft. Oborud. 1976. 9. p. 10—4.
13. Cholet, H.—Baron, G.—Lazayres, R.—Brisac, J.: Unique bit design improves hydraulics and performance. World Oil 1977. Oct. p. 63—65.
14. — Rapport annuel 1976. d l'Institut Francais du Petrole p. 25—27.
15. Newsom, M. M.: Drilling research at Sandia Laboratories. Proceedings of the 23th Annual Southwestern Petroleum Short Course. Lubbock, Texas, 1976. p. 45—54.
16. Newson, M. M.: Continuous chain drill bit advances through lab test. Oil a Gas J. 1978. 5. p. 151—152, 157, 160.



17. *Strabala, B.*: Pace-setting Exeter girds for tougher times Drilling. 1976. May. p. 66—7.
18. — „Round and round we go”. Drilling 1976. p. 32—3.
19. *Auldridge, L.*: Soviet oil search will go deep. Oil and Gas J. 1977. Oct. 10. p. 92., 94., 98., 100—102.
20. *Moran, D.*: Techniques developing for deep offshore drilling. Oil and Gas Journal, 1976. Sept. 27. p. 68—75.
21. *Thiery, J. R.*: Flexodrill development nears successful completion. Word Oil. 1977. July p. 127—30, 133.
22. *Malüsev, D. C.*: Novüe napravlenija i szoversensztovovanija vüszokomomentüh turboburov. Burenie. 1976. 9. p. 6—7.
23. *Maurer, W. C.*: Drilling research to pay off by 2000. Petroleum 2000. Oil and Gas Journal 1977. 35. p. 179—180, 185, 188—190, 193—194, 197—198, 200.
24. *Szobolevszkij, V. V.—Sevcenko, Ju. M.—Mitel'man, B. I.*: Opütnoe burenie sz iszpol'zovaniem razrusajuscso go dejsztvija vüszokonaporrüh sztruj burovogo rasztvora. Neftjanoe Hozjajsztvo 1976. 12. p. 11—13.
25. *Bradley, W. B.*: An experimental evaluation of drill pipe protectors. ASME Peprint 76-Pet-47. 9. p. 1976.
26. On Line TDC Geoservices 1977. 4. p. (katalógus).
27. *McDonald, W. J.—Ward, G. E.*: Borehole telemetry system is key to continuous downhole drilling measurements. Oil and Gas J. 1975. Sept. 15. p. 111—8.
28. *Patton, B. J.—Gravley, W.—Godbey, J. K.—Sexton J. H.—Gawk, D.E.—Sloer, V. R.—Harrel, J. W.*: Development and successful testing of continuous Wave logging-while-drilling telemetry system. SPE Preprint 6157. 12. p.
29. *Denison, E. B.*: Shell's high-data-rate drilling telemetry system passes first test. Oil and Gas J. 1977. June 13. p. 63—6.
30. *Shall I.—Tatár A.*: Fúrásellenörző műszerkocsi. Kőolaj és Földgáz. 1977. 8. p. 247—51.
31. *Dawson, R.—Annis, M. R.*: Exxon tests validate total mechanical solids control. Oil and Gas J. 1977. May. 30. p. 90—92, 97—100.
32. — The drilling the ultra-deep wells. — Panel Discussion 13. Proceedings of the 9-th World Petroleum Congress 4. p. 129—83. (1976).
33. *Hcuk, V.*: Rohre und Verbindungen für übertiefe Bohrungen. Erdöl Erdgas Zeitschrift. 1976. 12. p. 420—2.
34. *Gray, G. R.—Remont, L. J.*: Drilling muds for deep wells. Treci Jadranski Susret Busaca. Porec. 1977. p. 235—42.
35. *Maier, A.—Schenz, W.—Spörker, H.*: Eisatz von Ölspülungen bei tiefen und übertiefen Bohrungen in Europa. Erdöl Erdgas Zeitschrift. 1977. Sonderausgabe p. 89—95.
36. — Probleme übertiefster Exploration und Produktion. Erdöl Erdgas Zeitschrift 1976. 12. p. 407—9.
37. Treci Jadranska Susret Busaca (Third Adriatic Symposium on oil well drilling). Porec 1977. 642. p.
38. — DSDP drills in 23.000 ft of water. Petroleum Engineer 1978. 9. p. 14.
39. *Noran, D.*: Techniques developing for big offshore drilling. Oil and Gas Journal 1976. Sept. 27. p. 68—75.
40. — New phase slated for deep sea drilling. Oil a. Gas Journal 1975. 28. p. 52—3.
41. — Deep sea drilling project sets two new record. World Oil 1977 June p. 15.
42. — *Melaugh, J. F.—Livesay, B. J.*: Confining pressure affects jet-erosion-drilling rate. Oil a. Gas Journal 1975. 45. p. 188—90.
43. *Pols, A. C.*: High-pressure jet-drilling experiments in some hard rocks. ASME Preprint 76-PET-50. 9. p.
44. *Szobolevszkij, V. V.—Sevcenko, Ju. M.—Mitel'man, B. I.*: Opütnoe burenie sz iszpol'zovaniem razrusajuscso go dejsztvija vüszokonaporrüh sztruj burovogo rasztvora. Neftjanoe Hozjajsztvo. 1976. 12. p. 11—13.



# Az ötvenéves mélyfúrési geofizika legújabb fejlődéséről

1927. szeptember 5-én, tehát csaknem pontosan 50 évvel ezelőtt a franciaországi Pechelbronban végezték az első olyan geofizikai fúrólukkmérést, amelyik már valóban szelvényezésnek volt tekinthető. A mérésre egy nem egészen 200 m mély fúrásban került sor, észlelői a francia Schlumberger testvérek voltak. Egy A 3,5 M 1,0 N elektrodaelrendezésű gradiensszondával mértek, méterenként megállva. Az eljárás sikere ezután hihetetlen gyors elterjedést eredményezett: három éven belül már három világrész néhány országában bevezették az új mérési módszert: így 1929-ben Venezuelában, az USA-ban és a Szovjetunióban, 1930-ban pedig a mai Indonéziában végeztek szelvényezéseket. Közben megalakult a közismert Schlumberger-társaság az „elektromos magvétel”, carottage électrique” vagy „electrical coring” elnevezésű művelet üzemszerű végzésére, s tulajdonképpen ezzel megszületett a mélyfúrési geofizika is [1].

Ez a tudomány- és iparág az elmúlt fél évszázad alatt technikai és elméleti szinten egyaránt rohamosan fejlődött. Az eredetileg csupán korrelálásra, a mélységnek és a rétegvastagságnak meghatározására alkalmas szelvényeket hosszú ideig csak kvalitatíve használták fel. Természetesen már ez is óriási előny volt a korábbi állapothoz képest; például a permeábilis szintek kvalitatív kijelölése az SP-görbe alapján már nagy eredmény volt, amelynek jelentőségét — úgy gondolom — egyértelműen igazolta az eljárás világsikere.

A mélyfúrési geofizika addigi és további fejlődését 1968-ban megjelent könyvében Desbrandes a következőkben osztotta föl: 1945-ig tartott a kvalitatív korszak. Ezt követte a kvantitatív, melynek végét már csak előre jelezte: 1970-re becsülte akkor. A következő időszak — szerinte — az analitikus korszak, amelyben ezek szerint ma is élünk [2].

Én annyiban módosítanám az első korszak végének időpontját, hogy 1941-gyel e korszakot lezárultnak tekinteném. 1941 szeptemberében hangzott el ugyanis Archie alapvető értekezése egy dallasi előadónál. Ez az 1942-ben nyomtatásban is megjelent közlemény jelenti — szerintem — a kvantitatív korszak kezdetét. A Desbrandes szerint 1970-ben kezdődő időszak (írta 1968-ban) azért nevezhető analitikusnak, mert ebben nagyobb mértékben alkalmazásra kerülnek a számítógépek, terjedni fognak az olyan eljárások, amelyek a kőzetek precízebb elemzését elősegítik. Ilyen például (jósolta) a természetes gammasugárzás spektrális mérése, az impulzusos neutronmérés további fejlesztése és így tovább. Világos, hogy egy ilyen nehezebben jellemezhető korszaknak a kezdetét is nehezebb

pontosan meghatározni. Hozzá kell azt is fűzni, hogy a ma széles körben elterjedt mélyfúrési geofizika sokkal jobban tud alkalmazkodni újszerű, szokatlan kérdések megválaszolásához mostani eszköz- és módszerválasztékával, mint korábban, ezért olyan hirtelen fejlődés most nem várható.

Archie korszakalkotó tanulmányában logikus okfejtéssel részletezte a kvantitatív szelvényértelmezés megindításának nehézségeit. Érdemes az általa felsorolt zavarforrásokat egytől egyig idézni és felidézni: lyukátmérő, iszapellenállás, elárasztás, a szondahossz és a rétegvastagság viszonya, a rétegvíz koncentrációja és talán a legfontosabb (így írta Archie), hogy a rétegtartalom is az ellenállás közötti összefüggés ismeretlen. (Jegyezzük meg, hogy akkor még csak ellenállásmérés létezett az SP mellett, nyilván ezért említette csupán ezt a paramétert.) Ezt az ismeretlen kapcsolatot határozta meg Archie nagyszámú magvizsgálat és az akkori kezdetleges ellenállásgörbék korrelációja alapján. Az általa közölt három kifejezés a következő:

$$R_0 = FR_w; F = \Phi^{-m}; S_w = \sqrt[n]{\frac{R_0}{R_t}}$$

Ezek a kifejezések azóta is léteznek, ha többé-kevésbé megváltozott alakban is, de az az alapgondolat, amely őket létrehozta, tartós érvényűnek bizonyult [3].

Sőt az idő múltával olykor túl is értékelték a három felírt összefüggést. Emberi tulajdonság ugyanis, amellyel a műszaki életben gyakran találkozhatunk, hogy lazább kapcsolatokat törvényszerűségeknek, sőt törvényeknek tekintünk, ha egy kicsit is megszokjuk őket. Így volt ez Archie egyenleteinek esetében is. Annak ellenére, hogy ő maga sem nevezte törvényeknek megállapításait (hanem „approximate equation”-nak, illetve „empirical relationship”-nek), ma sokszor kezelik törvényként őket. Így igen gyakran hallhatjuk, sőt mondjuk is, hogy „egy területen valamelyik Archie-törvény nem érvényes”.

Reális gondolkodásmód birtokában könnyen belátható az ilyenféle megjegyzések helytelensége. Tudjuk a területenként, de sokszor szintenként mutatózó eltérések okát is: a tapasztalati összefüggések más-más alakúak lehetnek, el-eltérnek az eredeti „törvénytől”. Ilyenkor a kőzeteken mért adatokat a szelvényparaméterekkel korrelálni kell az új tapasztalati összefüggés megállapítása céljából. Ezt a munkát — mondhatjuk — naponta végzik az értelmezők, Archie példáját követve.



Archie zsenialitása abban rejlett, hogy kapcsolatot sejtett és fogalmazott meg egyes kőzet-tulajdonságok és az akkori egyetlen mérhető paraméter, a látszólagos elektromos ellenállás között. Ez a kapcsolat már akkor is lazának látszott, és nem is volt stabil, több körülmény miatt. Zavart jelentettek az Archie által megfogalmazott, az imént már idézett tényezők, de voltak más jellegű zavarok is. Ilyen volt a pórustér agyagtartalma, a litológiai összetétel, meg talán még több más tényező is. Ezeket az első időben föl sem ismerték. Csak amikor látták, hogy a „törvények” nem érvényesek fenntartások nélkül, akkor szűkítették az egyenletek alkalmazási tartományát: csak tiszta kőzet, csak homokkő és így tovább. A zavarok kiküszöbölésére egy lehetőség volt: sokoldalú fejlesztést kellett elindítani, s ez szinte magától meg is indult.

Ha áttekintjük a mélyfúrás geofizika fejlődését Archie közleményének megjelenése után, akkor világosan látszik, hogy az akkori fejlesztés fő célja az összefüggések alkalmazásánál fel lépő zavarok elhárítása volt.

A mélyfúrás geofizikai mérések első éveiben a mérések pontosságára, reprodukálhatóságára törekedtek elsősorban. E munka során sok-sok technikai kérdést sikerült megoldani, köztük a legfontosabb az automatikus regisztrálás bevezetése volt. A pontonkénti, majd később félautomata regisztrálás olyan mértékben volt hibákkal terhelt, hogy eleinte ez maga lehetetlenné tette a kvantitatív értelmezést. A technikai fejlődés hatására a mért indikációk egyre inkább váltak egzakt mérési eredményekké. Később fokozatosan törekedtek az érintetlen zóna valódi ellenállásának a meghatározására, vagyis a fúróluk és az egyéb zavaró tényezők hatásának a kiküszöbölésére (hát ez a mai napig sem sikerült teljes mértékben).

A kvantitatív korszak kezdetén a mélyfúrás geofizikusok mérés technikai, terepi emberekből álló köre interpretátorokkal bővült. Megkísérelték továbbá az összes mérhető tulajdonság mérését a fúrólukban is, és keresték a mért adatok kapcsolatát a különféle kőzetfizikai paraméterekkel. Tulajdonképpen így alakultak ki a porozitásérzékelő eljárások is, amelyek ma a kvantitatív értelmezés legfontosabb pillérei.

De ez ismét egy olyan terület, amelyben fokozottan kell vigyázni a megszokásból eredő, gépiesen elkövethető hibák elkerülésére. A porozitásérzékelő eszközök indikációit, a velük kapott görbéket előszeretettel kalibrálják porozitásléptékben. Ez óhatatlanul arra készíti az embert, hogy a mérés eredményét porozitásnak tekintse. Pedig sohasem ez a helyzet. Vegyük csak például a sűrűségmérést. A mérés eredménye nem hogy nem porozitás, mégcsak nem is sűrűség, hanem beütésszám, amely valamilyen kapcsolatban áll a sűrűséggel, az viszont ugyancsak összefügg (matematikai formában is kifejezhető módon) a porozitással. Mindkét kapcsolat lazának nevezhető még akkor is, ha a nukleáris mérések jellemző hibájától, a statisztikai fluktuációtól eltekintünk. Súlyos hiba lenne a megszo-

kás hatása alatt az összefüggéseket és a velük kapott eredményeket „abszolút érvényűeknek” tekinteni. A kvantitatív munka viszont megköveteli, hogy legyen valamilyen matematikai formában leírható összefüggés a mért és a keresett paraméterek között. Ebből szinte egyértelműen következik, hogy jó kvantitatív értelmezés csak akkor várható, ha a pontosan és megbízhatóan működő eszközökön kívül az adott területre érvényes összefüggések is rendelkezésre állanak. Ehhez viszont alapos előkészítő munka szükséges, amelynek lényegében azonosnak kell lennie azzal, aminek alapján annak idején Archie tanulmánya készült; vagyis össze kell vetni a magokból kapott eredményeket a mérhető paraméterekkel.

Ma, a szelvényezés analízáló korszakának biztonnyal az elején már sokkal több fizikai adat áll rendelkezésünkre, mint 35 évvel ezelőtt. Azt hiszem, nem túlzás azt állítani, hogy mindent megmérünk, amit tudunk, és aminek értelme van. S éppen ez az, ami könnyelművé teheti az embert; hajlamosak vagyunk azt gondolni, hogy méréseink eredménye feleslegessé teszi a kőzet közvetlen megismerését. Hát ez bizonyos mértékig így is van: a mai geofizikai adatok többet elárulnak a kőzet összetételéről, geometriájáról és pórustartalmáról — még ismeretlen területen is —, mint a korábbiak, de a matematikai kapcsolatok mégiscsak lazák maradnak kellő alátámasztás nélkül.

Sokat segít ismeretlen területen a módszerek bizonyos átfedése. Ugyanazt a paramétert több mérés eredménye is tartalmazza, de mindegyik más-más mértékben; vagyis mindegyik módszer másképpen „látja” a szóbanforgó tulajdonságot. Így több irányból „megnézve” a kőzetek jellegzetességeit, könnyebben meg tudjuk határozni egy-egy tulajdonság értékét a kőzet ismerete nélkül is. Ez a munka így valóban egy analízis; jó példa rá a porozitás meghatározása.

Közismert, hogy az alapvető geofizikai mérési eljárások közül legalább négy erősen porozitásfüggő. (Itt függőségen azt értjük, hogy a porozitás változása következetesen maga után vonja a mérési indikáció megváltozását is.) A négy porozitásérzékelő eljárás (neutron, sűrűség, akusztikus mellett az ellenállás is) más és más módon érzékeny a porozitás változására. Ez azt jelenti, hogy egyedül e kőzettulajdonság megváltozása más és más mértékben módosítja a négy eljárás indikációit, és persze a kőzet egyéb tulajdonságai más és más módon befolyásolják a mért értékeket. Ezeket a mérési eljárástól függő eltéréseket nagyon jól ki lehet használni nemcsak a porozitás számítására, hanem más kőzettulajdonságok vagy a litológiai összetétel meghatározására.

A mélyfúrás geofizika utolsó éveivel kapcsolatban leszögezhetjük, hogy mennyiségi és minőségi tekintetben egyaránt nagy a fejlődés. A mennyiségi fejlődés a tevékenység elterjedésében mutatkozik meg. Uralkodóvá vált egy olyan irányzat, hogy meg kell szerezni minden információt egy-egy lemélyített lyukból, még az olyant is, amely közvetlenül talán nem is jelent



asznot az adott fúrás célját illetően. (Példának lehet említeni, hogy a Központi Földtani Hivatal nálunk érvényben levő utasítása alapján minden egyes fúrásban több olyan geofizikai mérést kell végezni, amelynek a fúrás közvetlen céljához semmi köze sincsen.)

Az utóbbi évek minőségi fejlődése, amelynek van egy technikai és értelmezési-elméleti oldala, már teljes mértékben a Desbrandes által említett analitikus korszak követelményeihez igazodik. A technikai és az elméleti oldalnak egyaránt jelentős szerepe volt abban, hogy a szelvényfeldolgozás és -értelmezés mai helyzete kialakulhatott.

Pár szóval említést teszünk néhány olyan eljárásról, amely az analízáló korszak jellemző képviselőjének mondható. Elsősorban a pulzáló neutronmérések különféle módszereiről kell beszélni. A neutrongenerátorokat már jó néhány éve használják a mérési gyakorlatban, de az utóbbi évek is hoztak e téren jelentős fejlődést. A másodpercenként százszor-négyszázszor kibocsátott neutronadag különféle mérései közül az élettartam-szelvényezés rutinmunkának számít a világ legnagyobb részén. Egészen újkeletű azonban a kibocsátás után közvetlenül végzett gammaészlelés, a neutronok rugalmatlan ütközésének hatására keletkező gamma-fotonok számlálása. Ezeknek az úgynevezett prompt-gammáknak az energiaszelektív detektálásán alapul a C/O-szelvényezés, amely a környezet elemizésén- és oxigéntartalmának viszonyáról ad információt. Az egyidejűleg végzett Si/Ca-mérés, az előbbi fontos kiegészítése, a mátrix elemzéséhez ad segítséget [4]. A természetes gamma-sugárzás energiaszelektív mérése is csak legutóbb jutott el a rendszeres ipari alkalmazáshoz: pl. az Északi-tenger kutatási területein gyakran használják ezt a mérésfajta. Nemcsak a természetes sugárzókat (tórium, urán és kálium) rögzítik, hanem olykor még jellemzőbbek a kőzet összetételére a Th/U vagy Th/K arányok [5].

Egy további energiaszelektív radioaktív mérés a neutronélettartam-szelvényezés egyik válfaja. Itt a befogási gammasugárzást mérik energiaszelektív színtek szerint, felvéve így a környezet hidrogén- és klórtartalmát, valamint ezek viszonyát is. Az eredmény egy szénhidrogéneket detektáló szelvény [6].

Mindhárom eljárás, amelyet a jelenlegi műszaki fejlődésből jellemző példaként ragadhunk ki, igazi analízáló célzattal használatos: a környezet, a kőzet elemi összetételére ad új felvilágosítást, tehát mintegy a kőzet analízálását hivatott elősegíteni.

Az utóbbi évek elméleti fejlődését azonban elsősorban nem az új eljárások tették lehetővé, hanem a fokozottan precíz mérés technika. Már a kvantitatív időszak kezdetén is szükséges volt a mérőeszközök stabil működése, mert a nagyobb számú adat statisztikai jellegű feldolgozása, és ezen keresztül az összefüggések megállapítása csak így volt lehetséges. A mai — nevezük most már így — analitikus korszakban

fokozódott a mérési pontosság jelentősége; főleg azért, mert most több szelvény összedolgozásáról van szó az értelmezés során, és bármelyik mérőrendszer instabil, pontatlan vagy nem következetes működése hibás feldolgozáshoz vezethet, sőt megghiúsíthatja az analízáló számítási eljárás sikerességét. (Mérőrendszernek itt a szondából, kábelből és a felszíni egységből álló együttest nevezük.)

A számítási, statisztikai elemző módszerek megkívánják, hogy a mért indikációk megbízhatók legyenek. A korszerű mérés technikában gondoskodnak is erről, amennyire csak lehet; sőt az értelmezés maga is meggyőződhet a mérőrendszer működésének helyességéről. Minden mérés előtt úgynevezett hitelesítést végeznek, amelynek során a nullpont pontosságát és a méréshez használt lépték helyességét ellenőrzik, a regisztrátumon is rögzítve ezeket az adatokat. A hitelesítést a mérés után is elvégezve a rendszer stabilitását lehet kontrollálni és dokumentálni. Általánosan elterjedt, hogy ahol csak lehet, a keresett paraméter etalonjával próbáljuk a mérőrendszert, és a vele kapott értékeket rögzíteni a szelvényen.

Az itt elmondottak nagyban hozzájárultak ahhoz, hogy a legnagyobb mérvű fejlődés elméleti oldalon, a szelvények feldolgozásánál tapasztalható. A számítógépek használata vált lehetővé az előbbieket hatására, nagyon sok olyan eljárást be lehetett ugyanis vezetni, amelyek manuálisan végezve megengedhetetlenül hosszú ideig tartottak volna.

A szelvényértelmezés területén tudniillik két jelentős irányzatról beszélhetünk. Az egyik — nevezük így — tisztán elméleti irány, amelynél a szelvény indikációiból lineáris egyenletrendszert képezve próbálják a keresett litológiai paramétereket meghatározni. Egy ilyen lineáris egyenletrendszer ismert tagjai a különböző módszerekkel kapott mérési indikációk, ismeretlenjei pedig a keresett litológiai összetevők előfordulási arányai (litológiai összetevőknek tekintendők ebből a szempontjából a póruster egyes alkotóelemei is). Megoldható egy ilyen egyenletrendszer, ha minden keresett összetevőről tudjuk, hogy milyen hatást fejt ki jelenlétével az egyes mérések indikációira, továbbá, ha van elegendő számú egyenlet, azaz van elegendő számú egymástól független mért adat. Ez a látszólag teljesen egzakt megoldás éppen az említett szempontból járhat nehézségekkel: a mérések indikációit nem a keresett paraméterek, hanem egyéb körülmények változtatják meg, mégpedig olyan mértékben, hogy az egyenletrendszer megoldásának hibája a megengedettnél nagyobb lesz. De megghiúsíthatja a lineáris egyenletrendszer alkalmazhatóságát a mérőrendszerek instabil működése is (ami nem is olyan ritka eset) [7].

Valószínűleg ezeknek az indokoknak a hatására jobban bevált a másik értelmezési irányzat, amely gyakorlatiasabb, a szelvényezés természetes karakterét jobban figyelembe veszi. Ez a rendszer az egyes mérési eredményeket



páronként veti össze, derékszögű koordináta-rendszerben úgy ábrázolja, hogy a feltüntetett pontok egy harmadik tulajdonság szempontjából lineárisan csoportosuljanak. A tengelyek léptékének megfelelő megválasztásával érhető el a pontoknak a harmadik változó szerinti olyan elhelyezkedése, hogy az egyes tartományokat egyenesek választják el egymástól. Ez az általánosan cross-plot-technikának nevezett módszer igen elterjedt. A két alapváltozó lehet valamelyik mért érték, de lehet számított vagy leszármaztatott adat is. Ha a jellegzetes választóegyeneseket sikerült ismert adatok alapján meghatározni, akkor újabb pontok felhordása útján közvetlenül megállapítható a pontpárhoz tartozó harmadik tulajdonság. Ezt a cp-technikát ma széles körben használják, nemcsak a szelvényekről leolvasott adatokra, hanem — mint említettük — leszármaztatott adatokra is. Ilyen például a Schlumberger M és N paramétere, amelyeket a három fő porozitásérzékelő szelvényből számítanak ki [8].

A cp-technika kézi feldolgozással rendkívül hosszadalmas volt, ezért csak újabban terjedt el. Ma ugyanis a teljes számítást gép végzi, kívántra ki is rajzolják a cp-diagramokat a szemléletesség kedvéért. Egy-egy cp-ben a korrelált két adat mellett megjelenik így egy harmadiknak is a numerikus értéke. Ez lehet már az egyik keresett paraméter pl. porozitás, agyagtartalom stb.), de lehet közvetítő érték (pl. M, N stb.) is. A kapott értékeket lehet szelvénytípusra kirajzoltatni, esetleg további számítások is végezhetőek velük, ismert összefüggések segítségével.

A most ismertetett munkákhoz használatosak ugyan nagy számítógépek is, ezt láthatjuk a nagy szelvényezési vállalatoknál, de a közlemények alapján úgy látszik, egyre nő a kisgépek szerepe az értelmezésben.

Az egészen új, friss fejlődés az előbbieknél nyomán a műszerkocsiba beépített, tehát a terepen dolgozó számítógépek alkalmazásához vezetett. Az elmúlt két év két olyan berendezésről is hírt hozott, amely a terepi számítógépes munkára, a folyamatos és gyors helyszíni értelmezésre alkalmas. Előbb a Gearhart—Owen cég, majd egy évvel rá a Schlumberger is bemutatta előadásokban és közleményekben új berendezését. Mindkettőnek fő jellemzője, hogy elsődlegesen digitális formában méri meg a mérendő értéket (a GOI berendezésének a neve is Direct Digital Logging System), elsődleges tehát a mágnesszalagos rögzítés, de természetesen egy D/A átalakító segítségével a közvetlen vizuális regisztrálás is lehetséges [9, 10].

A berendezések legfontosabb része azonban egy kis kalkulátor, amelyik az éppen mért adatokkal meghatározott számításokat képes elvégezni. Így a regisztráló a szelvényezéskor a mért adatokon kívül már számítottakat is tud azonnal rögzíteni. Egy további lehetőség a mérés után, de még a helyszínen végzett számítássorozat: a mért adatokkal különféle számítások végezhetőek, cp-k állíthatók fel, percekkel a mérés be-

fejezése után. Ahogyan a GOI közleménye írja: wellsite formation analysis, tehát a kútnál formációanalízis végezhető el.

Az analízáló időszak tehát minden bizonnyal itt van (bár nálunk talán még csak az ajtón kopogtat), ennek megfelelően a mélyfúrás geofizika igyekszik az eszközöket minél pontosabbá, a számítási és értelmezési módszereket minél egzaktabbá tenni. A formációértékelés hibátlan elvégzésével azonban a mélyfúrás geofizika egész munkája még nem fejeződött be.

Nem ok nélkül tette föl cikke címében két szerző e kérdést: „After log evaluation, what's next?” Mi történjék, ha megvan a jó értelmezés? Igen, rétegmegnyitáshoz kellene jönnie, de e téren nagyon sok a baj. Néhány szóval ezzel is kell foglalkozni [11].

Kétségkívül érdekes, és jellemzi a nehézségeket, hogy az utóbbi két év perforálással foglalkozó közleményeinek jelentős többsége a perforálás eredményességének a meghatározásával, az eredmények fokozásának lehetőségeivel, tehát elsősorban minőségi kérdésekkel foglalkozik. Anderson, aki több közleményben is ismertet egy, a lövések minőségének megállapítására alkalmas gumipakker-rendszert, le merte írni, hogy az elvégzett perforálásoknak még a fele sem hatásos! Lehet, hogy véleménye bizonyos mértékig túlzott, de — ahogy mondani szokás — valami biztosan van benne. És tegyük hozzá: ezt egy amerikai szerző írta a náluk használatos perforálási módszerekről. Mi lehet akkor nálunk, ahol a rétegmegnyitás talán egész olajkutató-sunknak legelmaradottabb területe? — merül fel önkéntelenül a kérdés [12].

Ezek a megjegyzések a rétegmegnyitásról talán rávilágítanak arra, hogy az analízáló korszaknak is vannak súlyos gyakorlati gondjai, amelyek megoldása legalább annyira fontos, mint az elméleti tevékenység folytatása: egyik sem lehet eredményes a másik nélkül.

A mélyfúrás geofizika ötvenéves múltja sok eredményt hozott, de ebben az esetben is igaz lett az, amit olyan sokszor tapasztaltunk: egy-egy kérdés megoldása mindig újabb akadályokat tárt föl. Így azután a műszaki fejlesztésnek még hosszú időre megvan a programja világszerte is, nálunk is. A fejlesztés menetét és ütemét pedig az olajkutatás közös céljaihoz mérten kell megszabni. Csak egy egységes koncepció kialakítása és az ahhoz való ragaszkodás meg igazodás tudja csak biztosítani, hogy — sajnos törvényszerű — elmaradottságunk ebben az iparágban ne növekedjék tovább.

#### IRODALOM

- [1] Johnson, H. M.: A history of well logging. *Geophysics* 8 507—27 (1962).
- [2] Desbrandes, R.: *Théorie et interprétation des diagraphies*. Edit Technip Paris, 1968.
- [3] Archie, G. E.: The electrical resistivity log as an aid in determining some reservoir characteristics. *Pet. Techn.* Jan. 54—62 (1942).



- [4] *Culver, R. B.—Hopkinson, E. C.—Youmans, A. H.*: Carbon-oxygen (C/O) logging instrumentation. SPE Preprint 4640, 1973.
- [5] *Hodson, G.—Fertl, W. H.—Hammarck, G. W.*: Formation evaluation in jurassic sandstones in the Northern North Sea area. *Erdoel Erdgas Z.* 5 151—9 (1976).
- [6] *Peatross, R. F.*: A new lithology compensated capture gamma ray system. SPWLA 1976. "M".
- [7] *Savre, W. C.*: Determination of a more accurate porosity and mineral composition in complex lithologies with the sonic, neutron and density surveys. *J. Pet. Technology* Sept. 954—9 (1963).
- [8] *Burke, J. A.—Campbell, R. L., Jr.—Schmidt, A. W.*: The litho-porosity crossplot. *Log Analyst* 6 25—43 (1969).
- [9] *Moseley, L. M.*: Field evaluation of direct digital well logging. SPWLA 1976. "NN".
- [10] *Eaton, F. M.—Elliot, J. W.—Hurlston, F. D.—Olsen, R. S.—Vanderschel, D. J.—Warren, J. P.*: The CYBER service unit. SPE Preprint 6158, 1976.
- [11] *Vann, R. R., Sr.—Owens, R.*: After log evaluation what's next? SPWLA 1976. "P".
- [12] *Anderson, G. W.*: Impression tool evaluates perforation effectiveness. *World Oil* May 57—62 (1976).



## *Donyeckben kerül sor a VIII. Nemzetközi Feketeszen-előkészítési Kongresszusra*

A század végére világszerte várható szűkös energiahelyzet a feketeszen-előkészítésben is a jelenlegi technológiák javítására és újak kidolgozására készítet, ezért tarthat különleges érdeklődésre számot az 1979. május 21—26-án, Donyeckben tartandó VIII. Nemzetközi Feketeszen-előkészítési Kongresszus. Rendező: a Szovjetunió Szénipari Minisztériuma és a Nemzetközi Szervező Bizottság (IOC = Internationale Organisation Comittée). Az IOC feladata volt a 22 ország által beküldött 79 előadásból 36 kiválasztása, amelyeket a Kongresszus 8 ülésén előadnak. Az ülések témái:

- a szénelőkészítés fejlesztésének helyzete és jövője,
- a durva és aprószemcsés előkészítés,
- szénflotálás,
- szénszárítás és szénmosás,

- szénminőség vizsgálata és ellenőrzése,
- a szén- és az előkészítési veszteség hasznosítása,
- az üzemenet modellezése és tervezése.

1979. május 24-én a kongresszus résztvevői megtekintik a Donyecktől 60 km-re levő Komszomolszkaja ant-racit-előkészítőt, és a 110 km-re levő Krasznoj Zvezda kokszolható szén előkészítő üzemet. Az előadásokkal egyidejűleg filmet is mutatnak be a Szovjetunió előkészítő berendezéseiről.

A kongresszus ideje alatt a korszerű előkészítő gépeket és felszereléseket kiállításon mutatják be.

A IX. kongresszust 1982-ben Indiában, a X. kongresszust 1985-ben Lengyelországban rendezik.

(Glückauf, 114. k. 15. sz. 1978. aug. 3. p. 670—672.)

## *Újabb tanulmányban az energiaárak növekedését jósolják 2000-ig*

Az Energia Világkonferencia számára készült „World Energy Resources 1985—2020” c. tanulmányt három éven át készítette a konferencia 76 nemzeti bizottsága.

A tanulmány néhány következtetése:

- Az energiaárak megkettőződnek az évszázad végéig.
- A kőolajfelhasználást korlátozhatják a petrokémiai termékek gyártása, de a földgázellátás változatlan marad 2000-ig.
- A villamosenergia-igény 2020-ig meghatszorosodik,

és az ellátás 65%-ban nukleáris eredetű lesz, szemben a 2000-ben várható 45%-kal.

- A „nem hagyományos kőolaj” termelése (poláris, mélytengeri, olajpala, kátrányolaj és szinteikus) a 21. század elején nagy fontosságú lesz.
- A szénigény 2020-ig négy-, vagy ötszöröse lesz.

Meg kell állapítani, hogy e tanulmány sokkal derűlátóbb, mint a hasonló, amelyet a CIA 1977-ben hozott nyilvánosságra.

(Energy Research Reports, 4. k. 7. sz. 1978. ápr. 3. p. 2.)

## *Az osztrák Duna-szakasz energetikai hasznosításának 25 éve*

A már régebben megalakult Österreichische Donaukraftwerke AG. 1954-ben kezdett hozzá az első vízi lépcső, Ybbs-Persenbeug kiépítéséhez. Ezt megelőzően, már 1947 és 1953 között kidolgozták a Duna hajózási és erőműépítési kerettervet.

A Duna-szakasz kiépítésében a legnagyobb teljesítő-képességű lépcső Altenwörth erőműve szerelés alatt van, a 9 közül 4 csőturbiná üzemben van, és így a decemberre kitűzött befejezési időpontban az erőműnek csaknem fele üzemkész.

Az Altenwörth erőmű 2.10<sup>9</sup>kWh-t fog termelni, és a már működő Aschach, Ottensheim-Wilhering, Wallsee-Mitterkirchen és Ibbs-Persenbeug erőművekkel együtt 7,5 · 10<sup>9</sup> kWh energiát termel majd évente, amely több mint fele a kereterv szerint megépíthető erőművek összes energiatermelésének.

Egyidejűleg teljes mértékben folynak a hatodik vízi lépcső Abwinden-Asten építési munkálatai. Ezzel az

erőművel bezárul az a 26 km hosszú még nem duzzasztott szakasz, amely az Ottensheim-Wilnering és a Wallsee-Mitterkirchen erőművek között még nyitva áll. Ennek a szakasznak különösen nagy jelentősége abban van, hogy a duzzasztási szakaszban számos akadályt (gázlót stb.) fognak megszüntetni, amely jelenleg az épülő Rajna—Majna—Duna vízi úton a hajózási hátráltatja, elsősorban csekély vízálláskor.

Az eddig megvalósult duzzasztási fokozatok energiagazdálkodási jelentősége abban áll, hogy az itt épült erőművek Ausztria jelenlegi villamosenergia-fogyasztásának (26 milliárd kWh) az egyötödét elégítik ki.

Az összes dunai vízerőmű az ausztriai Duna-szakasz kiépülése után kb. 14,6 milliárd kWh/év energiát fog szolgáltatni.

(Energiewirtschaft, 1977. 49. sz. p. 8—11.)



# Nem feltárásos jellegű földtani kutatások (1976—1977)

Népgazdaságunk ötödik ötéves tervének első két esztendejében a jelentős ráfordítással tervezett földtani kutatások igen széles skálájú tevékenységet öleltek fel.

Szükségesnek látszik röviden áttekinteni és szakközönségünk számára információs jelleggel közreadni a két év során végzett kutatások célkitűzéseit.

Az egyes évek mélyfúrásos földtani kutatásairól rendszeresen közreadjuk az alapadatokat tartalmazó évkönyveket és ezzel biztosítjuk a legszélesebb körű szakmai tájékoztatást. A nem feltárásos jellegű földtani kutatások ismertetésére azonban csak itt és ilyen módon van lehetőségünk. Ezért ajánljuk felsorolásunkat az érdeklődők szíves figyelmébe és esetleges hasznos tájékoztatásukra.

A mélyfúrásokhoz tartozó anyagvizsgálatok, a geofizikai mérések és kutatások, noha szintén nem feltárásos jellegűek mégis elhagyhatók felsorolásunkból, mivel ezeket egyéb helyen a MÁFI és a MAELGI éves jelentéseiben szintén közreadják. Ezért ismertetésünk elsősorban a két év folyamán megvalósult vagy beindított ún. technológiai kutatásokra korlátozódik. Az újabban egyre bővülő skálájú agrogeológiai és környezetföldtani kutatásokkal, még viszonylag kis témaszámuk miatt a következő ismertetésben foglalkozunk. Végezetül rövid felsorolásban közöljük ugyanennek a témacsoportnak 1978. évre tervezett kutatási feladatait.

Ismertetésünk alapján az érdeklődő szakközönség tájékozódhat az ezen a téren folyó kutatásokról általában. Amennyiben egyes témák részletkérdéseivel kíván valaki (személy vagy intézmény) megismerkedni, úgy a Központi Földtani Hivatal illetékességéből rendelkezésre bocsájtja a tárgyi kutatási jelentést vagy a vizsgálati adatokat. Egyébként sok esetben a részletes publikálást vagy szolgálati szabadalom létesítését is engedélyezzük.

## 1976. ÉVI TECHNOLÓGIAI KUTATÁSOK

### *Zirkonsók bőripari alkalmazása*

(Bőripari Kutató Intézet)

A bőripar a króm-cserzősók alapanyagát, a nátriumbikromátot elsősorban a Szovjetunióból szerzi be, átlagosan évi 500 tonnát, de a szükséglet jelentős részét, mintegy 350 tonnát tőkés importból vagyunk kénytelenek fedezni. A tőkés importból származó krómsókat elsősorban speciális jellegű cikkek gyártása területén ajánlatos

lenne más ásványi cserzőanyagokkal részlegesen helyettesíteni. Ilyen számításba jöhető ásványi cserzőanyag a cirkóniumsó. A kutatás eredményeként várhatóan új, nagyhatású cserzőanyag előállítására lehet szabadalmat bejelenteni.

### *A félvezetős hűtéstechnika ritkafém anyagainak kifejlesztése*

(Villamosipari Kutató Intézet)

Az elmúlt tervciklusban tisztázódtak a félvezetős hűtéstechnika területén felhasználható ritkafém anyagok minőségi kérdései, valamint a hűtőelemek gyártásával és mérésével kapcsolatos technológiai problémák. Kijelölték a fejlesztés lehetséges irányvonalát is. Az eddigi munkák során nem tisztázódott a meglévő elemek viselkedése a fordított energiaáramlás üzemmódjában, továbbá tisztázásra szorulnak a meglévő anyagokból készíthető és generátoros üzemet feltételező elemek optimális méretei. E célból folytatjuk a kísérletsorozatot, amely a jelek szerint pozitív eredményt fog hozni.

### *Üvegek színezése, szintelenítése ritkaföldfém-oxidokkal*

(Üvegipari Művek Kutató Intézete)

Az intézet a megbízó által beszerzett ritkaföldfémekkel mészkalkiszilikát és ólom-alkáliszilikát üvegek színezésére és szintelenítésére olvasztási kísérleteket végez.

A megbízott az eddigi hazai tapasztalatokon túlmenően a hasonló témakörben munkálkodó külföldi kutatók eredményeit felhasználva választják ki azokat a lantanidák csoportjához tartozó ritkaföldfém-oxidokat, amelyek komplex színeként az üveget szintelenítik, ill. amelyek művészi színhatást kölcsönöznek a hazai kristályüveg-termékeknek.

A munka keretében olvasztási kísérleteket végeznek 4 kg-os tégelyekben. Elsőként leolvastják a kristályüvegnek megfelelő összetételt, majd az ólomkristályt hazai szintelenítők felhasználásával. A kiválasztott színezőkkel különböző koncentrációban különböző színhatás érhető el. Sorozatolvasztások alapján meghatározzák a kívánt színmélységet figyelembevéve a termék fényáteresztőképességét.

A megbízott gazdasági szempontokat is figyelembevéve az eddig alkalmazott színező fém-oxidokat és ritkaföldfém-oxidok kombinációját is felhasználja kísérletek folyamán.



## Ritkaföldfémek öntödei hasznosítása

(NME Öntészeti Tanszék)

A fém Ce és a CE-MM (Cérium-mishmetall) ötvözet kéntelenítő hatását vizsgálják lemezes-grafitos és temperálásra alkalmas 0,5–1,5<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Si-tartalmú ipari öntöttvasokban. Meghatározzák a Ce/S viszony alakulását kokszos és villamos olvasztással előállított öntöttvasokban változó csapolási hőmérséklet esetén.

Megvizsgálják a gömbrafitos öntöttvasokban kialakuló szövetszerkezetben a perlit-ferrit arány változását igen kis mennyiségű fém Y adagolásának hatására, melynek célja a nagyobb szívósság elérése.

Tanulmányozzák végül a fém Y adagolásának hatását — a Mg-CeMM segédötvözet mellett a formabeoltással kristályosodó gömbrafitos öntöttvasok szövetszerkezeti és szilárdsági tulajdonságaira.

A kutatás alapján üzemi felhasználási javaslatokat fognak készíteni.

## Ritkafémek felhasználása tűzálló kerámiák minőségének javítására

(NME Tüzeléstani Tanszék)

A hazai és külföldi kutatások eredményeinek megismerése és tanulmányban való összefoglalása a kutatás első lépése. Ennek alapján a hazai lehetőségek feltárását és a további kutatásokra vonatkozó javaslat kidolgozását tervezik a munka keretében.

A következő években a konkrét kísérletek elvégzésére is sor kerül.

## Ce-tartalmú komplex dezoxidálóanyag előállítási lehetőségeinek vizsgálata

(NME Vaskohászati Tanszék)

A kutatómunka keretein belül összefoglaló jelleggel áttekintik a különféle dezoxidáló anyagok dezoxidációs képességét, s ezen belül kiemelten megvizsgálják a Ce-tartalmú komplex dezoxidáló anyagok hatékonyságát. A továbbiakban megvizsgálják a ritkaföldfémeket is tartalmazó különböző hazai és import nyersanyagokból történő komplex dezoxidáló anyagok előállításának technológiai lehetőségeit, különös tekintettel az acélok Ce-mal (ill. ritkaföldfémekkel) történő mikroötvözésének perspektívására. A kísérletek eredményeitől gyártási javaslat kialakítását várhatjuk.

## A Ga kis és közepes olvadáspontú fémekkel alkotott ötvözeteinek fizikai-kémiai vizsgálata

(NME Általános és Fizikai-Kémiai Tanszék)

Ga-Sn és Ga-Cd rendszerről rendelkezésre álló ismeretek összefoglalása és értékelése a kutatás első részfeladata. Ezután Ga-Sn és Ga-Cd rend-

szer kisebb olvadási hőmérsékletű tartományában a komponensek aktivitásának kísérleti meghatározása és ennek alapján az ötvözetek egyes parciális moláris és integrális moláris termodinamikai függvényeinek hőmérséklet- és koncentrációfüggésének vizsgálata képezi a további feladatot a témában.

## Gallium ionflotálása nátriumaluminát oldatból

(NME Szervetlen és Elemző Kémiai Tanszék)

Elsődleges célkitűzés a téma megvalósítása során a gallium meghatározására alkalmas elemző eljárás kidolgozása nátriumhidroxid tartalmú oldatból. A továbbiakban a nagy nátriumkoncentráció zavaró hatásának kiküszöbölésére alkalmas elválasztási mód megválasztása és optimális körülményeinek kikísérletezése a feladat. A módszer adaptálása nátrium-aluminát oldat, valamint sok szerves anyagot tartalmazó nátrium-aluminát oldat galliumtartalmának meghatározására képezi a kísérletek befejező fázisát, illetve a hasznosítást.

## Kutatások hazai természeti erőforrások ritkafém-tartalmának hasznosítására

(Fémipari Kutató Intézet)

Az olajbányászat melléktermékeként jelentkező sós rétegvizek és termálvizek, valamint kálium tartalmú kőzetek ritkaelem (elsősorban rubidum és cézium) tartalmának meghatározása. Az elemzési eredmények értékelése és a gazdaságos kinyerhetőség vizsgálata folyik a téma keretében.

## Permanens mágnesek ritkafém anyagai

(Vasipari Kutató Intézet)

A kísérletek első fázisaként vizsgálják a lantan adalékolás hatását szamárium és cérium-keverékfém tartalmú RffCo<sub>5</sub> (Rff = ritkaföldfém) tételek koercitív erejére és remanenciájára vonatkozóan. Második feladatként meg kell oldani az RffCo<sub>5</sub> mágnesek remanenciájának növelését prazeodimium adalékolással. A remanencia növelésére irányuló kísérletek vas adalékolással és a koercitív erő növelésére irányuló kísérleteket réz adalékolással is megvizsgálják.

## Nagy tisztaságú gallium előállítása

(Fémipari Kutató Intézet)

A téma keretében több éves kutatással (1976–1980) meg kell oldani a félvezetőipari és ezen belül az exportigényeket kielégítő, 7 N tisztaságú gallium előállítási technológiájának kidolgozását, mely technológia évi 100 kg-os gyártókapacitás biztosítására alkalmas.



## *Ritkafém-vizsgálati eljárások fejlesztése*

(Bányászati Kutató Intézet)

Kerámiai festékanyagok fő alkotóinak és nyomelemtartalmának meghatározása képezi a kutatás egyik célkitűzését. Ezért el kell végezni különböző kutatóhelyek mintáinak vizsgálatát szinképelemzéses, atomabszorpciós, polarográfiás, nedvesanalitikai eljárásokkal az RTKBT megjelölése szerint. Másik feladat a nagy tisztaságú fémek és ötvözetek nyomszennyezőinek vizsgálata, mágneselektronikus ritkaföldfém-tartalmának és fő alkotóinak meghatározása. Végül az As, Hg meghatározás teljesítőképességét és a vizsgálat körülményeit tisztázzák hazai ércek és kőzetek esetében, hidrid, ill. higanygőz fejlesztésen alapuló technika segítségével a téma keretében.

## *Új pumicitek minősítő vizsgálatai és könnyű töltőanyag előállítás hazai alapanyagbázison*

(Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet)

Az elmúlt években lefolytatott kutatások szerint a hazai pumicit-előfordulások számos területen előnyösen és gazdaságosan alkalmazhatók. 1976—1977. évben a szurdokpüspöki pumicit vizsgálatára került sor.

## *Agyagrendszerek állapotának optimalizálása minőségjavítás céljából*

(Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet)

A durvakerámiai agyagok plasztikusságának (megmunkálhatóságának) és a belőlük készített termék nyers, valamint égetett szilárdságának növelése természetes szerves komplexumú agyagásványokkal és a nagy víztartalmú agyagok víztartalmának optimalizálása pumicit, zeolit vagy más alkalmas kőzet bekeverésével történik meg a kutatás keretében.

## *Alunit, alunit-féleségek, pumicit üvegipari felhasználhatóságának vizsgálatai*

(Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet)

A téma keretében üveggyártási célú alunit-felhasználásra folynak kísérletek, ugyanis üvegipari szempontból értékesebbnek látszik az alunit. A vizsgált alunitok  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  tartalma 0,2 % vagy ez alatti, ami szintelen üveg olvasztása esetén igen kedvező.  $\text{SO}_3$ -tartalma nyers állapotban 25—30 % között van. Különböző ideig és hőfokon való hőkezeléssel ez az érték 1—15 %-ra állítható be.

$\text{Al}_2\text{O}_3$  és  $\text{SiO}_2$ -tartalma iszapolással, flotálással szintén szabályozható. Hőkezeléssel az  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -tartalom elérheti a 70 %-ot is.

Alkália-tartalma szintén változtatható. A fent említett eljárással tehát számos alunit-féleség állítható elő amelyek az előkészítéstől függően más-más tulajdonságokkal rendelkeznek.

## *Hazai üvegipari ásványi nyersanyagok (vulkáni üvegek, kristályos vulkanitok és aplit) szerkezeti specifikumának hatása az üveg minőségére*

(Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet)

A kutatás keretében vizsgálják a pumicit vagy egyéb ásványi üvegek üvegnyersanyagként történő alkalmazhatóságát, elsősorban színes építészeti üvegek nyerése céljából (amelyeknél esetleg még a jelenleg meglévő nagy vastartalom sem zavar: kék, zöld, barna, fekete üvegek). Vizsgálják végül az egyéb kutatási témáknál kialakult felismerés alapján azt a tényt, hogy különféle mügyanta bevonatokkal megvédve a frissen húzott (és jelen esetben viszonylag nagy ásványi üvegmennyiséget tartalmazó, s emiatt talán olcsóbb) üvegbotok felszínét, a szilárdság megnő. Az így szilárdított termékek (oszlopok, gerendák, tartók) akár további műanyag tömegbe, akár betonba ágyazottan az építőipar legkülönfélébb területein nyerhetnek felhasználást.

## *A talajerózió elleni védekezésre alkalmas hazai ásványok és kőzetek felhasználásának lehetőségei a talaj termékenységének megőrzésében és fokozásában*

(MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet)

A munka során folytatják a szóban forgó anyagok felhasználására vonatkozó hazai és nemzetközi szakirodalom összegyűjtését és értékelő feldolgozását. Az értékelés kitér a talajerózió elleni védekezés szempontjából számításba vehető hazai ásványok és kőzetek felhasználási lehetőségeire, minősítésére azon tulajdonságainak vizsgálati módszereire, amelyek meghatározzák vagy befolyásolják ezen anyagok felhasználásának lehetőségeit a talaj termékenységének megőrzésében és fokozásában.

Laboratóriumi és üvegházi modellkísérletekben tisztázzák a felhasználásra számításba vehető, a megrendelővel folytatott konzultációk során szükségesnek tartott, a megrendelő által rendelkezésre bocsátott hazai ásványok és kőzetek, ill. ásványi eredetű anyagok hatását a talajszerkezet kialakítására, a talajfelszín stabilizálására, a talajvíz és szélérozióval szembeni ellenálló képességek fokozására, ill. a természet növényekre gyakorolt bizonyos közvetett és közvetlen hatásaira.



*Kerámiai massa készítése azonos anya-  
kőzetből képződött plasztikus, vázképző és  
olvasztóanyagok felhasználásával*

(Szilikátipari Központi Kutató és Tervező  
Intézet)

Ugyanabból az anyagkőzetből képződött, de különböző kristályosodottsági fokú agyagásvány-tartalmú kőzetek között található nagy plaszticitású (füzerradványi illit) nyersanyag nem plasztikus, kovasavas kaolin (királyhegyi) és alkáliákban dús, olvadákképző kőzet (ondit). A háromféle kőzettípus alkalmasnak látszik szintetikus kerámiai massa előállítására. Ennek kikísérletezése képezi a téma fő feladatát.

*Agyagásványos, zeolitos tufák vizsgálata*

(Szilikátipari Központi Kutató és Tervező  
Intézet)

A kutatás folyamán meg kell oldani a nagy tömegekben előforduló agyagásvány és zeolit-tartalmú tufák vizsgálatát kerámiaipari felhasználás céljából. Ezért a részfeladatok:

- 10 féle kőzettípus begyűjtése. A kőzetminták őrlése, formázása, majd égetése 900—1300 °C hőmérséklet intervallumában.
- A kiégetett minták zsugorodás, szilárdság, vízfelvétel vizsgálata, a vizsgálati eredmények értékelése.

Ezek alapján felhasználhatósági minősítés készülhet kiértékelésként.

*Új hidrometallurgiai és termikus ásvány-  
nemesítési eljárások kutatása*

(Bányászati Kutató Intézet)

A karbonátos kőzetek és ércnek nyomás alatti ammonsós lúgozási technológiájának kiterjesztése karbonátokkal szennyezett bauxitok nemesítésére képezi az alapcélkitűzést. Ezért tovább vizsgálendő az előző években már megkezdett kísérletek folytatásaként a porlódó dolomitok ammonsóoldatos nyomás alatti feltárása különböző minőségű magnéziumvegyületek előállítására érdekében, valamint a sziderittel szennyezett rudabányai barit nemesítési lehetősége.

Új lehetőségként vizsgálendő a pirites bauxitok és feketeszénnek piritkén-tartalmának hidrometallurgiai úton, ferritszulfáttal történő csökkentési lehetősége.

*Kerámiai kötéssel viszonylag kis hőmérsékleten  
előállítható új és olcsó mesterséges kövek  
kutatása*

(Budapesti Műszaki Egyetem)

Magyarország területén a felszínen nagy tömegben előforduló finom törmelékes kőzetekből nagy szilárdságú magas- és mélyépítési célokra

alkalmas építőkövek, valamint tetszetős külsejű burkolóanyagok előállítása céljából széles körű kísérletek folytatása történik meg a téma keretében. Eredményként gyártási javaslatokat tesznek.

*Hazai kaolinok és nagy  $Al_2O_3$ -tartalmú vasszegény kőzetek olvasztására és szálképzésére  
irányuló kísérletek*

(Szilikátipari Központi Kutató és Tervező  
Intézet)

Vizsgálat folyik üveges és lithoidos riolitokkal (nagy alkálitartalmú piroklasztikumokkal és horzsakövekkel) üzemi kísérletek előkészítése céljából. Előkísérletek végzése történik kétféle vasszegény kaolinnal, egyféle alunitos kaolinnal és kétféle alunitból előállított alu-termékekkel az olvasztási és szálképzési adottságainak felderítésére, valamint vizsgálatok történnek tűzállóság szempontjából kielégítő, műszaki igényeknek is megfelelő nagy Al-tartalmú szálalás termékek előállítási lehetőségének megismerésére.

*A karbonátos mangánérc intenzívebb  
hasznosítási lehetőségei a genetikai adottságok  
figyelembevételével*

(Bányászati Kutató Intézet)

Az újabb kutatások megállapították, hogy nagy mennyiségben rendelkezünk olyan ásványi nyersanyagokkal, melyek azok genetikai adottságai miatt jelenleg iparilag nem hasznosíthatók.

Az előkészítési technológia fejlődése lehetővé teszi ezen ásványi nyersanyagok kedvező, hatékony ipari felhasználását, és ezen keresztül import megtakarítást és a hazai ipar korszerűsítését. Ezen ásványi nyersanyagok közé tartozik a mangánérc. Régebben az úrkúti előfordulást csak mint oxidos ércveget tartották nyilván, és csak 1953-ban ismerték fel az ennél jóval nagyobb ércveget reprezentáló karbonátos mangánérc jelentőségét.

*Ritkaföldfémek összehasonlító vizsgálata*

(Bányászati Kutató Intézet)

Tömegspektográfiai elemzési módszerrel a ritkaföldfémek — mint a periódusos rendszer bármely eleme mintegy 10—100 tömeg ppb kimutatási határral 20—30 % relatív pontossággal határozható meg szilárd, szervesetlen anyagokból, így pl. kőzetekből, ásványokból. A téma keretében mind szintetikus előállított minták ritkaföldfém-tartalmának, mind természetes ásványi nyersanyagok ritkaföldfém-tartalmának meghatározását végzik el, elsősorban az anyagokból kinyerhető ritkaföldfémek megismerésére, de más módszerekkel történt meghatározások kontrollálására is.



## *Ritkafémek hazai alkalmazásának elterjesztése és koordináció-tevékenység*

(Fémipari Kutató Intézet)

Az irodalmi adatok gyűjtése és terjesztése a ritkafémek felhasználásáról, a ritkafémek hazai alkalmazási területeinek felkutatása és a felhasználás bevezetésének elősegítése, koordinációs tevékenység és szakmai továbbképzés szervezése folyik a téma keretén belül.

## *Tatabányai pernyehányó részletes kutatása*

(Tatabányai Szénbányák)

A kutatási téma elsődleges célkitűzése: gyenge minőségű szén, agyagos kőzetek, bauxit és vulkáni üveg nyersanyagok klórméltalurgiái feldolgozhatóságának vizsgálata. Továbbá az Al-kinyerés 80 % fölé növelése céljából bizonyos fizikai és/vagy kémiai előkezelési eljárások kidolgozása és a kiindulási anyagok minősége és az Al-kihozatal közötti összefüggések vizsgálata. Végül megtörténik a klórozási technológia még megoldatlan kérdéseinek vizsgálata (redukáló közeg, szelektivitás, alkalmazott hőmérséklet hatását leíró függvények közös optimumának meghatározása) is a téma keretén belül.

## *Ritkaföldfém-elemzési módszerek egyeztetése*

(Mecseki Ércbányászati Vállalat)

Ebben a tárgyban elsősorban az összes ritkaföldfém-tartalom meghatározása folyik az RTKB által rendelkezésre bocsátott oldat- és pormintákból összehasonlító etalonok készítése céljából.

Ezen túlmenően egyedi ritkaföldfémeket is meghatározzák színképelemzéssel azokból a pormintákból, amelyek összes ritkaföldfém-tartalma eléri a 0,1 %-ot, továbbá az egyedi ritkaföldfémeket színképelemzéssel az oldatmintákból is meghatározzák, amennyiben koncentrációjuk eléri az elemenként előírt nagyságot.

## *Ritkafém-termelési, felhasználási és forgalmi adatok országos nyilvántartása*

(Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés)

A megbízott számítóközpontjában vállalja az 1975. évi adatok feldolgozását és nyilvántartását gépi úton, azaz az adatok karbantartását, mágnesszalagon való rögzítését, a feltett kérdésekre való válaszok megadását a ritkafém alap- és segédanyagokkal kapcsolatban.

## *METADEX rendszerű számítógépes témafigyelés*

(NME Központi Könyvtár)

A nemesfémek és a platinacsoport fémjeinek felhasználása. Ritkaföldfémek előállítása és fel-

használása. Egyes alkáli- és alkáliföldfémek előfordulása, előállítása és felhasználása. Nagy olvadáspontú fémek előfordulása, előállítása és felhasználása. Szórványfémek előfordulása, előállítása és felhasználása. Radioaktív fémek előfordulása, előállítása és felhasználása. Ritkafémek (általában) előfordulása, előállítása és felhasználása. Mindezen témakörökben a világon megjelenő mintegy 1500 forrásból (folyóirat, könyv, kutatási jelentés stb.) származó szakirodalmi munka adataira terjedt ki a témafigyelés.

## *Különbéle laboratóriumi vizsgálatok végzése*

(Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet)

Kémiai elemzés. Röntgendiffrakciós vizsgálat (kvalitatív és kvantitatív).

Derivatográfiás vizsgálat. Dilatometriás vizsgálat.

Ezek a vizsgálatok a technológiai kutatások folyamán a tudományos koordináció és ellenőrzés céljából menetközbeni „ad hoc” jelleggel valósulnak meg.

## *Újtípusú szerkezeti anyagok előállítása szénbázison*

(Bányászati Kutató Intézet)

E téma keretében szénfeleségek termoplasztikus műanyagokká történő feldolgozása, valamint barnaszénkokszokból klórozott műszénfeleségek, ill. hamuszegény elektródakoksz alapanyagok előállítási lehetőségének felderítése valósul meg.

## *Agyagrendszerek állapotának optimalizálása minőségjavítás céljából*

(Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet)

Kétirányú kísérletsorozat történik a téma keretében. Egyik a hazai pannóniai és oligocén agyagok minőségének, képlékenységének, s az agyag képlékeny masszájából formázott próbatestek szilárdságának — javítása különféle ásványi eredetű adalékanyagokkal, laboratóriumi kísérletekkel. A másik magas bányanedvességű agyagok víztartalmának optimalizálása ásványi adalékokkal.

## *Ásványok és kőzetek oldhatósági, valamint kőzetcementáció-vizsgálatok*

(BME Kémiai Technológiai Tanszék)

A különböző alapanyagok ipari felhasználhatóságát nagymértékben befolyásoló tulajdonságok megismerése a célkitűzés. Ezért az ásványok és kőzetek oldhatóságával kapcsolatos irodalom értékelése, hazai ásványi és kőzetminták oldási



viszonyainak, valamint cementált kőzetek cementanyagának és kötőanyagának kutatása a téma megvalósításának tartalma.

*A felszíni vörösgyag előfordulásainak szisztematikus ásványközettani, genetikai és kerámiai célú felhasználhatósági vizsgálata*

(BME Építőmérnöki Kar Ásvány- és Földtani Tanszék)

A Magyarország területén lévő kb. fél millió tonnát meghaladó ásványvagyont tartalmazó vörösgyag-lelőhelyek átnézetes (1:500 00-es) térképének elkészítése az alapvető célkitűzés. Ezért először a régebbi kutatások eredményeinek, adatainak összegyűjtése és rögzítése lelőhelyenként történik meg. Továbbá helyszíni bejárásokkal meghatározandó az előfordulások ásványvagyónának nagyságrendje, vizsgálatra kijelölendők a vörösgyag minőség típusok, melyekből ásványközettani, nyersanyagminősítő technológiai vizsgálatok céljára 5—5 kg mennyiségű minta gyűjtendő. Ezután elvégzendő a vörösgyag-típusok kémiai elemzése, a kőzet ásványos alkotóinak, szemcseösszetételének meghatározása, valamint DTA- és TG-vizsgálatok. Mindezek alapján a felhasználási javaslatok és prognosztikák megfogalmazhatók.

*Dúsított termékek előállításának és kutatása technológiai minősítő kísérletek céljára*

(Bányászati Kutató Intézet)

Különböző hazai ásványi nyersanyagaink megfelelő előkészítési és dúsítási eljárásokkal tehető ipari felhasználásra alkalmassá. A minőségükben ily módon feljavított termékek felhasználhatóságát nagyobb mintamennyiséget igénylő technológiai minősítő kísérletek eredményei alapján lehet megítélni. Ezért a hazai nyersanyagforrásaink intenzívebb hasznosítását célzó kutatási főirány keretén belül egyes ásványelőfordulásaink előkészíthetőségének, ill. dúsíthatóságának kutatását, valamint nagyobb mennyiségű dúsított termékek előállítását valósítják meg a téma keretén belül.

*Kőzetanyagok konzerválására alkalmas eljárások kidolgozása*

(BME Ásvány- és Földtani Tanszék)

A kutatás célja, a be nem épített kőzetek olyan védelmi eljárásainak tisztázása, amelyek részben a kőzetek további pusztulását korlátozzák, másrészt a kőzetek esztétikai megjelenését kedvezőbbé teszik.

A feladatot még világszerte nem oldották meg, így a kutatás minden részletre kiterjedően csak többéves, intenzív munkával végezhető. Az első évben elvégzett alaptervekenység értékelése után tűzhető ki a további kutatások irányzata, jellege és terjedelme.

*Finomdiszperz vasásványok és vasas kőzetek komplex vizsgálata és felhasználási lehetőségei felderítése*

(ELTE Ásványtani Tanszék)

A finomdiszperz vasásványok és vasas kőzetek komplex vizsgálata és felhasználási lehetőségei felderítése c. témakörben 1976—77. évben a magyarországi glaukonitok vizsgálata, valamint a nagy Fe-tartalmú limonitos riolittufa ásványos összetételének meghatározása a vasásványok szeparálási lehetőségének felderítésére történtek meg.

*Hazai üvegipari ásványi nyersanyagok (vulkáni üvegek, kristályos vulkanitok és aplit) szerkezeti specifikumának hatása az üveg minőségére*

(Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet)

A vulkáni üvegek szerkezeti sajátosságainak tanulmányozása alapkutató szinten a téma célkitűzése, elsősorban azért, hogy távlati, sokirányú (kőzetolvasztás, kristályosítás, stb.) felhasználásuk előkészítése megtörténjen.

*Alunitok, alunitféleségek és pumicit üvegipari felhasználhatóságának vizsgálata*

(Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet)

Közismert, hogy Magyarország viszonylag szegény ásványkincsekben. Szilikátos nyersanyagokból, főként alunitból viszont nagy ásványvagyont számíthatunk. Mivel az alunit  $Al_2O_3$  tartalma jelentős és dúsítással növelhető, ezért célszerű megvizsgálni annak üvegipari felhasználhatóságát. A téma keretében ilyen irányú kísérletek valósulnak meg.

*Tatabányai Csákánykő-pusztán lévő stromatolitos dolomit bányászati, kutató létesítményekkel történő feltárása és felhasználhatósági kísérletei*

(Kőfaragó és Épületszobrászipari Vállalat)

A kivitelező elvégezte a tatabányai Csákánykő-pusztán lévő stromatolitos dolomit bányászati, kutató létesítményekkel történő megkutatását, továbbá a jelzett területről mintegy  $8 m^3$  díszítő ipari minőségnek megfelelő tömbkőanyag kitermelését és annak kísérleti céllal történő feldolgozását.

*Komplex elektronmikroszkópikus anyagvizsgálatok*

(ELTE Földtani Tanszék)

A finomdiszperz alkotókból álló kőzetminták vizsgálata során elvégzendő feladatok:



Szubmikroszkópos méretű részecskékből egyszerű csepp-preparátumok készítése, árnyékolása, átnézése fény- és elektronmikroszkóppal, elektronmikroszkópos felvételek készítése, a felvételekről 6—6 db  $9 \times 12$  cm méretű nagyítás készítése, u jellel való ellátása, a felvételek kvalitatív értékelése.

#### *Magyarországon található agyagásványok felderítése*

(Veszprémi Vegyipari Egyetem Ásványtan Tanszék)

A kutatás keretében begyűjtik az eddig még meg nem kutatott új területek agyagmintáit. A begyűjtött mintákon elvégzik a felderítő és tájékoztató elővizsgálatokat abból a célból, hogy hogy megítélhető legyen valamely új lelőhely anyagának tudományos és gyakorlati jelentősége. A kutatási eredmények ismeretében a telepeken előforduló nyersanyagok genetikáját illetően következtetéseket vonhatunk le.

*Agyagásványok és egyéb finomdiszperz kőzetek üledékképződési üledékföldtani modellezése, valamint polimerális finomdiszperz kőzetek hasznos komponenseinek leválasztása szedimentációs módszerrel*

(JATE Kolloidkémiai Tanszék)

A finomdiszperz kőzetek ülepedési feltételeinek, viszonyainak, sajátosságainak és törvényszerűségeinek megismerése és vizsgálata a téma fő célkitűzése. Ennek értelmében a komplex kolloid és finomdiszperz kőzetek hasznos alkotói megválasztási lehetőségeinek megismerése is szükséges. Végül e témával kapcsolatban mesterséges szerveskomplexú agyagásványok és finomdiszperz kőzetek előállítása, valamint ezek minősítése a felhasználók igénye szerint képezi a kutatás hasznosítási fázisát.

*Finomdiszperz kőzetek mikroszerkezete és morfológiája*

(ELTE Ásványtan Tanszék)

A téma keretében az alábbi tevékenység történik: Ultravékony metszetek készítése, vizsgálata és kiértékelése. Folytatják a vulkáni üvegek agyagásványosodásának morfológiai és topológiai vizsgálatát. Kutatják egy-egy típusmintán a vulkáni üvegek kaolinosodását és montmorillonitosodását.

Agyagásványok és amorf szilikátok hőhatásra történő morfológiai változásának vizsgálata. 1976. évben vizsgálandó anyagtypusok: kristályhegyi nagykristályos kaolin, szerencsi mikrokristályos kaolin, szegi rosszul kristályosodott kaolin, füzérradványi illit, istenmezejei bentonit és a JATE Kolloidkémiai Tanszékén szeparált amorf alumíniumhidroszilikát. Különböző (5-féle) bentonitok montmorillonitjainak összehasonlító morfológiai vizsgálata.

*Hazai alunitból rubin és zafir előállítása ipari és díszkő minőségben*

(ELTE Ásványtan Tanszék)

A téma kidolgozásához előkészítő munkálatok folynak. Ennek eredménye az a nyersanyag, melyből további technológiával közbűsítő termékként az ammonium-alumínium-timsó (tschermigit) állítandó elő.

Egyedül ez a sóanyag alkalmas arra, hogy belőle közvetlenül műkorund ( $Al_2O_3$ ) egykristály, fémoxid-színezőekkel: mürubin-, mürubintermek szintézise megvalósítható.

## 1977. ÉVI TECHNOLÓGIAI KUTATÁSOK

*Tömegspektrográfias ritkafém analitikai vizsgálatok*

(Bányászati Kutató Intézet)

A téma keretében kétféle mintatípus vizsgálatára kerül sor: Különböző kőzetmintákban a Li, Rb és Cs alkálifémek, továbbá a Sr, Ga, Au, U és Nb (valamint a ritkaföldfém-tartalom) koncentrációk meghatározása. Ezenkívül vízbepárlási maradékokban a fenti alkálifémek, továbbá az I és Br halogének, valamint a B és Sr koncentrációinak meghatározására folynak tömegspektrográfias mérések és kiértékelés.

*A ritkafémek 1976. évi adataira vonatkozó országos nyilvántartás*

(Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés)

*Tájékoztató tanulmányok végzése és kutatási program előkészítése az V. a. oszlop elemeinek szervesetlen kémiájával kapcsolatban*

(MTA Szervesetlen Kémiai Kutatólaboratórium)

Tájékoztató tanulmányok végzése a periódusos rendszer V. oszlopa mellékcsoportjába tartozó elemeinek, elsősorban:

- a vanádium és a nióbium szervesetlen kémiájának fejlődési irányairól;
- az ezzel kapcsolatos konkrét kutatási célkitűzése;
- ennek keretében a tanulmányok kiterjednek a nióbiumtartalmú ásványokból való elemkinyerésre, tisztításra, valamint egyes speciális vanádium- és nióbiumvegyületek előállítására.

*Ritkafémek hazai alkalmazásának elterjesztése és koordinációs tevékenység*

(Alumíniumipari Tervező és Kutató Intézet)

E téma keretében az alábbi feladatokat végzik: Az irodalmi adatok gyűjtése és terjesztése a ritkafémek felhasználásáról. A ritkafémek hazai



alkalmazási területeinek felkutatása és a felhasználás bevezetésének elősegítése. Koordinációs tevékenység és szakmai továbbképzés.

### *Tömegspektrográfias ritkafémanalitikai vizsgálatok*

(Bányászati Kutató Intézet)

A vizsgálatok 1977-ben az alábbi mintacsoportokra és feladatokra terjednek ki:

- Ritkafémeket tartalmazó kőzetminták;
- Ritkafém-ritkaföldfém kőzetstandardok;
- Technológiai anyagok.

Az elemzés az esetenként megjelölt ritkafémekre (ritkaföldfémekre) és ritkaelemekre terjed ki.

A vizsgálatokat tömegspektrográfias módszerrel, a korábbi években megállapított eljárással és pontossági szinten kell elvégezni.

### *Bauxitok ritkaföldfém-tartalmának meghatározására alkalmas módszerek kidolgozása és ritkaföldfém-oxidok kerámiaipari alkalmazhatóságának vizsgálata*

(Mecseki Ércbányászati Vállalat)

A kutatás célkitűzése a hazai bauxitok ritkaföldfém-tartalmának felkutatása és a ritkaföldfémkataszter elkészítéséhez szükséges analitikai módszer kidolgozása és a ritkaföldfém-oxidok kerámiaipari felhasználásának hazai elősegítése.

### *Gallium alapú forrasz rendszerek kidolgozása*

(NME Általános és Fizikai Kémiai Tanszék)

A kutatás célja egy hidegforrasznak alkalmas összetételű gallium alapú fémötvözet kifejlesztése, nagylaboratóriumi előállítási technológiájának és minőségének kidolgozása és ipari alkalmazása.

### *Ritkafémoxid adalékok alkalmazása a magnezit alapú tűzállóanyagok minőségének javítása érdekében*

(NME Tüzeléstani Tanszék)

A kutatás célkitűzése: Az oxigénes SM, ill. a bázikus-oxigénes konverteres acélgártás támasztotta követelményeket kielégítő, magnezit alapú tűzállóanyag kifejlesztése, ritkafém ill. ritkafémoxidok felhasználása segítségével.

### *Cirkonsó bőrhipari felhasználásával kapcsolatos kutatások, különös tekintettel a szovjet nátrium-szulfát-cirkonát alkalmazási területeinek kiegészítésére kutatási-fejlesztési tevékenység folytatása*

(Bőrhipari Kutató Intézet)

Félüzemi kísérletek végzése a szovjet nátriumszulfát-cirkonát bőr cserzésére való felhasználására.

Króm-cirkon, króm-cirkon-szintán bázisú cserzőanyag előállításának optimalizálása.

Cirkon alapú töltő és utáncserző gyanta félüzemi körülmények között való előállítása és felhasználási vizsgálata. Hidrofóbizáló anyag előállítása, kísérleti cirkonstearat bázison.

Modifikált cirkonkészítmények és a kollagén kölcsönhatásának és a cserzőanyag kötődésének vizsgálata.

### *Nagy tisztaságú alumínium előállítási módszerének és technológiájának fejlesztése*

(Alumíniumipari Tervező és Kutató Intézet)

A zónás tisztítási eljárásban új technológiai módszerek vizsgálata és bevezetése a téma alapvető célkitűzése.

Ennek során tervezik egy a tudományos vizsgálatok elvégzésére alkalmas automatikus működtetésű programozott szabályozórendszer tervezését és kivitelezését az alumínium zónás tisztításához.

Továbbá kísérleteket folytatnak a 6N tisztaságú alumínium előállítására alkalmas technológia részfolyamatainak továbbfejlesztése terén. Végül a tömegspektrométeres minősítés rutin-elemző módszerre fejlesztése is megtörténik a téma keretében.

### *Üvegipari célokra alkalmas új hazai kőzetek kutatása és minősítése*

(Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet)

1977. év folyamán a korábbi kutatások folytatásaként szintelenítési kísérleteket végeznek a pumicittal olvasztott üvegekkel. Megvizsgálják a nagy alumíniumoxid- és  $K_2O$ -tartalmú üvegek fizikai és kémiai tulajdonságait, melyet alunittel olvasztottak meg.

### *Hazai üvegipari ásványi nyersanyagok szerkezeti specifikumának hatása az üveg minőségére*

(Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet)

A Veszprémi Vegyipari Egyetemen olvasztási kísérleteket végeznek különféle ásványi nyersanyagokkal nagy hőmérsékleten. Kutató megkísérli tiszta, gázmentes üvegolvadék előállítását az egyes vulkáni üvegfajtákból, és különféle adalékokkal (szóda, bórsav, méz) a tisztítási hőmérséklet csökkentését is tervezi. Kutató vállalta, hogy a Veszprémből kapott üvegminták hajlítószilárdság-vizsgálatát, elektronmikroszkópos vizsgálatát is elvégzi. E vizsgálatok eredményeként — a kísérletek eredményességétől függően — javaslatot tesz olyan új üvegtermékek előállítására, amelyekhez nagy mennyiségben lehetne felhasználni a rendelkezésre álló természetes üvegeket.



Ugyancsak folytatja a kutató a pumicitből készült kerámiai mázak gyártási kísérleteit. Ezekhez az olvadáspont csökkentése érdekében olyan adalékanyagokat kell felhasználni, amelyek az eddig használatos kerámiai szintesteket szétbontják. Egyedül a spinell típusú szintestek viselik el ezt az agresszív kémiai hatást, ezért újfajta színezőanyagok kidolgozása vált szükségessé.

A kerámiai mázakon kívül egyéb célokra is vizsgálja a pumicit alkalmazhatóságát (például szobor alapanyagként). Itt ugyancsak főleg a színezés megoldása jelent problémát. Ennek megoldása után gipszformába öntés, szárítás, égetés a cél.

*Öntödei segédanyagok céljára felhasználható hazai ásványok és kőzetek vizsgálata és minősítése*

(Vasipari Kutató Intézet)

Az öntödék túlnyomó része bentonitkötésű formázókeverékeket használ fel. A bentonit feldolgozása gép- és energiaigényes, a szódával történő aktiválás nem egyenletes. A jelenlegi minőségi problémák az öntödék működését károsan befolyásolják. Az importált bentonit — hazai bentonitvagyon mellett — terheli a népgazdaság tőkés mérlegét. Az öntödék sajátos igényei alapján szükség van jó minőségű kötőanyag nagyobb választékban való gyártására. A kutatási feladat célja: a jelenlegi előkészítési technológia fejlesztése, illetve újszerű agyagásványok feltárása, öntödei hasznosítása.

*Tájékoztató vizsgálatok ásványi nyersanyagok új ipari alkalmazásainak megalapozására*

(Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet)

A téma fő célkitűzése: ásványi nyersanyagok rendszeres vizsgálata új ipari alkalmazások céljából. Ezen belül ásványközettani alaptulajdonságok, fázisösszetétel, kémiai összetétel stb. meghatározása. Szilárd fázisú reakciók és nagylaboratóriumi kísérletek végzése.

*Különböző laboratóriumi vizsgálatok végzése*

(Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet)

Kémiai elemzés. Röntgendiffrakciós vizsgálat (kvalitatív, kvantitatív) derivatográfiás vizsgálat. Dilatometriás vizsgálat 1000 °C-ig, 1500 °C-ig. Felmerült vizsgálatok az év folyamán felmerülő „ad hoc” igények gyors kielégítése céljából folyamatosan készülnek.

*Az újonnan felkutatott hazai ásványi nyersanyagokat felhasználni szándékozó intézetek,*

*tanszékek részére kísérleti és minősítési anyagszükséglet biztosítása.*

(Bányászati Kutató Intézet)

Hazai nyersanyagforrásaink intenzív hasznosítását célzó kutatási főirány keretén belül szükségessé válik az egyes ásványi anyagok előkészített termékeinek előállítása technológiai kísérletek, illetve minősítő vizsgálat céljára. Ezt a feladatot oldja meg a témakörben igen sokoldalúan a kivitelező.

*Riolit és riolit-származékú alkáli kőzetekből előállított olvadékrendszerek tervezése és képződésük vizsgálata*

(Veszprémi Vegyipari Egyetem Szilikátkémiai Tanszék)

A kutatás célkitűzése: bekapcsolódás a Központi Földtani Hivatal „Hasznosítható ásványos anyagok kiaknázását és feldolgozását alapvetően befolyásoló ásványközettani sajátosságok és műszaki eljárások komplex vizsgálata” című tárca-szintű kutatási célprogramjába, azzal a céllal, hogy feltárják adott magyarországi ásványos anyagok ipari felhasználásának lehetőségeit, minél szélesebb körben és a legkorszerűbb technológiák figyelembevételével.

*Magyarországi kavics (építő-) ásványi nyersanyagok genetikai és minőségi jellemzőinek korrelációs vizsgálata*

A célkitűzés alapvetően annak a megállapítása, hogy milyen összefüggés, kapcsolat kereshető (valószínűsíthető) természetes településű ásványi nyersanyagok halmazak kőzetösszetevői laza, törmeléken, durva üledékek vonatkozásában folyóvízi hordalékok, különböző korú folyóvízi üledékek, jelentősebb ipari felhasználás szempontjából számításba jöhető idősebb (miocén) kőzetanyag tekintetében, valamint termékek esetében osztályozóból, kirakodóból stb. vett kőzetanyag és halmazfizikai paraméterei között.

*A geofizikai paraméterek és a nyersanyag minősége közötti összefüggések vizsgálata*

(Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet)

A téma keretében első lépésként az 1977. évben a hejőcsabai mészkő, illetve agyagkutatósi területről származó és a kész kutatási zárójelentésekben rendelkezésre álló 34 db mészkő- és 56 db agyagfúrás radioaktív, ill. elektromos ellenállás szelvénye kerül összevetésre és statisztikai értékelésre a 158 db, illetve 243 db technológiai vizsgálati eredménnyel.

Második lépésként, az 1978. évben a váci mészkő-, illetve agyagkutatósi területről származó és a kész kutatási zárójelentésekben rendelkezésre álló 34 db mészkő-, és 56 agyagfúrás



radioaktív, illetve elektromos ellenállás szelvénye kerül összevetésre és statisztikai értékelésre a 197 db, illetve 88 db technológiai vizsgálati eredménnyel.

*„Finom diszperz vasásványok és vasas kőzetek vizsgálata és felhasználási lehetőségeinek felderítése” témacsoportból a „Magyarországi glaukonitok vizsgálata” c. résztema*

(ELTE Ásványtani Tanszék)

1977. évben elvégzik a földtanilag további kutatásra érdemes glaukonit-lelőhelyek típusanyagának elektronmikroszkópos, röntgendiffrakciós, DTA, DTG és közetoptikai vizsgálatát.

Szükség szerint elektrondiffrakciós értékeléseket is végeznek. Terepi bejárások alapján 5-5 kg glaukonitanyagot gyűjtenek technológiai vizsgálatok céljaira.

Újabb adatokkal kiegészítik az 1976-ban készült lelőhelytérképet, s a vizsgálatokról összefoglaló értékelést készítenek.

*A hazai pumicitek vizsgálata és értékelése felületmegmunkáló anyagként II. c. téma. A kerámiai kötéssel viszonylag kis hőmérsékleten előállítható új és olcsó mesterséges kövek kutatása, valamint ásványok és kőzetek oldhatósága és kőzetcementáció vizsgálatok című kutatási témák folytatása*

(Budapesti Műszaki Egyetem Kémiai Technológiai Tanszék)

Cementált kőzetek kötőanyagának és kötőmódjának kutatása és nagyszilárdságú, magas és mélyépítési célokra alkalmas építőkövek, valamint burkolóanyagok előállítása a Magyarországi területén, a felszínen nagy tömegben előforduló finom törmelékes kőzetekből, valamint ásványok és kőzetek oldhatóságának vizsgálata az egyes komponensek dúsítása, ill. eltávolítása céljából, végül pedig a hazai pumicitek vizsgálata és értékelése felületmegmunkáló anyagként szerepelnek a téma célkitűzéseiben.

*Mesterséges szilikátbázisú szálasanyagok előállítása hazai nyersanyagbázison (ásványgyapot, üvegyapot, különleges szálasanyagok)*

(Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet)

Az intézet folytatja az 1976. évben megkezdett laboratóriumi kutatásokat. A témán belül nagyobb mennyiségű olvasztást végez, az alábbi anyagokkal: szegi pumicit, olaszliszakai riolit, tolcsvai üvegtufa. Ezekhez az anyagokhoz vasmentes dolomit és mészkölszt kerül felhasználásra. Kutató megkísérli, hogy ezekből az anyagokból laboratóriumi körülmények között értékelhető mennyiségű gyapotot készítsen.

F. évi kísérleteknél a szál alapanyag olvasztásához fonolit kőzetek felhasználására is sor kerül. Egyúttal bórsav tartalmú kőzetek alapanyagként való vizsgálatát is megkezdi a kutató. Ki-

rályhegyi kaolinra (14—16 %  $Al_2O_3$ -tartalommal) végez olvasztási és esetleg szálhúzási kísérleteket.

A megrendelő rendelkezésére bocsát olyan kőzetösszetételt, amely megközelíti a múlt évi kísérleti összetételeket. Ezekből végzi kutató az alapanyag minősítési kísérleteket és alkalmasságuk esetén a gyapotgyártási kísérleteket is.

*Alumíniumhordozóként szóba jöhető hazai ásványi anyagok klórmetallurgiai feldolgozásának vizsgálata*

(Tatabányai Szénbányák)

1977-es kutatások célkitűzései a következők: klórmetallurgiai és pirogén úton történő alumínium előállítási eljárások céljaira vizsgált nyersanyagok fizikai, mechanikai és kémiai előkészítése.

Az 1976-ban végzett iránykereső kísérletek alapján kiválasztott eljárások reprodukálható laboratóriumi technológiájának kidolgozása.

Gyenge minőségű égőpala direkt klórmetallurgiai feldolgozásának vizsgálata, folyamatos laboratóriumi technológia kidolgozása céljából.

Klórozásra előkészített fizikailag és vagy kémiailag aktivált anyagok fluid-rendszerű berendezésben történő klórozási technológiájának kidolgozása.

Al-ban kellően dús hamutartalmú szenek gázozítására vonatkozó alapkísérletek elvégzése és a gázozítási maradékok hasznosítása.

A gyenge minőségű ásványi nyersanyagok feldolgozására kidolgozott tatabányai eljárások nyersanyagbázisának kiszélesítése céljából szükséges kísérletek elvégzése.

*Szintetikus kaolinok előállítása azonos anyagokból képződött plasztikus, vázképző és olvasztóanyagok felhasználásával*

(Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet)

A Tokaji-hegységben nagy mennyiségben előforduló, agyagásványtartalmú, de természetes állapotban a finomkerámiaipar igényeinek nem, vagy csak kis mértékben megfelelő minőségű kőzetfajtákkal végzendők kísérletek abból a célból, hogy alkalmasak legyenek keverékek formájában kerámiaipari nyersanyagoknak.

*Az anyagok és zeolitok szerepe a talaj termékenységében és felhasználásuk perspektivikus lehetőségei a talaj termelékenységének megőrzésében és fokozásában. A Magyarországon található zeolitok mezőgazdasági felhasználási lehetőségeinek felderítése.*

(MTA Talajtani Agrokémiai Kutató Intézet)

A Magyarországon nagy tömegben található klinoptilolit és mordenit mezőgazdasági felhasználási lehetőségeinek megismerése.



A talajtani kutatásban az utóbbi években egyre több tapasztalat utal arra, hogy a talajok zeolit-tartalma összefüggéseket mutat a talajok olyan fizikai, kémiai és fiziko-kémiai sajátságaival, amelyek termékenységüket befolyásolják. Ennek megfelelően a talajtanban a zeolitokkal — néhány évtizednyi szünet után — ismét egyre nagyobb mértékben foglalkoznak.

Ma még aránylag keveset tudunk a talajainkban előforduló zeolitok mennyiségéről és minőségéről, ezért — abból a célból, hogy az előzőekben vázolt összefüggéseket feltárjuk — elsősorban ezt a kérdést kell tisztáznunk. Erre irányulnak 1977. évi kutatásaink.

*Agyagos, valamint zeolitos tufák vizsgálata és értékelése építési kerámiák ásványi nyersanyagaként*

(Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet)

Az ásványi nyersanyagok fontos szerepet töltenek be az építőanyagipar, közelebbről a kerámiai építőanyagok fejlesztésében. A kerámiaipar nagyarányú fejlesztése szükségessé tette az ásványi nyersanyagbázis szélesítését is. Ehhez igazodva, intenzívebbé vált a földtani kutatás.

A kerámiai termékek előállítására alkalmas ásványi anyagok legfontosabb lelőhelye a Zempléni hegység, melynek területén különösen nagy mennyiségű riolitzármazékú agyagásványos, zeolitos riolittufák és vulkáni üvegek (pumicit) fordulnak elő. Ezek további felhasználási lehetőségeit hivatott vizsgálni az intézet e téma keretében.

*Finomdiszperz kőzetek üledékföldtani modellezése és RP-típusú bentonitos kaolin kolloid-módszerrel történő előkészítése*

(JATE Kolloidkémiai Tanszék)

A téma keretében tervezik a különböző agyagásványok, illetve agyagásvány-keverékek ülepedési és üledékszerkezet-képzési viszonyainak vizsgálatát, a természetes agyagokban levő különböző komponensek arányának meghatározását, a diszpergáltság mértékének változásában, az ülepedési milliő változásában, valamint az áramlás és ülepedés vízszintes és függőleges irányú komponenseinek változásával az üledékföldtani sajátosságok vizsgálatát.

Továbbá vizsgálandó és meghatározandó az RP-típusú bentonitos kaolin komplex feldolgozásának lehetősége és módja. A régebbi kutatások kiegészítendőek a különböző frakciók leválasztásának, illetve kölcsönös koagulálásának vizsgálatával. Egyik alternatívaként megvizsgálandó, hogy a bombolyi típusú természetes vagy dúsított kaolinnal kicsapható-e és milyen mértékben a híg bentonitsuszpenzióból a montmorillonit. A Központi Földtani Hivatalban történt megbeszélésünk értelmében ily módon meg kell kísérelni ilyen bentonitos kaolin előállítását,

melynek montmorillonit-tartalma 5, 10 és 15%. Ezen anyagokból 5-5 kg adandó át a megbízónak a felhasználás technológiai vizsgálatok és minősítés elvégzése céljából.

*Hazai szilikátok redukciós viszonyainak, valamint a szilikátokban levő alkáliák termikus leválasztási lehetőségeinek vizsgálata*

(Vasipari Kutató Intézet)

A hazai szilikátok redukciós viszonyainak, valamint a szilikátokban levő alkáliák termikus leválasztási lehetőségeinek vizsgálata a szilikátokban levő alkáliák eltávolítása céljából laboratóriumi méretekben képezi a téma fő célkitűzését.

A hazai szilikátok redukciós vizsgálatával, konkrétan a tatabányai szénpalában levő szilikát meddőnek a szénpalában levő fix C-nal történő redukciójával hazánkban először a Tatabányai Szénbányák Vállalat foglalkozott. A laboratóriumi kísérletek után 1972-ben Zagyvarónán 7, 5 MVA névleges teljesítményű háromfázisú ívfényes kemencében üzemi kísérleteket végeznek. Az üzemi kísérletek során kapott fajlagosok oly magasak voltak, s a gyártás közben olyan problémák álltak elő, hogy végül is a gyártást ennek alapján nem lehetett megindítani. Ezután a Tatabányai Szénbányák Vállalat kísérleti üzemében több éven folyt kísérleti gyártás 1200 KVA névleges teljesítményű háromfázisú ívfényes kemencében, ahol a Zagyvarónán előállított palaötvözettől gyengébb minőségű ötvözetet sikerült csak előállítani, az ötvözetminőségre vonatkozó igen magas fajlagos villamosenergiára és anyagfelhasználás mellett. A szénpalát egyik helyen sem készítették elő a redukcióhoz. Irodalmi közleményekből, de személyes tapasztalatsere és a hazai kísérletek alapján is meggyőződünk arról, hogy a gyenge minőségű szénből, szénpalából a FeSiAl-ötvözet (palaötvözet) előkészítés és megfelelő kemencetípus alkalmazása nélkül megfelelő eredménnyel (gazdaságosan) nem állítható elő, viszont megfelelő kemencetípus és betételőkészítés esetén az előállítás gazdaságos megvalósítására lehetőség van. A jelen kutatás célja azon módzatok kimunkálása, amellyel a hazai szénpalából, elsőként a tatabányai szénpalából

- acélok dezoxidálására,
- feljavítással acélok zárványtalanítására,
- ferroötvözetek előállítására metallotermikus úton, légköri nyomáson,
- metallotermikus úton, vákuumban, alkáli és alkáli földfémek előállítására,
- metallotermikus úton, vákuumban, szilikátok alkália-mentesítésére,
- fémek ötvözésére

is alkalmas palaötvözet-típusok gazdaságosan előállíthatók.

Ebből a célból a szénpaláknál a kísérletek elsősorban a fajlagos villamosenergia- és anyagfelhasználás csökkentésére irányulnak. A hazai szilikátok alkália-mentesítése teljesen új, most először felmerülő probléma, ezért itt a cél azon



módozatok megkeresése és kimunkálása, amelylyel a hazai szilikátok alkália-mentesítése elvégezhető.

*Mechanikai aktiválással (égetés nélkül) klinker típusú kötőanyagok előállítás*

(BME Építőanyag Tanszék)

*Hazai alunit nyersanyagból előállított egykristály műkorund képződés-feltételeinek, a gyártástechnológia oldhatatlan maradékának kivizsgálása és a műkorund-termékek teljes alkati és kristály fizikai feldolgozása*

(Eötvös Loránd Tudományegyetem Ásványtani Tanszék)

Az 1976. évben indult kísérletek és kutatás folytatása.

*„Hasznosítható ásványi anyagok kiaknázását és feldolgozását alapvetően befolyásoló ásványkőzettani sajátosságok és műszaki eljárások komplex vizsgálata” című célprogram (KFH-3), „Karbonátos ércek és kőzetek feldolgozása hidrometallurgiai eljárások segítségével” című témacsoport*

(Bányászati Kutató Intézet)

A kohászat, vegyipar és tűzállóanyagipar jelentős potenciális bázisát képezik hazánkban a karbonátos ércek és kőzetek, pl. az úrkúti karbonátos mangánérc, az országban számos helyen előforduló dolomit, valamint egyéb olyan ásványaink, melyek karbonátokkal szennyezettek (diatomaföld, rudabányai barit, meszes bauxit, nagy kaolintartalmú meszes agyagok stb.). E nyersanyagok érdemi hasznosítását a megfelelő (hidrometallurgiai) feldolgozási technológia hiánya akadályozta. Ezért az ilyen irányú kutatás folytatása rendkívül időszerű.

*„Hasznosítható ásványi anyagok kiaknázását és feldolgozását alapvetően befolyásoló ásványkőzettani sajátosságok és műszaki eljárások komplex vizsgálata” c. célprogram, „Hazai alunitok redukív pörkölésen alapuló feldolgozásához legmegfelelőbb technológia kialakítása”*

(Bányászati Kutató Intézet)

A hazai finomkerámiaipar, valamint a tűzállóanyagipar értékes potenciális nyersanyagát képezi a Tokaj-hegység területén levő alunitos nyersérc-előfordulás. E nyersanyagból eddigi laboratóriumi, ill. más célú félüzemi, üzemi be rendezésekben lefolytatott nagyobb léptékű kísérletek szerint a hazai finomkerámiai, valamint tűzállóanyagipari nyersanyagok javítására, ill. nagyértékű import  $Al_2O_3$ -hordozók pótlására alkalmas timföld-koncentrátum és csiszolóanyag nyerhető. Az év folyamán e célból folynak tovább a kísérletek.

*Szilikátelelmzések*

(Bányászati Kutató Intézet)

Az év folyamán „ad hoc” szükséges kutató-sokhoz a KFH részéről rendelkezésre bocsátott mintákat megvizsgálják a kért alkotókra. Ezenkívül nyersanyagvizsgálati feladatok megoldásához szükséges kisebb analitikai metodikai kutatások végzése is folyik e téma keretében.

*Irodalomfigyelés*

(NME Központi Könyvtár)

A METADEX nevű szakirodalmi adattár 1977. évi, összesen 12 havi mágnesszalagjának felhasználásával számítógépi irodalomfigyelés végzése a világon megjelenő, ritkafémekkel kapcsolatos munkákról.

*Hazai vulkáni üvegek gáztartalmának és szerkezeti sajátosságainak vizsgálata*

(ELTE Szeretlen és Analitikai Kémiai Tanszék)

A KFH-3. sz. tárcaszintű célprogram keretében a hazai vulkáni üvegtípusok szerkezeti sajátosságainak megismerése és ennek alapján mind szélesebb körű felhasználási lehetőségeik felderítése képezi a téma megvalósítását.

*Magyarországi (rátkai) klinoptilolitos és bodrogeresztúri (Csajkabánya) mordenites zeolitos kőzetek finom-szorpciós vizsgálata*

(ELTE Kőzetan-Geokémiai Tanszék)

*A KFH-2. „Ritkafémkutatás” célprogram keretében 1978-ra tervezett kutatási témák*

*I. Témacsatlád:*

Ritkafémkataszter kiegészítése és továbbfejlesztése. Dunántúli-középhegység paleozoos-mezozoos területeinek kutatása.

(Magyar Állami Földtani Intézet)

*II. Témacsatlád:*

Ritkafém geológiai kutatás és ritkaföldfém-előállítás.

1. Bauxitok ritkaföldfém kataszterének előkészítése.

(Mecseki Ércbányászati Vállalat, Alumíniumipari Tervező és Kutató Intézet—Fémipari Kutató Intézet)

2. Ritkaföldfém-koncentrátumok beszerzése, a feldolgozási és szétválasztási technológiák finomítása és kísérleti alapanyag előállítása a felhasználók részére.

(Mecseki Ércbányászati Vállalat)



### III. Témacsalád:

Bányászati termékek ritkafém-tartalma és ki-nyerése.

1. Ritkaföldfémek tömegspektrométeres meg-határozása bauxitokban.

(Bányászati Kutató Intézet)

### IV. Témacsalád:

Tisztafémek és nagyolvadáspontú fémek, vizs-gálati módszerek.

1. Tisztafémek előállítása.

(Alumíniumipari Tervező és Kutató Intézet—Fémipari Kutató Intézet, Központi Fizikai Ku-tató Intézet, Budapesti Műszaki Egyetem, Ma-gyar Tudományos Akadémia Atommagkutató Intézete, Bányászati Kutató Intézet).

2. Ritkafémek alkalmazásának elterjesztése és koordinációs tevékenység.

(Alumíniumipari Tervező és Kutató Intézet—Fémipari Kutató Intézet).

3. Vanádium-vegyületek előállítására szolgáló kísérleti üzem berendezésének kidolgozása.

### V. Témacsalád:

Ritkafém-előállítás, vas- és acélkohászati ada-lék, gépipari alkalmazás.

1. Gallium-alapú forrasz rendszerek kidolgo-zása.

(Nehézipari Műszaki Egyetem Fizikai-Kémiai Tanszék)

2. Magnezit alapú tűzállóanyagok minőségé-nek javítása ritkafémoxid adagolással.

(Nehézipari Műszaki Egyetem Tüzeléstan Tan-szék).

3. Ritkafém irodalomkutatás, Metadex számí-tógépes program alkalmazásával.

(Nehézipari Műszaki Egyetem Központi Könyvtár)

4. Szilárd állapotban megvalósított elektro-ranszporthatás jelenségének és a fémek nagymértékű tisztítására való felhasználhatóságának elemzése.

(Nehézipari Műszaki Egyetem Fémkohászati Tanszék)

5. Lemezes és gömbgrafitos öntöttvasak minő-ségének javítása Mg-tartalmú ritkaföldfém ötvö-zet felhasználásával.

(Nehézipari Műszaki Egyetem Öntészeti Tan-szék)

### VII. Témacsalád:

Üvegszintelenítés és -színezés.

Az előző évek laboratóriumi kísérletei alapján félüzemi olvasztási kísérletek és műszeres vizs-gálatok.

(Üvegipari Művek)

### XI. Témacsalád:

Permanens mágnesek ritkafém anyagai.

(Vasipari Kutató Intézet)

### XV. Témacsalád:

A félvezetős hűtéstechnika ritkafém anyagai. Vákuumkapcsolók érintkező anyagainak kifej-lesztése ritkafémek ötvözésével.

(Vasipari Kutató Intézet)

Cirkonsó bőripari felhasználása.

(Bőripari Kutató Intézet)

V. oszlop elemeinek szervetlen kémiája.

(Magyar Tudományos Akadémia Szerveetlen Kémiai Kutató Laboratórium)

Ritkafém adatok számítógépes feldolgozása.

(Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés)

Természetes rádióaktív elemek koncentráció-jának és az ólom izotópjainak meghatározása alapján a hazai bauxitok genetikai vizsgálata.

(Magyar Tudományos Akadémia Geokémiai Kutató Intézete)

*KFH-3. sz. célprogram kutatási témái 1978. évben*

Finomdiszperz kőzetek üledékföldtani model-lezése és kolloid szedimentációs vizsgálatok.

(JATE Kolloidkémiai Tanszék)

Finomdiszperz kőzetek mikroszerkezetének vizsgálata elektronmikroszkóppal.

(ELTE Ásványtani Tanszék)

Tőzeg-lápföld kertészeti célú hasznosítása.

(Építésügyi Minőségellenőrző Intézet)

Karbonátos ércek és kőzetek feldolgozása hid-rometallurgiai eljárásokkal.

(Bányászati Kutató Intézet)

Finomdiszperz vasásványok és vasas kőzetek komplex vizsgálata és felhasználási lehetősé-geinek felderítése.

(ELTE Ásványtani Tanszék)

Pernyebázisú timföld és cementgyártás.

(Tatabányai Szénbányák)

Alumínium-pumicit kompozit előállítása.

(Fémipari Kutató Intézet)

Vörösayagok kutatása.

(BME Ásvány- és Földtani Tanszék)

Agyagos, zeolitos tufák kutatása.

(Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet)

Szintetikus kaolinok előállítása a tokaj-hegy-ségi agyagokból.

(Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet)

Üvegipari célokra alkalmas új hazai kőzetek kutatása és minősítése.

(Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet)

Vitrokerámiák előállítására alkalmas hazai kőzetek kutatása.

(Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet)

Ásványi nyersanyagszerkezetek vizsgálata és ennek hatása az üveg minőségére.

(VVE Szilikát Kémiai Tanszék)



Vulkáni üvegek gáztartalmának vizsgálata, különös tekintettel az üveg szilárdságára.

(ELTE Ásványtani Tanszék)

Dezoxidáló szerek előállítása hazai kőzetekből.

(Vasipari Kutató Intézet)

Új öntödei segédanyagok kutatása hazai kőzetbázison.

(Vasipari Kutató Intézet)

Magyarországon található új agyagásványok és agyagféleségek felderítése.

(VVE Ásványtani Tanszék)

Hazai alunitok redukív pörkölésén alapuló feldolgozáshoz legmegfelelőbb technológia kialakítása.

(Bányászati Kutató Intézet)

Szilikátszálak előállítása hazai kőzetbázison.

(Szilikátipari Központi Kutató és Tervező

Intézet)

Pálházai nem műrevaló perlitok dehidratációs vizsgálata; vízoptimalással a minőségjavítási lehetőségek felderítése. Új perlitananyagok vizsgálata és minősítése.

(Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet)

Piróklasztikumokhoz kötött zeolitok felhasználása mezőgazdasági célokra.

(MTA Talajtani Kutató Intézet)

Petrurgiai (ömlesztett és újra kristályosított) anyagok kutatása.

(ELTE Ásvány-Geokémiai Tanszék)

Pumicit-alapon hidraulikus kötőanyag előállítása égetés nélkül.

(BME Építőanyag Tanszék)

Anhidritből gipsz előállítása.

(BME Építőanyag Tanszék)

Víz és folyadékok tisztítására felhasználható ásványok és kőzetek kutatása.

(ELTE Ásvány- és Geokémiai Tanszék)

Pázmándi pirofillit genetikai vizsgálata.

(Országos Földtani Kutató és Fűró Vállalat)

Ásványok és kőzetek oldhatóságának, valamint kőzetcementáció vizsgálata.

(BME Kémiai Technológiai Tanszék, Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet)

Diffúziós jelenségek tanulmányozása, különös tekintettel az ásványi nyersanyagok minőségi tulajdonságainak megváltoztatására.

(BME Kémiai Technológiai Tanszék)

Alkalmi laboratóriumi vizsgálatok.

(Bányászati Kutató Intézet, Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet)

Az újonnan felkutatott hazai ásványi nyersanyagok további labor- és üzemi kísérleteihez anyagszolgáltatás.

(Bányászati Kutató Intézet)



# Az SI nemzetközi mértékegységrendszer alkalmazása a geológiai gyakorlatban

## Bevezetés

A műszaki fejlődés rohamos üteme a mértékegységek vonatkozásában is egységességet, szabatoságot igényel. Népgazdaságunk nemzetközi kapcsolatai, így elsősorban a KGST-n belül kialakult és mind sokrétűbb együttműködés szükségessé teszik a mértékegységek egységesítését. A Minisztertanács ennek érdekében adta ki 8/1976. (IV. 27.) számú rendeletét, amelyben törvényes mértékegységként a nemzetközi mértékegységrendszer által meghatározott, ún. SI-egységek használatát írja elő. A SI-mértékegységek, valamint a bevezetésükkel kapcsolatos teendők képezik közleményünk tárgyát.

### A nemzetközi mértékegységrendszer bevezetésének szükségessége

A világ országainak nagy része használja már azt a metrikus mértékrendszert, amelyet 1790-ben Franciaországban hoztak létre, és amelynek fokozatos elterjedésére a XIX. században került sor. Az utolsó, nem metrikus egységrendszert használó angolszász országok átállása napjainkban folyik. A metrikus rendszer egységes használata megteremtette ugyan az egységes mérés lehetőségét, de gyakorlatból is ismerjük, hogy a metrikus mértékrendszeren belül tudományáganként számos egységrendszer terjedt el. Így pl. a fizikában a CGS, a mechanikai mennyiségek mérésére az MKS és a műszaki egységrendszer használatos, illetve az egyes tudományágakban ezeket kiegészítették a megfelelő egységekkel (pl. MKSA-egységrendszer).

A legtöbb eltérést az erő, illetve a belőle lezármaztatható egységek értelmezésénél tapasztalhatjuk, bár alapegysenletük a mechanika közismert *Newton-törvénye*:

$$F = m \cdot a,$$

vagyis az  $F$  erő egyenlő az  $m$  tömeg és az  $a$  gyorsulás szorzatával.

A CGS-egységrendszerben a megfelelő egységegysenlet:

$$1 \text{ dyn} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm} \cdot \text{s}^{-2} = 1 \text{ g} \cdot 1 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-2}.$$

A kilogrammot alapegységként alkalmazó MKS-egységrendszer ezt a következőképpen írta fel:

$$1 \text{ kp} = 9,81 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2} = 1 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}.$$

A példák alapján látszik, hogy nem egységes a szemlélet; ez pedig sem metrológiai, sem mű-

szaki szempontból nem célszerű. Ezeket a nem koherens mértékegységeket műszakilag nehéz független etalonokkal előállítani; a mértékegységek előállításának pontossága lényegesen el fog térni egymástól, a fizikai egyenletek pedig sok különböző pontosságú kiegészítő tényezőt fognak tartalmazni.

A gyakorlati követelmények alapján a kiválasztott mértékegységrendszernek a következőket kell teljesítenie:

- mindenütt legyen ismert, vagyis bárhol és bárki végezze el a méréseket, az eredményeket mindig ugyanolyan mértékegységben kell megkapnia;
- a lehető legkisebb legyen azoknak az önkényesen kiválasztott mértékegységeknek a száma, amelyek segítségével az összes többi kifejezhető. Ennek a követelménynek megfelelően a különböző mennyiségeket összekapcsoló egyenletekben az arányossági tényezők eggyel legyenek egyenlők, vagyis a mértékrendszernek koherensnek kell lennie;
- az alapegységek mérőszáma ésszerű legyen, hogy ne csupán ezen alapegységek, hanem a belőlük lezármazott mértékegységek mérőszáma is megfelelően a gyakorlati használat céljainak.

### Az SI nemzetközi mértékegységrendszer

Az SI nemzetközi mértékegységrendszer elnevezése a *Le Système International d'Unités* kifejezésből származó rövidítés; kiejtése es-i.

Az SI a mérés nemzetközi nyelve, amelyben a jelek és azok jelentése minden nemzet részére azonosak. A Nemzetközi Súly- és Mértékügyi Bizottság ajánlásának megfelelően 1960-ban fogadta el a XI. Általános Súly- és Mértékügyi Értekezlet (11. CGPM), mint a méterrendszer egy tökéletesített változatát, amely alkalmas a tudomány, a technika és a mindennapi élet területén való egységes használatra.

Az SI alapjaiban nem új egységrendszer, azt a metrikus egységrendszerből alakították ki úgy, hogy a 7 alapegység koherens rendszert alkot. Az alapegységek segítségével számos származtatott egységet lehet meghatározni, amelyeknek több esetben önálló nevük és jelük is van. Az SI előnyeit az alábbiakban foglalhatjuk össze.

1. Az SI mértékegységrendszerben minden fizikai mennyiségnek egy, és csak egy egysége van; pl. a hosszúságé a méter, a tömegé a kilogramm, az erőé a newton stb.

Az alapegységekből minden más mennyiséget meghatározható a mennyiséget defináló egy-



szerű fizikai egyenletek segítségével. Ilyenek pl.:

$$v = \frac{ds}{dt} \quad \text{sebesség, egysége m/s;}$$

$$a = \frac{dv}{dt} \quad \text{gyorsulás, egysége m/s}^2;$$

$$F = m \cdot a \quad \text{erő, egysége kg} \cdot \text{m/s}^2 = \text{N};$$

$$W = F \cdot s \quad \text{munka vagy energia, egysége kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2 = \text{N} \cdot \text{m} = \text{J}.$$

Ezeknek az egységeknek egy része a képzett nevet tartja meg, pl. a sebességé a m/s, míg mások önálló nevet és jelet vesznek fel, pl. az erőé newton (N), a munkáé a joule (J) stb. Az erő, az energia, a munka és a teljesítmény egységei, függetlenül attól, hogy a mérni kívánt folyamat mechanikai, elektromos, kémiai vagy nukleáris természetű, azonos alakúak.

Pl. az 1 méter távolságon ható 1 newton erő 1 joule hőtermelt, ami megegyezik azzal a hőmennyiséggel, amelyet 1 watt elektromos teljesítmény hoz létre 1 másodperc alatt.

2. Összefüggésben az előző pontban említettekkel előny az is, hogy az egyes mennyiségeket meghatározó egységeknek jól definiált és önálló jelük van. Így megszűnnek azok a jelenleg még fennálló hiányosságok, hogy egy jelnek több jelentése is lehet.

3. A származtatott egységek az alapegységek-ből szorzással és osztással hozhatók létre, ezek többszörösei és törtrészei pedig egyszerűen egy prefixum alkalmazásával fejezhetők ki. Ezek a prefixumok egységes kiejtésűek és írásmódúak, és  $10^{18}$ -tól (exa)  $10^{-18}$ -ig (atto) terjednek.

4. Az SI legnagyobb előnye a koherencia, vagyis az, hogy fizikai mennyiséget kifejező egyenlet alapján leszámaztatott mértékegység-egyenlet ugyanolyan alakú, mint a fizikai mennyiség egyenlete, tehát az egységegyenlet nem tartalmaz számszerű tényezőt.

Például a koherens rendszerben a területegységet úgy számítjuk ki, hogy a hosszúságegységet szorozzuk a hosszúságegységgel:

$$1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} = 1 \text{ m}^2;$$

az erőegységet úgy kapjuk, hogy a tömegegységet szorozzuk az egységnyi gyorsulással:

$$1 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/s}^2 = 1 \text{ N};$$

a munka egységét úgy kapjuk, hogy az erőegységet szorozzuk a hosszúság egységével:

$$1 \text{ N} \cdot 1 \text{ m} = 1 \text{ J};$$

a teljesítmény egységét pedig a munka egységét az idő egységével elosztva kaphatjuk meg:

$$\frac{1 \text{ J}}{1 \text{ s}} = 1 \text{ W}.$$

A régi erőegység, a kilopond nem koherens, mert nem a gyorsulás egységével, hanem a nehézségi gyorsulással kellett szorozni a tömeget:

$$1 \text{ kp} = 1 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2;$$

de ugyanígy nem koherens egység a lóerő sem, hiszen

$$1 \text{ LE} = 75 \text{ mkp/s}.$$

### Az SI felépítése

A nemzetközi mértékegység-rendszer mértékegységei:

- alapegységek,
  - a kiegészítő egységek,
  - a származtatott egységek,
- a) A nemzetközi mértékegység-rendszer alapegységei:

- a méter, a hosszúság mértékegysége;
- a kilogramm, a tömeg mértékegysége;
- a másodperc, az idő mértékegysége;
- az amper, az elektromos áramerősség mértékegysége;
- a kelvin, a termodinamikai hőmérséklet mértékegysége;
- a mól, az anyagmennyiség mértékegysége;
- a kandela, a fényerősség mértékegysége.

- b) A nemzetközi mértékegység-rendszer kiegészítő egységei:

- a radián, síkszög mértékegysége;

1. táblázat

SI-alapegységek jele és dimenziója

Mennyiség	Az SI-egységek		
	neve	jele	dimenziójának jele
Hosszúság	méter	m	L
Tömeg	kilogramm	kg	M
Idő	másodperc	s	T
Elektromos áramerősség	amper	A	I
Termodinamikai hőmérséklet	kelvin	K	Θ
Anyagmennyiség	mól	mol	N
Fényerősség	kandela	cd	J

Kiegészítő egységek

Síkszög	radián	rd	*
Térszög	szteradián	sr	*

\* Dimenzió nélküli

- a szteradián, a térszög mértékegysége.

Az alap- és kiegészítő egységeket és azok betűjeleit az 1. táblázatban soroljuk fel.

- c) A nemzetközi mértékegységrendszer származtatott egységei:

az alap- és kiegészítő egységek hatványainak szorzatai vagy hányadosai.

A származtatott egységek képzése, mint már említettük, a fizikai egységegyenletek alapján szorzással és osztással történik. Néhány ilyen származtatott egységet sorolunk fel a 2. táblázatban. Mint a táblázatból is kiderül, néhány



Mennyiség	Az SI-egység		
	neve	jele	származása
<b>Áteresztőképesség</b>	négyzetméter	—	m <sup>2</sup>
Elektromos ellenállás	ohm	Ω	V/A
Elektromos feszültség	volt	V	W/A
Elektromos kapacitás	farad	F	A · s/V = C/V
Elektromos térerősség	volt per méter	—	V/m
Elektromos töltés	coulomb	C	A · s
Elektromos vezetés	siemens	S	A/V
Elektromos erő	volt	V	W/A
Elnyelt sugárdózis	gray	Gy	J/kg
Energia	joule	J	N · m
Entrópia	joule per kelvin	—	J/K
Erő	newton	N	kg · m/s <sup>2</sup>
Fajlagos hő (fajhő)	joule per kilogrammkelvin	—	J/kg · K
Fényáram	lumen	lm	cd/sr
Frekvencia	hertz	Hz	1/s
Gyorsulás	méter per másodperc a négyzeten	—	m/s <sup>2</sup>
Hőmennyiség	joule	J	N · m
Induktivitás	henry	H	V · s/A = Wb/A
Mágneses fluxus	weber	Wb	V · s
Mágneses indukció	tesla	T	Wb/m <sup>2</sup>
Mágneses térerősség	amper per méter	—	A/m
Mechanikai feszültség	pascal	Pa	N/m <sup>2</sup>
Megvilágítás	lux	lx	lm/m <sup>2</sup>
Munka	joule	J	N · m
Nyomás	pascal	Pa	N/m <sup>2</sup>
Potenciálkülönbség	volt	V	W/A
Radioaktív sugárforrás aktivitása	becquerel	Bq	1/s
Sebesség	méter per másodperc	—	m/s
Sűrűség	kilogramm per köbméter	—	kg/m <sup>3</sup>
Szöggyorsulás	radián per másodperc a négyzeten	—	rad/s <sup>2</sup>
Szögsebesség	radián per másodperc	—	rad/s
Teljesítmény	watt	W	J/s
Terület	négyzetméter	—	m <sup>2</sup>
Térfogat	köbméter	—	m <sup>3</sup>
Viszkozitás (dinamikai)	pascalmásodperc	—	Pa · s
Viszkozitás (kinematikai)	négyzetméter per másodperc	—	m <sup>2</sup> /s

egységnek — általában a természettudomány nagy személyiségeiről elnevezett — külön neve is van. Külön fel kívánjuk hívni a figyelmet arra, hogy az ilyen mértékegységek nevei — bár azokat személynevből képezték — szöveg közben kisbetűvel írandók, míg a mértékegység jele ezeknél mindig nagybetű (pl. hertz, de Hz; joule, de J stb.). Az áttekintés megkönnyítésére az önálló nevű SI-egységek közötti összefüggések grafikus ábrázolását az 1. ábrán adjuk meg.

Koherens egységrendszerrel lévén szó, egységesíteni kellett a mértékegységek többszöröseit és törtrészeit kifejező, az egység neve elé illesztett prefixumok elnevezését is. Az SI-prefixumokat a 3. táblázatban ismertetjük.

A Minisztertanács idézett rendelete szerint a mértékegységek szorzata vagy hányadosa által alkotott származtatott mértékegységek többszöröseit és törtrészeit megfelelő SI-prefixumoknak a szorzatban, ill. hányadosban, egy vagy több mértékegység elé történő illesztésével kell képezni. Összetett (két vagy több egymáshoz illesztett prefixumokból álló) prefixumokat használni nem szabad. Példaként hozható fel erre a régebben használatos millimikron hosszegység elnevezése. A mikron olyan hosszúságegység, amelynek értéke  $10^{-6}$  m, vagyis SI-jele  $\mu\text{m}$ , ez előtt pedig már nem alkalmazható a milli prefixum. A millimikron helyett a helyes SI-elnevezés a nanométer (nm).

3. táblázat

SI-prefixumok elnevezése és jele

Szorzótényező	SI-prefixum	
	elnevezése	jele
1 000 000 000 000 000 000 = 10 <sup>18</sup>	exa	E
1 000 000 000 000 000 = 10 <sup>15</sup>	peta	P
1 000 000 000 000 = 10 <sup>12</sup>	tera	T
1 000 000 000 = 10 <sup>9</sup>	giga	G
1 000 000 = 10 <sup>6</sup>	mega	M
1 000 = 10 <sup>3</sup>	kilo	k
100 = 10 <sup>2</sup>	hekto	h
10 = 10 <sup>1</sup>	deka	da
0,1 = 10 <sup>-1</sup>	deci	d
0,01 = 10 <sup>-2</sup>	centi	c
0,001 = 10 <sup>-3</sup>	milli	m
0,000 001 = 10 <sup>-6</sup>	mikro	$\mu$
0,000 000 001 = 10 <sup>-9</sup>	nano	n
0,000 000 000 001 = 10 <sup>-12</sup>	piko	p
0,000 000 000 000 001 = 10 <sup>-15</sup>	femto	f
0,000 000 000 000 000 001 = 10 <sup>-18</sup>	atto	a

Mértékegységek többszöröseinek és törtrészeinek — prefixumjelből és mértékegységjelből álló — jele utáni hatványkitevő azt jelenti, hogy az adott többszöröst vagy törtrészt kell a megfelelő hatványra emelni.

$$\text{Pl. } 1 \text{ km}^2 = 1 (\text{km})^2 = (10^3 \text{ m})^2 = 10^6 \text{ m}^2;$$

$$10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} = (10^{-3} \text{ m})^2/\text{s} = 1 \text{ mm}^2/\text{s};$$

$$10^{-12} \text{ m}^2 = (10^{-6} \text{ m})^2 = 1 \mu\text{m}^2.$$

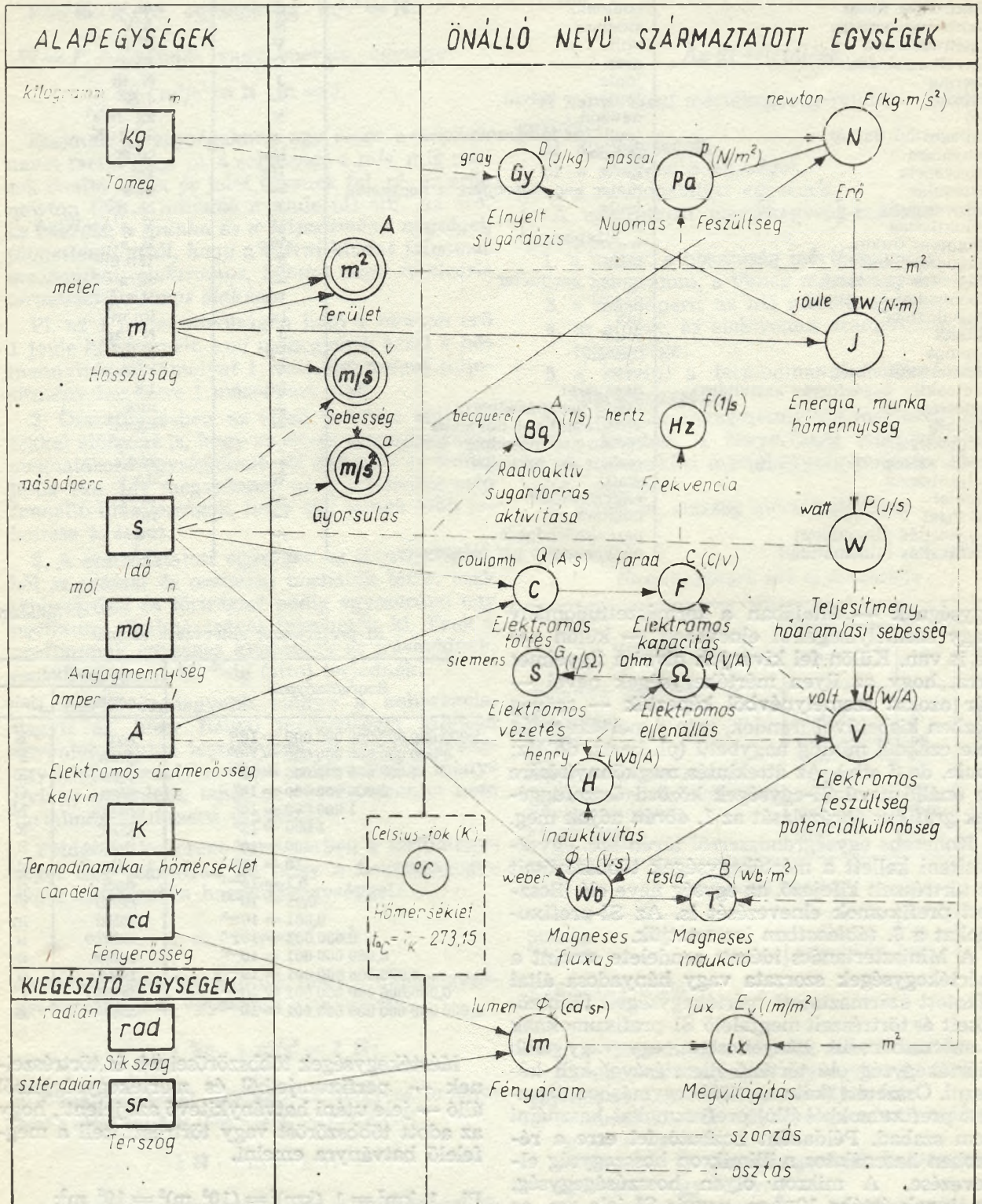


Látható a szabály alkalmazását bemutató példákon, hogy a prefixumok használatánál nagyon kell vigyázni. Ismételten kiemeljük, hogy nem szabad azt gondolkodás nélkül a megfelelő mértékegységjel elé illeszteni, hanem az egységegyenletből kapott dimenzióegyenlet alapján a prefixumokat is a megfelelő hatványra kell emelni!

Pl. az átteresztőképesség régebben alkalmazott mértékegysége a darcy, jele D, az SI mértékegység-rendszerbe a következőképpen számítható át:

$$1 D = 1 \mu\text{m}^2 = (10^{-6} \text{ m})^2 = 10^{-12} \text{ m}^2.$$

A gyakorlatban a darcy ezredrészét, a millidarcyt alkalmazzuk, vagyis



1. ábra  
Az önálló nevű SI-egységek közötti összefüggések grafikus ábrázolása  
Forrás: Us. Nat. Bur. Standards LC 1078 (1976. dec.)



$$1 \text{ mD} = 10^{-3} \mu\text{m}^2,$$

de ez nem írható  $1 \text{ nm}^2$ -nek, mert bár a mikro és a nano prefixumok között 1000 a váltószám, de az egységegyenlet alapján az  $1 \text{ nm}^2 = (10^{-9} \text{ m})^2 = 10^{-18} \text{ m}^2$ -t jelent, míg a megfelelő érték az  $1 \text{ mD} = 10^{-3} \text{ D} = 10^{-3} \cdot 10^{-12} \text{ m}^2 = 10^{-15} \text{ m}^2$  lenne.

Az esetleges hibákat minimálisra csökkenthetjük, ha a számítások során az alap- és származtatott egységek 10 hatványaiként kifejezett numerikus értékét használjuk fel, pl. 1 MJ helyett  $10^6 \text{ J}$ -al számolunk.

#### Az SI-rendszer írásmódjával kapcsolatos szabályok

1. A mértékegység és a prefixum nevét és jelét nyomtatásban álló (antikva) betűvel kell szedni. Pl. kilopascal, kPa.

2. A fizikai mennyiségek jelét mindig *dölt* (kurzív) betűkkel kell szedni: *m* — tömeg; *v* — sebesség.

3. A prefixumok neve mindig kisbetűvel írandó, jelük kisbetű, kivéve az első öt prefixumét (lásd a 3. táblázatban). A helyes betűhasználat fontosságát jelzik a következő példák:

g: gramm,	de G: giga,
k: kilo,	de K: kelvin,
n: nano,	de N: newton,
m: milli,	de M: mega stb.

4. A mértékegység és a prefixum jele után pontot tenni nem szabad, kivéve azt az esetet, ha a jel a mondat végén áll. Pl. „... a nyomás 10 kPa volt...”, de „... a részecske mérete 13 nm.”

5. A mértékegységek *jelét* általában kisbetűvel írjuk, de a *személyekről* elnevezett egységek *jelét* mindig nagybetűvel kell írni, míg a mértékegység *neve* mindig kisbetűvel írandó.

6. A számokat álló (antikva) betűtípussal kell szedni. Az öt- vagy ennél több jegyű egész számok írásában a számjegyeket a hátulról száított hármask csoportok szerint tagoljuk, és a csoportokat térközzel választjuk el egymástól. Pl. 1240; 12 400; 395 613; 2 435 217.

A számokban a tizedes törtek kezdetét vesszővel jelöljük, és az öt- vagy ennél több jegyű törteknek hármask csoportokba való osztását ettől kezdve számítjuk. Pl. 313,26; 1,363; 1,247 356 12.

Ha a szám első számjegye a tizedesvessző után van, a zérust mindig ki kell tenni a tizedesvessző elé. Pl.  $0,2573 \cdot 10^4$  (nem  $,2573 \cdot 10^4$ ).

7. A prefixumot a mértékegység nevével, illetve a prefixum jelét a mértékegység jelével egybe kell írni. Pl. milligramm, kPa stb.

8. Ha a mértékegység jele az előtte álló számra vonatkozik, a szám és a jel között szóközt kell írni, kivéve, ha a jel felső indexben jelenik meg, mint például a  $^\circ$ . Pl. 350 kPa, 150 mg,  $10^\circ \text{ N}$ , de  $30^\circ$ ,  $13^\circ \text{ C}$ .

9. Mértékegységek hányadosa által alkotott származtatott mértékegység *jelét* vagy a meg-

felelő negatív hatványkitevővel, vagy akár ferde, akár vízszintes törtvonallal lehet írni. Pl.  $\text{kg}/\text{m}^3$  vagy  $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ , vagy pedig  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ .

10. Mértékegységek *nevének* írásakor a hányados jelzésére csak a „per” szó alkalmazható, a vízszintes vagy ferde törtvonal használata nem megengedhető. A „per” szó előtt és után szóközt kell használni. Az egységnevekben a „per” szó csak egyszer használható. Pl. kilogramm per köbméter, nem pedig kilogramm/köbméter.

11. Mértékegységek *jelének* írásakor egynél több törtvonal nem használható. Pl.  $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$  vagy  $\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$ , és nem  $\text{W}/\text{m}/\text{K}$ .

12. A mértékegység *nevét*, ha abban szorzat található, egybe kell írni. Pl.  $\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$ : watt per méterkelvin.

13. A mértékegységek szorzata által alkotott származtatott mértékegység jelében előforduló szorzásjelet el is lehet hagyni, ha az félreértést nem okoz (Pl.  $\text{m} \cdot \text{N}$  helyett  $\text{mN}$  nem írható, mert az millinewtont is jelent, de  $\text{W} \cdot \text{h}$  helyett a  $\text{Wh}$  jel használható.)

14. A mértékegység *nevét* és *jelét* a mért mennyiségre utaló megkülönböztető jelzéssel ellátni nem szabad (pl. nem megengedett az eddig gyakran használt  $\text{Tom}^3$  vagy  $\text{Nm}^3$  jelölés, illetve a tartályolaj-köbméter vagy normálköbméter elnevezés használata).

15. A prefixumok használatával kapcsolatos szabályok:

— Amikor egy mennyiséget egy számmal és az egység *jelének* szorzatával fejezünk ki, a prefixumot úgy válasszuk ki, hogy a szám értéke 0,1 és 1000 között legyen. Pl. 135 MPa és nem 135 000 kPa.

— A prefixumok általában 1000-es lépésekben követik egymást, kivételek a hekto, deka, deci és centi prefixumok. Ezek csak a kilogramm és a liter mértékegységgel kapcsolatban használhatók, használatukat a megfelelő esetekben tárgyaljuk.

— Kettős vagy többszörös prefixumok nem alkalmazhatók. Pl. nm, és nem m $\mu$ m; Gg és nem Mkg.

— Kerüljük a kevert prefixumot tartalmazó mennyiségek használatát. Pl. 15,63 m és nem 15 m 630 mm. Összetartozó méretek esetén kerüljük a kevert prefixumot tartalmazó mértékegységek alkalmazását, kivéve azt az esetet, amikor a mértékkülönbségek különleges nagyok. Pl. „... a lap hossza 1250 mm, szélessége 35 mm”, és nem „... a lap hossza 1,25 m, szélessége 35 mm”. De: „... 1500 m hosszú, 2 mm átmérőjű huzal...” megengedett.

— Prefixumot általában ne alkalmazzunk az egység *jelében* *nevezőként* szereplő jelek előtt, kivéve a tömeg SI-alapegységét, a kilogrammot, mert az már eleve prefixumot tartalmaz. Pl.  $\text{V}/\text{m}$  vagy  $\text{mV}/\text{m}$ , és nem:  $\text{mV}/\text{mm}$ , de  $3 \text{ kJ}/\text{kg}$ , és nem  $3 \text{ J}/\text{g}$ ,  $5 \text{ kg}/\text{m}^3$ , és nem  $5 \text{ g}/\text{cm}^3$ .

— Amennyiben megfelelő nagyságrendű prefixumot nem találunk a szükséges mennyiség kifejezéséhez, használjuk a mennyiség



kifejezésére a 10 megfelelő hatványával kifejezett számokat. Pl.  $1 \text{ mD} = 10^{-3} \mu\text{m}^2$ .

— A prefixumok nevét soha ne használjuk az egység neve nélkül. Pl. kilogramm, és nem „kiló”.

16. A mól szóban hosszú ó betű használendő, míg az egység nevét — az SI szabályai szerint — rövid o-val kell írni (mol).

*A nemzetközi mértékegység-rendszer egységei*

### Alapegységek

#### Hosszúság

A hosszúság mértékegysége a méter, jele m. A méter olyan hosszúság, amely a 86-os tömegszámú kriptonatom  $2p_{10}$  és  $5d_5$  energiaszintjei közötti átmenetnek megfelelő sugárzás vákuumban mért hullámhosszának  $1\,650\,763,73$ -szorosával egyenlő. (Elfogadta a 11. CGPM, 1960.) A méterrel kapcsolatban a deci és centi prefixumok is használhatók.

A méter első meghatározását 1791-ben a metrikus mértékrendszer létrehozásakor fogadták el. Az akkori meghatározás szerint a méter a Párizson áthaladó délkör egynegyedének tízmilliomod részével egyenlő. 1799-ben a délkör egyik ívrészeinek lemérése alapján készítették el a méter etalonját. 1872-ben merült fel, hogy a délkör új, pontosabb mérései különböző értékű hosszúsági alapegységeket eredményezhetnek, ezért elvetették a „természetes” méteretalont, és a francia köztársasági levéltár által őrzött, ún. *levéltári* métert fogadták el hosszúsági alapegységnek. 1875-ben 33 db végvonalos méteretalont készítettek az akkor ismert legellenállóbb platina-iridium ötvözetből, amelyet a világ országaiba küldtek szét megőrzésre.

A XIX. század végén a fizika fejlődése olyan fokot ért el, hogy vissza lehetett térni a hosszúság mértékegységének természetes etalonjához, amelyet a méter és a fényhullámhossz közötti arányként kívántak meghatározni. 1960-ban születt meg végül is az a határozat, amelynek célja természetes és maradandó (elpusztíthatatlan) etalonként a méter már említett meghatározásának bevezetése volt.

#### Tömeg

A tömeg mértékegysége a kilogramm; jele kg. A kilogramm az 1889. évben Párizsban megtartott Első Általános Súly- és Mértékügyi Értekezlet által a tömeg nemzetközi etalonjának elfogadott, a Nemzetközi Súly- és Mértékügyi Hivatalban, Sèvres-ben őrzött platina-iridium henger tömege. (Elfogadta az 1. és 3. CGPM, 1889. és 1901.) A kilogramm mellett általánosan alkalmazható törtrésze a gramm, jele g;

$$1 \text{ g} = 0,001 \text{ kg} = 10^{-3} \text{ kg},$$

valamint az SI-prefixumoknak a gramm egysegnév elé történő illesztésével képzett többszörösök és törtrészek. A grammal kapcsolatban a deka és centi prefixumok is használhatók. A de-

kagramm SI szerinti jele a dag lenne, a minisztertanácsi rendelet azonban — a hazánkban közhasználatban meggyökeresedett gyakorlatot figyelembe véve — engedélyezte továbbra is a dkg jel használatát.

Az SI-n kívüli, de korlátozás nélkül használható tömegmértékegység a tonna; jele t;

$$1 \text{ t} = 1000 \text{ kg} = 10^3 \text{ kg} = 1 \text{ Mg}.$$

Csak 1980. jan. 1-ig használható tömegegység a mázsa (métermázsa), jele q;

$$1 \text{ q} = 100 \text{ kg} = 10^2 \text{ kg}.$$

A kilogramm az egyetlen SI-alapegység, amelynek prefixuma van. Ennek oka történelmi: a méter és a kilogramm volt az első etalon, amelyet létrehoztak, mint a méterrendszer alappilléreit, így az elnevezést már nem kívánták megváltoztatni. A prefixumokat a tömegnél az alapegység ezredrésze elé kell illeszteni, így tehát a prefixumok táblázatának használatakor óvatosan kell eljárni. Míg pl. a mm a hosszúság mértékegységének ezredrészét jelenti megállapodás szerint, a mg a tömeg mértékegységének milliomodrésze lesz!

#### Idő

Az idő mértékegysége a másodperc (szekundum); jele s. A másodperc az alapállapotú cézium-133 atom két hiperfinom energiaszintje közötti átmenetnek megfelelő sugárzás  $9\,192\,631\,770$  periódusának időtartama. (Elfogadta a 13. CGPM, 1967.)

Az SI-n kívüli, de korlátozás nélkül használható időmértékegységek:

- a perc; jele min,  $1 \text{ min} = 60 \text{ s}$ ;
- az óra; jele h,  $1 \text{ h} = 60 \text{ min} = 3600 \text{ s}$ ;
- a nap; jele d,  $1 \text{ d} = 24 \text{ h} = 1440 \text{ min} = 86\,400 \text{ s}$ ;

— a naptári időegységek: a hét, a hónap és az év. Ezekkel a mértékegységekkel kapcsolatban az SI-prefixumok nem használhatók.

Természetes időetalonként ősidők óta a Föld saját tengelye körüli forgásának idejét vették; a legutóbbi időkig pl. a másodpercet a közepes szoláris nap  $1/86\,400$ -ad részeként határozták meg. A hosszan tartó megfigyelések azonban azt mutatták, hogy a Föld forgásában rendszertelen, és előre nem jelezhető ingadozások lépnek fel, így a Föld forgási idejét nem lehet természetes időetalonnak tekinteni. Ezért választották a már említett megoldást, hogy az idő mértékegységét egy atom rezgésének segítségével határozták meg, amely állandó és nagy pontosságú időetalont eredményezett.

#### Elektromos áramerősség

Az elektromos áramerősség mértékegysége az amper; jele A. Az amper olyan állandó elektromos áram erőssége, amely két párhuzamos, egyenes, végtelen hosszúságú, elhanyagolhatóan kicsiny kör keresztmetszetű és vákuumban egymástól 1 méter távolságban levő vezetőben ára-



molva, a két vezető között méterenként  $2 \cdot 10^{-7}$  newton erőt hoz létre. (Elfogadta a 9. CGPM, 1948.)

Az amper mérőszámát, mivel az a gyakorlatban a villamos töltésmennyiségeken keresztül nem határozható meg, azok szerint a hatások vagy jelenségek alapján kell megállapítani, amelyeket az áram a környezetben idéz elő. Ezek közül az áramok kölcsönhatásáról szóló *Amper-törvényt* alapul véve ún. árammérleggel határozzák meg az elektromos áramerősséget. A modern magfizikai kutatások eredményeképpen a mágneses magrezonancia módszere is felhasználható lesz a villamos mértékegységek előállítására a proton giromágneses arányát véve kiindulási alapul.

#### Termodinamikai hőmérséklet

A termodinamikai hőmérséklet mértékegysége a kelvin; jele K. A kelvin a víz hármaspontja termodinamikai hőmérsékletének  $1/273,16$ -szorososa. (Elfogadta a 13. CGPM, 1967.) Az SI-n kívüli, de korlátozás nélkül használható mértékegység a Celsius-fok (kiejtése celziusz-fok); jele °C. A 0 Celsius-fok hőmérséklet  $273,15$  kelvin hőmérséklettel egyenlő. A Celsius-fok, mint hőmérsékletkülönbség egyenlő a kelvinnel. A Celsius-fokkal kapcsolatban az SI-prefixumok nem használhatók.

1954-ig a termodinamikai hőmérséklet mértékegységét abból a feltételből állapították meg, hogy a víz forráspontja és a jég olvadáspontja közötti hőmérséklet-különbség pontosan  $100^\circ$ -kal egyenlő. 1954-ben a X. Általános Súly- és Mértékügyi Értekezlet fogadta el azt a termodinamikai hőmérséklet-skálát, amelynek egyetlen kísérletileg előállítható állandó pontja van, a víz hármaspontja. A víz hármaspontja a víz hőmérsékleti egyensúlyi pontját jelenti szilárd, cseppfolyós és gáznemű állapotban

#### Anyagmennyiség

Az anyagmennyiség mértékegysége a mól; jele mol. A mól annak a rendszernek az anyagmennyisége, amely annyi elemi egységet tartalmaz, mint ahány atom van  $0,012$  kilogramm

szén-12-ben. Az elemi egység fajtáját meg kell adni; ez atom, molekula, ion, elektron stb. vagy ilyeneknek meghatározott csoportja lehet. (Elfogadta a 14. CGPM, 1971.)

A tömeg és az anyagmennyiség egységeinek szétválasztása, valamint az anyagmennyiség egységének alapegységként történő bevezetése jelzi az SI szerkesztőinek azt a törekvését, hogy az SI a tudomány és a technika minden területén alkalmas legyen a mért mennyiségek kifejezésére. Az eddigi meghatározások során a mól a tömeg egyedi fogalmaként vették tekintetbe, a kilogrammnak a kilomól egyedi tömeg felelt meg. A mól alapegységként történő bevezetésével lehetővé vált az anyagmennyiség-koncentráció és a molalitás mértékegységeinek, mint lezármaztatott egységeknek SI-rendszerben történő kifejezése is.

A mértékegység jelében és dimenziójában beállott változásokat az IUPAC ajánlása alapján a 4. táblázatban soroljuk fel.

#### Fényerősség

A fényerősség mértékegysége a kandela; jele cd. A kandela a fekete test sugárzó  $1/600\,000$  négyzetméternyi sík felületének fényerőssége a felületre merőleges irányban, a platina dermedési hőmérsékletén,  $101\,325$  pascal nyomáson. (Elfogadta a 13. CGPM, 1967.)

A kandela első meghatározására 1948-ban a IX. Általános Súly- és Mértékügyi Értekezleten került sor. A kandela elnevezés onnan származik, hogy 1948 előtt a mértékegység a „gyertya” volt, amelyet 1948. jan. 1-től „új gyertyára” változtattak, majd az elnevezésben is rátértek az új gyertya (bougie nouvelle) névről a gyertya (candela) használatára.

A gyertyaetalont különleges izzólámpák segítségével alakították ki, amelyeket előzőleg alaposan megvizsgáltak, és megállapították, hogy hosszú éveken át képesek legfeljebb  $0,1\%$ -os hibával megőrizni fényességüket.

A kandela új meghatározása az abszolút fekete test teljes sugárzásán alapul, amely már megfelel az etalonokkal szemben támasztott pontossági követelményeknek.

4. táblázat

Az anyagmennyiség mértékegységeinek változásai

Régi egységek		Új egységek		
Név	Dimenzió	Név	Dimenzió	SI-egység jele
Atomsúly	M	Atomtömeg	M	kg
Atomsúly (általában)	*	Relatív atomtömeg	*	*
Ekvivalens	—	Mól	N	mol
Molekulasúly	*	Relatív molekuláris tömeg	*	*
Molekulatömeg	M	Molekuláris tömeg	M	kg
Molekuláris mennyiség	—	Moláris mennyiség	1/N	1/mol
		(jelentése: egy osztva az anyagmennyiséggel)		
Molaritás	—	Anyagmennyiség-koncentráció	N/L <sup>3</sup>	mol/m <sup>3</sup>
Molalitás	—	Molalitás	N/M	mol/kg
Moláris súly	—	Moláris tömeg	M/N	kg/mol
Normalitás	—	megszűnt		

\* Dimenzió nélküli



## Kiegészítő egységek

### Síkszög

A síkszög mértékegysége a radián; jele rad. A radián a kör sugarával egyenlő hosszúságú körívhez tartozó középponti síkszög. A síkszög név helyett — olyan esetekben, amikor ez félreértést nem okozhat — a szög is használható.

SI-n kívüli, de korlátozás nélkül használható síkszög-mértékegységek a következők:

— a fok; jele  $^{\circ}$ ,  $1^{\circ} = \frac{\pi}{180}$  rad;

— a perc (ívperc); jele '  $1' = \frac{1^{\circ}}{60} = \frac{\pi}{10\,800}$  rad;

— a másodperc (ívmásodperc); jele ''

$$1'' = \frac{1'}{60} = \frac{1^{\circ}}{3600} = \frac{\pi}{648\,000} \text{ rad.}$$

A fokkal, az ívperccel és az ívmásodperccel kapcsolatban az SI-prefixumok nem használhatók.

A síkszög SI-mértékegysége fokokban kifejezve;

$$1 \text{ rad} = 57^{\circ} 17' 44,8'' = 57,295\,779\,51^{\circ}.$$

### Térszög

A térszög mértékegysége a szteradian; jele sr. A szteradian a gömbsugar négyzetével egyenlő területű gömbfelületrészhöz tartozó középponti térszög.

A térszög mértékegységének különösen elméleti és fénytechnikai alkalmazásokban van nagy jelentősége.

## Származtatott egységek

### Geometriai egységek

#### Terület

A terület mértékegysége a négyzetméter; jele  $\text{m}^2$ . A négyzetméter az 1 méter oldalhosszúságú négyzet területe. A négyzetméter többszöröse és törtrészei a méter törvényes többszöröseinek és törtrészeinek négyzetei.

Az SI-n kívüli, csak földterület meghatározására használható terület-mértékegység a hektár; jele ha.

$$1 \text{ ha} = 10\,000 \text{ m}^2 = 10^4 \text{ m}^2.$$

A hektárral kapcsolatban az SI-prefixumok nem használhatók.

#### Térfogat

A térfogat mértékegysége a köbméter; jele  $\text{m}^3$ . A köbméter az 1 méter élhosszúságú kocka térfogata. A köbméter többszöröse és törtrészei a méter törvényes többszöröseinek és törtrészeinek köbei.

Az SI-n kívüli, de korlátozás nélkül használható térfogat- (űrtartalom-) mértékegység a liter; jele l.

$$1 \text{ l} = 1 \text{ dm}^3 = 0,001 \text{ m}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3.$$

A literrel kapcsolatban a hekto, deci és centi prefixumok is használhatók.

## Tömegegységek

### Sűrűség

A sűrűség mértékegysége a kilogramm per köbméter; jele  $\text{kg}/\text{m}^3$  vagy  $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ .

A kilogramm per köbméter olyan homogén anyag sűrűsége, amelynek 1 köbmétere 1 kilogramm tömegű.

### Fajlagos térfogat

A fajlagos térfogat mértékegysége a köbméter per kilogramm; jele  $\text{m}^3/\text{kg}$  vagy  $\text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$ .

A köbméter per kilogramm olyan homogén anyag fajlagos térfogata, amelyből 1 kilogramm tömegű anyag térfogata 1 köbméter.

### Tömegáram

A tömegáram mértékegysége a kilogramm per másodperc; jele  $\text{kg}/\text{s}$  vagy  $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$ .

A kilogramm per másodperc olyan egyenletesen áramló közeg tömegárama, amelynél az áramlási keresztmetszeten 1 másodperc idő alatt 1 kilogramm tömegű közeg áramlik át.

### Térfogatáram

A térfogatáram mértékegysége a köbméter per másodperc; jele  $\text{m}^3/\text{s}$  vagy  $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .

A köbméter per másodperc olyan egyenletesen áramló közeg térfogatárama, amelynél egy áramlási keresztmetszeten 1 másodperc idő alatt 1 köbméter térfogatú közeg áramlik át.

## Időegységek

### Frekvencia

A frekvencia mértékegysége a hertz (kiejtése here); jele Hz. A hertz olyan periódusos jelenség frekvenciája, amelynek egy teljes periódusa 1 másodperc időtartamú;

$$1 \text{ Hz} = \frac{1}{\text{s}} = 1 \text{ s}^{-1}.$$

## Mechanikai egységek

### Sebesség

A sebesség mértékegysége a méter per másodperc; jele  $\text{m}/\text{s}$  vagy  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

A méter per másodperc olyan egyenletesen mozgó test sebessége, amely 1 másodperc idő alatt 1 méter utat tesz meg.

Az SI-n kívüli, de korlátozás nélkül használható sebesség-mértékegység a kilométer per óra; jele  $\text{km}/\text{h}$ ;



$$1 \text{ km/h} = \frac{1}{3,6} \text{ m/s.}$$

használt erőegységek és az SI-egységek közötti átszámítást megkönnyítő 5. táblázatot.

### Szögsebesség

A szögsebesség mértékegysége a radián per másodperc; jele rad/s. A radián per másodperc olyan egyenletesen forgó test szögsebessége, amely 1 másodperc alatt 1 radián szöggel fordul el.

### Gyorsulás

A gyorsulás mértékegysége a méter per másodperc a négyzetben; jele  $\text{m/s}^2$  vagy  $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ .

A méter per másodperc a négyzetben olyan egyenletesen gyorsuló mozgást végző test gyorsulása, amelynek sebessége 1 másodperc idő alatt 1 méter per másodperccel változik.

A nehézségi gyorsulás normális értéke:  $9,806\ 650 \text{ m/s}^2$ .

### Szöggyorsulás

A szöggyorsulás mértékegysége a radián per másodperc a négyzetben; jele  $\text{rad/s}^2$  vagy  $\text{rad} \cdot \text{s}^{-2}$ .

A radián per másodperc a négyzetben olyan egyenletesen gyorsuló forgást végző test szöggyorsulása, amelynek szögsebessége 1 másodperc idő alatt 1 radián per másodperccel változik.

### Erő

Az erő mértékegysége a newton (kiejtése nyúton); jele N. A newton az az erő, amely 1 kg tömegű nyugvó testet 1 másodperc idő alatt 1 méter per másodperc sebességre gyorsít;

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2 = 1 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}.$$

Az SI bevezetésével a legtöbb gyakorlati nehézség valószínűleg az új erőegység, illetve a belőle származtatott egységek alkalmazásakor fog felmerülni, ugyanis az eddig kiterjedten alkalmazott erőkilogramm (kilopond) mértékegység az SI-egységgel kifejezve a következő lesz:

$$1 \text{ kp} = 9,806\ 650 \text{ N.}$$

A nem kerek értékű váltószám használatával a tudatunkban már megrögződött, erőérzetnek megfelelő skálát át kell állítanunk, ami egyes esetekben valószínűleg igen nehéz lesz. Ilyen esetre jó példa a nyomás egysége, amelynek használatánál új skálát kell a tudatunkban rögzítenünk.

Az átállás kényelmetlenségeinek csökkentésére közöljük az eddigi mértékrendszerekben

### Nyomás

A nyomás mértékegysége a pascal (kiejtése: paszkál); jele Pa.

A pascal az a nyomás, amellyel egyenletesen eloszló 1 newton erő 1 négyzetméter felületre merőlegesen hat;

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2 = \text{N} \cdot \text{m}^{-2}.$$

A normális légköri nyomás (a fizikai atmoszféra) értéke  $101\ 325 \text{ Pa}$ .

Az SI-n kívüli, de korlátozás nélkül használható nyomásértékegység a bar; jele bar. Csak folyadékok és gázok nyomásának meghatározására használható nyomásmértékegység!

$$1 \text{ bar} = 100\ 000 \text{ Pa} = 10^5 \text{ Pa.}$$

Látható, hogy az eddig a gyakorlatban alkalmazott *atmoszféra* nyomásegység helyett bevezetett *pascal* nyomásmértékegység sokkal kisebb értékű, a fentiek alapján annak közel  $10^5$ -része. Az átállás természetesen itt is nehézségeket fog okozni, ezért átmenetileg engedélyezték a régi és az új nyomásegység közötti kapcsolat fenntartására a bar nyomásegységet, amelyet nem az SI szabályai szerint képeztek, hiszen az alapegységnek csak ezerszeresét vagy milliószorosát lehet használni, míg a bar a pascalnak pontosan  $10^5$ -szerese. Így 1 bar és 1 at között kb. 2%-os eltérés jelentkezik, amelyet pontos számításoknál feltétlenül figyelembe kell venni!

Javasoljuk, hogy a nemzetközi mértékegységrendszer mielőbbi teljes bevezetése érdekében egységesen a pascal nyomásmértékegység általános használata terjedjen el a gyakorlatban, hiszen az átállás során csak egyszer kell az új egységrendszernek megfelelő „érzetet” kialakítani.

Kisebbségi nyomások esetén javasoljuk a kPa, 10 at-nál nagyobb nyomásoknál viszont az MPa gyakorlati használatát. A legfontosabb összefüggések a következők:

$$\begin{aligned} 1 \text{ at} &= 100 \text{ kPa}; \\ 10 \text{ at} &= 1 \text{ MPa}; \\ 1 \text{ mmHg} &= 133,322 \text{ Pa}; \\ 1 \text{ mmH}_2\text{O} &= 9,806 \text{ Pa.} \end{aligned}$$

A régi és az új mértékegységek közötti átszámítás megkönnyítésére közöljük a leggyakrabban használt mértékegységek és az új SI-egységek közötti átszámítási táblázatot (6. táblázat).

5. táblázat

Erőegységek közelítő összefüggései

Egység	N	kN	dyn	kp	Mp
1 newton	1	$10^{-3}$	$10^5$	0,102	$0,102 \cdot 10^{-3}$
1 kilonewton	$10^3$	1	$10^8$	102	0,102
1 dyn	$10^{-5}$	$10^{-8}$	1	$0,102 \cdot 10^{-5}$	$0,102 \cdot 10^{-8}$
1 kilopond	9,81	$9,81 \cdot 10^{-3}$	$9,81 \cdot 10^5$	1	$10^{-3}$
1 megapond	9807	9,81	$9,81 \cdot 10^8$	$10^3$	1



Egység	Pa	bar	at, kp/cm <sup>2</sup>	atm	torr	mmH <sub>2</sub> O
1 pascal = 1 N/m <sup>2</sup>	1	10 <sup>-5</sup>	0,102 · 10 <sup>-4</sup>	0,987 · 10 <sup>-5</sup>	0,750 · 10 <sup>3</sup>	0,102
1 bar	10 <sup>5</sup>	1	1,02	0,987	750	1,02 · 10 <sup>4</sup>
1 technikai atmoszféra = = 1 kp/cm <sup>2</sup> = 1 at	0,981 · 10 <sup>5</sup>	0,981	1	0,968	736	10 <sup>4</sup>
1 fizikai atmoszféra = 1 atm	1,012 · 10 <sup>5</sup>	1,013	1,033	1	760	1,033 · 10 <sup>4</sup>
1 torr = 1 higanyoszlop-milliméter = = 1 mmHg	133,3	1,333 · 10 <sup>-3</sup>	1,360 · 10 <sup>-3</sup>	1,316 · 10 <sup>-3</sup>	1	13,60
1 vízoszlop-milliméter = 1 mmH <sub>2</sub> O	9,81	9,81 · 10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-4</sup>	0,968 · 10 <sup>-4</sup>	736 · 10 <sup>-4</sup>	1

Szükségesnek tartjuk megjegyezni, hogy az eddigi gyakorlatban az atmoszféra nevének rövidítése után alkalmazott betűjelek, amelyek a különböző értelmezésű nyomásmértékegységeket voltak hivatottak megkülönböztetni (pl. ata = abszolút nyomás; atü, att = túlnyomás stb.), az SI-ben nem használhatók, tehát *tilos* pl. az abszolút nyomás jelzésére a Paa vagy a túlnyomás jelzésére a Pat jelölés használata! Amennyiben a nyomás ilyen irányú megkülönböztetésére van szükség, azt a szövegben kell közölni, pl. „... elérve a 130 kPa abszolút nyomást...” stb.

#### Dinamikai viszkozitás

A dinamikai viszkozitás mértékegysége a pascalmásodperc; jele Pa · s.

A pascalmásodperc olyan laminárisan áramló homogén közeg dinamikai viszkozitása, amelynek két, egymással párhuzamos, egymástól 1 méter távolságban levő és 1 méter per másodperc sebességkülönbséggel áramló sík rétege között a réteg felületének 1 négyzetméterén 1 newton csúsztatóerő lép fel;

$$1 \text{ Pa} \cdot \text{s} = 1 \text{ N} \cdot \text{s}/\text{m}^2 = 1 \text{ N} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-2}.$$

Mivel a gyakorlatunkban gyakran alkalmazott dinamikai viszkozitáségség is az erőből lett származtatva, természetesen ennek egysége is megváltozott, így az eddig alkalmazot poise, jele P, egységéről történő áttéréhez célszerű megadni egy kényelmesen használható váltószámot. Mivel a poise túl nagy mértékegységnek bizonyult, ehelyett általában századrészt, a centipoise-t használták, amely megegyezett a normál állapotú víz viszkozitásával. A célszerű összefüggések a következők:

$$1 \text{ cP} = 1 \text{ mPa} \cdot \text{s} = 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s};$$

$$1 \text{ P} = 0,1 \text{ Pa} \cdot \text{s} = 10^{-1} \text{ Pa} \cdot \text{s}.$$

#### Kinematikai viszkozitás

A kinematikai viszkozitás mértékegysége a négyzetméter per másodperc; jele m<sup>2</sup>/s vagy m<sup>2</sup> · s<sup>-1</sup>.

A négyzetméter per másodperc olyan közeg kinematikai viszkozitása, amelynek dinamikai viszkozitása 1 pascalmásodperc és sűrűsége 1 kilogramm per köbméter.

$$1 \text{ m}^2/\text{s} = \frac{1 \text{ Pa} \cdot \text{s}}{1 \text{ kg}/\text{m}^3}.$$

Az eddigi gyakorlatban alkalmazott mértékegység a stokes, jele St volt. Az áttérést megkönnyíti a következő összefüggés:

$$\text{St} = 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s};$$

$$1 \text{ cSt} = 1 \text{ mm}^2/\text{s}.$$

#### Munka, energia, hőmennyiség

A munka, az energia, a hőmennyiség mértékegysége a joule (kiejtése dzsul); jele J.

A joule az a munka, amelyet 1 newton erő saját hatásának irányába eső 1 méter úton végez:

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}.$$

Az SI-n kívüli, de korlátozás nélkül használható munka- (energia-) mértékegység a wattóra; jele W · h:

$$1 \text{ W} \cdot \text{h} = 3600 \text{ J}.$$

Csak az atom- és magfizikában használható energiamértékegység az elektronvolt; jele eV.

Az elektronvolt az a kinetikai energia, amelyet egy elektron nyer, ha vákuumban 1 volt potenciálkülönbségen halad át:

Az eddigi gyakorlatban alkalmazott hőtechnikai mértékegység, a kalória tehát megszűnik, ez pedig szinte az összes szakkönyv, hő-

7. táblázat

A munka, az energia és a hőmennyiség egységeinek közelítő összefüggései

Egység	J, N · m, Ws	cal	Wh	kpm	erg	LEh
1 joule	1	0,2388	2,778 · 10 <sup>-4</sup>	0,102	10 <sup>7</sup>	3,777 · 10 <sup>-7</sup>
1 kalória	4,187	1	1,163 · 10 <sup>-3</sup>	0,427	4,187 · 10 <sup>7</sup>	1,581 · 10 <sup>-6</sup>
1 wattóra	3600	859,8	1	367,1	3,6 · 10 <sup>10</sup>	1,360 · 10 <sup>-3</sup>
1 kilopondméter	9,807	2,342 · 10 <sup>-3</sup>	2,724 · 10 <sup>-3</sup>	1	9,807 · 10 <sup>7</sup>	3,704 · 10 <sup>-6</sup>
1 erg	10 <sup>-7</sup>	2,388 · 10 <sup>-8</sup>	2,778 · 10 <sup>-11</sup>	1,020 · 10 <sup>-8</sup>	1	3,777 · 10 <sup>-14</sup>
1 lóerőóra	2,648 · 10 <sup>6</sup>	6,324 · 10 <sup>5</sup>	735,5	2,7 · 10 <sup>5</sup>	2,648 · 10 <sup>13</sup>	1



technikai táblázat stb. átszámítását szükségessé teszi. Az átszámítás után azonban az egységes táblázatok és mértékegységek használata nagy könnyítést fog jelenteni. Átszámítási segédletként a 7. táblázatban közöljük a leggyakrabban használt metrikus mértékegységek összefüggéseit.

### Teljesítmény

A teljesítmény mértékegysége a watt (kiejtése watt); jele W.

A watt az a teljesítmény, amelyet 1 joule munka 1 másodperc idő alatt létrehoz:

$$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s} = 1 \text{ J} \cdot \text{s}^{-1}.$$

Csak elektromos látszólagos teljesítmény meghatározására használható teljesítmény-mértékegység a voltamper; jele VA:

$$1 \text{ VA} = 1 \text{ W}.$$

Csak elektromos meddő teljesítmény meghatározására használható teljesítmény-mértékegység a var; jele var;

$$1 \text{ var} = 1 \text{ W}.$$

A gyakorlatban elterjedten alkalmazott teljesítményegység volt a lóerő, jele LE, amely természetesen már nem SI-mértékegység. Átszámítása:

$$1 \text{ LE} = 735,498 \text{ 75 W}.$$

A különböző teljesítményegységek közötti összefüggéseket a 8. táblázatban tüntettük fel.

8. táblázat

Teljesítményegységek közelítő összefüggései

Egység	W, J/s, N · m/s	kW	kpm/s	LE
1 watt	1	10 <sup>-3</sup>	0,102	1,36 · 10 <sup>-3</sup>
1 kilowatt	10 <sup>3</sup>	1	102	1,36
1 kpm/s	9,807	9,807 · 10 <sup>-3</sup>	1	1,333 · 10 <sup>-2</sup>
1 LE	735,5	0,7355	75	1

### Hőtechnikai egységek

#### Hővezető képesség

A hővezető képesség mértékegysége a watt per méterkelvin; jele W/m · K vagy W · m<sup>-1</sup> · K<sup>-1</sup>.

A watt per méterkelvin olyan homogén anyag hővezető képessége, amelynek két, egymással párhuzamos, egymástól 1 méter távolságban levő sík rétege között, 1 kelvin hőmérséklet-különbség esetén, a réteg felületének 1 négyzetméterén 1 másodperc idő alatt 1 joule hőmennyiség halad át.

A legfontosabb átszámítási összefüggések:

$$1 \text{ kcal/m} \cdot \text{h} \cdot \text{K} = 1,162 \text{ 222 W/m} \cdot \text{K};$$

$$1 \text{ kcal/m} \cdot \text{s} \cdot \text{K} = 4183,9992 \text{ W/m} \cdot \text{K};$$

$$1 \text{ erg/cm} \cdot \text{s} \cdot \text{K} = 10^{-5} \text{ W/m} \cdot \text{K}.$$

### Elektromos feszültség, elektromos pontenciálkülönbség

Az elektromos feszültség vagy elektromos pontenciálkülönbség mértékegysége a volt; jele V.

A volt olyan vezető két pontja közötti elektromos feszültség, amelyen 1 amper állandó erősségű áram folyik, ha az áram teljesítménye e két pont között 1 watt:

$$1 \text{ V} = 1 \text{ W/A} = 1 \text{ W} \cdot \text{A}^{-1}.$$

### Elektromos ellenállás

Az elektromos ellenállás (rezisztencia) mértékegysége az ohm (kiejtése óm); jele Ω.

Az ohm olyan vezető két pontja közötti elektromos ellenállás, amelyek között 1 amper erősségű áram folyik, ha e két pont közötti feszültség 1 volt:

$$1 \Omega = 1 \text{ V/A} = 1 \text{ V} \cdot \text{A}^{-1}.$$

Az ohmnak a mega prefixummal képzett többszöröse a *megaohm*.

### Elektromos vezetés

Az elektromos vezetés (konduktancia) mértékegysége a siemens (kiejtése szimenz); jele S.

A siemens olyan vezető elektromos vezetése, amelynek elektromos ellenállása 1 ohm:

$$1 \text{ S} = \frac{1}{\Omega} = 1 \Omega^{-1} = 1 \text{ A/V} = 1 \text{ A} \cdot \text{V}^{-1}$$

### Elektromos töltés

Az elektromos töltés mértékegysége a coulomb (kiejtése kulomb); jele C.

A coulomb az az elektromos töltés, amely valamely vezető egy keresztmetszetén 1 másodperc idő alatt áthalad, ha a vezetőben 1 amper erősségű áram folyik:

$$1 \text{ C} = 1 \text{ A} \cdot \text{s}.$$

### Induktivitás

Az induktivitás mértékegysége a henry (kiejtése henri); jele H.

A henry olyan zárt vezető induktivitása, amelyben 1 volt feszültség létesül, ha a benne folyó áram erőssége másodpercenként egyenletesen 1 amperrel változik:

$$1 \text{ H} = 1 \text{ V} \cdot \text{s/A} = 1 \text{ V} \cdot \text{s} \cdot \text{A}^{-1}.$$

### Elektromos kapacitás

Az elektromos kapacitás mértékegysége a farad; jele F.

A farad olyan kondenzátor elektromos kapacitása, amelyet 1 coulomb töltés 1 volt feszültségre tölt fel:

$$1 \text{ F} = 1 \text{ C/V} = 1 \text{ C} \cdot \text{V}^{-1}.$$



A mágneses fluxus mértékegysége a weber (kiejtése: véber); jele Wb.

A weber az a mágneses fluxus, amely 1 metrből álló vezetőben 1 volt feszültséget létesít, ha 1 másodperc idő alatt egyenletesen nullára csökken:

$$1 \text{ Wb} = 1 \text{ V} \cdot \text{s}.$$

### Mágneses indukció

A mágneses indukció mértékegysége a tesla (kiejtése: teszla); jele T.

A tesla az a mágneses indukció, amely reá merőleges 1 négyzetméter felületen 1 weber mágneses fluxust hoz létre:

$$1 \text{ T} = 1 \text{ Wb/m}^2 = 1 \text{ Wb} \cdot \text{m}^{-2}.$$

### Anyagmennyiség-egységek

#### Anyagmennyiség-koncentráció

Az anyagmennyiség-koncentráció mértékegysége a mól per köbméter; jele mol/m<sup>3</sup> vagy mol · m<sup>-3</sup>.

A mól per köbméter olyan homogén elegy összetevőinek anyagmennyiség-koncentrációja, amelynek 1 köbméterében az összetevő anyagmennyisége 1 mól.

Az anyagmennyiség-koncentráció helyett olyan esetekben, amikor ez félreértést nem okozhat, a koncentráció név is használható.

A magyar helyesírás szabályai szerint a *mól* szóban a hosszú ó betű használendő, míg az egység nevét — az SI szabályai szerint — rövid o-val kell írni.

#### Molalitás

A molalitás mértékegysége a mól per kilogramm; jele mol/kg vagy mol · kg<sup>-1</sup>.

A mól per kilogramm olyan oldat összetevőjének molalitása, amelynek 1 kilogramm tömegű oldószerében az összetevő anyagmennyisége 1 mól.

### Optikai egységek

#### Fényáram

A fényáram mértékegysége a lumen; jele lm.

A lumen az a fényáram, amelyet 1 kandela fényerősséggel minden irányban sugárzó pontszerű fényforrás 1 szteradián térszögbe sugároz:

$$1 \text{ lm} = 1 \text{ cd} \cdot \text{sr}.$$

#### Megvilágítás

A megvilágítás mértékegysége a lux; jele lx.

A lux 1 négyzetméter felületű terület megvilágítása, ha reá merőlegesen, egyenletesen elosztva, 1 lumen fényáram esik:

$$1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2 = 1 \text{ lm} \cdot \text{m}^{-2}.$$

### Radioaktív sugárforrás aktivitása

A radioaktív sugárforrás aktivitásának mértékegysége a becquerel (kiejtése bekerel); jele Bq.

A becquerel olyan radioaktív sugárforrás aktivitása, amelyben 1 másodperc idő alatt egy bomlás következik be:

$$1 \text{ Bq} = \frac{1}{\text{s}} = 1 \text{ s}^{-1}.$$

Az eddig használatos mértékegység a curie (kiejtése küri); jele Ci, átváltási mérőszáma:

$$1 \text{ Ci} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq}.$$

### Elnyelt sugárdózis

Az elnyelt sugárdózis mértékegysége a gray (kiejtése gréj); jele Gy (kiejtése géipszilon).

A gray az a sugárdózis, amelyet 1 kilogramm tömegű anyag elnyel, ha vele — állandó intenzitású ionizáló sugárzás útján — 1 joule energiát közlünk:

$$1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg} = 1 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}.$$

Az eddig használatos mértékegység a rad; jele rd, átváltási mérőszáma:

$$1 \text{ rd} = 0,01 \text{ Gy} = 10^{-2} \text{ Gy}.$$

### Besugárzási dózis

A besugárzási dózis mértékegysége a coulomb per kilogramm; jele C/kg vagy C · kg<sup>-1</sup>.

A coulomb per kilogramm olyan állandó intenzitású ionizáló sugárzás besugárzási dózisa, amely 1 kilogramm tömegű levegőben összesen 1 coulomb töltésű, azonos előjelű iont hoz létre.

Az eddig használatos mértékegység, a röntgen, jele R; átváltási mérőszáma:

$$1 \text{ R} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ C/kg}.$$

### Egyéb közhasználatú egységek

#### Áteresztőképesség (permeabilitás)

Az áteresztőképesség (permeabilitás) mértékegysége a négyzetméter; jele m<sup>2</sup>.

1 m<sup>2</sup> áteresztőképesség olyan homogén anyag áteresztőképessége, amelynek 1 négyzetméter felületén 1 pascalmásodperc dinamikai viszkozitású folyadék 1 köbméter per másodperc térfogatárammal az anyagon átáramolva 1 méter hosszon 1 pascal nyomáscsökkenés jön létre.

Az eddig használatos mértékegység, a darcy (kiejtése darszi); jele D, átváltási mérőszáma:

$$1 \text{ D} = 0,986 \, 923 \, 3 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2 = 0,986 \, 923 \, 3 \, \mu\text{m}^2.$$

Amennyiben nincs nagyobb pontosságra szükség, alkalmazható az alábbi összefüggés is:

$$1 \text{ D} = 10^{-12} \text{ m}^2 = 1 \, \mu\text{m}^2;$$

$$1 \text{ mD} = 10^{-15} \text{ m}^2 = 10^{-3} \, \mu\text{m}^2.$$



## A geológiai gyakorlatban ajánlott gyakorlati mértékegységek

Annak érdekében, hogy a gyakorlatban előforduló mennyiségek SI-egységeit, illetve ezeknek a gyakorlati életben használatra javasolt prefixumokkal ellátott SI-egységeit minél szélesebb körben el lehessen terjeszteni, közöljük a 9. és 10. táblázatot. Úgy véljük, a táblázatokat használhatóbbá teszi az, hogy egyúttal az angol-szász mértékegységek átszámítását is felsoroljuk. A 11. táblázatban a kőolajok sűrűségének API°-ról történő átszámításához adunk segítséget.

### Az SI bevezetésének módja

Az SI nemzetközi mértékegység-rendszer bevezetésével kapcsolatban az idézett minisztertanácsi rendelet 15. §-a a következőket rendel el:

„Azok a mérőeszközök és kiadványok, amelyek az átmenetileg használható mértékegységek alkalmazásával készültek, 1977. december 31. napjáig hozhatók forgalomba. Az ilyen mérőeszközök azonban 1979. december 31. napja után is — első javításukig — használhatk.”

A rendelet értelmében tehát 1978-ban már a sajtótermékekben megjelenő közleményekben kötelező az SI használata, így felhívjuk a figyelmet az egységes átállás szükségszerűségére. Ismételen hangsúlyozzuk, hogy az SI zökkenőmentes bevezetése a népgazdaságnak ugyan anyagi áldozatot is jelent, ezektől azonban nem célszerű visszariadni, mert az átállás a magyar népgazdaságnak a világgazdasághoz történő kapcsolódását segíti elő.

Ha néhányan elleneznek is bizonyos SI-egységeket, ezzel a többi országot nem tartják vissza annak bevezetésétől, így hosszabb távon elszigetelődhetünk az ipar fejlődésétől és a világpiactól.

Bízunk abban, hogy a közleményünkben ismertetett SI-egységek bevezetése a KGST ajánlásának és a Minisztertanács rendeletének megfelelően 1980-ig iparunkban zökkenőmentesen megtörténik.

### IRODALOM

- [1] A Minisztertanács 8/1976. (IV. 27.) sz. rendelete a mérésügyről. Magyar Közlöny 34 1976. ápr. 27.
- [2] Fodor Gy.: Mértékegység-kislexikon. Bp. Műszaki K., 1971.
- [3] Burdun, G. D.—Kalasnyikov, N. V.—Sztoczkij L. R.: Mértékegységek nemzetközi rendszere. Bp. Műszaki K., 1967.
- [4] MSZ 4900/1—10. lap. Fizikai mennyiségek neve, jele és mértékegysége. 1970—72.
- [5] Petik F.: Az SI mértékegységrendszer fokozatos bevezetése. Finommechanika—Mikrotechnika 16 129—39 (1977).
- [6] US National Bureau of Standards, Letter Circular LC 1078, 1976. Dec.
- [7] Pollard, T. A.: The International System of Units. J. Pet. Techn. 29 1575—94 (1977).
- [8] Campbell, J. M.: Discussion of tentative metric unit standards. J. Pet. Techn. 29 1594—611 (1977).
- [9] Gerolde, S.: A handbook of universal conversion factors. The Petr. Publ. Co., Tulsa, Okl. USA, 1971.
- [10] Bear, J.: Dynamics of fluids in porous media. American Elsevier Publ. Co., Inc. New York, London, Amsterdam, 1972.
- [11] Timkó Gy.: Helyesírási és tipográfiai tanácsadó. Nyomdaipari Egyesülés, Budapest, 1972.
- [12] ASTM/IEEE Standard Metric Practice ASTM E380—76/IEEE 286—1976. 1976. aug. 19.



Kőolajipari alkalmazásra ajánlott SI-mértékegységek és átszámításuk

Mennyiség	SI egysége	1 egység =	Átszámítási tényező	SI alkalmazott egység	
				javasolt	megengedett
GEOMETRIAI EGYSÉGEK					
Hosszúság	m	naut mi mi chain link fathom yd ft in. mil	1,852* 1,609 344* 20,116 8* 0,201 168* 1,828 8* 0,914 4* 0,304 8* 25,4* 25,4*	km km m m m m m mm µm	
Hosszúság/hosszúság	m/m	ft/mi	0,189 393 9	m/km	
Hosszúság/térfogat	m/m <sup>3</sup>	ft/US gal ft/ft <sup>3</sup> ft/bbl	80,519 64 10,763 91 1,917 134	m/m <sup>3</sup> m/m <sup>3</sup> m/m <sup>3</sup>	
Terület	m <sup>2</sup>	mi <sup>2</sup> section acre yd <sup>2</sup> ft <sup>2</sup> in. <sup>2</sup>	2,589 988 258,998 8 0,404 685 6 0,836 127 4 0,092 903 04* 929,030 4* 645,16* 6,451 6*	km <sup>2</sup>  m <sup>2</sup> m <sup>2</sup> mm <sup>2</sup>	ha ha  cm <sup>2</sup> cm <sup>2</sup>
Terület/térfogat	m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	ft <sup>2</sup> /in. <sup>3</sup>	5 669,291 3	m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	
Térfogat	m <sup>3</sup>	cubem acre. ft yd <sup>3</sup> bbl (42 US gal) ft <sup>3</sup> UK gal US gal UK qt US qt US pt UK fl. oz. US fl. oz. in. <sup>3</sup>	4,168 182 1 233,482 0,764 554 9 0,158 987 3 28,316 85 4,546 092 3,785 412 1,136 523 0,946 352 9 0,473 176 5 28,413 07 29,573 53 16,387 06	km <sup>3</sup> m <sup>3</sup> m <sup>3</sup> m <sup>3</sup> l l l l l l l ml ml ml	
Térfogat/hosszúság	m <sup>3</sup> /m	bbl/in. bbl/ft ft <sup>3</sup> /ft US gal/ft	6,259 343 0,521 611 9 92,903 04* 12,419 33	m <sup>3</sup> /m m <sup>3</sup> /m l/m l/m	
Síkszög	rad	deg(°) min(') sec('')	1,745 329 · 10 <sup>-2</sup> 2,908 882 · 10 <sup>-4</sup> 4,848 137 · 10 <sup>-6</sup>	rad rad rad	

\* Pontos érték



Mennyiség	SI egysége	1 egység =	Átszámítási tényező	SI alkalmazott egység	
				javasolt	megengedett

## TÖMEG, ANYAGMENNYISÉG EGYSÉGEI

Tömeg	kg	UK ton	1,016 047	Mg	t
		US ton	0,907 184 7	Mg	
		UK cwt	50,802 34	kg	
		US cwt	45,359 24	kg	
		lbm	0,453 592 4	kg	
		oz (troy)	31,103 48	g	
		oz (av)	28,349 52	g	
		grain	64,798 91	mg	
Anyagmennyiség	mol	lbm mol	0,453 592 4	kmol	
		std m <sup>3</sup> (0 °C, 1 atm)	0,044 615 8	kmol	
		std m <sup>3</sup> (15 °C, 1 atm)	0,042 293 2	kmol	
		std ft <sup>3</sup> (60 °F, 1 atm.)	0,001 195 30	kmol	

## FŰTŐÉRTÉK, ENTRÓPIA, HŐKAPACITÁS EGYSÉGEI

Fűtőérték (tömeg alapon)	J/kg	BTU/lbm	2,326 000	kJ/kg	J/g kW . h/kg J/g
			6,461 112 . 10 <sup>-4</sup>		
		cal/g	4,184*	kJ/kg	
		cal/lbm	9,224 141	J/kg	
Fűtőérték (moláris alapon)	J/mol	kcal/gmol	4 184,0*	kJ/kmol	
		BTU/lbm mol	2,326 000	kJ/kmol	
Fűtőérték (térfogat alapon) (folyadékokra és szilárd anyagokra)	J/m <sup>3</sup>	therm/UK gal	23 208,00	MJ/m <sup>3</sup>	kJ/l kW . h/l kJ/l
			6,446 667		
		BTU/US gal	0,278 716 3	MJ/m <sup>3</sup>	kJ/l kW . h/l kJ/l
			278,716 3		
			77,421 19		
		BTU/UK gal	0,232 079 8	MJ/m <sup>3</sup>	kJ/l kW . h/l kJ/l
			232,079 8		
	64,466 60				
BTU/ft <sup>3</sup>	0,037 258 95	MJ/m <sup>3</sup>	kJ/l kW . h/l kJ/l		
	37,258 95				
	10,349 71				
kcal/m <sup>3</sup>	4,184 . 10 <sup>-3</sup> *	MJ/m <sup>3</sup>	kJ/l kW . h/l kJ/l		
	4,184*				
cal/ml	4,184*	MJ/m <sup>3</sup>			
ft . lbf/US gal	0,358 169 2	kJ/m <sup>3</sup>			
Fűtőérték (térfogat alapon) (gázokra)	J/m <sup>3</sup>	cal/ml	4 184,0*	kJ/m <sup>3</sup>	J/l J/l J/l kW . h/l
		kcal/m <sup>3</sup>	4,184*	kJ/m <sup>3</sup>	
		BTU/ft <sup>3</sup>	37,258 95	kJ/m <sup>3</sup>	
			10,349 71		
Fajlagos entrópia	J/kg . K	BTU/lbm . °R	4,186 8*	kJ/kg . K	J/g . K J/g . K J/g . K
		cal/g . °K	4,184*	kJ/kg . K	
		kcal/kg °C	4,184*	kJ/kg . K	
Fajlagos hőkapacitás (fajhő) (tömeg alapon)	J/kg . K	kW . h/kg . °C	3 600,0*	kJ/kg . K	J/g . K J/g . K J/g . K
		BTU/lbm . °F	4,186 8*	kJ/kg . K	
		kcal/kg °C	4,184*	kJ/kg . K	
Fajlagos hőkapacitás (fajhő moláris alapon)	J/mol . K	BTU/lbm mol . °F	4,186 8*	kJ/kmol . K	
		cal/g mol . °C	4,184*	kJ/kmol . K	

## HŐMÉRSÉKLET EGYSÉGEI

Hőmérséklet	K	°F	5/9 (°F-32)	K, °C
Hőmérsékletkülönbség	K	°F	5/9	K, °C
Hőmérséklet/hosszúság (geotermikus gradiens)	K/m	°F/100 ft	18,226 89	mK/m
Hosszúság/hőmérséklet (geotermikus lépés)	m/K	ft/°F	0,548 64*	m/K

\* Pontos érték



Mennyiség	SI egysége	1 egység =	Átszámítási tényező	SI alkalmazott egység	
				javasolt	megengedett

## NYOMÁS EGYSÉGEI

Nyomás	Pa	atm (760 mmHg vagy 14,696 psi) at (kgf/cm <sup>2</sup> ) lbf/in. <sup>2</sup> (psi) in. Hg (60 °F) in. H <sub>2</sub> O (39,2 °F) in. H <sub>2</sub> O (60 °F) mm Hg = torr (0 °C) cm H <sub>2</sub> O (4 °C) lbf/ft <sup>2</sup> (psi)	0,101 325 0* 101,325 0* 1,013 250* 0,098 066 50* 98,066 50* 0,980 665 0* 6,894 757 3,376 85 30,249 082 0,248 84 133,322 4 98,063 8 47,880 26	MPa kPa MPa kPa kPa kPa kPa Pa Pa Pa	bar bar
Nyomáskereső/hosszúság	Pa/m	psi/ft psi/100 ft	22,620 59 0,226 205 9	kPa/m kPa/m	

## SÚRÚSÉG, FAJLAGOS TÉRFOGAT, KONCENTRÁCIÓ EGYSÉGEI

Sűrűség (gázoké)	kg/m <sup>3</sup>	lbm/ft <sup>3</sup>	16,018 46 16 018,46	kg/m <sup>3</sup> g/m <sup>3</sup>	
Sűrűség (folyadékoké)	kg/m <sup>3</sup>	lbm/US gal lbm/UK gal lbm/ft <sup>3</sup>	119,826 4 99,776 33 16,018 46	kg/m <sup>3</sup> kg/m <sup>3</sup> kg/m <sup>3</sup>	
Fajlagos térfogat (gázokra)	m <sup>3</sup> /kg	ft <sup>3</sup> /lbm	0,062 427 96	m <sup>3</sup> /kg	
Fajlagos térfogat (folyadékokra)	m <sup>3</sup> /kg	ft <sup>3</sup> /lbm UK gal/lbm US gal/lbm	62,427 96 10,022 42 8,345 406	l/kg l/kg l/kg	
Fajlagos térfogat (molaris alapon)	m <sup>3</sup> /mol	l/g mol ft <sup>3</sup> /lbm mol	1 0,062 427 96	m <sup>3</sup> /kmol m <sup>3</sup> /kmol	
Fajlagos térfogat	m <sup>3</sup> /kg	bbl/US ton bbl/UK ton bbl/US ton bbl/UK ton US gal/US ton US gal/UK ton	0,175 253 5 0,156 476 3 175,253 5 156,476 3 4,172 703 3,725 627	m <sup>3</sup> /t m <sup>3</sup> /t l/t l/t l/t l/t	
Koncentráció (tömeg/tömeg)	kg/kg	Wt% (súly %) wt ppm	0,01* 1	kg/kg mg/kg	
Koncentráció (tömeg/térfogat)	kg/m <sup>3</sup>	lbm/bbl g/US gal g/UK gal lbm/1000 US gal lbm/1000 UK gal grains/US gal grains/ft <sup>3</sup> lbm/1000 bbl mg/US gal grains/100 ft <sup>3</sup>	2,853 010 0,264 172 0 0,219 969 2 119,826 4 99,776 33 17,118 06 2 288,352 2,853 010 0,264 172 0 22,883 52	kg/m <sup>3</sup> kg/m <sup>3</sup> kg/m <sup>3</sup> g/m <sup>3</sup> g/m <sup>3</sup> g/m <sup>3</sup> mg/m <sup>3</sup> g/m <sup>3</sup> g/m <sup>3</sup> mg/m <sup>3</sup>	g/l g/l g/l mg/l mg/l mg/l mg/l mg/l mg/l
Koncentráció (térfogat/térfogat)	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	bbl/acre . ft vol % (térfogat %) UK gal/ft <sup>3</sup> US gal/ft <sup>3</sup> ml/US gal ml/UK gal vol ppm UK gal/1000 bbl US gal/1000 bbl UK pt/1000 bbl	1,288 931 . 10 <sup>-4</sup> 1,288 931 0,01* 160,543 7 133,680 6 0,264 172 0 0,219 969 2 1 0,001* 28,594 06 23,809 52 3,574 253	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> l/m <sup>3</sup> l/m <sup>3</sup> l/m <sup>3</sup> l/m <sup>3</sup> ml/m <sup>3</sup> l/m <sup>3</sup> ml/m <sup>3</sup> ml/m <sup>3</sup> ml/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /ha . m

\* Pontos érték



Mennyiség	SI egysége	1 egység =	Átszámítási tényező	SI alkalmazott egység	
				javasolt	megengedett

## SŰRŰSÉG, FAJLAGOS TÉRFIGAT, KONCENTRÁCIÓ EGYSÉGEI

Anyagmennyiség koncentráció (mól/térfogat)	mol/m <sup>3</sup>	lbm mol/US gal lbm mol/UK gal lbm mol/ft <sup>3</sup> std ft <sup>3</sup> (60 °F)/bbl	119,826 4 99,776 33 16,018 46 7,518 21 · 10 <sup>-3</sup>	kmol/m <sup>3</sup> kmol/m <sup>3</sup> kmol/m <sup>3</sup> kmol/m <sup>3</sup>	
Koncentráció (térfogat, mól)	m <sup>3</sup> /mol	US gal/1000 std ft <sup>3</sup> (60 °F/60 °F) bbl/million std ft <sup>3</sup> (60 °F/60 °F)	3,166 91 0,133 010	l/kmol l/kmol	

## ÁRAMLÁS EGYSÉGEI

Tömegáram	kg/s	UK ton/min US ton/min UK ton/h US ton/h UK ton/D US ton/D lbm/s lbm/min lbm/h	16,934 12 12,119 75 0,282 235 3 0,251 995 8 0,011 759 80 0,010 499 82 0,453 592 4 7,559 873 · 10 <sup>-3</sup> 1,259 979 · 10 <sup>-4</sup>	kg/s kg/s kg/s kg/s kg/s kg/s kg/s kg/s kg/s	
Térfogatáram	m <sup>3</sup> /s	bbl/D ft <sup>3</sup> /D bbl/h ft <sup>3</sup> /h UK gal/h US gal/h UK gal/min US gal/min ft <sup>3</sup> /min ft <sup>3</sup> /s	0,158 987 3 1,840 131 · 10 <sup>-3</sup> 0,028 316 85 3,277 413 · 10 <sup>-4</sup> 4,416 314 · 10 <sup>-5</sup> 0,044 163 14 7,865 791 · 10 <sup>-6</sup> 7,865 791 · 10 <sup>-3</sup> 1,262 803 · 10 <sup>-3</sup> 1,051 503 · 10 <sup>-3</sup> 0,075 768 20 0,063 090 20 0,471 947 4 28,316 85	l/s l/s m <sup>3</sup> /s l/s m <sup>3</sup> /s l/s l/s l/s l/s l/s l/s	m <sup>3</sup> /d m <sup>3</sup> /d
Anyagáram	mol/s	lbm mol/s lbm mol/h million scf/D	0,453 592 4 1,259 979 · 10 <sup>-4</sup> 0,013 834 5	kmol/s kmol/s kmol/s	
Tömegáram/hosszúság	kg/s · m	lbm/s · ft lbm/h · ft	1,488 164 4,133 789 · 10 <sup>-4</sup>	kg/s · m kg/s · m	
Térfogatáram/hosszúság	m <sup>2</sup> /s	UK gal/min · ft US gal/min · ft UK gal/h · in. US gal/h · in. UK gal/h · ft US gal/h · ft	2,485 833 · 10 <sup>-4</sup> 2,069 888 · 10 <sup>-4</sup> 4,971 667 · 10 <sup>-5</sup> 4,139 777 · 10 <sup>-5</sup> 4,143 056 · 10 <sup>-6</sup> 3,449 814 · 10 <sup>-6</sup>	m <sup>2</sup> /s m <sup>2</sup> /s m <sup>2</sup> /s m <sup>2</sup> /s m <sup>2</sup> /s m <sup>2</sup> /s	m <sup>3</sup> /s · m m <sup>3</sup> /s · m m <sup>3</sup> /s · m m <sup>3</sup> /s · m m <sup>3</sup> /s · m m <sup>3</sup> /s · m
Tömegáram/terület	kg/s · m <sup>2</sup>	lbm/s · ft <sup>2</sup> lbm/h · ft <sup>2</sup>	4,882 428 1,356 230 · 10 <sup>-3</sup>	kg/s · m <sup>2</sup> kg/s · m <sup>2</sup>	
Térfogatáram/terület	m/s	ft <sup>3</sup> /s · ft <sup>2</sup> ft <sup>3</sup> /min · ft <sup>2</sup> UK gal/h · in. <sup>2</sup> US gal/h · in. <sup>2</sup> UK gal/min · ft <sup>2</sup> US gal/min · ft <sup>2</sup> UK gal/h · ft <sup>2</sup> US gal/h · ft <sup>2</sup>	0,304 8* 5,08* · 10 <sup>-3</sup> 1,957 349 · 10 <sup>-3</sup> 1,629 833 · 10 <sup>-3</sup> 8,155 621 · 10 <sup>-4</sup> 6,790 973 · 10 <sup>-4</sup> 1,359 270 · 10 <sup>-5</sup> 1,131 829 · 10 <sup>-5</sup>	m/s m/s m/s m/s m/s m/s m/s m/s	m <sup>3</sup> /s · m <sup>2</sup> m <sup>3</sup> /s · m <sup>2</sup> m <sup>3</sup> /s · m <sup>2</sup> m <sup>3</sup> /s · m <sup>2</sup> m <sup>3</sup> /s · m <sup>2</sup> m <sup>3</sup> /s · m <sup>2</sup> m <sup>3</sup> /s · m <sup>2</sup> m <sup>3</sup> /s · m <sup>2</sup>
Térfogatáram/nyomásesés	m <sup>3</sup> /s · Pa	bbl/D · psi	0,023 059 16	m <sup>3</sup> /d · kPa	

\* Pontos érték



Mennyiség	SI egysége	1 egység =	Átszámítási tényező	SI alkalmazott egység	
				javasolt	megengedett
<b>ENERGIA, MUNKA, TELJESÍTMÉNY EGYSÉGEI</b>					
Energia, munka	J	therm	105,505 6	MJ	
			29,307 11		
		US tonf . mi	14,317 43	MJ	kW . h
		hp . h	2,684 520	MJ	
			0,745 699 9		kW . h
		ch . h vagy CV . h	2,647 780	MJ	
			0,735 499 9		kW . h
		kW . h	3,6*	MJ	
		CHU	1,899 101	kJ	
			5,275 280 . 10 <sup>-4</sup>		kW . h
		BTU	1,055 056	kJ	
	2,930 711 . 10 <sup>-4</sup>		kW . h		
kcal	4,184*	kJ			
lbf . ft	1,355 818	J			
lbf . ft <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>	0,042 140 11	J			
Energia/hosszúság	J/m	US tonf . mi/ft	46,973 22	MJ/m	
Felületi feszültség	J/m <sup>2</sup>	erg/cm <sup>2</sup>	1,0*	mJ/m <sup>2</sup>	
Teljesítmény	W	million BTU/h	0,293 071 1	MW	
		BTU/s	1,055 056	kW	
		hhp (hidraulikus lóerő)	0,746 043	kW	
		hp (elektromos)	0,746*	kW	
		hp (550 ft . lbf/s)	0,745 699 9	kW	
		ch vagy CV	0,735 499 9	kW	
		BTU/min	0,017 584 27	kW	
		lbf . ft/s	1,355 818	W	
		kcal/h	1,162 222	W	
		BTU/h	0,293 071 1	W	
		ft . lbf/min	0,022 596 97	W	
Teljesítmény/terület	W/m <sup>2</sup>	BTU/s . ft <sup>2</sup>	11,356 53	kW/m <sup>2</sup>	
		cal/h . cm <sup>2</sup>	0,011 622 22	kW/m <sup>2</sup>	
		BTU/h . ft <sup>2</sup>	3,154 591	W/m <sup>2</sup>	
HFU — hőáramlási sebesség egység (geotermikus)		$\mu$ cal/s . cm <sup>2</sup>	41,84*	mW/m <sup>2</sup>	
Hőfelszabadulási sebesség	W/m <sup>2</sup>	hp/ft <sup>3</sup>	26,334 14	kW/m <sup>3</sup>	
		cal/h . cm <sup>3</sup>	1,162 222	kW/m <sup>3</sup>	
		BTU/s . ft <sup>3</sup>	37,258 95	kW/m <sup>3</sup>	
		BTU/h . ft <sup>3</sup>	0,010 349 71	kW/m <sup>3</sup>	
HGU — hőfejlődési sebesség (radioaktív kőzeteknél)		cal/s . cm <sup>3</sup>	4,184* . 10 <sup>12</sup>	$\mu$ W/m <sup>3</sup>	
Hűtőterhelés (gépészeti)	W/W	BTU/bhp . h	0,393 014 8	W/kW	
Fajlagos tüzelőanyag-fogyasztás (tömeg alapon)	kg/J	lbm/hp . h	0,168 965 9	mg/J	kg/MJ
			0,608 277 4		kg/kW . h
Fajlagos tüzelőanyag-fogyasztás (térfogat alapon)	m <sup>3</sup> /J	m <sup>3</sup> /kW . h	277,777 8	l/MJ	mm <sup>3</sup> /J
			1 000,0*		l/kW . h
		US gal/hp . h	1,410 089	l/MJ	mm <sup>3</sup> /J
			5,076 321		l/kW . h
		UK pt/hp . h	0,211 680 7	l/MJ	mm <sup>3</sup> /J
			0,762 050 4		l/kW . h

**MECHANIKAI EGYSÉGEK**

Sebesség	m/s	knot	1,852*	km/h	
		mi/h	1,609 344*	km/h	
		ft/s	0,304 8*	m/s	
		ft/min	0,005 08*	m/s	
		ft/h	0,084 666 67	mm/s	
		ft/D	3,527 778 . 10 <sup>-3</sup>	mm/s	
			0,304 8**		
		in./s	25,4*	mm/s	
		in./min	0,423 333 3	mm/s	m/d

\* Pontos érték



Mennyiség	SI egysége	1 egység =	Átszámítási tényező	SI alkalmazott egység	
				javasolt	megengedett
<b>MECHANIKAI EGYSÉGEK</b>					
Reciprok sebesség	s/m	s/ft	3,280 840	s/m	
Korróziósebesség	m/s	in./yr (ipy) mil/yr	25,4* 0,025 4*	mm/év mm/év	
Gyorsulás (lineáris) (nehézségi gyorsulás)	m/s <sup>2</sup>	ft/s <sup>2</sup> gal (cm/s <sup>2</sup> )	0,304 8* 0,01	m/s <sup>2</sup> m/s <sup>2</sup>	
Gyorsulás (körmozgásé)	rad/s <sup>2</sup>	rpm/s	0,104 719 8	rad/s <sup>2</sup>	
Impulzus	kg . m/s	lbm . ft/s	0,138 255 0	kg . m/s	
Erő	N	UK tonf US tonf kgf (kp) lbf pdl	9,964 016 8,896 443 9,806 650* 4,448 222 138,255 0	kN kN N N mN	/
Forgatónyomaték (mozgásmennyiség)	N . m	US tonf . ft kgf . m lbf . ft lbf . in. pdl . ft	2,711 636 9,806 650* 1,355 818 0,112 984 8 0,042 140 12	kN . m N . m N . m N . m N . m	
Forgatónyomaték/hossz- szúság	N . m/m	lbf . ft/in. kgf . m/m lbf . in./in.	53,378 66 9,806 650* 4,448 222	N . m/m N . m/m N . m/m	
Inercianyomaték	kg . m <sup>2</sup>	lbm . ft <sup>2</sup>	0,042 140 11	kg . m <sup>2</sup>	
Mechanikai feszültség	Pa	US tonf/in. <sup>2</sup> kgf/mm <sup>2</sup> US tonf/ft <sup>2</sup> lbf/in. <sup>2</sup> (psi) lbf/ft <sup>2</sup> (psf)	13,789 51 9,806 650* 0,095 760 52 6,894 757 . 10 <sup>-3</sup> 0,047 880 26	MPa MPa MPa MPa kPa	N/mm <sup>2</sup> N/mm <sup>2</sup> N/mm <sup>2</sup> N/mm <sup>2</sup>
Folyáshatár, gélerősség (fűrőfolyadéknál)	Pa	lbf/100 ft <sup>2</sup>	47,880 26	Pa	
Tömeg/hosszúság	kg/m	lbm/ft	1,488 164	kg/m	
Tömeg/terület (szerkezet terhelése, teherbíróképesség) (tömeg alapon)	kg/m <sup>2</sup>	US ton/ft <sup>2</sup> lbm/ft <sup>2</sup>	9,764 855 4,882 428	Mg/m <sup>2</sup> kg/m <sup>2</sup>	t/m <sup>2</sup>

**TRANSPORT-FOLYAMATOK EGYSÉGEI**

Diffuzivitás	m <sup>2</sup> /s	ft <sup>2</sup> /s ft <sup>2</sup> /h	92 903,04* 25,806 4*	mm <sup>2</sup> /s mm <sup>2</sup> /s	
Termikus ellenállás	K . m <sup>2</sup> /W	°C . m <sup>2</sup> . h/kcal °F . ft <sup>2</sup> . h/BTU	860,420 7 176,110 2	K . m <sup>2</sup> /kW K . m <sup>2</sup> /kW	
Hőfluxus	W/m <sup>2</sup>	BTU/h . ft <sup>2</sup>	3,154 591 . 10 <sup>-3</sup>	kW/m <sup>2</sup>	
Hővezetőképesség	W/m . K	cal/s . cm <sup>2</sup> . °C/cm BTU/h . ft <sup>2</sup> . °F/ft  kcal/h . m <sup>2</sup> . °C/m BTU/h . ft <sup>2</sup> . °F/in. cal/h . cm <sup>2</sup> . °C/cm	418,4* 1,730 735 6,230 646 1,162 222 0,144 227 9 0,116 222 2	W/m . K W/m . K  W/m . K W/m . K W/m . K	kJ/m . h . K
Hőátadási tényező	W/m <sup>2</sup> . K	cal/s . cm <sup>2</sup> . °C BTU/s . ft <sup>2</sup> . °F cal/h . cm <sup>2</sup> . °C BTU/h . ft <sup>2</sup> . °F  BTU/h . ft <sup>2</sup> . °R kcal/h . m <sup>2</sup> . °C	41,84* 20,441 75 0,011 622 22 5,678 264 . 10 <sup>-3</sup> 20,441 75 5,678 264 . 10 <sup>-3</sup> 1,162 222 . 10 <sup>-3</sup>	kW/m <sup>2</sup> . K kW/m <sup>2</sup> . K kW/m <sup>2</sup> . K kW/m <sup>2</sup> . K  kW/m <sup>2</sup> . K kW/m <sup>2</sup> . K	kJ/h m <sup>2</sup> . K

\* Pontos érték



Mennyiség	SI egysége	1 egység =	Átszámítási tényező	SI alkalmazott egység	
				javasolt	megengedett
<b>TRANSPORT FOLYAMATOK EGYSÉGEI</b>					
Térfogati hőátadási tényező	W/m <sup>3</sup> · K	BTU/s · ft <sup>3</sup> · °F BTU/h · ft <sup>3</sup> · °F	67,066 11 0,018 629 48	kW/m <sup>3</sup> · K kW/m <sup>3</sup> · K	
Felületi feszültség	N/m	dyn/cm	1	mN/m	
Viszkozitás (dinamikus)	Pa · s	lbf · s/in. <sup>2</sup> lbf · s/ft <sup>2</sup> kgf · s/m <sup>2</sup> lbm/ft · s dyn · s/cm <sup>2</sup> cP lbm/ft · h	6 894,757 47,880 26 9,806 650* 1,480 164 0,1* 0,001* 4,133 789 · 10 <sup>-4</sup>	Pa · s Pa · s Pa · s Pa · s Pa · s Pa · s Pa · s	N · s/m <sup>2</sup> N · s/m <sup>2</sup> N · s/m <sup>2</sup> N · s/m <sup>2</sup> N · s/m <sup>2</sup> mPa · s N · s/m <sup>2</sup>
Viszkozitás (kinematikus)	m <sup>2</sup> /s	ft <sup>2</sup> /s in. <sup>2</sup> /s m <sup>2</sup> /h cm <sup>2</sup> /s ft <sup>2</sup> /h cSt	92 903,04* 645,16* 277,777 8 100,0* 25,806 4* 1	mm <sup>2</sup> /s mm <sup>2</sup> /s mm <sup>2</sup> /s mm <sup>2</sup> /s mm <sup>2</sup> /s mm <sup>2</sup> /s	
Áteresztőképesség (permeabilitás)	m <sup>2</sup>	darcy mD	0,986 923 3 9,869 233 · 10 <sup>-4</sup> 0,986 923 3	μm <sup>2</sup> μm <sup>2</sup>	10 <sup>-3</sup> μm <sup>2</sup>

## EGYÉB EGYSÉGEK

A tároló folyadék összenyomhatósága (kompresszibilitás)	Pa <sup>-1</sup>	psi <sup>-1</sup>	1,450 377 · 10 <sup>-4</sup> 0,145 037 7	Pa <sup>-1</sup>	kPa <sup>-1</sup>
GOV (gáz—olaj viszony)	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	scf/bbl	0,180 117 5	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
Gázhozam	m <sup>3</sup> /s	scf/D	0,028 636 40	m <sup>3</sup> /d	
Hőcserélődési sebesség	W	BTU/h	2,930 711 · 10 <sup>-4</sup> 1,055 056	kW	kJ/h
Mozgékonyosság (mobilitás)	m <sup>2</sup> /Pa · s	darcy/cP	0,986 923 3 986,923 3	μm <sup>2</sup> /mPa · s μm <sup>2</sup> /Pa · s	
Olajhozam	m <sup>3</sup> /s	bbl/D short ton/yr	0,158 987 3 0,907 184 7	m <sup>3</sup> /d Mg/év	t/év
Részecskeméret	m	mikron	1	μm	
k · h (áteresztőképesség × vastagság)	m <sup>3</sup>	mD · ft	300,814 2	μm <sup>2</sup> · m	
Produktivitási index	m <sup>3</sup> /Pa · s	bbl/psi · D	0,023 059 16	m <sup>3</sup> /kPa · d	
Szivattyúzási sebesség (szivattyúzott folyadékáram)	m <sup>3</sup> /s	US gal/min	0,227 124 7 0,063 090 20	m <sup>3</sup> /h	l/s
Fordulat/perc	rad/s	rpm	0,104 719 8 6,283 185	rad/s	rad/min
Termelt olaj/közettérfogat	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	bbl/acre · ft	1,288 931 · 10 <sup>-4</sup> 1,288 931	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /ha · m
Tároló területe	m <sup>2</sup>	mi <sup>2</sup> acre	2,589 988 0,404 685 6	km <sup>2</sup>	ha
Tároló térfogata	m <sup>3</sup>	acre · ft	1 233,482 0,123 348 2	m <sup>3</sup>	ha · m
Fajlagos produktivitási index	m <sup>3</sup> /Pa · s · m	bbl/D · psi · ft	0,075 653 41	m <sup>3</sup> /kPa · d · m	
Fúróasztal forgatónyomatéka	N · m	lbf · ft	1,355 818	N · m	
Térfogat	m <sup>3</sup>	scf	0,028 636 40	m <sup>3</sup>	

\* Pontos érték



## A legfontosabb angolszász mértékegységek átszámítása SI egységekre

1 egység =	Átszámítási tényező	SI egység
acre . foot (US)	1 233,482	köbméter (m <sup>3</sup> )
acre (US)	4 046,856	négyzetméter (m <sup>2</sup> )
are	100,0*	négyzetméter (m <sup>2</sup> )
angstrom	1,0* . 10 <sup>-10</sup>	méter (m)
atmosphere (standard)	101 325,0*	pascal (Pa)
atmosphere (technical)	98 066,5*	pascal (Pa)
bar	100 000,0*	pascal (Pa)
barn	1,0 . 10 <sup>-28</sup>	négyzetméter (m <sup>2</sup> )
barrel (kőolajra, 42 gal)	0,158 987 3	köbméter (m <sup>3</sup> )
board foot	0,002 359 737	köbméter (m <sup>3</sup> )
BTU British thermal unit (International Table)	1 055,056	joule (J)
BTU British thermal unit (átlagos)	1 055,87	joule (J)
BTU British thermal unit (termokémiai)	1 054,35	joule (J)
BTU British thermal unit (39 °F)	1 059,67	joule (J)
BTU British thermal unit (59 °F)	1 054,80	joule (J)
BTU British thermal unit (60 °F)	1 054,68	joule (J)
BTU (International Table) . . ft/h . ft <sup>2</sup> . °F (hővezetőképesség)	1,730 735	watt per méterkelvin (W/m . K)
BTU (termokémiai) . ft/h . ft <sup>2</sup> . °F (hővezetőképesség)	1,729 577	watt per méterkelvin (W/m . K)
BTU (International Table) . . in/h . ft <sup>2</sup> . °F (hővezetőképesség)	0,144 227 9	watt per méterkelvin (W/m . K)
BTU (termokémiai) . in/h . ft <sup>2</sup> . °F (hővezetőképesség)	0,144 131 4	watt per méterkelvin (W/m . K)
BTU (International Table) . . in./s . ft <sup>2</sup> . °F (hővezetőképesség)	519,220 5	watt per méterkelvin (W/m . K)
BTU (termokémiai) . in./s . ft <sup>2</sup> . °F (hővezetőképesség)	518,873 0	watt per méterkelvin (W/m . K)
BTU (Intern. Table)/h	0,293 071 1	watt (W)
BTU (termokémiai)/h	0,292 875 0	watt (W)
BTU (termokémiai)/min.	17,572 50	watt (W)
BTU (termokémiai)/s	1 054,350	watt (W)
BTU (Intern. Table)/ft <sup>2</sup>	11 356,53	joule per négyzetméter (J/m <sup>2</sup> )
BTU (termokémiai)/ft <sup>2</sup>	11 348,93	joule per négyzetméter (J/m <sup>2</sup> )
BTU (termokémiai) ft <sup>2</sup> . h	3,152 481	watt per négyzetméter (W/m <sup>2</sup> )
BTU (termokémiai)/ft <sup>2</sup> .min	189,148 9	watt per négyzetméter (W/m <sup>2</sup> )
BTU (termokémiai)/ft <sup>2</sup> .s	11 348,93	watt per négyzetméter (W/m <sup>2</sup> )
BTU (termokémiai)/in <sup>2</sup> .s	1 634 246	watt per négyzetméter (W/m <sup>2</sup> )
BTU (Intern. Table)/h.ft <sup>2</sup> °F (hőátadási tényező)	5,678 264	watt per négyzetméterkelvin (W/m <sup>2</sup> . K)
BTU (termokémiai)/h.ft <sup>2</sup> °F (hőátadási tényező)	5,674 465	watt per négyzetméterkelvin (W/m <sup>2</sup> . K)
BTU (Intern. Table)/s.ft <sup>2</sup> °F	20 441,75	watt per négyzetméterkelvin (W/m <sup>2</sup> . K)

\* Pontos érték



1 egység ==	Átszámítási tényező	SI egység
BTU (termokémiai)/s.ft <sup>2</sup> .°F	20 428,07	watt per négyzetméterkelvin (W/m <sup>2</sup> . K)
BTU (Intern. table)/lbm	2 326,0*	joule per kilogramm (J/kg)
BTU (termokémiai)/lbm	2 324,444	joule per kilogramm (J/kg)
BTU (Intern. Table)/lbm . °F (hőkapacitás)	4 186,8*	joule per kilogrammkelvin (J/kg . K)
BTU (termokémiai)/lbm . °F (hőkapacitás)	4 183,999	joule per kilogrammkelvin (J/kg . K)
bushel (US)	0,035 239 07	köbméter (m <sup>3</sup> )
caliber (inch)	0,025 4*	méter (m)
calorie (Intern. Table)	4,186 800*	joule (J)
calorie (átlagos)	4,190 02	joule (J)
calorie (termokémiai)	4,184 000*	joule (J)
calorie (15 °C)	4,185 80	joule (J)
calorie (20 °C)	4,181 90	joule (J)
cal (termokémiai)/cm <sup>2</sup>	41 840,00*	joule per négyzetméter (J/m <sup>2</sup> )
cal (Intern. Table)/g	4 186,800*	joule per kilgramm (J/kg)
cal (termokémiai)/g	4 184,000*	joule per kilgramm (J/kg)
cal (Intern. Table)/g °C	4 186,800*	joule per kilogrammkelvin (J/kg . K)
cal (termokémiai)/g . °C	4 184,000*	joule per kilogrammkelvin (J/kg . K)
cal (termokémiai)/min	0,069 733 33	watt (W)
cal (termokémiai)/s	4,184 000*	watt (W)
cal (termokémiai)/cm <sup>2</sup> .min	697,333 3	watt per négyzetméter (W/m <sup>2</sup> )
cal (termokémiai)/cm <sup>2</sup> .s	41 840,00*	watt per négyzetméter (W/m <sup>2</sup> )
cal (termokémiai)/cm.s.°C	418,400 0*	watt per méterkelvin (W/m . K)
centiméter of Hg (0 °C)	1 333,22	pascal (Pa)
centiméter of H <sub>2</sub> O(4 °C)	98,063 8	pascal (Pa)
centipoise (cP)	0,001*	pascalmásodperc (Pa . s)
centistokes (cSt)	0,000 001*	négyzetméter per másodperc (m <sup>2</sup> /s)
clo	0,200 371 2	kelvinnégyzetméter per watt (K . m <sup>2</sup> /W)
cup	2,365 88.10 <sup>-4</sup>	köbméter (m <sup>3</sup> )
°F.h.ft <sup>2</sup> /BTU (Intern. Table) (termikus ellenállás)	0,176 110 2	kelvinnégyzetméter per watt (K . m <sup>2</sup> /W)
°F.h.ft <sup>2</sup> /BTU (termokémiai) (termikus ellenállás)	0,176 228 1	kelvinnégyzetméter per watt (K . m <sup>2</sup> /W)
faraday (C—12-ből)	96 487,0	coulomb (C)
faraday (kémiai)	96 495,7	coulomb (C)
faraday (fizikai)	96 521,9	coulomb (C)
fathom	1,828 8	méter (m)
fluid ounce (US)	2,957 353.10 <sup>-5</sup>	köbméter (m <sup>3</sup> )
foot	0,304 8*	méter (m)
foot (US)	0,304 800 6	méter (m)
foot H <sub>2</sub> O (39,2 °F)	2 988,98	pascal (Pa)

\* Pontos érték



1 egység =	Átszámítási tényező	SI egység
ft <sup>2</sup>	0,092 903 04	négyzetméter (m <sup>2</sup> )
ft <sup>2</sup> /h (hődiffuzivitás)	2,580 640.10 <sup>-5</sup>	négyzetméter per másodperc (m <sup>2</sup> /s)
ft <sup>2</sup> /s	0,092 903 04	négyzetméter per másodperc (m <sup>2</sup> /s)
ft <sup>3</sup>	0,028 316 85	köbméter (m <sup>3</sup> )
ft <sup>3</sup> /min	4,719 474.10 <sup>-4</sup>	köbméter per másodperc (m <sup>3</sup> /s)
ft <sup>3</sup> /s	0,028 316 85	köbméter per másodperc (m <sup>3</sup> /s)
ft <sup>4</sup> (inercianyomaték)	0,008 630 975	méter a negyediken (m <sup>4</sup> )
ft/h	3,466 667.10 <sup>-5</sup>	méter per másodperc (m/s)
ft/min	5,080*.10 <sup>-3</sup>	méter per másodperc (m/s)
ft/s	0,304 8*	méter per másodperc (m/s)
ft/s <sup>2</sup>	0,304 8*	méter per másodperc a négyzeten (m/s <sup>2</sup> )
footcandle	10,763 91	lux (lx)
footlambert	3,426 259	candela per négyzetméter (cd/m <sup>2</sup> )
ft.lbf	1,355 818	joule (J)
ft.lbf/h	3,766 161.10 <sup>-4</sup>	watt (W)
ft.lbf/min	0,022 596 97	watt (W)
ft.lbf/s	1,355 818	watt (W)
ft.poundal	0,042 140 12	joule (J)
gal	0,01*	méter per másodperc a négyzeten (m/s <sup>2</sup> )
gallon (kanadai, folyadék)	0,004 546 090	köbméter (m <sup>3</sup> )
gallon (UK, folyadék)	0,004 546 092	köbméter (m <sup>3</sup> )
gallon (US, folyadék)	0,003 785 412	köbméter (m <sup>3</sup> )
gallon (US, száraz)	0,004 404 884	köbméter (m <sup>3</sup> )
gallon (US, folyadék)/d	4,381 264.10 <sup>-8</sup>	köbméter per másodperc (m <sup>3</sup> /s)
gallon (US, folyadék)/min	6,309 020.10 <sup>-5</sup>	köbméter per másodperc (m <sup>3</sup> /s)
gal US, folyadék)/hp.h (fajlagos tüzelőanyag-fogyasztás)	1,410 089.10 <sup>-9</sup>	köbméter per joule (m <sup>3</sup> /J)
gamma (mágneses mező erőssége)	7,957 747.10 <sup>-4</sup>	amper per méter (A/m)
gill (UK)	1,420 654.10 <sup>-4</sup>	köbméter (m <sup>3</sup> )
gill (US)	1,182 941.10 <sup>-4</sup>	köbméter (m <sup>3</sup> )
grain	6,479 891.10 <sup>-5</sup>	kilogramm (kg)
grain/gal (US, folyadék)	0,017 118 06	kilogramm per köbméter (kg/m <sup>3</sup> )
horsepower (550 ft.lbf/s)	745,699 9	watt (W)
horsepower (kazán)	9 809,50	watt (W)
horsepower (elektromos)	746,0*	watt (W)
horsepower (metrikus)	735,499	watt (W)
horsepower (víz)	746,043	watt (W)
horsepower (UK)	745,70	watt (W)
hundredweight (long)	50,802 35	kilogramm (kg)
hundredweight (short)	45,359 24	kilogramm (kg)
inch	0,025 4*	méter (m)

\* Pontos érték



1 egység =	Átszámítási tényező	SI egység
inch of Hg (32 °F)	3 386,38	pascal (Pa)
inch of Hg (60 °F)	3 376,85	pascal (Pa)
inch of H <sub>2</sub> O (39,2 °F)	2 490,82	pascal (Pa)
inch of H <sub>2</sub> O (60 °F)	2 488,4	pascal (Pa)
in. <sup>2</sup>	6,451 600* . 10 <sup>-4</sup>	négyzetméter (m <sup>2</sup> )
in. <sup>3</sup>	1,638 706 . 10 <sup>-5</sup>	köbméter (m <sup>3</sup> )
in. <sup>3</sup> /min	2,731 177 . 10 <sup>-7</sup>	köbméter per másodperc (m <sup>3</sup> /s)
in. <sup>4</sup> (ineciányomaték)	4,162 314 . 10 <sup>-7</sup>	méter a negyediken (m <sup>4</sup> )
in./s	0,025 4*	méter per másodperc (m/s)
in./s <sup>2</sup>	0,025 4*	méter per másodperc a négyzeten (m/s <sup>2</sup> )
kayser	100,0*	1 per méter (1/m)
kilogram-force (kgf)	9,806 650*	newton (N)
kgf.m	9,806 650*	newtonméter (N . m)
kgf/cm <sup>2</sup>	98 066,50*	pascal (Pa)
kgf/m <sup>2</sup>	9,806 650*	pascal (Pa)
kgf/mm <sup>2</sup>	9 806 650,0*	pascal (Pa)
km/h	0,277 777 8	méter per másodperc (m/s)
kp	9,806 650*	newton (N)
kip (1000 lbf)	4 448,222	newton (N)
kip/in. <sup>2</sup> (ksi)	6 894 757	pascal (Pa)
knot (nemzetközi)	0,514 444 4	méter per másodperc (m/s)
mho	1,0*	siemens (S)
mil	2,54* . 10 <sup>-5</sup>	méter (m)
mile (nemzetközi)	1 609,344*	méter (m)
mile (US)	1 609,347	méter (m)
mile (nemzetközi, tengeri)	1 852,0*	méter (m)
mile (UK, tengeri)	1 853,184*	méter (m)
mile (US, tengeri)	1 852,0*	méter (m)
mi <sup>2</sup> (nemzetközi)	2 589 988	négyzetméter (m <sup>2</sup> )
mi <sup>2</sup> (US)	2 589 998	négyzetméter (m <sup>2</sup> )
mi/h (nemzetközi)	0,447 040*	méter per másodperc (m/s)
mi/h (nemzetközi)	1,609 344*	kilométer per óra (km/h)
mi/min (nemzetközi)	26,822 40*	méter per másodperc (m/s)
mi/s (nemzetközi)	1 609,344*	méter per másodperc (m/s)
ohm cirkular-mil/ft	0,001 662 426	ohmmilliméternégyzet per méter (Ω . mm <sup>2</sup> /m)
ounce (avoirdupois)	0,028 349 523	kilogramm (kg)
ounce (troy or apoth.)	0,031 103 486	kilogramm (kg)
ounce (UK, folyadék)	2,841 307 . 10 <sup>-5</sup>	köbméter (m <sup>3</sup> )
ounce (US, folyadék)	2,957 353 . 10 <sup>-5</sup>	köbméter (m <sup>3</sup> )
ounce-force	0,278 013 9	newton (N)
ozf.in.	0,007 061 553	newtonméter (N . m)
oz (a.d.)/gal (UK, folyadék)	6,236 021	kilogramm per köbméter (kg/m <sup>3</sup> )

\* Pontos érték



1 egység =	Átszámítási tényező	SI egység
oz. (a.d.)/gal (US, folyadék)	7,489 151	kilogramm per köbméter (kg/l <sup>3</sup> )
oz (a.d.)/in. <sup>3</sup>	1 729,994	kilogramm per köbméter (kg/m <sup>3</sup> )
oz (a. d.)/ft <sup>2</sup>	0,305 151 7	kilogramm per négyzetméter (kg/m <sup>2</sup> )
oz (a.d.)/yd <sup>2</sup>	0,033 905 75	kilogramm per négyzetméter (kg/m <sup>2</sup> )
peck (US)	0,008 809 767 5	köbméter (m <sup>3</sup> )
pennyweight	0,001 555 173 84	kilogramm (kg)
perm (0 °C)	5,721 35 . 10 <sup>-11</sup>	kilogramm per pascalmásodperc-négyzetméter (kg/Pa . s . m <sup>2</sup> )
perm (23 °C)	5,745 25 . 10 <sup>-11</sup>	kilogramm per pascalmásodperc-négyzetméter (kg/Pa . s . m <sup>2</sup> )
perm. in. (0 °C)	1,453 22 . 10 <sup>-12</sup>	kilogramm per pascalmásodperc-méter (kg/Pa . s . m)
perm. in. (23 °C)	1,459 29 . 10 <sup>-12</sup>	kilogramm per pascalmásodperc-méter (kg/Pa . s . m)
pica	0,004 217 518	méter (m)
pint (US, száraz)	5,506 105 . 10 <sup>-4</sup>	köbméter (m <sup>3</sup> )
pint (US, folyadék)	4,731 765 . 10 <sup>-4</sup>	köbméter (m <sup>3</sup> )
pint (UK)	5,682 609 . 10 <sup>-4</sup>	köbméter (m <sup>3</sup> )
point	3,514 598 . 10 <sup>-4</sup>	méter (m)
poise (dinamikus viszkozitás)	0,1*	pascalmásodperc (Pa . s)
pound (lb avoirdupois)	0,453 592 37	kilogramm (kg)
pound (troy or apoth.)	0,373 241 7	kilogramm (kg)
lbm.ft <sup>2</sup> (inercianyomaték)	0,042 140 11	kilogrammnégyzetméter (kg . m <sup>2</sup> )
lbm.in. <sup>2</sup> (inercianyomaték)	2,926 397 . 10 <sup>-4</sup>	kilogrammnégyzetméter (kg . m <sup>2</sup> )
lbm/ft.h	4,133 789 . 10 <sup>-4</sup>	pascalmásodperc (Pa . s)
lbm/ft.s	1,488 164	pascalmásodperc (Pa . s)
lbm/ft <sup>2</sup>	4,882 428	kilogramm per négyzetméter (kg/m <sup>2</sup> )
lbm/ft <sup>3</sup>	16,018 46	kilogramm per köbméter (kg/m <sup>3</sup> )
lbm/gal (UK, folyadék)	99,776 33	kilogramm per köbméter (kg/m <sup>3</sup> )
lbm/gal (US ,folyadék)	119,826 4	kilogramm per köbméter (kg/m <sup>3</sup> )
lbm/h	1,259 979 . 10 <sup>-4</sup>	kilogramm per másodperc (kg/s)
lbm/hp.h (fajlagos tüzelőanyag-fogyasztás)	1,689 659 . 10 <sup>-7</sup>	kilogramm per joule (kg/J)
lbm/in. <sup>3</sup>	27 679,90	kilogramm per köbméter (kg/m <sup>3</sup> )
lbm/min	0,007 559 873	kilogramm per másodperc (kg/s)
lbm/s	0,453 592 4	kilogramm per másodperc (kg/s)
lbm/yd <sup>3</sup>	0,593 276 4	kilogramm per köbméter (kg/m <sup>3</sup> )
poundal	0,138 255 0	newton (N)
poundal/ft <sup>2</sup>	1,488 164	pascal (Pa)
poundal.s/ft <sup>2</sup>	1,488 164	pascalmásodperc (Pa . s)
pound-force (lbf)	4,448 221 615	newton (N)
lbf.ft	1,355 818	newtonméter (N . m)
lbf.ft/in.	53,378 66	newtonméter per méter (N . m/m)

\* Pontos érték



1 egység =	Átszámítási tényező	SI egység
lbf.in.	0,112 984 8	newtonméter (N . m)
lbf.in./in.	4,448 222	newtonméter per méter (N . m/m)
lbf.s/ft <sup>2</sup>	47,880 26	pascalmásodperc (Pa . s)
lbf/ft	14,593 90	newton per méter (N/m)
lbf/ft <sup>2</sup>	47,880 26	pascal (Pa)
lbf/in.	175,126 8	newton per méter (N/m)
lbf/in. <sup>2</sup> (psi)	6 894,757	pascal (Pa)
quart (US, száraz)	1,101 221 . 10 <sup>-3</sup>	köbméter (m <sup>3</sup> )
quart (US, folyadék)	0,946 352 9 . 10 <sup>-3</sup>	köbméter (m <sup>3</sup> )
rhe	10,0*	1 per pascalmásodperc (1/Pa . s)
slug	14,593 90	kilogramm (kg)
slug/ft.s	47,880 25	pascalmásodperc (Pa . s)
slug/ft <sup>3</sup>	515,378 7	kilogramm per köbméter (kg/m <sup>3</sup> )
stokes (kinematikus viszkozitás)	1,0* . 10 <sup>-4</sup>	négyzetméter per másodperc (m <sup>2</sup> /s)
ton (long, 2240 lb) (UK)	1 016,047	kilogramm (kg)
ton (metrikus)	1 000,0*	kilogramm (kg)
ton (regiszter)	2,831 685	köbméter (m <sup>3</sup> )
ton (short, 2 000 lb) (US)	907,184 7	kilogramm (kg)
ton-force (2 000 lbf) (US)	8 896,44	newton (N)
ton-force (2240 lbf) (UK)	9 964,016	newton (N)
torr (mm Hg, 0 °C)	133,322	pascal (Pa)
W/in <sup>2</sup>	1 550,003	watt per négyzetméter (W/m <sup>2</sup> )
yard	0,914 400*	méter (m)
yd <sup>2</sup>	0,836 127 4	négyzetméter (m <sup>2</sup> )
yd <sup>3</sup>	0,764 554 9	köbméter (m <sup>3</sup> )
yd <sup>3</sup> /min	0,012 742 58	köbméter per másodperc (m <sup>3</sup> /s)

\* Pontos érték

Megjegyzés: Az angolszász egységeket a teljesség kedvéért közöltük (A szerkesztő).



**Kőolajok sűrűségének átszámítása**  
API°-ról kg/m<sup>3</sup>-re

API fok	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
10	1000,0	999,3	998,6	997,9	997,2	996,5	995,8	995,1	994,4	993,7
11	993,0	992,3	991,6	990,9	990,2	989,5	988,8	988,1	987,4	986,8
12	986,1	985,4	984,7	984,0	983,3	982,6	982,0	981,3	980,6	979,9
13	979,2	978,6	977,9	977,2	976,5	975,9	975,2	974,5	973,8	973,2
14	972,5	971,8	971,2	970,5	969,8	969,2	968,5	967,9	967,2	966,5
15	965,9	965,2	964,6	963,9	963,2	962,6	961,9	961,3	960,6	960,0
16	959,3	958,7	958,0	957,4	956,7	956,1	955,4	954,8	954,1	953,5
17	952,9	952,2	951,6	950,9	950,3	949,3	949,0	948,4	947,8	947,1
18	946,5	945,9	945,2	944,6	944,0	943,3	942,7	942,1	941,5	940,8
19	940,2	939,6	939,0	938,3	937,7	937,1	936,5	935,8	935,2	934,6
20	934,0	933,4	932,8	932,1	931,5	930,9	930,3	929,7	929,1	928,5
21	927,9	927,3	926,7	926,0	925,4	924,8	924,2	923,6	923,0	922,4
22	921,8	921,2	920,6	920,0	919,4	918,8	918,2	917,6	917,0	916,5
23	915,9	915,3	914,7	914,1	913,5	912,9	912,3	911,7	911,1	910,6
24	910,0	909,4	908,8	908,2	907,6	907,1	906,5	905,9	905,3	904,7
25	904,2	903,6	903,0	902,4	901,8	901,3	900,7	900,1	899,6	899,0
26	898,4	897,8	897,3	896,7	896,1	895,6	895,0	894,4	893,9	893,3
27	892,7	892,2	891,6	891,1	890,5	889,9	889,4	888,8	888,3	887,7
28	887,1	886,6	886,0	885,5	884,9	884,4	883,8	883,3	882,7	882,2
29	881,6	881,1	880,5	880,0	879,4	878,9	878,3	877,8	877,2	876,7
30	876,2	875,6	875,1	874,5	874,0	873,5	872,9	872,4	871,8	871,3
31	870,8	870,2	869,7	869,2	868,6	868,1	867,6	867,0	866,5	866,0
32	865,4	864,9	864,4	863,9	863,3	862,8	862,3	861,8	861,2	860,7
33	860,2	859,7	859,1	858,6	858,1	857,6	857,1	856,5	856,0	855,5
34	855,0	854,5	854,0	853,4	852,9	852,4	851,9	851,4	850,9	850,4
35	849,8	849,3	848,8	848,3	847,8	847,3	846,8	846,3	845,8	845,3
36	844,8	844,3	843,8	843,3	842,8	842,3	841,8	841,3	840,8	840,3
37	839,8	839,3	838,8	838,3	837,8	837,3	836,8	836,3	835,8	835,3
38	834,8	834,3	833,8	833,3	832,8	832,4	831,9	831,4	830,9	830,4
39	829,9	829,4	828,9	828,5	828,0	827,5	827,0	826,5	826,0	825,6
40	825,1	824,6	824,1	823,6	823,2	822,7	822,2	821,7	821,2	820,8
41	820,3	819,8	819,3	818,9	818,4	817,9	817,4	817,0	816,5	816,0
42	815,6	815,1	814,6	814,2	813,7	813,2	812,8	812,3	811,8	811,4
43	810,9	810,4	810,0	809,5	809,0	808,6	808,1	807,6	807,2	806,7
44	806,3	805,8	805,4	804,9	804,4	804,0	803,5	803,1	802,5	802,2
45	801,7	801,2	800,8	800,3	799,9	799,4	799,0	798,5	798,1	797,6
46	797,2	796,7	796,3	795,8	795,4	794,9	794,5	794,1	793,6	793,2
47	792,7	792,3	791,8	791,4	790,5	790,5	790,1	789,6	789,2	788,7
48	788,3	787,9	787,4	787,0	786,5	786,1	785,7	785,2	784,8	784,4
49	783,9	783,5	783,1	782,6	782,2	781,8	781,3	780,9	780,5	780,0



## Az UNESCO 1979—1980. évi program- és költségvetés-tervezete (rövidítve)

Az UNESCO főigazgatósága közzétette a szervezet 1979—1980. évi program- és költségvetés-tervezetét, amelyet a közgyűlés 20. ülésén (Párizs 1978. október) vitattak meg.

A főigazgató 1979—80-ra 276 millió dolláros költségvetés elfogadását javasolta.

Fenti összegén kívül az UNESCO előreláthatólag az ENSZ Fejlesztési Programjától és más forrásokból további 172 millió dollárt kap, s így 1979—80-ban összesen 448 millió dollárral gazdálkodik.

### Nevelésügy

A nevelésügy továbbra is kiemelt területe marad az UNESCO tevékenységének. Az 1979—80. évi költségvetésből részesedése 20,2%, azaz 55,6 millió dollár. Emellett a nevelésügyi programok fedezésére fordítják a költségvetésen kívüli keretek mintegy 60%-át, s ez további 98,6 millió dollárt jelent.

### Egzaktsági és természettudományok

E tudományokra az UNESCO az eddiginél is nagyobb figyelmet kíván fordítani. Ez abban is megmutatkozik, hogy a főigazgató a legnagyobb mérvű költségvetés-emelést éppen e fejezet esetében javasolta (8,9%). Így a természettudományi tevékenységekre a következő két évben az UNESCO a rendes költségvetésből 27,5 millió dollárt költ, egyéb forrásokból pedig 38,7 millió szán konkrét fejlesztési programok támogatására.

Ezen belül az energiakutatás terén egyaránt foglalkozik a hagyományos és az új, kevésbé szennyező hatású energiahordozók felhasználásával, az elszigetelt környezetben használható ki energiatermelő egységekkel, a fejlődő országok által hatékonyabban használható energiarendszerekkel, különösen a napenergia alkalmazásával. A regionális programok keretében 1980-ban kerül sor egy európai munkacsoport felállítására a napenergia-kutatás összehangolása céljából.

Az ásványkincsek és energiaforrások (7.1) ésszerű felhasználásával foglalkozó tevékenységek a Nemzetközi Geológiai Korrelációs Program (PICG) keretében kapnak helyet. E program fő témái a földkéreg szerkezete és fejlődéstörténete; az ásványkincsek eredetére, eloszlására és kronológiájára vonatkozó ismeretek szintézise; a földtudományi adatok gyűjtése, értékelése és térképi ábrázolása; a földtudományi szakemberek képzése; a természeti csapások okainak és elhárítás lehetőségének kutatása. A Geológiai Korrelációs Program keretében mintegy 60 téma tanulmányozása zajlik, emellett folytatódnak a világ és az egyes régiók geológiai atlaszainak, érc és tektonikai térképeinek szerkesztési munkálatai.

Az élő természet erőforrásaival (7.2) foglalkozó fejezet központi magját az Ember és Bioszféra Program (MAG) alkotja, amely az embri tevékenység, illetve a szárazföldi és vízi ökoszisztémák kölcsönhatását vizsgálja.

A hidrológia (7.3) terén javasolt program célja, hogy a nemzetközi együttműködés révén elősegítse a víztar-

talékokkal való ésszerű gazdálkodást, pontosabb tegye a víz körforgására, a vízhozamokra, a vízszennyeződés veszélyeire vonatkozó ismereteket.

Az egzaktsági és természettudományos fejezetben kapott helyet két olyan téma, a környezet és az emberi lakóhely (7.5), illetve az emberiség kulturális és természeti örökségének védelme (7.6), amelyet korábban ez a fejezet nem érintett.

### Társadalomtudományok

A társadalmi területre hagyományosan minden más fejezetenél kisebb rész jut a költségvetésből, a rendes költségvetésből csak 12,7 millió dollár, a költségvetésen kívüli forrásokból pedig mindössze 7,5 millió.

### Kultúra és kommunikáció

A program középpontjában — mint már két évvel ezelőtt is — a kulturális sajátosságok hangsúlyozása áll, amelynek megőrzése, továbbfejlesztése és kiteljesítése minden ország, közösség és egyén fejlődésének fontos tényezője.

### Szerzői jog, információs rendszerek és szolgálatok, statisztika

A szerzői jog (9.2) területén az Egyetemes Szerzői Jogi Egyezmény mellett az UNESCO számos részterület szabályozásával foglalkozik. Így az előadóművészek, hangfelvételek és rádióműsorok védelmével, a műholdak által továbbított műsorokat hordozó rádióhullámok felhasználásának kérdésével, a fordítók jogaival, szerzők kettős adóztatásának kiküszöbölésével, a védett művek számítógépes tárolásának és újrafelhasználásának szerzői jogi kérdéseivel a közönség tulajdonát képező művek tiszteletben tartásával és a folklór védelmével, továbbá fontos tevékenységet fejt ki a szerzői jogi dokumentáció információ és szakemberképzés vonatkozásában.

Az információs rendszerek és szolgálatok (10.1) fejlesztését az Általános Információs Program kormányközi bizottsága elvi irányításával valósítja meg. A javasolt akciók keretében az UNESCO felmérést készít a tagállamok meglévő információs bázisáról, segítséget nyújt a nemzeti információs stratégiák kidolgozásához, a regionális együttműködéshez, így a Helsinkii Záróokmányának megfelelően az UNISIST terén folyó európai együttműködéshez. 1979-ben kerül sor az UNISIST II-re (Kormányközi konferencia a műszaki-tudományos információk és a fejlődésben betöltött szerepéről). Tovább folyik az UNESCO és az ENSZ más szakosított intézményei által kidolgozott információs rendszerek egyeztetése és az UNESCO-n belül kialakított sokféle kisebb-nagyobb tájékoztatási rendszer és hálózat összehangolása.

(MGI — Nemzetközi szervezetek anyagaiból)



# Szerkesztői közlemény

## A KÉZIRAT RÉSZE

Lapunk színvonalának emelése, a felesleges többletmunka elkerülése és a szerkesztés megkönnyítése érdekében az alábbiakban adunk tájékoztatást a szerkesztés irányelveiről és a kéziratok elkészítési módjáról.

A cikkek kívánatos *terjedelme* (ábrákkal együtt) 3–6 nyomtatott (15–30 gépelt) oldal. Nagyobb terjedelem csak kivételes esetekben fogadható el, de ilyenkor a szerkesztő bizottság fenntartja magának a jogot, hogy a cikket több részben közölje. A szerző minden esetben a teljes cikket köteles beküldeni, akkor is, ha az esetleg több részben fog megjelenni.

A beérkező cikkek *megjelenési sorrendjére* általában azok beérkezési időpontja mérvadó, mégis — azok fontossága, aktualitása figyelembevételével — a szerkesztő bizottság egyes cikkeket előre sorolhat.

Lapunk általában csak *első közlésnek* ad helyet. A cikk beküldésével egyidejűleg a szerző nyilatkozni tartozik, hogy a cikk másol még nem jelent meg. Másol már megjelent cikkek közlését csak egészen különleges esetekben tesszük lehetővé.

Vállalati vagy népgazdasági vonatkozásban *bizalmas adatok közléséért* a szerzőt terheli a felelősség. Kérdéses esetekben a szerzőnek feletteseitől a cikkhez írásbeli engedélyt kell mellékelnie. Más szerzők megállapításait, ábráit stb. csak a forrásmunka megjelölésével szabad közölni.

A cikk megjelenése nem feltétlenül jelenti azt, hogy a szerkesztő bizottság annak minden megállapításával egyetért, ezért lapunkban helyt adunk *szakmai hozzászólásoknak*, vitáknak is.

A szakirodalom rohamos mennyiségi növekedése következtében alapvető követelmény a *tömör, szabatos fogalmazás*. Célszerű a cikkeket alcímekkel tagolni, a legfontosabb gondolatokat *kurzív* szedéssel (a kéziratban aláhúzással) kiemelni. Levezetések nem közülünk teljes terjedelmében. Számítási módszereket célszerű — miként a levezetéseket is — csak a kiindulást és a végeredményt megadva, számpéldával is szemléltetni. Prospektusokból vett adatok, elnevezések használatát lehetőleg kerülni kell, vagy hivatkozni kell a forrásmunkára.

A szerkesztőség fenntartja magának a jogot, hogy a nyelv helyessége érdekében a kéziratokban javításokat végezzen.

## A SZÖVEG GÉPELÉSE

A cikkeket *két példányban* kell beküldeni. Csak géppel, 25 soros (2-es sorköz, egy-egy sorban 50 leütés, 3–4 cm-es margó) oldalakon írt, tisztán olvasható kéziratokat fogadunk el. A gépelt anyag első példányát és egy másolatot kérünk.

A *cikk címe* röviden, tömören jellemezze a tartalmat. A szerkesztő bizottság — szükség esetén — fenntartja magának a jogot a cím módosítására.

Egy-egy szakterületről teljes áttekintést csak kivételes esetben közlünk. Általában a tudományág már ismert tételeihez csatlakozóan kell a részletkérdéseket ismertetni.

Minden cikkhez — *külön oldalra gépelve* — legfeljebb 15–20 soros *összefoglalót* kell mellékelni. Mivel ezt idegen nyelvre fordítatjuk, itt különösen ügyelni kell a világos, rövid mondatokban történő fogalmazásra, valamint arra, hogy az összefoglalás jól fedje a tartalmat. (A tartalmi összefoglaló ne legyen a cím kibővített ismétlése.)

Egy oldalon legfeljebb három szövegeközi javítás engedhető meg, ez azonban nem vonatkozik a betűhibák javítására. A javított szöveg világos, jól olvasható legyen; ezért a hibás szót vagy betűt kék tintával húzzuk át és a helyeset írjuk föléje. A *margóra javítást írni tilos*. Szavak vagy szövegrészek határozott áthúzással végrehajtott törlése nem számít javításnak.

A *kézirat* alábbi önállóan tekinthető részeit mindig új oldalon kell kezdeni. A kézirat önálló részei:

1. A *cikk címe és összefoglalója*, amelyeket a kézirat első lapjára (lapjaira) kell írni és *két példányban* kell benyújtani. A *címet* a lap felső szélétől 5 cm-re kell kezdeni. A cím legyen rövid, de adjon tájékoztatást a cikk tárgyáról. A cím alá egy sor kihagyásával kerül a szerző(k) neve és munkahelyének neve (nem a név rövidítése!) és székhelye, valamint a szerző(k) lakcíme (ez utóbbira az adólevonási rendelkezések megtartása miatt van szükség).

További egy sor kihagyása után kezdjük a *cikk összefoglalóját*, amelyet a kézirat nyomdai előkészítésével egyidejűleg orosz, német vagy angol nyelvre fordít a szerkesztőség. Az összefoglalónak legfeljebb 20 sorban a cikktartalomról kell az olvasót tájékoztatnia, ezért legyen tömör, de a lényegét kidomborító. Kerüljük az előzmények, a cikk tárgyát képező vizsgálatokat kezdeményező és az azokon részt vevő személyek (vállalatok, intézmények) felsorolását, a felesleges jelzők és szóvirágok használatát és a cím kibővített ismétlését. Fogalmazáskor gondoljunk arra, hogy a magyar nyelvet nem ismerő szakember csak az idegen nyelvű összefoglaló alapján tudja eldönteni, hogy a cikk érdekl-e vagy sem?

Valamilyen *rendezvényen* (konferencián, ankéton stb.) *tarított*, illetve annak rendezőségéhez benyújtott *előadás* vagy annak felhasználásával készített *cikk kézírata* esetében lábjegyzetben közölni kell a rendezvény megnevezését, helyét, időpontját és a rendező szerv(ek) (egyesület, intézmény) nevét.

2. A *cikk szöveges része*, amelyet a korábban említett módon folytatódóan oldalszámozva, az alábbiakra figyelemmel kell leírni:

a) A cikk önállóan tekinthető részeit *kívánatos* címmel, alcímekkel ellátni, és a *cikket így fejezetekre és alfejezetekre tagolni*. Ez megkönnyíti az olvasó tájékozódását a cikk tartalmáról, a cikk megértését és a mondanivaló emlékeztetbe vésését.

b) A magyar helyesírás szabályaiban felsorolt, valamint a nemzetközi tudományos irodalomban használtak (pl. a mértékegységek, az elemek és vegyületek stb. jelölésére használt) rövidítésekén kívül a *félreérthető és az egyéni, önkényesen választott rövidítéseket* kerülni kell. Ha ilyenek használata indokolt, akkor ott, ahol az a szövegben először fordul elő, a rövidítést értelmezni kell.

Mindnehol az *SI-rendszer mértékegységei használandók* (lásd: „Fizikai mértékegységek neve, jele és mértékegysége” című szabvány MSZ 4909/—11—70). Az elemek, vegyületek, ásványok stb. helyes írására *Erdey-Grúz: A magyar kémiai elnevezés és helyesírás szabályai* (1—3. kötet. Bp. Akadémiai Kiadó, 1972—1974.) irányadó.

A *betűszók és szóösszeírások* (pl. ENSZ, NIM, OBF, OVIT, OEA, ÁBSZ stb.) teljes szövegét első előfordulásuk helyén zárójelbe téve le kell írni. Azok jelentését ugyanis nem minden olvasó ismeri, külföldi olvasónak érthetetlenek és idegen nyelvre lefordíthatatlanok.

c) A *képletek írására* különös gondot kell fordítani. A bonyolult és a sok, géppel nem írható betűt tartalmazó képleteket célszerű jól olvasható kézírással beírni (szabályos betűkkel berajzolni). A képletek és egyenletek közül az oldal jobb oldalán csak azokat jelöljük meg, amelyekre a szövegben, a továbbiak során a sorszám megjelölésével hivatkozunk. A képlet és sorszám közötti helyet kipontozni nem szabad.

A szorzás jele általában a tényezők közé, a sor félmagasságában iktatott pont. A szorzás jelét csak akkor kell kitenni, ha a két szomszédos tényező tört, ha ezzel zárójelet takaríthatunk meg és ha számtényezőket kell egymástól elválasztani. Egyébként elegendő a



tényezőket üres betűhelyek kihagyásával egymás mellé írni.

d) Mind a képletekben, mind a szövegben előforduló és géppel nem írható betűket és írásjeleket megnevezésükkel a margón is tüntessük fel (pl.  $a = \text{görög alfa}$ ). Ugyanez vonatkozik a géppel írható, de esetleg félreérthető betűkre és számokra. Pl. 0 (nulla) vagy O (nagy betű); x (csillag) vagy (szorzás jele) vagy x (betű). Ha az írógépen nincs gömbölyű zárójel, helyette törtvonal csak akkor írható, ha az semmiképpen nem érthető félre (képletekben mindig gömbölyű vagy/és rajzolt zárójel kell használni). Egyébként a zárójel mindig utólag kézzel kell berajzolni. Ugyancsak rajzolni kell a képletekben vagy a szövegben valamilyen mennyiség jelölésére használt kis l betűt, amely egyébként könnyen 1 (egy) számjegynek olvasható.

e) Az irodalomjegyzékekben sorszámmal ellátva felsorolt forrásokra a szövegben úgy utaljunk, illetve hivatkozzunk, hogy az idézet vagy utalás végén, a szöveg megfelelő helyén tegyük szögletes zárójelbe a vonatkozó irodalmi forrás számát, a következő példák szerint: [3]; (Vö. [4] p: 32–40.); [2, 5, 8], [3–7]. Kerüljünk az ilyen jellegű hivatkozásokat: „a [8] irodalom szerint...”; „az [5] irodalomban olvasható...”.

f) Ha a cikkben legfeljebb öt lábjegyzet fordul elő, a lábjegyzeteket annak az oldalnak az aljára gépelljük (a 25 soron belül), ahol arra a szövegben utalás, illetve jelzés van. A lábjegyzet jele a szövegben felső indexbe ütött jel vagy sorszám. A „Lábjegyzet” szót és számát vagy jelét az elé a sor elé kell írni a margóra, amelyikben az illető lábjegyzet száma vagy jele van. A lap alján a lábjegyzet első sorával azonos sorban a margóra szintén leírjuk a lábjegyzet szót.

Ötnél több lábjegyzet esetén a lábjegyzeteket a szövegben sorszámmal jelöljük, és a kézirat végén (lásd az 5. pontot) a lábjegyzeteket jegyzékbe foglaljuk.

g) Itt hívjuk fel a figyelmet arra, hogy a táblázatokat és az ábrákat nem szabad a cikk szöveges részébe illeszteni. Eppen ezért azokat mindig (még ha csak egy-egy is van belőlük) sorszámmal kell ellátni és helyüket a lap bal margóján, a szöveg megfelelő helyén kell megjelölni (pl. 1. ábra; 4. táblázat).

3. Az irodalomjegyzék azokat az irodalmi forrásoknak a felsorolása, amelyeket a szerző a cikk írásához felhasznált, vagy amelyekre a szövegben utalt. A cikk végére kerülő jegyzék elé címként többnyire elegendő annyit írni: Irodalom. Az egyes tételeket lásuk el sorszámmal (de ne tegyük a szám után pontot), és a számot tegyük szögletes zárójelbe. A jegyzék tételeinek sorrendjét többnyire a szövegben való hivatkozás szabja meg. A tételek felsorolása a szerzők nevének betűrendje szerint csak nagyon bőséges bibliográfia esetén indokolt.

A jegyzeteknek az itt feltüntetett sorrendben kell az irodalmi forrás alábbi adatait tartalmaznia:

a szerző(k) neve (csak a vezetéknev és a keresztnév (-nevek) kezdőbetűje); idegen szerző esetén a vezetéknev és a keresztnév kezdőbetűje közé vesszőt teszünk; ha a szerzők száma háromnál nem több, akkor valamennyi szerző nevét fel kell tüntetni, és az egyes neveket gondolatjellel kell elválasztani; háromnál több szerző esetén az első szerző neve mellé azt kell írni: és szerzőtársai;

a könyv vagy cikk (tanulmány stb.) címe eredeti nyelvén;

könyv esetében: a kiadás száma (ha nem az első kiadásról van szó), több kötetes mű esetében a kötet száma, a megjelenés helye és éve, a kiadó neve (esetleg terjedelme, azaz oldalainak száma (pl.: 387 p.) vagy annak az oldalnak a száma (pl.: p: 225.), melyre a szerző kifejezetten hivatkozni akar);

folyóiratok esetében: a folyóirat teljes címe, évfolyama, illetve kötete, a megjelenés éve és az évfolyamon belüli sorszáma, valamint a cikk terjedelme (oldaltól oldalig, pl.: p: 304–317.);

szabvány esetében a kiadvány nyelvén és írásmódján kell közölni a szabvány

— jelét és számát, teljes címét,  
— hatályba lépésének keltét (vagy megjelenésének időpontját).

Ha a szerző egy általa felhasznált forrásmunka irodalomjegyzékében talált adatra hivatkozik — anélkül, hogy az eredetét látta volna —, akkor elegendő az ott talált adatokat közölni. Ilyen esetben az adatok után n. v. (non vidi = nem láttam) rövidítést kell írni.

Az irodalomjegyzék helyes összeállításában segítenek az alábbi példák:

[1] Scheffer V.: Geofizikai kutatómódszerek. Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat, 1951.

Két vagy több szerző esetén a nevek között hosszú kötőjelet alkalmazunk.

[2] Demeter J.—Szabady J.—Szendtner F.: Villamosgép gyártástechnológiája. I. Kötet. Tankönyvkiadó, 1952.

Idegen szerzők esetén a szerzők családneve után vesszőt teszünk.

[3] Beckmann, W.—Schwenk, W.: Theorie und Praxis der elektrochemischen Schutzverfahren. Verlag Chemie GmbH Berlin, 1971.

[4] Bonnar, R. U.—Dimbat, M.—Stross, F. H.: Number average molecular weights. Intersci. N. Y.: 1958.

[5] Éjgelesz, R. M.: Razrusenie gornüh porod pri burenil. Nedra Moszkva, 1971.

b) Folyóiratok esetében a szerző nevét illetően a fentiek szerint kell eljárni. A cikk címét ez esetben is eredeti nyelven kell megadni, de az évszámot a leírás végén zárójelbe tesszük.

[6] Riley, H. G.: A short cut to stabilized gas well productivity. J. Pet. Tech. 5 5537–42 (1970).

Az orosz szövegeket betű szerint (nem kiejtés szerint) kell átírni. A kötetsszámot kettős aláhúzással (3), a folyóirat számát egyes aláhúzással (11) adjuk meg. Az oldalakat lehetőleg -tól -ig ajánlatos feltüntetni hosszú kötőjellel (32–6, 46–52, 114–6, 118–22, 196–203).

Ha azonos nevű, de más-más országban megjelenő folyóiratról van szó, a folyóirat megnevezése után zárójelben meg kell adni a megjelenés helyét is, pl. Nafta (Zagreb), vagy Nafta (Katowice). Ha egy éven belül a folyóirat kötettszáma változik, pl. World Oil-ből egy évben két kötet jelenik meg 1-től 7-ig terjedő számmal, akkor legcélszerűbb a hónapot kiírva megadni. Pl. World Oil, December 39–46 (1972).

c) Egyéb kiadványok:

[8] MSZ 13 802.

[9] Strádi G.: Jelentés a propán-butángáz tűzoltói kísérletekről. BM—TOP 2219/7ú, számú téma. Bp. 1970. IX. 17.

[10] Operating and service manual of vapor pressure osmometer. Hewlett-Packard.

Amennyiben a szerző irodalmi forrásmunkákat nem sorol fel, az irodalomjegyzék helyett kérjük arra vonatkozó nyilatkozatát, hogy a cikk írásakor ilyeneket nem vett igénybe.

4. Az „Ábraalíráások” a sorszámozott ábrák alá nyomtatandó ábracímek jegyzéke. Ha az ábrához a szövegben kellő magyarázat olvasható, és a szerző ezért a szöveges ábracímeket feleslegesnek tartja, akkor az „Ábraalíráások” feliratú jegyzék az ábrák külön sorokba írt sorszámból áll. Pl.:

1. ábra
2. ábra
3. ábra
4. ábra

A jelmagyarázatban meg kell ismételni az ábrán használt betű- vagy számjeleket.

Máshonnan átvett ábrák csak a forrás megjelölésével közölhetők.

5. A „Lábjegyzetek” című jegyzékben (ha ilyen készítése szükséges) a sorszámozott lábjegyzetek elé írjuk, hogy a kézirat hányadik oldalához tartozik a lábjegyzet. Pl.:

3. oldalhoz <sup>1</sup>Hazánkban nem használatos.

8. oldalhoz .....

.....<sup>10</sup>1 karát = 0,2 g

6. A kézirat következő részét a „táblázatok” képezik, amelyeket táblázatonként külön-külön lapra kell gépelni. Táblázat formájában készítsünk minden olyan kimutatást, adatfelsorolást, amely a nyomtatott



szövegben a hasáb (oldal) alján nem szakítható meg, tehát kívánalom, hogy teljes egészében ugyanarra az oldalra kerüljön.

A táblázatokat arab számokkal számozzuk meg (a táblázat jobb felső sarkán) abban a sorrendben, ahogyan egymást a szövegben követik. A táblázatokat célszerű címmel ellátni, és azt a táblázat fölé kell írni:

A *sortávolság* a táblázatokban *nem lehet kisebb, mint másfeles*. Ezért nagyobb táblázatokat célszerű A3 méretű papírra gépelni. Ügyeljünk arra, hogy a fejrészebe és az első függőleges, ún. „vezéroszlopba” írt szöveg is világosan olvasható és érthető legyen (lásd: A kézirat részei 2/b és 2/d pontját). A kinyomtatott táblázat *lapunk* oldalának tükörméretét nem haladhatja meg, ezért az álló táblázat szélessége 100, a fekvő táblázaté pedig 150 leütésnél nem lehet több. Ha a táblázat szélessége ezeket az értékeket, sorainak száma pedig az 50-et meghaladja, a szerző a táblázatot több részre vagy több oldalásra készítse, és azokat lássa el olyan jelölésekkel, hogy összetartozásuk félreérthetetlen legyen.

7. A kézirat gépelt része után sorolandó ábrákat lehetőleg a közlésre szánt méretben készítjük el. A raj-

zokat a szerkesztőség átrajzoltatni nem tudja, így csak pauszrajzokat áll módunkban elfogadni.

A fényképfelvételekből jól exponált, fényes, fehér papíron készített tiszta, gyűretlen, 6 x 9, 9 x 13 vagy 9 x 18 cm méretű másolatokat kérünk küldeni. (Gemkapoccsal ne rögzítsük a fényképeket egymáshoz vagy papíroshoz, mert a gemkapocs okozta gyűrődés nyomot hagy a klisén.) Ha a *fényképen* a szöveghez kapcsolódó szám- és betűjelzések vagy egyéb *jelölések feltüntetése szükséges, akkor a fényképeket két példányban* kérjük beküldeni: az egyiket jelölések nélkül, a másikat a szükséges jelölésekkel ellátva. A nyomda részére a tiszta példányon mi készítettjük el a jelöléseket.

*A fényképeket papírra ragasztani tilos!*

*Az ábrák (rajzok, fényképek) hátoldalán (a fényképekre puha grafitceruzával) a szerző(k) nevét és az ábra számát fel kell tüntetni.* Amennyiben az ábráról félreérthetetlenül nem állapítható meg, hogy melyik az alja, illetve teteje (lába, ill. feje), ezt is az ábra hátoldalán kell jelölni.



# Térképismertetés

Dr. Várallyay Gy.—dr. Szücs L.:

Magyarország 1:100 000 méretarányú talajtérképe

A hazai talajok megismerése (országos felmérése, térképezése) részben közepes vagy nagyméretarányú, részben kisméretarányú térképezésekkel történik. A kétféle módszernek is köszönhető — amelyek állandó kölcsönhatással voltak egymásra —, hogy a térképezés a talajismereteket nem csak nagymértékben gazdagította, hanem — ezáltal — a talajtani tudomány fejlődését is szolgálta.

A talajtérképezések — a talajtani tudomány történetében — azonban nem csak a talajtan fejlődését mutatják kézenfekvően, hanem a térképezések eredményeként, gyakorlati alkalmazásuk — a talajok trágyázása, javítása, védelme terén — is mindig megmutatkoztak és jelentős eredményeket hozott.

A térképezés fejlődésében kiemelkedő, és a fejlődést elősegítő szerepe volt azoknak a szemléleti, módszertani és ábrázolástechnikai kérdéseknek, amelyek:

- a kisebb területek közepes vagy nagyméretarányú felvételezése,
- és a nagyobb területek kisméretarányú (átfogó) ábrázolása

köré csoportosultak.

A fejlődés kezdeti szakaszában, a kisebb területek közepes vagy nagyméretarányú felvétele lassabban haladt, és e genetikai szemlélet hiányában, a különböző talajfélések szabatos elkülönítése kisebb-nagyobb akadályokba ütközött.

A nagyobb területek, vagy az egész ország talajainak átfogó ábrázolásához (amely a nagyból a kicsi felé való haladás elve alapján, a kisebb területek nagyméretarányú — gyakorlati célú — térképezését elősegítette volna) kezdetben, a társtudományok részéről nem voltak kellő ismeretek.

A kis területek részletes, nagyméretarányú térképezése (a gyakorlati célokkal együtt) azonban szükségszerű is volt, hiszen a kis területek — a kisebb területekre kiterjedő térképezések — ismeretanyaga alapján adódott később lehetőség arra, hogy összefüggően szemlélhető, átnézetes, az ország nagyobb, vagy teljes területét bemutató kisméretarányú térképeket lehessen készíteni.

A hazai kisméretarányú talajtani térképezés a felzárkózás után is nagymértékben fejlődött. Az ország területéről több genetikai szemlélet alapján készített 1:200 000 és 1:500 000 méretarányú kéziratos talajtérkép készült, illetve jelent meg nyomtatásban is (Stefanovits F., Mattysovsky J., Szücs L., Máté F.). A kisméretarányú genetikai térképezésre a félmillió vagy hasonló lépték ma már nem egészen felül meg (hiszen összességében sem nagy terület ábrázolásáról van szó), ilyen méretarányban az uralkodó talajfélések teljes séggel áttekintés céljára sem térképezhetők. A hosszú, keskeny, de jelentős kiterjedésű (10—20 km<sup>2</sup>) talajkategoróriák ezeken a térképeken nem, vagy csak részben ábrázolhatók.

Az elmúlt néhány évtized alatt elvégzett térképezési (analitikus, adatgyűjtő kutatási) periódus végén aktuálissá vált és körvonalazódott az igény

- egyrészt a térképezés korszerűsítésére,
  - másrészt az eredmények gyakorlati alkalmazására.
- Az új 1:100 000-es térképek tehát tudományos céllal és igényekkel készültek, de ezek ismeretanyaga — tartalma — közvetlenül vagy közvetve (részletes térképezések útján) lebontható és felhasználható az egyes üzemek, táblák, földrészletek, alrészletek területére is.

Az új térképek felhasználását elősegítené és fokozná,

ha nyomtatásban is — síkrajzzal, lejtőkategóriákkal kiegészítve — nagyobb példányszámban megjelenének. (A síkrajzzal és lejtőkategóriákkal történő kiegészítés nyomdatechnikai eljárással meglévő 100 000-es méretarányú térképek munkarészei alapján megoldható). Kár, hogy továbbra is megmaradtak az ún. „fehér foltok” (nem térképezett hegyvidéki, erdős területek), amelyek inkább csak formailag csökkentik a munka teljességét, és amelyeket csak nagyobb anyagi áldozattal (és a földtani kutatással, térképezéssel felhalmozódó, a talajképző kőzetekre vonatkozó ismeretek felhasználásával) lehetett volna megszüntetni.

Az új 100 000-es átnézetes genetikai talajtérkép (amely részben a meglévő adat- és ismeretanyaghoz szintetizálása, értékelése és feldolgozása, részben újabb felvételek alapján készült), alapját képezi a részletes felvételek tervezésének és elősegíti, meggyorsítja (szervezetesebbé és szakszerűbbé teheti) az üzemi, illetve részletes (közepes vagy nagyméretarányú) térképezéseket.

A térképezés folyamatos fejlesztésében rejlő feladatok és lehetőségek tehát — az új 100 000-es talajtérkép útján — az elért tudományos eredmények érvényesítésében, alkalmazásában, a mezőgazdasági termeléssel szemben támasztott igények teljesítésében, végül is a gyakorlati eredményekben nyilvánulnak meg.

A mezőgazdasági termelés fokozása (a hektáronkénti átlagtermések növelése) miatt továbbra is jelentős szerepe van a részletes talajtérképezésnek, ezért a szakmai és anyagi kapacitást fokozatosan és koncentráltan a részletes térképezés céljaira kell nagyobb mértékben összpontosítani. A részletes térképezés azonban a jövőben — korszerűen — csak úgy célszerű végezni, ha abban olyan közös munka érvényesül, amelyben a talajtani szakembereken kívül — kellő mértékben — a kartográfus, a geomorfológus, a topográfus, a fotograméter (interpretátor) és a geodéta is részt vesz. Az eredmények időállósága miatt a munka megalapozása széles körűtekintést igényel. Új, részletes (nagyméretarányú) országos talajtérképezést tehát csak

- a korábbi térképezések tartalmi, módszertani, ábrázolástechnikai vizsgálata és kritikai feldolgozása alapján,
- összefüggő ábrázolással (szelvényezéssel), topográfiai alapon,
- a társtudományok eredményei alkalmazásával,
- az új EOTR (Egységes Országos Térképrendszer) figyelembevételével célszerű végezni.

Az új 100 000-es méretarányú térképek közvetlen (céltérképek), mezőgazdasági célú (vízgazdálkodás, talajvédelem, szikes talajok hasznosítása, talajjavítás, talajművelés, a talajok szervesanyag és tápanyag készlete, stb. ill. az ezekkel kapcsolatos kerettervek készítése) felhasználásán túlmenően, azok ipari-mezőgazdasági célú felhasználásának is újszerű és rendkívül nagy jelentősége van. Az ország településeire folyamatosan készülő rendezési, fejlesztési tervek (ÁRT) belterületekre és külterületekre is kiterjednek. A területfelhasználás szempontjából ma már egyre inkább összefüggő ipari és mezőgazdasági fejlesztés, telepítés, a talajok részletesebb ismerete, valamint a „mezőgazdasági rendeltetésű földek” fokozottabb védelme nélkül — nagy távlatokban — kellő eredménnyel nem valósítható meg. A rendezési, fejlesztési programok és tervek elkészítéséhez — azok tartalmi és szerkezeti felépítését tekintve — az új talajtérképek hiánypótlók.



# „Földtani kutatásban”-ban megjelent cikkek jegyzéke

Összeállította: **HORN JÁNOS**

1962. év

1. szám  
*Benkő Ferenc:* Előszó  
*Dr. Vadász Elemér:* A földtan tudományos művelése és a gyakorlati földtan  
*Benkő Ferenc:* A kutatási minták vizsgálati eredményeinek ellenőrzése  
*Dr. Barabás Kálmán:* KGST-javaslat a fedett területek és egyes ásványi nyersanyag-előfordulások fogalmi meghatározására és osztályozására  
*Lukács Jenő:* Készletgazdálkodás  
*Dr. Jaskó Sándor:* Kőszénterületeink földtani térképezése
2. szám  
*Benkő Ferenc:* Mérnöktoábbképző tanfolyam az Országos Földtani Főigazgatóságon  
*Eőry Zoltán:* A Hosszúhetény 29. sz. 1200 méteres szénkutató fúrás hidraulikai viszonyai  
*Káli Zoltán:* Üledékciklusosság a mecseki alsóliász kőszéntelepességekben
- 3—4. szám  
*Oswald György:* Szávai Ferenc emlékezete  
*Benkő Ferenc:* A mélyföldtani szerkezetvizsgálatok növekvő szerepe a nyersanyagkutatásban  
*Bélteki Lajos:* Az ártézisű fúrás legújabb technológiája és a kutak vízhozama  
*Dr. Dobos Irma:* Távlati vízkutató fúrások földtani eredményei  
*Dr. Göbel Ervin:* Eger város mélyföldtani és vízföldtani eredményei az újabb fúrások kutatásainak alapján  
*Dura Károly:* Visonta D-i szállítóakna fagyasztó fúrásai  
*Csath Béla:* A hévízkutak korszerű kiképzése és termelésbe állítása  
*Marik János:* A kút-korrózióvédelem fejlődése és célkitűzései  
*Pálffy Lajos:* A földtani kutatással kapcsolatosan felmerülő geodéziai kérdések és feladatok  
A Földtani Kutatás 1956—1962. évi tartalomjegyzéke
1963. év
1. szám  
*Benkő Ferenc:* A prognosztikus készletek meghatározása  
*Dr. Barnabás Kálmán:* Bauxitkutatás és feldolgozás  
*Dr. Jaskó Sándor és Csillag László:* Külfejtésre alkalmas barnakőszén-előfordulások kutatása Lengyelországban  
A „Földtani Kutatás” c. lap részére beküldendő kéziratok kiállítása
2. szám  
*Benkő Ferenc:* A készletek feloszlása gazdaságossági szempontok szerint  
*Dr. Mészáros Mihály—Dr. Szabó Nándor:* Az Ódorog XXI—XXII. akna készletkategorizálási feltételeinek vizsgálata  
*Kovács Endre—Némedi Varga Zoltán:* Javaslatok a mecsek-hegységi feketekőszén-kutatás módszerének kialakításához  
*Barabás Antal:* Kutatási hálósűrűség meghatározásának elméleti módszerei a visontai külfejtés alapján  
*Jámbor Aronné—Oravecz Jánosné:* A Pápa-Kastélykerti termálfúró kutató fúrás földtani jelentősége  
*Jámbor Aronné:* Győr-strandfürdő termálfúró kutató mélyfúrás kőzetmintáinak vizsgálata  
*Bélteki Lajos:* A győri és a pápai mélyfúrás  
*Rásonyi László:* Földtani kutatás tárgykörével kapcsolatos külföldi folyóiratcikkek és könyvek
- A „Földtani Kutatás” c. lap részére beküldendő kéziratok kiállítása
3. szám  
*Rejtényi Ferenc:* A hidromotoros fúrásról  
*Dr. Mészáros Mihály:* A földalatti vízkészletek számbavételével és nyilvántartásával kapcsolatos KGST-ülés Budapesten  
*Rásonyi László:* Katanga és a kongói medence ásványi kincsei  
*Balogh Miklós:* Az Úrkut 192. és 194. számú fúrások kőzetmintáinak vizsgálata  
*Jámbor Aronné:* A Visonta 156. számú fúrás mikropaleontológiai vizsgálatának eredményei  
*Nagy Györgyné:* A Solymár 66. számú fúrás anyagvizsgálata  
*Oravecz Jánosné:* Az Oroszlány 1601, 1602 és 1603 számú fúrások anyagvizsgálatai eredményei  
*Sallay Mária:* A toronyi terület anyagvizsgálatai eredményei  
*Dr. Rákosi László:* Csordakút 1. számú fúrás mikropaleontológiai vizsgálata  
A „Földtani Kutatás” c. lap részére beküldendő kéziratok kiállítása
4. szám  
*Dr. Tregede Kálmán:* Emlékezés Dr. Papp Károlyról  
*Benkő Ferenc:* Néhány szó a kutatási távolság meghatározásához  
*Dr. Szabó Lajos:* Ásványi nyersanyag készlet meghatározás hibaszázalékának számítása  
*Ádám Oszkár:* Geofizikai kutatások táblás területeken  
*Dr. Jaskó Sándor:* A mérnökgeológiai térképezés nevezéktanának és a kőzetfizikai vizsgálatoknak egységesítése  
*Csilling László:* A perspektivikus lignitkutatás fő kérdései a Mátra és Bükkalján  
*Dr. Rákosi László:* Bükkábrány 15/8. sz. fúrás palinológiai vizsgálata  
*Boskovits Gábor:* A visontai és bükkábrányi lignitkutatásoknál végzett vízföldtani megfigyelések  
*Somlai Ferenc:* Vízfeltáró fúrások anyagfeldolgozás és dokumentálása  
Tartalomjegyzék a Földtani Kutatás 1963. évi VI. évfolyamához  
A „Földtani Kutatás” c. lap részére beküldendő kéziratok kiállítása
1964. év
1. szám  
*Szádeczky-Kardoss E.:* A geokémiai érckutatás alapelvei  
*Benkő Ferenc:* A prognosztikus készletek meghatározása  
*Strohmayr Jenőné—Lukács Jenő:* A mentések műszaki és gazdasági elemzése  
*Rádai Miklós:* A földtani kutató-fúró vállalatok utókalkulációjáról  
*Mészáros Mihály:* Az országos ásványvagyonmérés készítésének kérdései
- 2—3. szám  
*Dr. Körössy László:* Kőolaj- és földgázkutatás módszertani kérdései  
*Dr. Mészáros Mihály—Dr. Zilahy Sebess L.:* A szántógépek alkalmazási lehetőségei a földtani munkák során  
*Dr. Jaskó Sándor:* A nyugatvas megyei barnakőszén-terület  
*Molnár József:* A nyugatmagyarországi lignittelek kialakulásának szerkezeti összefüggései  
*Senes Ján:* A Sturovo—Dorog—tokodi alsó oligocén problémái



*Senes Ján:* Az üledékképződéssel egyidejű kéregmozgások időbeli helyzete a szedimentációs ciklusokban

*Benkő Ferenc:* A KGST és a földtani kutatás  
*Dr. Jaskó Sándor—Barabás Antal:* Az összefoglaló földtani jelentések készítése Csehszlovákiában

*Csalagovits Imre—dr. Siposs Zoltán:* Csehszlovákiai tanulmányút az osztravai szénkutatás módszereinek megismerésére

*Rásonyi László:* Korea földtani viszonyai, ásványkincsei

*Rásonyi László:* Földtani kutatás tárgykörével kapcsolatos külföldi folyóiratcikkek és könyvek

1965 év

### 1. szám

*Dr. Kertai György:* Beköszöntő

*Horn János—dr. Zsilák György:* A KGST Földtani Állandó Bizottság ülései

*Dr. Molnár József:* Az 1964. évi távlati földtani kutatások eredményei és célkitűzései az 1965. évre

*Dr. Radócz Gyula:* Pannóniai hematitlencsék a felsőbódvai medencéből

*Dr. Szentirmai I.:* A nagybányai barnaköszén-terület bányaföldtani viszonyai

*Mikó Lajos—Vecsernyés György:* A somogyzobi mocsárvasérc

*Dr. Böcker Tivadar:* Karszthidrológiai vizsgálatok a nyersanyagkutatás során

*Dr. Varjú Gyula:* Földtani kutatások gazdasági értékelése, és az ezzel kapcsolatos feladatok

*Lőrincz János—Zsigmond Gábor:* Gázkutak cementezésének néhány problémája

*Dr. Alföldi László:* Mongol Népköztársaság

*Rásonyi László:* Törökországi utazás

### 2. szám

*Dr. Landeszt István:* Új szénterület a Gerece DK-i előterében

*Csilling László:* A bükkábrány—emódi pannóniai barnaköszénterület

*Láng József:* A balinkai nagy vízbetörés, és elzárásai lehetőségei

*Barabás Antal:* Földtani megfigyelések a földalatti vasút által feltárt szarmata rétegekben

*Dr. Karácsonyi Sándor—Varga Márton:* Mérnökgeológiai problémák az építésügy terén

*Kleb Béla—dr. Török Endre—dr. Zsilák György László:* Településtervezések építésföldtani előkészítése

*Bíró Béla:* Készletszámítások megbízhatóságának vizsgálata a bauxitbányászatban, a kimerült lencsék alapján

*Dr. Szilvágyi Imre:* Szerves üledékek fizikai tulajdonságai

*Dr. Nagy Elemér:* A földtani anyagvizsgálat szervezeti helyzete

*Mituch E.—Pozsgay Károly:* Hazai szeizmikus kéregkutatás fejlődése és eddigi eredményei

*Dr. Baklay Bálint:* A Giuneai Köztársaság földtanának alapvonalai

### 3. szám

*Kertai György:* A geofizika szerepe a kőolaj- és földgázkutatásban

*Fülöp József:* Az ország átfogó geofizikai vizsgálata

*Pozsgay K.—Rádlér B.:* Felszíni geofizika

*Barta György:* Elméleti geofizika

*Márhoffer J.—Sebestyén K.:* Mélyfúrás geofizika

*Baranyi I.—Elek I.:* Délkeletdunántúli geológiai kutató fúrások geofizikai paraméter vizsgálata

*Facsinay L.—Tolmár Gy.—Varga I.:* Dél-dunántúli geológiai-geofizikai elemzése

*Scheffer Viktor:* A földi hóáram felszíni értékelése Európában

### 4. szám

*Dr. Dank Viktor:* A délföldi szénhidrogén-kutatások legújabb eredményei

*Dr. Cseh Németh József:* Az úrkuti mangánérc-terület mai földtani értékelése

*Oswald György—Fábiánics László:* Metaantracitos palaeófordulás a szendrői Winter-táró 2. számú fúrásban

*Dr. Böcker Tivadar—dr. Zsilák György:* Külfejtések vízföldtani és mérnökgeológiai kutatása

*Dr. Boldizsár Tibor:* Földi hóáram Szentendrén  
*Reményi Péter—Varga Márton:* Hazai építési talajterképek

*Dr. Karácsonyi Sándor:* Korszerű kútfúrás főbb problémái

*Dr. Alliquander Ödön:* A mélyfúrás tökéletességének jelentősége a szénhidrogén-kutatásban és -termelésben

*Jósa Ernő—Mozsolits Tibor:* Rövid ismertetés a Mongol Népköztársaság geofizikai megkutatott-ságáról

*Merendják Károly—Sinóros Szabó Lóránd:* A Fenyőfő 4368. sz. fúráspontra végzett gyémántkoronafúrás kísérlet

1966. év

### 1. szám

*Varga Gyula:* Dr. Vidacs Aladár emlékeztető

*Dr. Jaskó Sándor:* A középdunai pliocén medence lignitleteleinek térbeli elterjedése és rétegtani szintézise

*Dr. Juhász András:* A keletborsodi helvét barnaköszéntelepek minőségének vizsgálata

*Vecsernyés György:* A csehországi Barrandium ordoviciumi vasérctelepei

*Dr. Somos László:* Kismélységű szénbányászat földtani lehetőségei a Mecsek-hegységben

*Jósa Ernő:* A pillismaróti öblözlet mérnökgeofizikai vizsgálata

*Dr. Böcker Tivadar:* A bányászat hatása Mátra-szentimre vízellátottságára

*Hoznek István:* Béléscsórakatok ültetése

*Csilling Pál:* Vizsgálatok a fúrás sűrűség szükséges és gazdaságos mértékének meghatározására

*Dr. Varjú Gyula:* A földtani kutatás produktivitása, rentabilitása és hatékonysága

*Dr. Vadász Elemér:* Földtani emlékek, hasznos tanulságok

*Dr. Barnabás Kálmán:* Az indiai bauxit

*Dr. Fülöp József:* A XXII. Nemzetközi Földtani Kongresszusról

*Rásonyi László:* A nemzetközi földtani szervezetek és ezekben való részvételünk

### 2. szám

*Dr. Dank Viktor:* Kőolaj- és földgázkutatásunk 1965. évi eredményei és 1966. évi tervei

*Bohn Péter:* Az 1965. évi távlati földtani kutatás eredményei

*Láng József:* Északbakonyi Dudar, Bakonyszentkirály közötti területek barnaköszén-előfordulás lehetőségének vizsgálata

*Mátyás Ernő:* A Mád környéki felsőszarmata vulkáni utóműködés

*Dr. Ungár Tibor:* Adatok Szeged talajviszonyainak ismeretéhez

*Márföldi Gábor:* Indukciós vezetőképességszelvényező eljárás és berendezés

*Nagy Aurél:* Mélyfúró berendezéseink távlati fejlesztési helyzete

*Patsch Ferenc:* Középhez fúróberendezések szállítási és szerelési lehetőségei hazai szemmel

*Falu János:* Mérnökgeológiai-építésföldtani „szolgálat” az Építésügyi Minisztérium területén

### 3. szám

*Vecsernyés György:* A fehérvárcsurgói felső pannon kvarc-homokösszlet kialakulása és ősföldrajzi jelentősége

*Vermes János:* Vízföldtani és hidrogeológiai vizsgálatok a fehérvárcsurgói üveghomok-előfordulás területén

*Dr. Juhász András:* Szerkezeti megfigyelések a keletborsodi barnaköszén-medence üledéksorában



**Bodrogi Ilona:** Szénközöttani vizsgálatok a Zsámbék 1. sz. fúrásból  
**Dr. Szabadvány László:** A Vértes-hegység perein (Mány—Zsámbék környékén) végzett geoelektromos kutatás tapasztalatai  
**Dr. Varjú Gyula:** Rátkai trasszelőfordulás földtani viszonyai  
**Deák István—dr. Karácsonyi Sándor:** Nyersanyagkutatás a tervezett baranyai Cement- és Mészmuhoz  
**Dr. Vitális György:** Cementipari nyersanyagok földtani kutatásának kérdései  
**Hegyi Istvánné:** Cementipari nyersanyagok mintavétele és laboratóriumi vizsgálatának előkészítése  
**Dr. Takács Tibor:** A cementipari nyersanyagkutatás minőségi követelményei  
**Suba Sándor:** Új izotópos vizsgálat  
**Barabás Antal:** A földtani kutatás fogalmának és fázisainak kérdései  
**Dr. Bakay Bálint:** Kenya földtani viszonyai, ásványi nyersanyagai, bányászata

#### 4. szám

**Dr. Barnabás Kálmán:** Bauxitkutatásaink eredményei és további feladatai  
**Kéri János:** A mátraverebélyi kutatás eredményei  
**Dr. Pöcze László:** Ritkaföldfémek és felhasználásuk a korszerű iparban  
**Dr. Szilágyi Imre:** Kiszételek anyagok reológiai tulajdonságainak jellemzésére  
**Jósa Ernő—Mozsolits Tibor:** A mérnökgeofizika alkalmazása az árvízvédelelemnél  
**Kun Béla:** A mátrai ércelőfordulások fontosabb jellemzői meghatározásának módszere és pontossága  
**Horn János—Kun Béla:** Egy nagymélységű szénfém-érckutatás gazdaságossági vizsgálatának problémái  
**Szabó Elemér:** Bauxitkészletek elektronikus módszerű számítása  
**Várhegyi Pál:** Fúrólukirányítási módszerek üzemi alkalmazása  
**Rásonyi László:** Látogatás a Párizsi B. R. G. M. hivatalában

#### Különszám

**Dr. Dank Viktor—dr. Bán Ákos:** Az algyői kőolaj- és földgázelőfordulás földtani viszonyai és termeltetésének elvei

1967. év

#### 1. szám

**Hernyák Gábor:** Krémpát és hematit a rudabányai szeizi képződményekben  
**Nagy Géza—dr. Szabó Nándor:** Az Esztergom—Lencsehegy-i eocén barnakőszénkutatás  
**Bíró Béla:** A halimbai és nyirádi bauxitelőfordulások karsztos fekvője  
**Fekete György:** Szerkezetföldtani vizsgálatok az iszkaszentgyörgyi bauxitbányákban  
**Dr. Járay Jenő—dr. Bidló Gábor:** Összefüggés a talajfizikai és a talaj ásványi összetétele között  
**Aujeszky Géza:** A kacsai és selyi karsztforrások vízhozam-változásai  
**Dr. Karácsonyi Sándor—dr. Scheuer Gyula—Vermes János:** A Paksi téglagyár nyersanyagának közetfizikai jellemzői  
**Dr. Sebestyén Károly—Morvai László:** Hasadékvizsgálatok mészköves fúrólukszakaszokon  
**Balla Imre:** Fúrólukak természetes elferdülése és néhány ebből eredő probléma  
**Nagy Aurél:** Az R—200 fúróberendezés  
**Rásonyi László:** Tanzánia geológiája, ásványvagyona  
**Dr. h. c. Vadász Elemér:** Földtani kutatómunka Ausztráliában

#### 2. szám

**Dr. Jaskó Sándor:** A geomorfológiai megfigyelések szerepe a mongóliai átnézetes földtani térképezésnél

**Kovács Gábor:** Az ebesi mélyfúrások földtani eredményei

**Mátyás Ernő:** A Szerencs—Feketehegyi „fehér kálitufa” a tokaj-hegységi ásványbányászati nyersanyagkutatások újabb földtani eredményei tükrében  
**Dr. Böcker Tivadar:** A karsztvízkutatás fejlesztésének iránya  
**Orosz Elemér:** A kréta, albai korú mészkőben tárolt újabb karsztvízszintjének eredményes sülyesztése Balinka-aknaüzemben  
**Dr. Barnabás Kálmán:** A gazdaságos fúrashálózat vizsgálata a bauxitkutatásnál  
**Barabás Antal:** Elméleti és nulla vastagság-értékek használata a készletszámításban  
**Domokos Miklósné:** Vizuális lyukkártyák alkalmazása geokémiai adatok nyilvántartására  
**Verő László—V. Bándi Emese:** Radiális szondázások alkalmazása nagymélységű geoelektromos kutatásban  
**Dr. Alliquander Ödön:** A „Mohole”, a földkéreg átfúrásának terve  
**Dr. Bódogh Endre:** Rövid ismertetés Magellánész chilei megyéről és annak geológiájáról

#### 3. szám

**Dr. Varjú Gyula:** Az ásványi nyersanyagelőfordulások új rendszerű, a határköltések alapján történő műrevaló készleteinek meghatározása tárgyában rendezett ankét és azt megelőző munkák  
**Dr. Tóth Miklós:** Az ásványi nyersanyagkészletek műrevalósága megítélésének néhány elvi kérdése  
**Dr. Faller Gusztáv:** A műrevalóság megítélésével kapcsolatos gyakorlat néhány problémája  
**Pruzsina János:** A szénelőfordulást jellemző természeti paraméterek műrevalósági határértékeinek meghatározása  
**Dr. Somos László:** Külféltre tervezett lignitkészletek műrevalósági feltételei  
**Csilling László:** Külféjtéses lignitkészlet műrevalóságának meghatározása fajlagos hőmennyiség alapján  
**Beke Imre:** Lignitkülféjtések készleteinek a fejtési szeletek paraméterein alapuló számbavétele és műrevalósági feltételei

#### 4. szám

**Dr. Lévárdi Ferenc:** Megemlékezés a Nagy Októberi Szocialista Forradalom 50. évfordulójáról  
**Dr. Juhász András:** Vegyes és szerves (szénközöttek) eredésű üledékes kőzetek nevezéktanának kérdései  
**Falu János—dr. Scheuer Gyula—Karácsonyi Sándor:** A tervezett győri házgyár építőipari kavicsfeltárásának tapasztalatai  
**Venkovits István:** Ebszönybánya 1966. VI. 4-i vízbetörésének hidrológiai leírása  
**Dr. Ungár Tibor:** Talajfizikai jellemzők statisztikai feldolgozása  
**Lányi János:** Az elnyelési együtthatók kiszámítására vonatkozó vizsgálatok néhány eredménye  
**Egerer Frigyes—Hursán László—Rozslyay István:** A mélyfúrások termoanomáliái és termogradiens szelvényezésének hazai eredményei  
**Bárdossy György:** Görögország bauxittelepei

1968. év

#### 1. szám

**Bjambaa Zsambün—Eebum Csimidiyn:** Magyar és mongol geológusok testvéri együttműködése  
**Dr. Jaskó Sándor:** Újabb adatok Kelet-Mongólia kréta földtörténetéhez  
**Hajdúné Molnár Katalin:** Granulometria és mikromineralógiai vizsgálatok pannon korú képződményekben a Mátra és a Bükk aljáról  
**Dr. Méhes Kálmán:** Az urán és a szerves anyag geokémiai kapcsolata  
**Széles Lajos:** Az Oroszlányi Szénbányák Vállalat kutatófúrási tevékenysége 1957—68 közötti időszakban  
**Dr. Bidló G.—Kleb B.—dr. Török E.—dr. Zsilák Gy.:** Keszthely város hidrogeológiai viszonyai







## 1. szám

*Dr. Dank Viktor:* Szénhidrogének genetikája, migrációja és felhalmozódása  
*Dr. Vándorfi Róbert:* Az alföldi szénhidrogén-kutatás gazdaságossági vizsgálata a földtani kutatás szemszögéből  
*Dr. Völgyi László:* Az algyői szerkezet szénhidrogéntelegeinek összehasonlító vizsgálata  
*Dr. Haázné, Rózsás Hajnal:* Az algyői kutatási vizsgálata terület üledékes képződményeinek térfogatsúlya  
*Dr. Körössy László:* Földalatti gáztárolás lehetősége Budapest környékén  
*Kóháti Attila:* Újabb mélyföldtani adatok Nagyszénás környékéről  
*Dr. Csiky Gábor:* A nógrádi medencében végzett szénhidrogénkutatások eddigi eredménye  
*Trocsányi Gábor:* A Nagy-Alföldön végzett szeizmikus mérések és azok eredményeinek ismertetése 1957 évtől 1968 évig  
*Lantos Miklós—Nagy Zoltán:* Újabb adatok a Kis-Alföld mélyszerkezetéről  
*Molnár Károly—Nagy Zoltán—Tóth János:* Elektromos sekélyszondázások adatainak felhasználása szeizmikus robbantási mélységek meghatározásában  
*Újfalussy Antal:* A korrelációs reakciós mérések értelmezési problémái bonyolult geológiai felépítésű területen  
*Szanyi Béla:* Elektromos karotázsgörbék és szeizmikus időszelvények korrelációja  
*Péterfay Béla:* Geoelektromos szondázási görbék pontjainak megbízhatóbbá tétele  
*Miklós Gergely—Sághy György:* A kőolajipari szeizmikus kutatási tevékenység hatékonysága, eredményessége Magyarországon és a gépi és műszertechnika szerepéről  
*Dr. Csalagovits István:* A szénhidrogénkutatás földtani és műszaki adatainak kétsoros peremlyukkártyás (ABC) adattároló rendszere

## 2. szám

*Dr. Korányi György:* Földgázkészletek kategorizálási és becslési eljárásainak nemzetközi összehasonlítása  
*Hegyi Istvánné:* Adatok a kötőanyagipari nyersanyagok mintavételi kérdéséhez  
*Dr. Kertész Pál:* A kőbányászat nyersanyagkutatási problémái  
*Dr. Szilágyi Imre:* Illitek reológiai és talajmechanikai vizsgálatának összefüggései  
*Nagy Géza:* Mennyiségi elemzés elektron-mikroszondával  
*Liszt Ferenc:* Félvezető detektorok alkalmazásának lehetőségei a mélyfúrás geofizikájában  
*Dr. Gondozó György:* Robbantástechnika alkalmazása néhány hidrológiai kutatófúrásban  
*Mező Péter:* A fúrosörét kőzetbontási mechanizmusa  
*Kovács Endre:* Orientált rétegdőlés analitikai módszerekkel való meghatározása a Rücker 14. és 14/a sz. fúrás adatai alapján  
*Dr. Bauer Jenő:* Balneo-geológiai tapasztalatok az NDK gyógyfürdőivel és ásványvizeivel kapcsolatban  
*Dr. Hahn György:* A szocialista és tőkés államok fontosabb hasznosítható ásványi nyersanyagkészletei, minőségi és termelési adatai

## 3—4. szám

*Bjamba Zsambün—N. T. Rjaguzov:* A közép-mongóliai kaledóniák tektonikája  
*Dr. Szabó Nándor—Szücs József:* Vízvédelmi gát létesítése Csolnok XII/A aknáknál, a kőzetek természetbeni vizsgálata alapján  
*Dr. Juhász András—Sinyei István—Zentai Tibor:* Földtani zárójelentések szerkezeti adatainak utólagos ellenőrzése  
*Dr. Karácsonyi Sándor:* Irányelvek kavicsmezők építőanyagipari kutatásához

*Jaskó Tamás—Viszián István:* Néhány, a földtanban alkalmazható egzakt osztályozási módszer

*Bondarenko B. M.—Viktorov G. G.—Tarhov A. G.:* A geokozmikus módszer helyzete és fejlesztési perspektívái  
*Pataki Nándor:* Korszerű fejlesztési irányzatok a hazai vízkútépítésben  
*Lendvai László:* Kitérőrek megelőzése a szénhidrogénkutatásnál  
*Sinóros Sz. Loránd:* Kutató magfúrás a földtani kutatás szolgálatában  
*Nagy Magdolna:* Geofizikai mérések jelentőségjezeke II.

1971. év

## 1—2. szám

*T. Kovács Gábor:* Soltvadkerti mélyfúrások földtani értékelése  
*Klespitz János:* Az ajkai barnakőszén-medence Jókai bánya területének földtani viszonyai  
*Dr. Karácsonyi Sándor—dr. Scheuer Gyula:* A pleisztocén talajfagyási jelenségek építésföldtani értékelése  
*Szücs József—Grim Gábor:* Nagy vízbetörések hozammeghatározása karsztvíz-megfigyelések adatai alapján, vízmentesítés kapacitásának tervezéséhez  
*Dr. Végh Sándor:* Új típusú, egységes földtani jegyzőkönyv  
*Bohn Péter:* Tamási I. számú fúrás földtani és vízföldtani eredményei  
*Sztraka Lajos:* G—50-es fúróberendezés elvi felépítése, paramétereit és felhasználási területe  
*Mikó Lajos:* Pegmatitkutatás a Guineai Köztársaságban  
*Bohn Péter—Horn János:* Az 1969—1970. évi nem feltárásos jellegű földtani kutatások célkitűzései  
*Horn János:* A „Földtani Kutatás”-ban megjelent cikkek jegyzéke (1964—1970)  
 Kitérőjelek  
 Szerkesztőségi közlemények

## 3. szám

*Farkas István:* Különböző számítási sémák a prozostikus szénhidrogén-készletek becslésére  
*Muntyán István—Muntyánné, Békési Margit:* A Lencsehegy-i dácitelfordulás földtani jellege és kora  
*Dr. Vitális György:* Szempontok a kötőanyagipari földtani dokumentáció összeállításához  
*Dr. Hahn György:* A legfontosabb európai löszfeltárások párhuzamosításának lehetőségei  
*Béltéky Lajos:* Hévíztermelés a meddő szénhidrogénkutató fúrásokból  
*Dr. Alliquander Ödön:* A rotari fúrás szerepe a föld mélyének kutatásában  
 Információ

## 4. szám

*Dr. Tóth Miklós:* Ásványvagyongazdálkodásunk alapjai és néhány elvi kérdése  
*Dr. Faller Gusztáv:* Az ásványvagyongazdálkodási megítélésének néhány kérdése  
*Dr. Benkő Ferenc:* Az ásványvagyongazdálkodási ismeretesség szerinti osztályozásának kialakulása és fejlődése hazánkban  
*Dr. Juhász András:* Az ásványvagyongazdálkodási földtani adottságoktól függő megbízhatósága  
*Dr. Kovács Ferenc:* A költségfüggvények megalkotásának néhány módszertani kérdése  
*Heinemann Zoltán:* A közös költségek felosztásának módszere ásványi nyersanyag-előfordulások számbavételi egységének műveletességi megítélésénél  
*Heinemann Zoltán—Barabás Antal—Pruzsina János—Tiborc László:* Az ásványvagyongazdálkodási információk kérdései  
*Petár Radicevič:* Érclepek leművelésénél fellépő elszegényedés és veszteség; a tényezők rendszere



## 1—2. szám

*Morvai Gusztáv:* A Központi Földtani Hivatal nemzetközi kapcsolatai  
*Pantó Gábor:* Magyar részvétel a nemzetközi földtani szervezetekben  
*Barha György:* Magyar geofizikusok szerepe a nemzetközi geofizikai szervezetekben  
*Mészáros Mihály:* A magyar földtan külföldi gazdasági munkái  
*Baráth István:* A KGST Földtani Állandó Bizottság szerepe a geofizikai műszerfejlesztésben  
*Biró Ernő—Varga Imre—Vándorfi Róbert:* A jugoszláv határmenti együttműködés tapasztalatai  
*Szurovy Géza:* A magyar kőolajbányászat expanziós lehetőségei az ország határain túl  
*Balkay Bálint:* Bauxitkutatási lehetőségek Afrikában, a Közel- és Közép-Keleten  
*Mészáros Mihály:* Ásványi nyersanyagok kutatási lehetősége Dél-Amerikában  
*Jantsky Béla:* Az első mongóliai földtani térképező expedíció tapasztalatai  
*Balla Zoltán:* A kelet-mongóliai érc kutatás módszeréről  
*Hobot József—Király Ernő:* Mongóliai komplex vízkutató expedíció munkája 1967—1970 között  
*Nagy Elemér:* A GEOMINCO Rt. tevékenysége  
*Molnár József:* Magyar földtani kutatók külföldi működése

## 3. szám

*Dr. Fülöp József:* Tudományos és technikai forradalom a földtanban és hozzá kapcsolódó területeken  
*Dr. Fejér Leontin:* Szénültés, gázkitörésveszély, kokszszéntermelés  
*Dömsödi János:* Tőzeglápok földtani kutatása  
*Czakó Tibor:* Fotogeológia és egyéb földtani légi kutatási módszerek  
*Miklós Gergely:* Mikroökonómiai vizsgálati módszerek alkalmazása a geofizikai kutatásban  
*Dr. Szabó János—Dudkó Antónia:* Érc kutató mélyfúrások karottázs adatainak feldolgozása  
 Információ  
 Kitüntetések  
 Szerkesztőségi közlemény

## 4. szám

*Dr. Benkő Ferenc:* Az építőanyagok földtani kutatásának főbb kérdései  
*Dr. Rónai András:* A mérnökgeológiai térképezés feladatai az Alföldön  
*Dr. Fodor Tamásné:* A Balaton környéki építésföldtani térképezésének programja  
*Dr. Karácsonyi Sándor:* Budapest mérnökgeológiai mintatérképei  
*Dr. Göbel Ervin—Németh Lajos:* Kőbánya városközpont műszaki földtani adottságai  
*Dr. Kleb Béla:* Eger mérnökgeológiai térképezése  
*Dr. Juhász József:* Beszámoló Miskolc város építésföldtani térképezési munkájának eddigi munkavégzéséről  
*Aujeszky Géza—dr. Scheuer Gyula:* A tervezett paksi „A” erőmű területének építésföldtani viszonyai  
*Dr. Karácsonyi Sándor—dr. Scheuer Gyula:* A dunai magaspártok építésföldtani problémái  
*Dr. Karácsonyi Sándor—Reményi Péter:* A városfejlesztéshez kapcsolódó feltárások jelentősége a mérnökgeológiai térképezésnél  
*Dr. Végh Sándor:* Az 1970. évi perui földrengés építésföldtani tanulságai  
 Információ  
 Szerkesztőségi közlemény

1973 év

## 1—2. szám

*Dr. Alliquander Ödön:* A rotari fúrás jövője  
*Dr. Hingl József—Lendvai László—Németh Ferenc—Szabó György:* A hazai nagymélységű fúrás tevékenység problémái értékelése

*Tóth Zoltán:* A kiegyensúlyozott nyomású fúrás néhány problémája  
*Balla Imre:* Irányított ferdefúrások szerszám-összeállítás  
*Dr. Hingl József—Tóth Béla:* Mélyfúrások optimalizálási lehetőségei  
*Horn János—Szirmay András:* A hazai szilárd ásványi nyersanyag kutatás fúróberendezéseinek fejlődése napjainkig és a fejlesztés további perspektívái  
*Falusi István:* Gyorsmagszedős (Wire-Line) fúrás tapasztalatok  
*Mecsnóber Miklós:* Nagyatméről fúrások a magyar bauxitművelésben  
*Várhegyi Pál:* Földtani kutatófúrások kérdései  
*Dr. Pataki Nándor:* Kútépítési technológiánk néhány időszerű kérdése  
*Fülöp Miklós:* Az elektronikus számítástechnika alkalmazása a mélyfúrás kutatási, tervezési és üzemi feladataihoz  
*Molnár György:* A KGST-tagországok nemzetközi együttműködése a kutató fúróberendezések gyártása terén  
*Kovács István—Streicher Ferenc:* Fúrógép- és technológia-fejlesztési program gazdaságossági kérdései  
*Csath Béla:* A hévízkutatás kútfejlesztésének kialakulása  
 Hírek  
*Szabó György:* A nagymélységű fúrás technika műszaki technológiai újdonságai  
 Kitüntetések

## 3. szám

*Dr. Konda József:* A Területi (megyei) Földtani Szolgálatok szerepe és időszerű feladatai  
*Kéri János:* Építőkövek kutatásának problémái és tapasztalatai a kis és közepes bányatelepítésekkel kapcsolatban Észak-Magyarországon  
*Józsa Gábor:* A kis és közepes kavics- és homokbányák kutatási problémái Észak-Magyarországon  
*Dr. Kassai Miklós:* Dél-Dunántúl kőbányászati helyzetképeinek alapvonásai  
*Dr. Szederkényi Tibor:* Baranya megyei példa a földtani ismeretanyagának felhasználására a mezőgazdaságban  
*Kállai András—Zentay Tibor:* A földtani szolgálatok munkája az alföldi talajjavítási munkák előtervezésénél  
*Pálffy József:* Az építőipari nyersanyag kutatás és -bányászat, valamint a földtani természet- és környezetvédelem időszerű kérdései Veszprém megyében  
*Pálffy József—Horváth Vera:* A balatonfüredi szénsavas savanyúvizek hidrogeológiai viszonyai  
*Andó János—Pálffy József:* Vízellátási ismeretességi helyzetkép Veszprém megye Balaton-parti részére  
 Közlemény

## 4. szám

„10 éves a KGST Földtani Állandó Bizottsága”  
*M. Pelzsee:* „A KGST Földtani Állandó Bizottsága 1963—1973 közötti munkájának áttekintése és további tevékenységének főbb irányai”  
*R. Dokov:* „A KGST-tagországok sokoldalú földtani együttműködése és a földtani kutatások főbb eredményei az elmúlt 10 esztendőben a Bolgár Népköztársaságban”  
*Fülöp J.:* „Az elmúlt 10 év geológiai kutatásainak eredményei Magyarországon a KGST-együttműködés tükrében”  
*M. Bochmann:* „A KGST Földtani Állandó Bizottságában folyó együttműködés szerepe a Német Demokratikus Köztársaság földtani kutatásának alakulásában”  
*O. Lopez:* „A kubai földtani szolgálat története. A sziget földtani felépítése és hasznosítható ásványi nyersanyagai”  
*M. Pelzsee:* „A KGST-országok együttműködésének szerepe a Mongol Népköztársaság ásványi nyersanyagbázisának fejlesztésében”



Z. Dembowski: „A Földtani Állandó Bizottság tevékenységének szerepe Lengyelország földtani megkutatottságának fokozásában és ásványi nyersanyagbázisának fejlesztésében”  
D. Paraschiu: „Románia ásványi nyersanyagbázisának bővítésével kapcsolatos gyakorlati célú földtani kutatás eredményei”  
V. Jarmoljuk: „A Szovjetunió geológiai szervezete munkájának fontosabb eredményei a KGST-tagországok földtani együttműködése jegyében eltelt 10 esztendő alatt”  
J. Pravda: „A KGST földtani Állandó Bizottságának 1963–1973 közötti tevékenységéről és a CsSzSzk földtani szervezetének fejlődésére gyakorolt hatásáról”  
B. Jerofejev: „10 éves a KGST-országok geológusainak baráti közössége”  
P. Pejovics: „A JSzSzk földtani Állandó Bizottsága 10 éves fennállása alkalmából”

1974. év

1—2. szám

Dr. Varjú Gyula: A Központi Földtani Hivatal technológiai kutatásainak célkitűzései és az eddigi munka ismertetése  
Varga Imréné: Nyomelem-mútrágyák előállítására alkalmas kőzetek kutatása  
Dr. Albert János—dr. Bálint Pál: Hazai téglanyagok vizsgálatának eredményei  
Dr. Varjú Gyula: Alunitkutatás és -termelés lehetőségei Magyarországon  
Szücs Zoltán—dr. Takács Pál: Laboratóriumi kutatások a tokajhegységi alunitos kőzet feldolgozására szilikátipari alapanyaggá  
Dr. Kakassy Gyuláné—Pallos Imréné—Ádám László: Magyarországi klinopotilliolitos kőzetek vizsgálata folyékony rádióaktív hulladék megkötése szempontjából  
Dr. Barna János: Fehérbentonit-kötőanyag előállítása gopli bentonitból  
Dr. Varjú Gyula: A gopli és mád-danckai bentonitelfordulások földtani viszonyai. A Tokaj-hegység felső in situ bentonitszintjei  
Kovács Zoltán: A tokajhegységi bentonit és illit értékelése pelletezés szempontjából  
Dr. Barna János: Szerves anyagásványok a magyar kőszekekben  
Dr. Nemezc Ernő—Elek Sarolta—dr. Varjú Gyula: Hazai természetes nyersanyagokra alapozható zeolit-előállítás  
Dr. Kubovics Imre: A hazai neutrális bázisos és üledékes kőzetek peturgiai vizsgálata  
Korbuly Judit—dr. Takács Pál: Humuszpótló bioaktív anyag előállítása salétromsavas feltárással tőzgeből és barnaszén-féleségekből  
Kiss Lajos: Tokajhegységi meddő kőzetek és kőzetalkotók felhasználási lehetőségének kutatása  
Horváth Albert—dr. Takács Pál: A sárvár-rábacsömjéni termásvíz ásványalkotóinak komplex hasznosítása  
Dr. Erdélyi János: Magyarországi serpentinek mineralógiai vizsgálata  
Szerkesztői közlemény

3. szám

Szádeczky-Kardoss Elemér: A módszeres szubdukcióvizsgálat a hasznosítható telepek kutatásának szolgálatában  
Horváth Ferenc—Stegena Lajos—Géczy Barnabás: Szialikus és szimaikus ívközi medencék  
Géczy Barnabás: Lemeztektonika és paleontológia  
Wein György: A Budai-hegység szerkezetalakulása  
Szénás György: A lemeztektonika és bírálata  
Balkay Bálint: A globális tektonika lokális problémáiról  
Császár Géza—Haas János: Irodalmi áttekintés a lemeztektonikai elmélet mai helyzetéről  
Szerkesztőségi közlemény

4. szám

Dr. Dank Viktor—dr. Hingl József: A nagymélységű szénhidrogén-kutatás helyzete Magyarországon  
Barabás László—Kadinger Béla—Tihanyi Gábor: Nagymélységű fúrások műszerezési kérdései és fejlesztési irányai  
Szabó György: A nagymélységű fúrások korszerű eszközei, különös tekintettel a hazai tapasztalatokra  
Tóth Béla—Csaba József—Fülöp Miklós: Mélyfúrások aktív paramétereinek optimalizálásának közetfizikai megfontolásai  
Péter Richárd—Treffler Tamás—Szabari Kálmán—Pertik Béla—dr. Dormán József: Cementreceptúrák megválasztásának szempontjai és gyakorlati tapasztalatai nagymélységű fúrásoknál  
Dr. Moldvay Loránd: A dóm-jellegű neogén mozgások kérdése az alföldi szénhidrogén-kutatás szempontjából  
OKGT Geofizikai Főosztály—GKÜ Szerzői Kollektíva: A KGST 25. éve. Együttműködés a felszíni és mélyfúrási geofizikai kutatásban  
Szerkesztői közlemény

1975. év

1—2. szám

Dr. Fülöp József: Új perspektívák a hazai földtani kutatás előtt  
Bohn Péter—Horn János: Nem feltárásos jellegű földtani kutatások célkitűzései (1969–1974.)  
Farkas István: A szénhidrogén-vagyon-számítás hibája bizonytalan földtani alakzat esetén  
Dr. Somos László: Vagyonszámítási paraméterek megbízhatósága  
Dr. Scheuer Gyula—Tóth Imréné: Az óbudai Árpád-forrás földtani és vízföldtani viszonyai  
Dr. Ungár Tibor: Szeged negyedidőszaki képződményeinek fizikai sajátosságai  
Dr. Kaszab Imre: Újszeged építésföldtani térképezése  
Dr. Fodor Tamásné: UNESCO nemzetközi Mérnökgeológiai Továbbképző tanfolyam Magyarországon  
Bohn Péter: A Keszthelyi-hegység regionális gazdaságföldtani potenciálja  
Mecsnóber Miklós: Hidraulikus erőátvitelű fűróberendezések tapasztalatai a kutatófúrásoknál  
Horn János: A Földtani Kutatásban megjelent cikkek jegyzéke (1964–1974.)  
Hírek  
Dr. Alliquander Ödön: Nagymélységű fúrások hazai helyzete  
Kitüntetések  
Szerkesztőségi közlemény

3. szám

Grasselly Gyula: A geokémia szerepe és lehetősége a szénhidrogén-prognózisban  
Balázs Ádám—Koncz István: Üledékes kőzetek diszperz szervesanyagának vizsgálata  
Tóth József: Korreferátum Balázs Ádám—Koncz István előadásához  
Tóth József: Geokémia szénhidrogén-prognózis lehetősége hazánkban  
Dank Viktor—Koncz István: Korreferátum Tóth József előadásához  
Balázs Ádám—Lelkes Ágnes—Koncz István: Mélységi vizek szervesanyag-tartalmának vizsgálata és szerepe a szénhidrogéntelemek kutatásában  
Rác Dániel: Korreferátum Balázs Ádám—Lelkes Ágnes—Koncz István előadásához

4. szám

Weidinger István—Kósa László: A soproni kristályos alaphegység természetes rádióaktív tereinek összehasonlító matematikai-statisztikai vizsgálata  
Weidinger István: A soproni központi kristályos alaphegység Th és ritkaföldfém tartalmú kőzet-törmelékeinek irányítottági vizsgálata



*Weidinger István:* Komponens analízis alkalmazása bonyolult földtani (üledékes-metamorf) kifejlődésű területek ércgenetikai viszonyai felderítése esetében

*Balázs Endre:* A kisalföldi medence paleozóos képződményei

*Kisházi Péter:* Hozzájárulások a Soproni-hegység metamorf közzeteinek ismeretéhez

Kitüntetések

Szerkesztői közlemény

1976. év

### 1. szám

*Szűcs József:* A mérnökgeológiai térképezés szerepe a településfejlesztés és ipartelepítés tervezésénél

*Szabó Imre:* A földtani kor és közzetfizikai jellemzők kapcsolata

*Szabó Imre:* Összefüggés telített anyagok lineáris zsugorodása és hézagképződése között

*Salamon Batur:* Karotázs vizsgálatok a földtani kutatás szolgálatában

*J. Krauter:* A földtani kutatás legújabb eredményei és fő feladatok a földtan területén Csehszlovákiában

Szerkesztői közlemény

### 2. szám

*Dr. Hingl József—dr. Szabó György:* A mélyfúrás technológia helyzete, fejlődésének irányvonalai

*Sinóros-Szabó Lóránt:* A kutató magfúrás fejlődési irányai

*Dr. Szabó György:* A hazai mélyfúróberendezés-állomány célszerű fejlesztési irányai

*Dr. Vándorfi Róbert:* A szénhidrogénkutatás földtani adatszerzésének lehetőségei a fúrás közben végzett mérések útján

*Csaba József:* Túlnyomásos formációk előrejelzéseinek hazai tapasztalatai

*Dr. Somfai Attila:* Kőolajföldtani újítások a 9. Kőolaj Világkongresszus előadásaiból

*Jesch Aladár:* A mélyfúrás geofizikai információszerezés és a fúrastechnika kapcsolatairól

*Vargha Nóra:* Agyagásványok szerepe a lyukfal stabilitásában

Műszaki újítások

Kitüntetések

Szerkesztőségi közlemény

### 3. szám

*Dr. Simon Pál:* A földtani kutatás az iparfejlesztés szolgálatában

*Dr. Fülöp József:* Ásványi nyersanyagforrásaink kutatása a IV. és az V. ötéves tervidőszakban

*Dr. Bán Ákos:* Szénhidrogén-kutatásunk helyzete és feladatai

*Seregi János:* A vállalati geológusok szerepe a távlati tervezés és a termelés vonatkozásában

*Dr. Dózsa Lajos:* Az alumíniumipar V. ötéves és távlati termelési terve; különös tekintettel a bauxitbányászatra az ásványvagyongazdálkodásra és földtani kutatásra

*Dr. Gagyai Pálffy András:* A földtani kutatás feladatai és lehetőségei az Érc- és Ásványbányászathoz az V. ötéves tervidőszakban

*Dr. Szabó János:* Az építőipari fejlesztés célkitűzései az V. ötéves terv során

*Dr. Bognár József:* Energiahordozók és ásványi nyersanyagok világgazdasági kérdései

### 4. szám

*Dr. Dank Viktor:* A magyarországi szénhidrogénföldtani kutatás értékelése és perspektívái

*Dr. Somfai Attila:* A pannon medence magyarországi területén feltárt csapdatípusok osztályozása, a litológiai és sztratigráfiai csapdatípusok kutatásának lehetőségei

*Molnár Károly:* A digitális szeizmika szerepe a korszerű szénhidrogénkutatásban

*Dr. Kókai János:* Fúrásból vett közetminták vizsgálata és szénhidrogén-földtani értékelése

*Dr. Müller Pál:* A Magyar Államj Eötvös Lóránd

Geofizikai Intézet feladatai a szénhidrogén előkutatásban, valamint a módszer- és műszerfejlesztésben

*Széles Lajos:* A földtani vizsgálatok feladatai a kutatási tervek megvalósítása, értékelése, a szénvagyongazdálkodás és a bányászati szempontjából

*Dr. Pólai György:* Az V. ötéves terv kutatási feladatai a mecseki szénmedence területén

*Dr. Gerber Pál:* A Dunántúli Gyűjtőerőművel kapcsolatos földtani kutatás, valamint a termelést segítő vízvédelmi és bányaföldtani feladatok a Tatabányai Szénbányáknál

*Dr. Juhász András:* A Borsodi Szénbányák földtani kutatási feladatai, az V. ötéves tervidőszakban, valamint a termelési kutatás helyzete és problémái

*Madai László:* A magyarországi lignitkutatás helyzete

*Somssich Lászlóné:* Az Országos földtani Kutató és Fúró Vállalat felkészülése az V. ötéves tervidőszak földtani kutatási feladatainak ellátására

1977. év

### 1. szám

*Cseh Németh József:* Az ércbányászati kutatások célkitűzései és feltételei az V. ötéves tervben.

*Zelenka Tibor:* Az ásványbányászati kutatások célkitűzései és feltételei az V. ötéves tervben.

*Mátyás Ernő:* A Tokaji-hegység ásványi nyersanyagkutatásainak helyzete és perspektívái.

*Podányi Tibor:* Technológiai kísérletek és vizsgálatok az ásványvagyongazdálkodás bővítése érdekében.

*Gyurkó László:* A mélyfúrásos kutatás feladatai és problémái az Országos Érc- és Ásványbányáknál.

*Jámbor Áron—Szabadváry László:* A bauxitföldtani előkutatás feladatai

*Fodor Béla:* Ásványvagyongazdálkodási kérdések a bauxitbányászat gyakorlatában

*Falu János:* Az építőanyagipari nyersanyagkutatás feladatai

*Fodor Tamásné:* Részletes és átfogó mérnökgeológiai vizsgálatok és térképszerkesztés

*Gabos György:* A Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat az építőipari nyersanyagkutatás bázisintézete

*Székely István:* A cementipari nyersanyagkutatással szemben támasztott követelmények

*Várhegyi Győző:* A bauxit ritkafém-tartalmának hasznosítása

Szerkesztőségi közlemény

### 2—3. szám

*Hoványi Lehel—Füst Antal—Szén Ilona:* Bauxit-előfordulások optimális megkutatása

*Hoványi Lehel:* Az ásványkutatás és -bányászat néhány időszervi bányageológiai, bányamérési feladata

*Füst Antal—Szén Ilona:* Ásványlelőhely-paraméterek előrejelzése

*Fodor Béla:* Az ásványlelőhely-paraméterek meghatározásához szükséges ponthálózat kombinált módszerrel történő megválasztása

*Hoványi Lehel:* A számított ásványvagyongazdálkodás megbízhatósága

*Hoványi Katalin:* A földtani és bányászati információk számítógépes tárolási és feldolgozási lehetőségei

*Badinszky Péter:* Az építőanyagipar gazdaságföldtani helyzete

*Kovács István—Mező Péter:* 2000 m-es kutatófúrás kivitelezésének tapasztalatai a Mecseki Ércbányászati Vállalatnál

*Bendefy László:* A magyarországi földmérés története egy kiállítás tükrében

Az Országos Prognózis Tanács megalakulása

Szerkesztőségi közlemény



4. szám

*Falus Gábor:* A nagyegyházai alsó széntelep-csoport geokémiai vizsgálata  
*Végh Sándorné:* A Nagyegyháza—Csordakút—mányi medencék kőszénfekvő képződményei  
*Kopek Gábor—Tóth Imre:* A nagyegyházai—mányi kutatási terület eocénjének rétegtani helyzete  
*Korpás László:* A mányi medence oligocén képződményei  
*Jámbor Áron:* A mányi medence neogén képződményei felépítésének vázlata  
*Cseh Németh József:* A recski mélyszinti színesfémérc-kutatással kapcsolatos összehasonlító földtani, teleptani anyagokról  
*Weidinger István—Kósa László:* Félmennyei elemzési eredmények matematikai statisztikai feldolgozása a földtani kutatások területén  
*Közlemény:* Az Országos Vízügyi Hivatal és a Központi Földtani Hivatal közleménye a felszín alatti vízkészletek központi pénzügyi erőforrásokból történő kutatásának és feltárásának rendjéről  
Szerkesztőségi közlemény

1978. év

1—2. szám

*Dr. Fülöp József:* Az energiahordozó ásványi nyersanyagok története Magyarországon  
*Dr. Kapolyi László:* A földtani kutatás helye és szerepe ásványi nyersanyagaink igénybe vételének rendszer- és függvényszemléletű értékelésében.  
*Dr. Tóth Miklós:* Az ásványi nyersanyagokra vonatkozó néhány világgazdasági prognózis és következtetés

*Dr. Nemez Ernő—Varju Gyula—dr. Elek Sarolta:* Rosszminőségű bauxitok javításának lehetősége mechanikai szétválasztása útján  
*Dr. Sztrókay Kálmán—Lovas György—dr. Bog-nár László:* A mullit szerepe a pernyehasznosításban  
*Gildiné Farkas Mária—dr. Szántó Ferenc:* A montmorillonitos kaolin szétválasztása szedimentációs módszerrel  
*Dr. Barna János:* Szerves agyagásványok a hazai kőszenekben  
*Korbuly Judit—dr. Szabó Ambrus:* Termoplasztikus feketeszen-féleségek felhasználása nitri-kaucsuik töltőanyagként  
*Dr. Kertész Pál—dr. Marek István:* Kőzetkonzer-  
válási kísérletek  
*Dr. Varju Gyula:* Tájékoztató a KFH—3. sz. cél-program „Hasznosítható ásványos anyagok kiak-názását és feldolgozását alapvetően befolyásoló ásványkőzettani sajátosságok és műszaki eljárá-sok komplex vizsgálata” keretében folyó/kutatá-sokról és eredményeikről

3—4. szám

„A geológia szerepe a környezetvédelemben” c. pályázati kiírásról  
*Dr. Alföldi László*  
*Badinszky Péter*  
*Dr. Bohn Péter*  
*Dr. Zentai Tibor*  
*Józsa Gábor*  
*Dr. Kassai Miklós—Soós Józsefné*  
*Dr. Kertész Ádám*  
*Koch László*  
*Horváth Zsolt*  
Szerkesztői közlemény



# Kitüntetés

A Magyar Népköztársaság Elnöki Tanácsa  
eredményes munkája elismeréseként, nyugállományba  
vonulása alkalmából

*Lukács Jenőnek*, a Központi Földtani Hivatal  
főosztályvezetőjének a

**MUNKA ÉRDEMREND ARANY FOKOZATA**  
kitüntetést adományozta.

A Magyar Népköztársaság Elnöki Tanácsa  
eredményes munkájuk elismeréseként

*Barabás Antalnak*, a Központi Földtani Hivatal  
osztályvezetőjének,

*Dr. Nagy Lászlóné dr. Kovács Eszternek*,  
a Magyar Állami Földtani Intézet osztályvezetőjének a

**MUNKA ÉRDEMREND EZÜST FOKOZATA**  
kitüntetést adományozta.

A Magyar Népköztársaság Elnöki Tanácsa  
eredményes munkája elismeréseként

*Dr. Baráth Istvánnak*, a Magyar Állami Eötvös Loránd  
Geofizikai Intézet tudományos osztályvezetőjének a

**MUNKA ÉRDEMREND BRONZ FOKOZATA**  
kitüntetést adományozta.

A Központi Földtani Hivatal elnöke  
eredményes munkájuk elismeréseként

*Lakatos Béláné*, a Magyar Állami Eötvös Loránd  
Geofizikai Intézet gépkocsiveetőjének,

*Madaras Andrásnak*, a Magyar Állami Eötvös Loránd  
Geofizikai Intézet tudományos munkatársának,

*Polcz Ivánnak*, a Magyar Állami Eötvös Loránd  
Geofizikai Intézet tudományos osztályvezetőjének,

*Simon Andrásnak*, a Magyar Állami Eötvös Loránd  
Geofizikai Intézet tudományos munkatársának a

**KIVÁLÓ MUNKÁÉRT**  
kitüntetést adományozta.



## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Д-р Й. Фюлён:</i> Геологические связи между Австрией и Венгрией . . . . .	1
<i>О. С. Зубин—Л. С. Ситников:</i> Состояние и задачи автоматизации экспериментов в области океанологии . . . . .	5
<i>Д-р А. Шомфай—д-р Л. Вёлди—И. Салоки:</i> Принципиальные и практические вопросы выбора точек закладки скважин колонкового бурения в различных стадиях геологоразведочных работ на нефть и природный газ . . . . .	15
<i>Д-р Л. Ховани—д-р А. Фюшт:</i> Изменчивость параметров месторождений полезных ископаемых . . . . .	23
<i>Д-р А. Вернер—д-р Э. Аликвандер:</i> Современные и будущие требования, предъявляемые к технологии глубокого бурения . . . . .	31
<i>А. Йеш:</i> О новейших достижениях в области пятидесятилетней скважинной геофизики . . . . .	43
<i>Д-р П. Бон—Й. Хорн:</i> Геологоразведочные работы невоскрешного характера (1976—1977 гг.) . . . . .	49
<i>Д-р А. Кашишан:</i> Применение системы единиц измерения SI в геологии . . . . .	63
Сообщение от Редакции . . . . .	91



