Földtani kutatás

1978. XXI. évfolyam 1.–2. szám

FÖLDTANI KUTATÁS XXI. évfolyam, 1—2. szám

A KÖZPONTI FÖLDTANI HIVATAL SZAKMAI KIADVÁNYA

*

Szerkesztőség:
Budapest I., Iskola u 13., III. 311.
Telefon: 359-508

*

Felelős kiadó:
Központi Földtani Hivatal

*

A Földtani Kutatás megjelenik évente négy alkalommal
Egy-egy lap ára 5,— 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: Gyenti Pál

FMNYV d. t

TARTALOMJEGYZÉK

Dr. Fülöp József: Az energiahordozó ásványi nyersanyagok története Magyarországon — — — — — — — — — — 1
Dr. Kapolyi László: A földtani kutatás helye és szerepe ásványi nyersanyagaink igénybevételének rendszer- és függvényszemléletű értékelésében — — — — — — — — — — — 9
Dr. Tóth Miklós: Az ásványi nyersanyagokra vonatkozó néhány világgazdasági prognózis és következtetés — — — — — 21
Dr. Nemecz Ernő—Dr. Varju Gyula—Dr. Elek Sarolta: Rosszminőségű bauxitok javításának lehetősége mechanikai szétválasztása útján — — — — — — — — — — — — — 27
Dr. Sztrókay Kálmán—Lovas György—Dr. Bognár László: A mullit szerepe a pernyehasznosításban — — — — — — — 45
Gildéné Farkas Mária— Dr. Szántó Ferenc: A montmorillonitos kaolin szétválasztása szedimentációs módszerrel — — — 51
Dr. Barna János: Szerves agyagásványok a hazai kőszenekben — 55
Korbuly Judit—Dr. Szabó Ambrus: Termoplasztikus feketeszénféleségek felhasználása nitrilkaucsuk töltőanyagként — — 65
Dr. Kertész Pál—Dr. Marek István: Kőzetkonzerválási kísérletek — 69
Dr. Varju Gyula: Tájékoztató a KFH—3. sz. célprogram „Hasznosítható ásványos anyagok kiaknázását és feldolgozását alapvetően befolyásoló ásványkőzettani sajátosságok és műszaki eljárások komplex vizsgálata" keretében folyó kutatásokról és eredményeikről — — — — — — — — — — — — 77

INHALT

Dr. J. Fülöp: Die Geschichte der Energieträger-Mineralrohstoffe in Ungarn — — — — — — — — — — — — 1
Dr. L. Kapolyi: Stelle und Rolle der geologischen Forschung und Erkundung in der Einschätzung der Inanspruchnahme unserer mineralischer Rohstoffe bei einer systems- und funktionsmässigen Betrachtungsweise — — — — — — — 9
Dr. M. Tóth: Einige weltwirtschaftliche Prognosen und Nachfolgen bezüglich der Mineralrohstoffe — — — — — — — 21
Dr. E. Nemecz—Dr. Gy. Varju—Dr.S. Elek: Möglichkeiten für die Verbesserung von Bauxiten von schlechter Qualität durch mechanische Separierung — — — — — — — — — — 27
Dr. K. Sztrókay—Gy. Lovas—Dr. L. Bognár: Die Rolle des Mullits in der Nutzung der Flugasche — — — — — — — — 45
M. Gilde-Farkas—Dr. F. Szántó: Die Separierung von montmorillonithaltigen Kaolins durch die Sedimentationsmethode — — 51
Dr. J. Barna: Organische Tonmineralien in ungarischen Kohlen — 55
J. Korbuly—Dr. A. Szabó: Die Anwendung von thermoplastischen Steinkohlenabarten als Nitrilkautschuk-Füllmittel — — — 65
Dr. P. Kertész—Dr. I. Marek: Versuche für die Konservierung von Gesteinen — — — — — — — — — — — — — 69
Dr. Gy. Varju: Information über Forschungen und Ergebnisse im Rahmen des Projektes KFH—3 „Komplexe Untersuchung von mineralogisch-petrographischen Eigenschaften und technischen Verfahren, die die Förderung und Verarbeitung von nutzbaren Bodenschätzlich beeinflussen" — — — — — 77
Redaktionsmittellung — — — — — — — — — — — — 81

CONTENTS

Dr. J. Fülöp: The story of fuel mineral resources in Hungary 1
Dr. L. Kapolyi: Place and role of geological investigations in evalulating the degree of use of Hungary's mineral raw materials, viewed from the angle of a system- and function-based approach — — — — — — — — — — — — 9
Dr. M. Tóth: Some forecasts and conclusions concerning mineral raw materials form the viewpoint of world economy 21
Dr. E. Nemecz—Dr. Gy. Varju—Dr. S. Elek: Possibilities for improving bauxites of low quality by mechanical separation — 27
Dr. K. Sztrókay—Gy. Lovas—Dr. L. Bognár: The role of mullite in harnessing flying ashes — — — — — — — — — 45
M. Gilde-Farkas—Dr. F. Szántó: Separation of montmorillonitic kaolin by sedimentation method — — — — — — — 51
Dr. J. Barna: Organic clay minerals in Hungarian coals — — — 55
J. Korbuly—Dr. A. Szabó: The use of thermplastic hard coals as an aggregate for nitril-caoutchouc — — — — — — — 65
Dr. P. Kertész—Dr. I. Marek: Experiments for the preservation of rocks — — — — — — — — — — — — — — 69
Dr. Gy. Varju: Informations on research work and results under the KFH—3 Project „An integrated survey of mineralogical and petrographic features and technological processes of crucial importance for the extracting and processing of mineral raw materials" — — — — — — — — — — — — 77
Editorial communication — — — — — — — — — — — — 81

DR. FÜLÖP JÓZSEF

Az energiahordozó ásványi nyersanyagok története Magyarországon

Az energiahordozó ásványi nyersanyagok széles körű és nagy arányú felhasználása a XIX. és a XX. században a technika és a gazdaság fejlődésének kiemelkedően fontos tényezője. A kőszén és a kőolaj energetikai célú hasznosítása korszakalkotó gazdaságtörténeti szerepű, és minden bizonnyal új korszakváltásnak vagyunk részesei jelenleg is: a nukleáris energiára való egyelőre fokozatos áttéréssel, amely folyamat — jelentős, új technikai felfedezések eredményeként — a következő évtizedekben felgyorsulhat. Gazdasági oldalról sürgeti ezt a kőolaj többszörösére növelt világpiaci ára, amely a kőolajexportáló fejlődő országok politikai és gazdasági törekvése, a kőolajkészletek korlátozottsága, a kedvezőtlen földtani és földrajzi helyzetű kőolaj-lelőhelyek széles körű termelésbevonása miatt várhatóan tartósan fennmarad.

Jelen tanulmányomban az energiahordozó ásványi nyersanyagok magyarországi történetének áttekintésével foglalkozom; a tűzifa hiányából eredő XVIII. századi energiaválságtól az 1973-ban bekövetkezett kőolajár robbanásig, valamint annak várható következményeivel mintegy az ezredfordulóig terjedően.

Az energiahordozó ásványi nyersanyagok magyarországi termelésében — amely jelenleg is valamivel több mint 50%-át elégíti ki összes energiaszükségletünknek — napjainkig a kőszén játszotta a főszerepet. Aránya a hazai energiaforrások körében — az 1968 utáni termeléskorlátozó intézkedések ellenére — 1975-ben 51% volt, 45% hazai termelésű szénhidrogénnel és 4% egyéb hazai energiaforrással szemben. Importtal együtt is a szénhidrogének csak 1972-ben — tíz évvel a világtermelésben végbement arányváltozás után — jutottak túlsúlyra energiaszükségletünk kielégítésében.

1759—1830

A kőszén felhasználásának kezdete Magyarországon éppúgy, mint korábban már Nyugat-Európában a tűzifahiány megoldásának szükségletéből fakadt. A nemes- és a színesfémek érceinek bányászata és kohászata, a vasércbányászat és -kohászat XVII. és XVIII. századi fejlődése, az 1730-as és 1740-es években hatalmas méreteket öltő hamuzsírfőzés és ugyanakkor a tűzgépek elterjedése a bányászatban (a bányavízemelés megoldásra), végül a városok egyre növekvő építőanyag- és tűzifaszükséglete a fa árának jelentős emelkedéséhez és kormányzati beavatkozást igénylő ellátási nehézségekhez vezetett. A fahiány elsősorban a bányakörzeteket és a városokat érintette, a távolabbi — fában gazdag — vidékek azonban, a megfelelő utak és szállítóeszközök hiányában ezen alig segíthettek. A fahiány megoldására hozott kormányzati intézkedések, mint a bányák és kohók részére biztosított erdőhasználati jog, az egyéb irányú fafelhasználás, valamint az új bánya- és kohótelepítések korlátozása, az erdőgazdálkodás racionalizálása nem vezettek hatékony megoldásra. A növekvő energiaszükséglet kielégítésére alapvetően új megoldást kellett találni.

Angliában már a X—XI. századtól kezdve rendszeresen felhasználták a kőszenet tüzelésre. Használata innen terjedt el fokozatosan K felé haladva Európa országaiban. A nyugat-európai országok a XVIII. században már jelentős széntermeléssel rendelkeztek. Hazai kőszeneinkről először Csiba István 1714-es értekezésében találunk említést. Ez a dobsinai hegyekben és a Zsolna környékén található kőszénlelőhelyekre vonatkozik. A kőszén felhasználásáról először 1735-ből van adatunk. *Iparszerűen először 1759-ben Brennbergbányán termeltek kőszenet Magyarországon.*

A kőszén széles körű, nagyobb arányú felhasználását a központi kormányzat különböző intézkedésekkel igyekezett elősegíteni: Mária Terézia 1766-ban 24, majd két évvel később 50 arany jutalmat helyezett kilátásba annak, aki gyakorlatilag felhasználható tőzeg- vagy kőszénlelőhelyet talál és 100 aranyat annak, aki „turfával" olvaszt ércet. 1766 és 1771 között 17 bejelentés érkezett be, amelyek alapján megállapítható, hogy ismerték pl. a mecseki feketekőszenet (1769) és a Salgótarján környéki barnakőszenet (1768). Az utóbbi bejelentéséért a gyakorlati felhasználás lehetőségének hiányában nem fizették ki a jutalmat. Sem a jutalom, sem a felhasználás propagálása, sem egyéb intézkedések még hosszú évtizedeken keresztül nem vezettek jelentős kőszéntermelés kialakulásához.

Ennek fő okai a következők voltak:

— a kőszénfelhasználásban érdekelt nagyipar teljes hiánya, a kisebb ipari üzemek elenyésző száma,

— a földesúri rendszer érdektelensége, szűklátókörűsége, a városi polgárság hiánya, ill. társadalmi-gazdasági erőtlensége,

— a termelési és a felhasználási technika, ill. tapasztalatok és a szakemberek hiánya,

— megfelelő utak és szállítóeszközök hiánya.

Fontos szerepe volt annak is, hogy a Habsburg uralom gazdaságpolitikája, fejlődést célzó kezdeti lépések után, Magyarország gazdasági kiszolgáltatottságát elősegítő irányzatba torkollott.

Negatív szerepű volt II. József 1788-ban kiadott rendelete, amely Magyarországon a kőszenet a földbirtokos tulajdonának tekintette. A nemesség sarkalatos kiváltságain alapuló földesúri érdekeknek tett engedmény volt ez, az osztrák örökös tartományokban 1758-ban bevezetett jogrenddel szemben, ahol a kőszén a szabad ásványok közé tartozott. Ezzel nemcsak annak a néhány vállalkozónak a törekvése hiúsult meg, akik a helyi bányabíróságok állásfoglalására támaszkodva a földesúri birtokokon kőszén termelésébe kezdtek, hanem hosszú időn át ható akadályt állított a kőszénbányászat fejlődésének útjába.

A kőszén megjelenése a magyar gazdasági életben a XVIII. század második felében és a XIX. század első évtizedeiben, hét évtizedet felölelő, sokszor kudarcba fulladt, hosszú folyamat volt. Tőkeszegény városi polgárok és iparosok, bányatársaságok, városi tanácsok és a kincstár — gyakran kellő hozzáértés nélkül, szállítási és piaci nehézségekkel küzdve — bajlódtak életrekeltésével. Mindennek ellenére a századfordulót követően feltűntek az első széles látókörű, jó felkészültségű termelésirányító szakemberek, létre jöttek az első jelentősebb bányaművek, elkészültek az első szakszerű bányatérképek és Brennbergbányán lemélyült az első kőszénkutató fúrás. Egyre inkább éreztette kedvező hatását a kőszénbányászat területén is az 1735-ben alapított és 1770-ben akadémiai rangra emelt selmecbányai bányatisztképző iskola.

A XIX. század első évtizedeiben már mintegy 100 lelőhelyen ástak kőszenet a túlnyomórészt csekély mértékű helyi szükségletek kielégítésére. Jelentősebb termelés azonban csak Brennbergbányán, a Dorogi-medencében és a K-i Mecsekben alakult ki, ahol a közeli, vagy a folyóvízi szállítással elérhető városok, mint Bécs és Sopron, Győr, Komárom, Buda és Pest, valamint Pécs biztosítottak kedvezőbb értékesítési lehetőséget. 1759 és 1830 között összesen mintegy 540 ezer tonna kőszenet bányásztak Magyarországon; ebből Brennbergbányán 260 ezer tonnát, a Dorogi-medencében 170 ezer tonnát, és a Mecsekben kb. 80 ezer tonnát. Összehasonlításként megemlítjük, hogy Angliában az 1820-as években a kőszéntermelés meghaladta az évi 7 millió tonnát.

1830—1867

A kőszén számottevő gazdasági szerepe a XIX. század második harmadában bontakozott ki, a kőszéntüzelésű gőzgépnek a vízi és a szárazföldi közlekedésben, valamint a fejlődésnek induló nagyiparban történt egyre szélesebb körű felhasználásával. 1829-ben megalakult a Dunagőzhajózási Társaság, 1831-ben megindult a rendszeres gőzhajóforgalom, 1840-ben felépült az Óbudai Hajógyár, 1841-ben Pesten üzembe helyezték az első gőzmalmot, 1846-ban átadták az első vasútvonalat. Mindezek nagy jelentőségű kezdő lépések a kapitalista nagyipar kialakulásának útján. A gazdasági reformok és a technikai haladás kimagasló vezéralakja Széchenyi István. Fontos tényező volt a korszak haladó eszmeáramlatainak hatása, tudománypártolása, jelentős tudományos intézmények és egyesületek alapítása és működése.

Az 1848—49-es forradalom történelmi fordulópont a modern tőkés gazdaság feltételeinek kialakulásában; a jobbágyság intézményének megszüntetésével, a szabad bérmunkavállalás és vállalatalapítás, valamint a modern, biztonságos hitelnyújtás lehetőségével új társadalmi és gazdasági feltételek alakultak ki. A szabadságharc bukását követő önkényuralmi rendszer és a feudális maradványok az ipari forradalom kibontakozását még hosszú időre elodázták ugyan, de a gazdasági fejlődést visszafordítani nem tudták.

A kőszénbányászat legnagyobb megrendelője a harmincas és a negyvenes években a gőzhajózás, amely mellett a negyvenes években jelent meg jelentős kőszénfogyasztóként a gyorsan fejlődő gőzmalomipar, majd az ötvenes években a vasút és a gyáripar. A Dunagőzhajózási Társaság, amely ebben az időben a legjelentősebb tőkés vállalkozás volt Magyarországon, kezdetben több forrásból biztosította kőszénszükségletét. A Pécs környékén végzett kutatás alapján (1852—53), a bányák bérletére (1855), majd megvásárlására (1857) és a mohácsi kikötőig kiépített vasútvonalra támaszkodva a mecseki bányavidék lett a vállalat kőszénellátó bázisa, ami az itteni kőszénbányászatot hamarosan az ország legtöbb kőszenet termelő vidékévé változtatta.

A század másik nagy technikai vívmánya, a *vasút,* a kezdeti lépések után *1855—1859 között indult gyorsabb ütemű fejlődésnek és vált a kőszén egyre nagyobb arányú felhasználójává.*

A gyáriparban a gőzgépek elterjedése lassan haladt előre és azok jelentős részét még a század közepén is fával fűtötték. *A kőszén felhasználása a gyáriparban csak az 50-es évek második felétől kezdve emelkedett nagyobb mértékben;* a pesti és a budai gyárak a dorogi kőszénmedence termelésének legnagyobb fogyasztói voltak.

A kőszén új felhasználási területét jelentette az ún. városi gáz előállítása. Pesten 1856 decemberében gyulladtak ki először a gázlámpák, majd fokozatosan az ország más városaiban, így Miskolcon, Debrecenben, Pécsett, Székesfehérvárott, Győrött, Sopronban, Szombathelyen, Szegeden és Baján is megindult a kőszénalapú gázgyártás és ellátás. A városi gázt kezdetben csak világítás céljára használták és csak később vették igénybe háztartási célokra is.

Vaskohászatunk a vasútépítés hatására jelentősen fejlődött ugyan, de technikai színvonala alacsony maradt. A kohók még a hatvanas

években is túlnyomórészt faszenet használtak; a Felvidéken 37 vasmű közül mindössze a Rimamurányi Vasművek használt fel jelentősebb mennyiségű kőszenet; ugyanakkor ez a vidék adta a nyersvastermelés 80%-át. Korszerű vastermelő bázis alakult ki a Bánságban, ahol a nagy tőkeerejű Osztrák Államvasút Társaság 1855-től kezdve magas színvonalú termelést honosított meg. A kőszénnek itt nagyobb szerepe volt a vaskohászatban, de jelentős mennyiségű faszenet is felhasználtak.

A kőszén termelése 1830 és 1867 között évi 30 ezer tonnáról 800 ezer tonna fölé emelkedett: a feketekőszén-termelés 1867-ben a Mecsekben kereken 300 ezer, a Bánságban 200 ezer, egyéb lelőhelyeken összesen 10 ezer tonna. A barnakőszén-termelés 1867-ben a Dorogi-medencében 110 ezer, Sopron megyében 95 ezer, Borsodban 60 ezer, Nógrádban 40 ezer és az egyéb lelőhelyeken összesen 25 ezer tonna.

1867—1920

A kőszén, a dualizmus korában, az ipari forradalom energiabázisaként vált uralkodóvá a nagyságrenddel növekvő energiaszükséglet kielégítésében. A legnagyobb kőszénfelhasználók ebben az időszakban:

— a mintegy 2300, túlnyomórészt újonnan alapított ipari üzem (az ipari termelés évi átlagos növekedése 6%),

— a 2200 km-ről közel 23 000 km-re növekedett vasúti hálózat,

— a jelentős mértékben tovább fejlődött és tengerhajózással bővült gőzhajózás.

A század utolsó évtizedeiben kezdődött meg a *villamos energia* ipari előállítása és felhasználása. Közcélú hasznosításra Temesvárott 1884-ben, a mai Magyarország területén Mátészalkán 1888-ban termeltek először villamos energiát. Budapesten 1893-ban két magánvállalat: a Magyar Villamossági Rt. és a Budapesti Általános Villamossági Rt. épített erőművet és szolgáltatott áramot. Az erőművek 10 MW-nál kisebb egységekből álltak. Az elektromos energia termelése 1913-ban országos viszonylatban 220 millió kilowattóra.

1895-ben jelent meg Magyarországon a szénhidrogén korszak előőrseként a *személygépkocsi*, majd 1908-ban hazai gyártása is megkezdődött. A világháború kitöréséig összesen 3250 személygépkocsit és 1700 motorkerékpárt importáltunk. Ehhez járult az 550 hazai gyártású személyautó. Speciális célú gépkocsikat, autóbuszokat és teherautókat is előállítottak. A háborús szükséglet segítette elő a *repülőgépipar* kialakulását. Az 1913-ban Budapesten létrehozott Magyar Repülőgépgyár, amely később Albertfalvára költözött, a Monarchia legnagyobb repülőgépgyára volt.

A nagyszabású ipari és közlekedéstechnikai fejlődést kiváló magyar mérnökök — számos esetben világviszonylatban is úttörő — munkája segítette, amelynek szellemi forrása az 1871-ben egyetemi címet kapott M. kir. József-műegyetem volt.

Korábbi gazdasági elmaradottságunkból eredően, a modern ipari gazdaság kialakulásának finanszírozásában mindvégig külföldi — főleg az osztrák — tőkének volt meghatározó szerepe. Különösen érvényes volt ez a bányászat és a kohászat területén. *A feketekőszén termelése majdnem kizárólag, a barnakőszén-termelés nagyobbik része a külföldi tőke kezében volt.* Az 1910-es években:

kizárólag külföldi tőkeérdekeltség	21,8%
jelentős arányban külföldi tőkeérdekeltség	67,1%
az állami kőszénbányák részaránya	6,8%

Az ásványi nyersanyag- és alapanyag-termelést ellenőrző tőke koncentrációja monopolhelyzet és -gyakorlat kialakulásához vezetett. Az 1900-ban létrehozott szénkartell által kialakított magas kőszénár erősen fékezte az ipar fejlődését.

A kőszén termelése 1867 és 1913 között 800 ezer tonnáról 10,5 millió tonnára emelkedett. Különösen a barnakőszén-termelés fejlődése volt erőteljesen (huszonkétszeresére növekedett). Ennek ellenére, a 80-as évektől kezdve a hazai források fejlődése nem tudott lépést tartani az igények növekedésével és egyre nagyobb mértékű kőszénbehozatal kezdődött. 1913-ban már 4,8 millió tonna kőszenet importáltunk. Ennek több mint 70%-a feketekőszén volt. A hazai előállítású koksz a vasipar szükségletének csak mintegy 1/5 részét fedezte.

A feketekőszén-termelés területei változatlanul a mecseki (60% részaránnyal) és a bánsági lelőhelyek (39% részaránnyal). A barnakőszénbányászat területi megoszlásában jelentős változások történtek. A Dorogi-medence vezető szerepét — a Pest—salgótarjáni vasútvonal 1867-ben történt átadása után — már a 70-es években a nógrádi kőszénterület vette át, sőt a Zsil-völgyi és a borsodi barnakőszén-bányászat is megelőzte. A Tatabányai-kőszénmedence 1896-ban történt felfedezését és feltárását követően, az ezredforduló után ez a lelőhely adta a termelés közel egynegyedét. A tatabányai, a nógrádi, a borsodi és a Zsil-völgyi kőszénbányák termelték a barnakőszén 79%-át.

A kőszénbányászat a tőkés nagyipar kialakulásának időszakában is élen járt a korszerű technika alkalmazásában. Az 500—600 m mélységre lehatoló bányaműveletek, a km hosszú altárók és lejtősaknák, valamint a 10 km nagyságrendű vágatrendszerek korszerű biztosító, szállító, szellőztető és vízemelő eszközöket igényeltek. A már korábban is alkalmazott és továbbfejlesztett gőzgépeket a század végén a villamosenergia felhasználása váltotta fel. A Pécs környéki bányákban 1884-ben vezették be a villamos világítást, 1893-ban az elektromos energiával haj-

tott bányaszivattyúkat, 1896-ban az elektromos vontatást és 1899-ben a villamos meghajtású bányabeli fúrógépet. 1897-ben Tatabányán jelentős, 900 kW teljesítményű erőközpont létesült. A bányamunka hatékonyságát növelték a sűrített levegővel hajtott fejtőkalapácsok és réselőgépek. A háború alatti években alkalmaztak először frontfejtést Tatabányán. A bányakár a bányatűz elleni védekezésként alakult ki az iszaptömedékelés, a gázkitörésveszély ellen a provokációs megrázó robbantás, a kőszénporrobbanás ellen a vízzel való permetezés. Aktív és passzív eljárásokat dolgoztak ki a Dorogi-kőszénmedencében a karsztvíz elleni küzdelemben. A nagy területen szétszórtan kifejlődött bányaműveletek összefogására nagyarányú üzemközpontosításokat hajtottak végre.

A kőszén nemesítése kokszolás útján egyszerű eszközökkel 1827-ben Aninán kezdődött, ahol a kokszot a vaskohászat számára termelték. Pécs vidékén a kokszgyártás az 1860-as években kezdődött. A Zsil-völgyi kőszén kokszolásával már az 1840-es évektől kezdve kísérleteztek és a világon először itt oldották meg a barnakőszén kokszosítását. A századfordulót követően már 30 kokszkemence működött 30 000 t évi termeléssel.

A kőszén lepárlása világítóolaj-előállítás céljából az aninai területen virágzott. Az itteni kőszéntelepek fedőjében levő bitumenes palát 1860-ban 40, 1867-ben 120 retortában párolták le. Évente mintegy 30 000 t kőszenet dolgoztak fel és ebből 2000 t kátrányolajat állítottak elő, amelyet az 1859-ben épült oravicai olajfinomító dolgozott fel benzin, paraffin, világítóolaj és más termékekre. A romániai kőolaj versenye az 1880-as években gazdaságtalanná tette a kőszén lepárlását.

A XIX. század második felében kutatóaknákkal és sekély mélységű fúrásokkal kezdődött el Magyarországon a kőolajkutatás. A kőolaj nemzetközi méretekben kibontakozó gazdasági szerepe, a kenőolaj, a világítóolaj, majd a benzinmotorok növekvő nyersanyagszükséglete, a jelentős eredményekre vezető galiciai és romániai kőolajfeltárás, valamint az országban számos helyen ismert természetes kőolajnyomok kutatásra ösztönöztek. Ezt 1894-től az állam is támogatta. Zemplén, Ung, Máramaros, Szilágy, Bihar, Szatmár és Trencsén megyében, valamint a Mátra északi oldalán, a Muraközben és a Dráva, Száva mentén folytak a kutatások, amelyek a századfordulót követő évekig csekély eredménnyel jártak. A rendelkezésre álló adatok szerint 1905-ig összesen mintegy 4500 t kőolajat termeltek; annak $^4/_5$ részét Muraközben és Horvátországban, $^1/_5$-ét pedig Sáros, Zemplén, Ung és Máramaros megyékben. Derna-Tataroson 1889-től kezdve aszfaltot bányásztak, melyből évente mintegy 1800 tonna kőolajat állítottak elő.

Jelentős eredményeket csak a kőolajkutatás állami kézbe vétele után, megfelelő eszközökkel és tőkeerővel, kiváló geológusok kutató munkája alapján értek el. Az 1908-ban Kissármás mellett telepített fúrásból 300 m mélységből hatalmas erővel feltört földgáz fordulópontot jelentett a szénhidrogén-kutatás területén. 1913-ban már hat földgázmezőn 19 fúrásban napi 2 368 000 m³ földgáz állt rendelkezésre. Közben a földtulajdonosok indokolatlan bányatelekár követelései ellen létrehozták az 1911. évi VI. törvénycikket, amely a kőolaj és a földgáz kutatásának és termelésének jogát állami monopóliummá tette, ugyanakkor megengedte, hogy a pénzügyminiszter meghatározott feltételek mellett ez alól magánosok részére felmentést adjon.

Jelentős újabb eredmény az erdélyi földgáz megismerése után 1915-ben az Egbell-i kőolaj- és földgázlelőhely felfedezése volt. Böckh Hugó ez alkalommal Eötvös Loránd torziós ingáját is felhasználta a kutatásban; ezzel kezdődött el a világon a geofizikai módszerek alkalmazása a szénhidrogén-kutatásban. A legnagyobb termelés ezen a területen 1917-ben 10 400 tonna kőolaj volt. 1918-ban a Dráva és a Száva közén is sikerrel járt a szénhidrogén-kutatás; Bujavicán 360 m mélységben földgázt és 396 m mélységben kőolajat tártak fel.

A dualizmus korának történetéhez tartozik, hogy a kiegyezést követően 1869-ben létrehozták a magyar állam földtani intézetét: „az ország részletes földtani megismerésének nemcsak a tudomány érdekében, de különösen közgazdasági szempontból" való gyümölcsöztetésére. Első igazgatója Hantken Miksa, aki korszerű földtani ismereteit a bécsi egyetemen, bányamérnöki diplomáját a selmecbányai bányászati akadémián, bányamérnöki gyakorlati tapasztalatait pedig a Dorogi-kőszénmedencében szerezte. Az intézet földtani térképező munkája és gyakorlati célú földtani vizsgálatai, kiváló egyetemi tanáraink elméleti munkásságával együtt, a magyarországi földtan nagy alapozó korszaka, amely az energiahordozó ásványi nyersanyagok feltárását és hasznosítását jelentős mértékben elősegítette.

1920—1945

Magyarország első világháború utáni helyzetére a háborús vereség és kimerülés, a termelés dezorganizáltsága, az áruhiány és nagyarányú pénzromlás volt jellemző. Az országterület 67,3 %-át elveszítve, a monarchia túlnyomórészt önellátó gazdasági rendszeréből kiszakadva és kedvezőtlen nemzetközi viszonyokra utalva, alapvetően új feltételek között kellett az ország gazdasági életét helyreállítani. Ezt követően is a gazdaság fejlődése a két világháború között mindvégig rendkívül mérsékelt ütemű volt. Nagyobb előrelépés csak néhány ágazat területén történt (villamosenergia-termelés, elektrotechnika, vegyipar, textilipar, papíripar).

A kőszéntermelés, azonos országterület kőszénbányáit figyelembevéve — a meglévő kapacitások életre keltésével — már 1923-ban elérte a háború előtti utolsó békeév termelési szintjét (7,3 M t-t), majd 1938-ig — lényegében még mindig a meglevő kapacitások jobb kihasználásával — 9,3 M t-ra növekedett. A kőszénfelhasználás megoszlása ekkor: ipar 39%, lakossági

tüzelőellátás 20%, közlekedés 19%, közművek 16%, mezőgazdaság 2%, export 4%. Új beruházásokkal és háborús rablógazdálkodással a maximális kőszéntermelés 1943-ban 13,4 M t volt (1,4 M t feketekőszén és 12 M t barnakőszén).

A bányamunka gépesítése csak lassan haladt előre; a lóvontatás ugyan 30%-ról 10%-ra csökkent és a szállítás gépesítése 22%-ról 36%-ra nőtt, valamint a robbantásos jövesztés is széles körben elterjedt, de a rakodás még úgyszólván teljes mértékben kézi erővel történt. Emiatt a termelékenység szintje alacsony maradt: az 1 bányamunkásra jutó 1 műszakban termelt kőszén mennyisége 8—9 q volt. A barnakőszénbányák túlnyomórészt két hatalmas bányakonszern: a Magyar Általános Kőszénbánya Rt. és a Salgótarjáni Kőszénbánya Rt. tulajdonában voltak. A feketekőszén termelését a Dunagőzhajózási Társaság tartotta kézben.

A két világháború közötti időszakban összesen 192 millió tonna kőszenet termeltek, ebből a K-i Mecsekben 22 millió t feketekőszenet, Tatabányán 37, Borsodban 31, Nógrádban 26,9, Dorogon 26, az ózd—egercsehi területen 21,4, összes többi kőszénterületen együttesen 27,7 millió tonna barnakőszenet.

A kőszénbázison előállított villamosenergia termelésére 1925 után egész sor villamos erőmű épült. Legjelentősebb létesítmény a Kelenföldi Erőmű bővítése, a Bánhidai Erőmű és a Bánhida—budapesti távvezeték, valamint a Budapes—Hegyeshalom közötti vasútvonal villamosítása. Az ország villamosenergia termelése közcélú erőművekben 1921-ben mintegy 500 millió, 1943-ban 1800 millió kWh volt, ugyanakkor a távvezetékek hossza mintegy négyszeresére növekedett. Ezzel a települések 36%-át villamosították, ami az ország lakosságának 71%-át érintette.

A harmincas években néhány vegyipari ág indult ugrásszerű fejlődésnek. Új helyzetet teremtett a vegyipari fejlődés számára a kőolajkutatás eredményessége, majd 1937-ben a kőolajtermelés megkezdése. A Duna-tengerjáró motoros hajók építése, valamint az 1000 lakosra jutó 2—3 személygépkocsi és a polgári légiközlekedés évi 15—20 ezer utasa a közlekedési technika szerény méretű fejlődését jelzi.

A szénhidrogén-kutatás az első világháború utáni években az Anglo—Persian Oil Company leányvállalatának, a Hungarian Oil Syndicat 1921—1923 közötti tevékenységével kezdődött. Néhány sikertelen kutatófúrás lemélyítése után, 1932-ig szerény mértékben az állam finanszírozott szénhidrogén-kutató fúrásokat. Ez a kis őrszentmiklósi földgáz- és a bükkszéki kőolajlelőhely megismerését eredményezte. 1932-ben kezdődtek az European Gas and Electric Company (EUROGASCO)-val azok a tárgyalások, amelyek a Magyar—Amerikai Olajipari Rt. létrehozásához vezettek. A megfelelő anyagi alappal, korszerű felszereléssel, kiváló magyar geológusok és geofizikusok irányításával folyó kutatás 1937-ben a budafapusztai kőolajlelőhely felfedezéséhez vezetett. Ezt követte 1940-ben a lovászi, 1941-ben az újfalui, 1942-ben a hahóti szénhidrogén-telepek megismerése. 1940-ben a Magyar—Német Ásványolaj Társaság (MANÁT) is kutatási engedélyt szerzett. A kutatással megismert tótkomlósi és körösszegapáti földgázlelőhely, valamint a Muraközben feltárt petesházai és alsólendvai kőolajtelepek termelésbe állítására azonban már nem kerülhetett sor.

1940-től kezdődően az ország kizárólag a délzalai (Budafa—Lispe) terület kőolajtermelésére támaszkodott, 1941-től Németország nyomására az export is megkezdődött és 1943-ban meghaladta a 450 ezer tonnát. 1937-ben a kőolajtermelés 1366 t, 1943-ban 838 ezer t; 1937 és 1945 között az együttes termelés 3820 ezer t. A földgáztermelés 1937-ben 2 M m^3, 1943-ban 266 M m^3, összesen 1429 M m^3.

1945—1973

1945. április 4-én, amikor az előrenyomuló szovjet hadsereg az utolsó német csapatokat is kiűzte hazánk területéről — nemcsak a háború ért véget Magyarország számára, hanem a társadalmi, a politikai és a gazdasági élet gyökeres forradalmi átalakítása is megkezdődött. Az élet normalizálódásához, a közlekedés és az ipari termelés megindításához azonban mindenekelőtt az energiatermelés helyreállítására volt szükség. A bányászok az elsők között csatlakoztak az 1945. évi újjáépítési versenymozgalomhoz és a fennálló sokféle nehézség ellenére biztosították a kőszéntermelés folyamatosságát.

A kapitalista viszonyok korlátozását és a termelés szükségletek szerinti elosztását szolgálta a kőszénbányák állami kezelésbe vétele 1945 decemberében, amit 1946-ban a hozzájuk tartozó erőművek állami tulajdonba vétele követett. Az 1947. augusztus 1-én életbe lépett 3 éves terv időszakában, a gazdaság helyreállítása keretében a kőszéntermelés már 1948-ban elérte a háború előtti utolsó békeév termelési szintjét, majd 1951-ben a háborús konjunktúra legnagyobb kőszéntermelését is jelentősen meghaladta.

Természeti erőforrásaink tudományosan megalapozott kutatását és feltárását segítette elő a Budapesten 1946-ban megkezdett rendszeres geológusképzés, amelyet 1951-től a geofizikusképzés megszervezése követett. Sopronban, ill. Miskolcon 1949—1951-ig bányakutató mérnökök, majd 1952-től folyamatosan geológus- és geofizikus-mérnökök kaptak egyetemi diplomát. Jelentős mértékben tovább fejlődött a Magyar Állami Földtani Intézet és a felszabadulás előtt maximálisan 10 alkalmazottal rendelkező Eötvös Loránd Geofizikai Intézet. 1949-ben alapították a Szénbányászati Kutató Laboratóriumot, amely 1950-től Bányászati Kutató Intézet néven működik. Szovjet tapasztalatok felhasználásával és szovjet szakemberek közreműködésével hozták létre az iparági földtani szervezeteket. 1955-ben alapították az Országos Földtani Főigazgatóságot (1964-től Központi Földtani Hivatal).

A felszabadulást követő évtizedekben jelentősen emelkedett a kőszénbányászat műszaki színvonala. Az első lépést a vágatok „tartós" (acélíves és falazott) biztosítása jelentette, amellyel 1960-ban az összes vágatoknak mintegy a felét és 1973-ban már több mint 80%-át biztosították. A fejtésbiztosítás korszerűsítése ugyanakkor a gépi jövesztés nagyarányú növelését tette lehetővé, ami 1975-re megközelítette az 50%-os értéket. Ezzel egyidejűleg a gépi rakodás elérte a 73%-ot, és a munkahelyi gépi szállítás a 95%-ot. A nehéz fizikai munka nagyobbik részét ilymódon sikerült kiiktatni a bányászatból és ezzel együtt 1950 óta mintegy egyötödére csökkent az 1 M t kőszéntermelésre jutó halálos balesetek száma. A bányamunka termelékenysége a mélyműveléses bányászatban elérte az 1,6 t/műszak értéket és a külfejtéses kőszénbányászattal együtt 1,9 t/műszakra növekedett.

A nehézipar egyoldalú, túlméretezett fejlesztését előtérbe helyező korábbi gyakorlatot felváltó *új gazdaságpolitika* az életszínvonal emelésének fokozottabb előtérbe helyezésére, a gazdaságosság követelményének és az anyagi érdekeltség elvének széles körű érvényesítésére, a műszaki fejlesztés fokozására és a nemzetközi munkamegosztás növelésére irányul. Ennek megvalósítása során a *hatvanas évek második felében került sor a szénhidrogének — világviszonylatban már korábban megvalósult — széles körű és nagyarányú felhasználására. Ugyanakkor a hazai kőszéntermelés* 1964—1965-ben 31 millió tonnát meghaladó maximuma (az összes energiafelhasználásban 51%-os részarány) után, a gazdaságtalan bányák bezárásával, *abszolút mértékkel mérve is jelentősen visszaesett.* 1973-ig a kőszén aránya a hazai energiafelhasználásban 40%-ra csökkent; ugyanakkor a szénhidrogének aránya 1965-ben 28%, ami 1973-ig 52%-ra növekedett.

A kőszén tehát — amelynek több mint két évszázados hazai történetét röviden áttekintettük — *a hatvanas évek végére veszítette el vezető szerepét energiaszükségletünk kielégítésében.* Az ország újjáépítésében és a szocialista ipar kibontakozásában még döntő szerepe volt. Ezen időszak gazdasági fejlődésének dinamikájára jellemző, hogy két évtized alatt (1945 és 1965 között) több kőszenet termeltek hazánkban, mint korábban két évszázad alatt (az 1920 előtti három és félszer nagyobb országterületet is beleértve). Kőszénbázison valósult meg az ország teljes villamosítása, az egységes villamosenergia-rendszer létrehozása. Ez utóbbi lehetővé tette, hogy Magyarország is bekapcsolódjon a KGST-országok egységes villamosenergia-rendszerébe és együttműködést teremtsen Ausztriával és Jugoszláviával is.

A szénhidrogén-kutatás területén a második világháborút követő években az Alföldön a Magyar—Szovjet Olaj Rt. (MASZOVOL), a Dunántúlon a MAORT államosítása után a Dunántúli Állami Kőolaj Vállalat (DÁK) folytatta a kutatást. A két vállalat 1952-ben MASZOLAJ Rt. néven egyesült, majd 1954-ben magyar tulajdonba került. 1957-ben alakult meg az Országos Kőolaj és Gázipari Tröszt. Az elmúlt három évtized alatt, mintegy 9 millió m kutató és feltáró fúrás segítségével kb. 100 szénhidrogénlelőhelyet tártak fel, amelyek közül 10 jelentős és 1 (Algyő) — nemzetközi mércével mérve is — nagy lelőhely. A kutatás eredményességét jelzi, hogy az 1937-től 1945-ig kitermelt mintegy 5 millió tonna szénhidrogén a jelenlegi egy évi termelésnek mindössze a kétharmada.

Az 1965 utáni időszakra a szénhidrogének felhasználásának ugrásszerű növekedése volt a jellemző, amelyet a hazai források mellett túlnyomórészt szovjet importból biztosítottunk (1965-ben 2,4 M t, 1975-ben 8,4 M t volt az összes szénhidrogén-import). A kőolaj feldolgozására támaszkodva fejlődött lendületesen a petrolkémiai ipar és a korszerű szállítási, ill. közlekedési eszközök. A vasúti közlekedésben 1956 után, az addig uralkodó arányú gőzvontatást háttérbe szorította a villamos és a motorvontatás. A gőzerő aránya 1967-ben 50% alá süllyedt, jelenleg pedig már a 10%-ot sem éri el. Hasonlóan gyors ütemű volt a gépkocsik számának és ezzel együtt a benzinfogyasztás növekedése. Közvetlenül a felszabadulás után mindössze 6600 és 1956-ban is csak 10 700 személygépkocsi volt az országban. 1966-ban számuk meghaladta a 100 000-et, 1976-ban pedig több mint 650 000 személygépkocsi közlekedett útjainkon. 1960 és 1976 között közforgalmi üzemanyagtöltő állomásaink benzinforgalma kilencszeresére növekedett. A kőolaj-feldolgozó petrolkémiai ipar, valamint a közúti, a vasúti és a vízi közlekedés és szállítás, ill. vontatás mellett kiemelkedően nagy kőolaj-fogyasztóvá vált a mezőgazdaság. Míg 1950-ben 13,5 E mezőgazdasági erőgép csak mintegy 0,08 M t szénhidrogént fogyasztott, 1960-ra ez 48 E erőgépre és 0,33 M t szénhidrogén-fogyasztásra növekedett, 1975-ben pedig 95,4 E erőgép dolgozott a mezőgazdaságban, amelynek szénhidrogén-fogyasztása évi 1,29 M t. A hazai földgázkutatás és -feltárás eredményessége ugyanakkor jelentős arányú ipari és háztartási földgázellátást tesz lehetővé.

Az olcsó szénhidrogénekre való támaszkodás előnyeit azonban csak rövid ideig élvezhettük; az 1973-as kőolajár-robbanás új helyzetet teremtett a világgazdaságban, amely számunkra a cserearányok nagyfokú romlásával járt együtt, s ezen csak a gazdaság szerkezetének jelentős átalakításával változtathatunk.

Az energiahordozó ásványi nyersanyagok felszabadulásunk utáni történetéhez tartozik a *Ny-mecseki uránérc-lelőhely* 1953-ban történt felfedezése, majd 1958-ban megkezdett termelésbevonása. Korszerű szovjet kutatási eszközökkel és szovjet szakemberek részvételével kutatták meg, majd szovjet segítséggel tárták fel és termelik ma is az uránércet ezen a területen.

Történelmi tapasztalatok

Az energiahordozó alapanyagok világviszonylatú története — az energiahordozó ásványi

nyersanyagok magyarországi történetével összhangban — a következő összefüggések kiemelését teszi lehetővé:

— a történelem során fokozatosan egymás helyébe lépő energiahordozók gyorsuló ütemben váltják fel egymást. A fa és a mezőgazdasági hulladék évezredekig volt uralkodó helyzetű energiahordozó, a kőszén vezető szerepe csak száz-kétszáz évig terjedt, a szénhidrogéneké pedig már csak évtizedekben mérhető.

— Az egymást többé-kevésbé helyettesíteni képes energiahordozók nem a természetbeni lelőhelyeik általános kimerülése miatt, hanem a gazdasági törvények által kényszerítve, a tudományos és műszaki fejlődés segítségével váltják fel egymást.

— Az egymás helyébe lépő energiahordozókra primer hasznosanyag-tartalmuk növekedése a jellemző. Amíg pl. a század elején a kőszénből előállított villamosenergia költségének több mint 50%-át tette ki a tüzelőanyag költsége, a szénhidrogén-erőművekben (a kőolajár-robbanás előtt) ez az arány 30%, az atomerőműben pedig már a 20%-ot sem éri el a tüzelőanyagot képviselő töltet költségének, ill. 5%-nál is kisebb a primer uránérc költségének aránya.

— Az energiaszükséglet kielégítésében egyre több energiahordozó vesz részt; mert az uralkodó szerepű energiahordozó mellett csökkenő arányban tovább élnek a régiek és növekvő arányban a jövő energiahordozói. Mindezeket a folyamatokat a társadalmi és a gazdasági viszonyok jelentősen gyorsíthatják vagy késleltethetik.

Energiatermelési prognózis 2000-ig

Távlati országos energiatermelési előirányzatunk kibontakozásának nehézségei az energiatermelés fejlődésének világviszonylatú bizonytalanságait tükrözik. Milyen irányban kínál jelentős gazdasági előnyöket a technikai haladás? A jelek a nukleáris energia irányába mutatnak, de a gazdasági szempontból döntő megoldás még hosszú évtizedekig várathat magára. A gazdasági mérlegelés a rendelkezésre álló forrásokat illetően jelenleg azok felhasználási arányainak helyes megválasztásában keresi az optimumot.

A szénhidrogének a legkedvezőbb tulajdonságokkal rendelkező energiahordozók és egyben nélkülözhetetlen kémiai alapanyagok is. A hazai források termelése azonban intenzív kutatással és korszerű termelési eljárásokkal is csak szinten tartható. Az import drága és korlátozott. Ennek ellenére a közlekedés, esetenként a környezetvédelem és egyes iparágak fejlődési igénye miatt nélkülözhetetlen a növekvő arányú import igénybevétele.

A kőszenet a magas kőolajár, a korszerű — koncentrált termelés és a lelőhelyre telepített nagy kapacitású hőerőművek továbbra is versenyben tartják. A nagy fajlagos beruházás és munkaerőigény, valamint az elemi csapások elleni védekezés azonban a gazdaságosság további javítását sürgeti. Megkutatott kőszénvagyonunk a jelenlegi termelésnek másfél-kétszeresére emelését is lehetővé teszi.

Az atomerőművek jelenlegi formájukban még nem nyerték meg az energiahordozók közötti gazdasági versenyt. Energetikai helyzetünk és a jövőre való felkészülés azonban ennek ellenére szükségessé teszi, hogy elinduljunk az atomerőművek építésének és felhasználásának útján.

A vízienergia hasznosítása — a Gabcsikovó—nagymarosi erőművel együtt is — csak néhány százalékát elégítheti ki energiaszükségletünknek. A termálvíz pedig továbbra is elsősorban balneológiai, helyi mezőgazdasági (zöldségtermelési) igények kielégítésére és részben lakótelepek fűtésére lesz felhasználható.

Mindezek figyelembevételével, 2000-ben mintegy a kétszeresét feltételezve mai energiaszükségletünknek, és a jelenlegi forrásokat továbbra is fenntarthatónak tekintve, a növekményre a következő megoldások lehetségesek, ill. szükségesek:

— a többlet igény mintegy $^1/_3$-a invanábilis: a közlekedés, a környezetvédelem és az ipar fejlődése által igényelt import szénhidrogén,

— a fennmaradó $^2/_3$ jelenlegi megítélésünk szerint gazdasági szempontból elvileg variábilis: kielégíthető hazai kőszénből is, hasadóanyagból is, ill. azok különböző arányú együttes igénybevételéből és részben import villamosenergiából.

Konkrét gazdasági, külkereskedelmi és műszaki elemzések alapján az ezredfordulón feltételezhető energiaszükségletünk kielégítésében:

hazai szénhidrogén-termelésünk maximálisan	10—15%-ot,
hazai kőszéntermelésünk célszerűen	20—30%-ot,
az atomerőművek célszerűen	20—30%-ot,
a nélkülözhetetlen szénhidrogén-import	30%-ot,
a villamosenergia-import mintegy	5%-ot

képviselhet.

Az energiahordozó ásványi nyersanyagok történetének áttekintése, a történelmi tapasztalatok mérlegelése és a fejlődésre jellemző összefüggések figyelembevétele alapján, néhány következtetést energiaszükségletünk jövőbeni alakulására és a kielégítés forrásaira vonatkozóan is levontunk. Az energiatermelés az egész emberiséget érintő alapvető jelentőségű feladat, amely a recens és a fosszilis napenergia, valamint az atomenergia gazdaságos hasznosításáig terjedő problémakörben hatalmas erőfeszítésekre ösztönöz. A jövő ezen a téren még sok bizonytalansággal terhelt, de váratlan, előre nem látható megoldások is lehetségesek.

DR. KAPOLYI LÁSZLÓ

A földtani kutatás helye és szerepe ásványi nyersanyagaink igénybevételének rendszer- és függvényszemléletű értékelésében

Bármely típusú nemzetgazdálkodásról van szó, a nyersanyagellátásnak, mint a jövő modellek egyik legfontosabb elemének jelentősége alapvető.

A világban és környezetünkben végbemenő műszaki-gazdasági-társadalmi fejlődés megköveteli, hogy időszakonként ásványi nyersanyagaink igénybevételi koncepcióit is felülvizsgáljuk, a földtani kutatás, a kiaknázás és a feldolgozás legcélszerűbb stratégiáját az új helyzetnek megfelelően alakítsuk.

Gazdasági környezetünkre jellemző, világszerte kialakuló olyan tendenciák, mint például

— a nyílt gazdálkodás,
— az erősödő kereskedelmi-tudományos-műszaki kapcsolatok,
— az integrációs és munkamegosztásos nemzetközi kapcsolatok szélesedése,
— a fejlődés intenzív elemeinek uralkodóvá válása és az extenzív lehetőségek fokozatos kimerülése.
— a tudományos-technikai forradalom eredményeinek alkalmazása,
— a nyersanyag-áremelkedések és következményei

minden ország gazdasági életére nagy hatással vannak.

A megváltozott helyzetre különösen érzékenyen reagált világszerte a nyersanyagokat kutató-termelő és feldolgozó tevékenység; kialakult az átfogóbb jellegű „gazdálkodási elv": A szervezetileg és működésileg többé-kevésbé elkülönült kutatási-bányászati-feldolgozási tevékenység népgazdasági megítélésénél szükségszerűvé vált az ezeket felölelő, egységes rendszerben vizsgáló komplex, vertikális ásványvagyon-gazdálkodás. A korszerű szemlélet adta előnyök kihasználásához korszerű vizsgálati eszközrendszer és elvileg-módszertanilag megalapozott döntés-előkészítés szükséges. Ilyen körülmények között mintegy objektív szükségszerűségként alakult ki hazánkban a nyersanyag társadalmi hasznosításának rendszer- és függvényszemléletű vizsgálati módszere.

Vizsgálataink során a következő, a vizsgálat tárgyára és módszerére jellemző sajátosságokból indulunk ki:

— a társadalmi szükségletek kielégítése céljából igénybe vehető ásványi nyersanyagok, mint a természettől elsajátítható javak része, nem megújuló erőforrások közé tartoznak;
— az ásványi nyersanyagok mint használati értékhordozók komplex erőforrások;
— vizsgálatainknál és gazdasági értékelése-inknél az ásványi nyersanyagvagyon megismerését, kitermelését és feldolgozását egy rendszernek tekintjük;
— az ásványvagyon-hasznosítás hatékonyságát a variábilisan kialakított kitermelő-feldolgozó rendszer szolgáltatta végtermékekben elérhető eredményekből vezetjük le.

Ezekből a sajátosságokból kiindulva célunk egy olyan ásványvagyon-gazdálkodási rendszermodell kialakítása, amely alapján gazdaságpolitikai és szociálpolitikai érdekeinknek mindenben megfelelő műszaki-gazdasági feltételrendszer dolgozható ki. Az így kialakított ásványvagyon-gazdálkodási stratégiának választ kell adnia a hazai nyersanyagok fokozottabb igénybevételét meghatározó műszaki-gazdasági feltételrendszer biztosításával kapcsolatos kérdésekre is.

Az ásványvagyon-hasznosítási rendszermodellt úgy kell felépíteni, hogy lehetővé tegye:

1. Az ásványi nyersanyagkészletek meghatározását, minőségi és mennyiségi elemzését.
2. Az ásványvagyon-fajtákon kialakítható potenciális termékstruktúra meghatározását.
3. A potenciális termékstruktúra és a népgazdasági szinten rövid, közép és hosszú távon jelentkező termékigények összehasonlítása alapján az ásványvagyon-igénybevételi trend megállapítását.
4. Az optimális ásványvagyon-igénybevételt meghatározó műszaki-gazdasági feltételeket, valamint kutatási-fejlesztési tevékenységet az ásványvagyon-kutatás, -kitermelés, -feldolgozás egységes rendszerében és alrendszereiben egyaránt.

Az elmondottakból következik, hogy az ásványvagyon-hasznosítási rendszermodell a következő alrendszereket tartalmazza:

I. Ásványvagyon (földtani) kutatás.
II. Ásványvagyon-kitermelés.
III. Ásványvagyon-feldolgozás.

Az egyes rendszerek kapcsolatát, az ásványi nyersanyagok komponenseinek a rendszeren belül való mozgását és átalakulását, az alrendszerek egymástól való függését és a népgazdasági struktúrához való illeszkedését leíró függvénykapcsolatok általános és speciális formáinak meghatározása a rendszer- és függvényszemléletű ásványvagyon-gazdálkodás alapvető feladata.

1. *Az ásványi nyersanyag-gazdálkodás rendszer- és függvényszemléletű vizsgálatának általános vonásai*

Minden ásványi nyersanyag a kémiai alkotóknak ásványtani szempontból sajátosan összetett halmaza, amelyeket a technika mindenkori állásának megfelelő technológiák halmazával elemekre vagy elemcsoportokra lehet bontani, hogy utána egy további technológiai fázisban az elemek vagy elemcsoportok előre meghatározott mértékű rekombinációját hozzuk létre.

Az ásványvagyon-hasznosítással kapcsolatos fenti folyamatok, a térben és időben változó fizikai, kémiai, geológiai stb. helyzetek, körülmények leírására egy alkalmasan választott idődimenzióval bővített féltérben kerülhet sor.

A féltér minden pontja az $\underline{r}$ (x, y, z, t) vektorra jellemezhető, ahol

$$\begin{array}{ccccc} \infty & < & x & < & \infty \\ \infty & < & y & < & \infty \\ 0 & < & z & < & \infty \\ 0 & < & t & < & \infty \end{array} \qquad (1)$$

Az $A = \{1, 2, \ldots, i, \ldots n\}$ indexhalmaz jelölje a V kiterjedésű térben — amelynek helyvektora $\underline{r}$ — található ásványi előfordulások ipari felhasználás szerinti szeparált komponenseit, s

$$\varrho(\underline{r}, t) \qquad i \in A \qquad (2)$$

ezeknek tér- és időbeli sűrűségeloszlását.

Ebben az esetben az illető ásványvagyonrendszer komponenseinek adott időpontbani sűrűségeloszlásával képzett

$$\varrho(\underline{r}, t) = \left\| \begin{array}{c} \varrho_1(\underline{r}, t) \\ \cdots\cdots \\ \varrho_i(\underline{r}, t) \\ \cdots\cdots \\ \varrho_n(\underline{r}, t) \end{array} \right\| = \| \varrho_i(\underline{r}, t);\ i \in A \| \qquad (3)$$

függvényrendszerrel — vektor-vektor függvénnyel — a komplex ásványvagyonrendszer egyértelműen jellemezhető. A természet tényleges ϱ (r, t) függvényhalmazának megközelítése a megkutatottság mértékétől függő jósági fokkal történik, így a sűrűségmező ϱ vektorai sztochasztikusak.

Az ásványvagyonrendszer

$$Q_i \overset{def}{=} \iiint_{(V)} \varrho_i(\underline{r}, t)\, dV \qquad (4)$$

formában szeparálható, ahol Q ($i \in A$) az ásványvagyonrendszerhez rendelhető és a geográfiai körzetben történetileg kialakult, illetve ezen felül még felhasználás szempontjából szóba jöhető ipari tevékenység inputjai által megkívánt nyersanyagrendszer komponensenkénti volumene.

Az adott geográfiai körzethez tartozó ásványvagyonrendszer mennyiségi jellemzése a

$$\underline{Q}(t) = \left\| \begin{array}{c} Q_1(t) \\ \cdots\cdots \\ Q_i(t) \\ \cdots\cdots \\ Q_n(t) \end{array} \right\| = \| Q_i(t);\ i \in A \| \qquad (5)$$

vektorértékű skalárfüggvénnyel történhet.

A termelési rendszerek alapján aggregált ásványvagyon a végtelen féltér egy része. Ez a rész a helykoordinátákkal a térben geometriai mező formájában szorosan meghatározható.

A végtelen féltéren az ásványvagyonbázis geometriai terét

$$\underline{\underline{G}} = \left\{ (\underline{r}, t);\ \exists i \in A;\ \varrho_i(\underline{r}, t) \neq 0 \right\} \qquad (6)$$

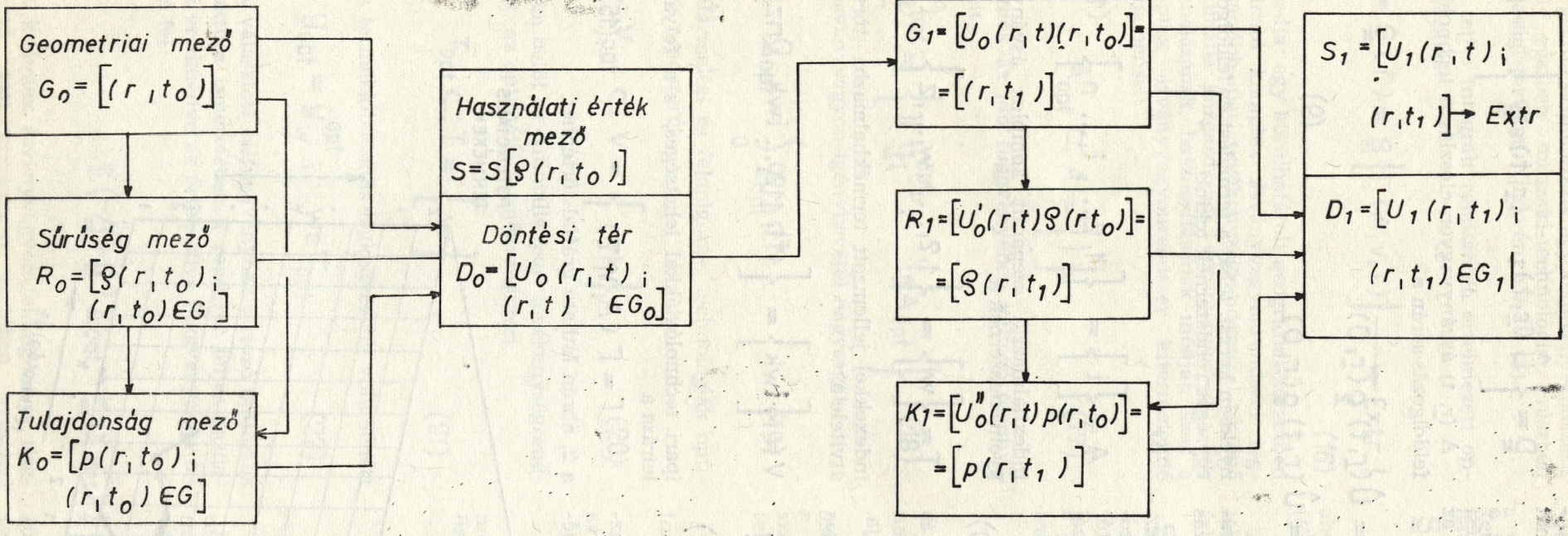
-vel jelöljük.

Egyidejűleg ezen a geometriai mezőn részben tulajdonságokat, részben állapotokat meghatározó mezőket értelmezünk. A végtelen féltér bizonyos tulajdonságai az össztársadalmi szükségletek szempontjából potenciális használati értéket jelentenek. Az adott nyersanyagbázisra telepített ipari tevékenység éppen e használati érték potenciális kiaknázását célozza. Az ásványvagyon kitermelése és további feldolgozása adott vagy tervezett technikai-technológiai szinten bizonyos paraméterrendszer ismeretét tételezi fel. Ezek a paraméterek (tulajdonságok) különböző fizikai, kémiai, kőzetmechanikai stb. mezőket adnak. Az összes, tetszőleges tenzoriális rangú tulajdonságok tér- és időbeli eloszlását egyetlen $\underline{p}$ vektor függvénybe összefoglalva a

$$\underline{\underline{K}} = \left\{ \underline{p}(\underline{r}, t);\ (\underline{r}, t) \in \underline{\underline{G}} \right\} \qquad (7)$$

tulajdonságmezőt definiáljuk, ezáltal megadva azon tulajdonságok tér- és időbeli folytonos eloszlását, amelyek a kitermelés, hasznosítás szempontjából figyelembe veendők. A geometriai térbe a sűrűségmező eloszlásának megváltoztatása érdekében történő beavatkozás célja az adott ásványvagyonrendszer kinyerése, illetve hasznosítása.

A végtelen féltérben és időben lejátszódó folyamatokat folytonosnak tekintjük, és valamennyit leírhajtuk egy alkalmas vektor-vektor függvénnyel, amely a végtelen félteret képezi



$$G \longrightarrow f_1 G = R \Longleftrightarrow (r, t) \longrightarrow \varrho(r, t)$$

$$\left.\begin{matrix} G \longrightarrow f_2 G \\ R \longrightarrow f_3 R \end{matrix}\right] = \left[\begin{matrix} G \text{ — } f_2 G \\ f_1 G \text{ — } f_3 f_1 G \end{matrix}\right] = \left[\begin{matrix} f_2 \\ f_3 f_1 \end{matrix}\right] G = K \Longleftrightarrow \left.\begin{matrix} (r, t) \\ \varrho(r, t) \end{matrix}\right] \longrightarrow p(r, t)$$

$$\varrho(r, t) = U_0(r, t)\,\varrho(r, t_0)$$

Optimális döntés

$$U'_{opt} = U(r, t)$$

1. ábra

le a féltérben lejátszódó folyamatok állapotkoordinátáinak terére, és amelyet a folyamat állapotfüggvényének nevezünk.

A féltérbe történő beavatkozások, illetve a létrejövő állapotváltozások halmaza egy döntési vagy tevékenységteret definiál, amelyet az $\hat{\underline{U}}(\underline{r}, t)$ operátorokkal írhatunk le:

$$\underline{\underline{D}} = \left\{ \hat{U}(\underline{r}, t); \quad (\underline{r}, t) \in \underline{\underline{G}} \right\} \tag{8}$$

A $(\underline{r}, t)$ ásványvagyon-eloszlás a technológiai feldolgozás során a

$$\underline{\underline{\varrho}}(\underline{r}, 0) \longrightarrow \underline{\underline{\varrho}}(\underline{r}, t) = \hat{U}(\underline{r}, t)\, \underline{\underline{\varrho}}(\underline{r}, 0)$$

$$\downarrow$$

$$\varrho(\underline{r}, t) = \hat{U}(\underline{r}, t)\, \varrho(\underline{r}, 0) \tag{9}$$

változásokon megy keresztül, ahol az $\hat{\underline{U}}$ operátor az ásványvagyon-kitermelés, -feldolgozás technológiai folyamatát írja le.

A $\underline{\underline{D}}$ térben végrehajtott minden döntéshez, minden tevékenységi változathoz tartozik bizonyos használati értékkinyerés, így a döntési tér egyértelmű hozzárendelés folytán determinál egy

$$\underline{\underline{S}} = \underline{\underline{S}}\left[\underline{\underline{\varrho}}(\underline{r}, 0), \ \hat{U}(\underline{r}, t)\right] \tag{10}$$

használati értékmezőt.

A fenti mezők kapcsolatát az 1. ábra mutatja.

A döntési téren értelmezett használati mező eloszlásának optimalizálása

$$\underline{\underline{S}}\left[\underline{\underline{\varrho}}(\underline{r}, 0), \ \hat{U}(\underline{r}, t)\right] \longrightarrow \text{extr!} \tag{11}$$

adja azt az optimális döntést, amely a kívánt közgazdasági extremumot biztosítja.

Vizsgálati módszerünk lényege, hogy a gazdasági hatékonyságot a kitermeléstől elindulva gyakorlatilag a végtermékben elért eredményekben keresi, tehát a termelést és feldolgozást egységes rendszernek tekinti.

Az

$$A = \left\{ i \right\} = \left\{ 1, 2, \ldots, i, \ldots n \right\} \tag{12}$$

indexhalmazzal szeparált komplex ásványvagyonrendszernek a

$$T = \left\{ w \right\} = \left\{ 1, 2, \ldots, w, \ldots, z \right\} \tag{13}$$

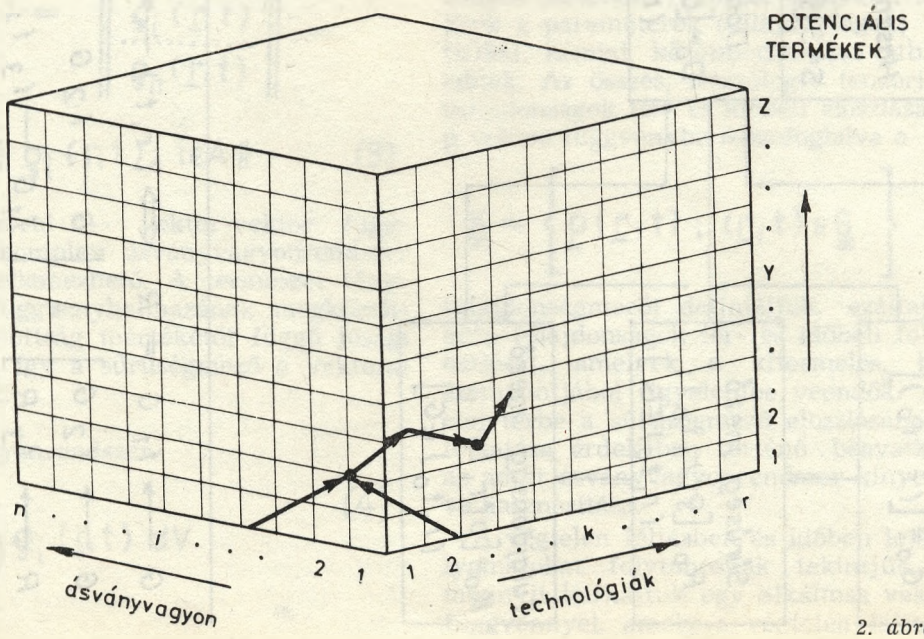
indexekkel jellemzett termékhalmazba történő átvitele a

$$V = \left\{ iwk \right\} = \left\{ 111, 112, \ldots iwk, \ldots nzr \right\} \tag{14}$$

ipari technológiákkal lehetséges, s a folyamat leírása a

$$\Gamma = \Gamma(A, V, T) \tag{15}$$

a 2. ábrán látható gráffal történhet.



2. ábra

A gráfon értelmezünk egy függvényrendszert, amely részben műszaki-technológiai, részben gazdasági tartalmú függvényből áll (S).

A teljes integrált rendszeren értelmezett optimalizálás:

$$\underline{\underline{S}} = \underline{\underline{S}}(\Gamma) = \underline{\underline{S}}\left[\Gamma(A, V, T)\right] \longrightarrow \text{Extr !} \tag{16}$$

megadja: egy körülhatárolt geográfiai körzetben található komplex ásványvagyonrendszer legkedvezőbb ipari tevékenységrendszerrel történő maximális közgazdasági eredményességű felhasználásának, hasznosításának módját, azaz a komplex ásványvagyonrendszer kitermelendő komponenseit

$$A_{opt} \subset A = \left\{ i \right\} \tag{17}$$

ezeknek az idő függvényében változó mennyiségeit

$$\underline{q}^{opt} = \left\{ \| \underline{q}_i^{opt} \; ; \quad i \in A_{opt} \right\} \tag{18}$$

az ásványvagyon-igénybevétel nagyságát

$$\underline{Q}_{opt} = \int_0 \underline{q}_{opt} dt \tag{19}$$

a kitermelési és feldolgozási technológiák optimális rendszerét:

$$V_{opt} \subset V = \left\{ iwk \right\} \tag{20}$$

s ezen belül az optimális ipari tevékenységrendszert, az optimális termékrendszert

$$T_{opt} \subset T = \left\{ w \right\} \tag{21}$$

és a termékkibocsátás legkedvezőbb volumenét:

$$y_{opt} = y_w^{opt} \; ; \quad w \in T_{opt} \tag{22}$$

A választott célfüggvényhez tartozó optimális struktúra ismeretében a rendszer teljes gazdasági eredménye az értékesítés függvényében írható fel:

$$\Sigma S = \underline{e}\,\underline{y} - \underline{k}(\underline{y})\underline{y} - \underline{K}^{o}\underline{1} = \underline{S}(\underline{y})\,y \tag{23}$$

a végtermékben realizálódott eredmény termékenként (volumenegységre vonatkoztatva) meghatározható:

$$\underline{S}(y) = \| S_1(y_1), \ldots, S_l(y_l), \ldots, S_n(y_n) \| \tag{24}$$

ahol az $\underline{S}$ az ipari termékrendszer gazdasági értékelését adja.

A komplex ásványvagyonrendszer komponensekénti gazdasági értékelése a végtermékben elérhető gazdasági eredményből vezethető le:

$$\underline{S}(\underline{z}) = \| S_1(z_1), \ldots, S_i(z_i), \ldots, S_n(z_n) \| \tag{25}$$

a $\underline{S}$ összeredmény $\underline{z}$ függvényeként történő felírása alapján, ahol

$$\underline{S}(\underline{y})\,\underline{y} = \underline{S}(\underline{z})\,\underline{z} \tag{26}$$

és $\underline{z}$ az ásványvagyonkomponensek kitermelésének vektora (t/év).

A komplex ásványvagyonrendszer és a hozzá rendelhető ipari tevéknységrendszer optimuma a technológiai gráfon értelmezett szélsőértékszámítással is meghatározható. Egyrészt az ipari termelés optimalizálásával az

$$\begin{aligned} &\underline{e}(\underline{\underline{E}} - A')\,\underline{x} - \underline{K}(\underline{x})\,\underline{1} \longrightarrow \text{Max !} \\ &\underline{F}(\underline{x}) \leq F, \\ &\underline{x}_{inf} \leq \underline{x} \leq \underline{x}_{snp}, \end{aligned} \tag{27}$$

modell alapján, másrészt az értékesítés optimalizálásával az

$$\begin{aligned} &\underline{e}\,\underline{y} - \underline{k}(\underline{y})\,\underline{y} \longrightarrow \text{Max !} \\ &\underline{F}(\underline{y}) \leq f \\ &\underline{y}_{inf} \leq \underline{y} \leq \underline{y}_{snp} \end{aligned} \tag{28}$$

modell alapján. A két feladat ekvivalens egymással és optimális megoldásaik azonos célfüggvényértéket (eredményt) szolgáltatnak:

$$\underline{e}(-\underline{\underline{A}}' + \underline{\underline{E}})\,\underline{x}_{opt} - \underline{\underline{K}}(\underline{x}_{opt})\,\underline{1} = \underline{e}\,\underline{y}_{opt} - \underline{k}(\underline{y}_{opt})\,y_{opt} \tag{29}$$

A komplex ásványvagyon-feldolgozásra létesíthető ipari rendszerek esetében termelési függvények határozhatók meg valamennyi végtermékre és azokra a félkész termékekre, ame-

lyek az adott rendszer esetében outputnak tekinthetők:

$$S_w = a_w K_w^{L_w} L_w^{1-L_w} \; ; \quad w \in T \qquad (30)$$

ahol S_w a termelési érték
K_w az állóalapok értéke
L_w a létszám

Valamennyi célfüggvény esetében megkaptuk a termelési függvények optimális S_t értékeit, melyekből a teljes optimalizált ipari rendszer struktúrája felírható.

1.1. Rendszerdinamikai vizsgálatok általános közgazdasági elvei

A rendszer- és függvényszemléletű közgazdasági vizsgálatok a rendszer gazdasági hatékonyságának, a technológiák legfontosabb műszaki-gazdasági mutatóinak, a javasolt komplex folyamatok technikai és gazdasági hatásfokának, a komplex ásványvagyonbázis ásványkomponensei „in situ" értékrendszerének parametrikus meghatározásához szükséges értékelést tartalmazzák.

A közgazdasági értékelés egyrészt az általános és a szektoronkénti szemléletet egyidejűleg követi, másrészt összehasonlító jellegű. Ezért a tervezett komplex ipari tevékenység vizsgálata egyidejűleg történik összességében és szektoronként, továbbá ismert ipari tevékenységgel való összehasonlítással.

Az összehasonlító vizsgálatok alapját a népgazdaság megfelelő szektoraiban ismert technikai és közgazdasági feltételek, tehát a határköltségként vagy létesítési feltételként előírt paraméterek képezik.

A közgazdasági értékelés eszköze részben az analitikus számítások rendszere, részben a különböző fejlesztési növekedési modellek. A közgazdasági értékelés keretét, a rendezési elvet, az értékelés rendszer- és függvényszemléletét a rendszerdinamikai vizsgálatok adják.

Az ásványvagyon-hasznosítás rendszermodellje dinamikus függvénykapcsolatot teremt az ásványvagyon mennyiségi és minőségi paraméterei, kitermelési rendszerük műszaki és gazdasági jellemzői, a felhasználásuk variábilis lehetőségeire vonatkozó technikai és közgazdasági környezeti feltételek között. E dinamikus függvénykapcsolat alapján a variábilis lehetőségekből az ásványvagyon „in situ" értékére parametrikus függvényrendszer határozható meg.

Adott ásványi eredetű nyersanyagbázis műszaki-geológiai adottságai a kialakított vizsgálati módszer geometriai, sűrűség- és tulajdonságmezőiben sztrochasztikus jelleggel rendezhetők. Ezekben a mezőkben képzett statisztikus paraméterek alapján a módszer döntési terében az ásványvagyonbázison egy sztrochasztikus rendszermodell alakítható ki.

A modell követi az ásványanyag vándorlását az „in situ" helytől a végtermékig. Egyidejűleg a transzformációk sorozatán át történő átalakítását is leírja. A vertikális jellegű dinamikus függvényrendszer vertikális és horizontális érintkezési pontokon keresztül kapcsolódik a népgazdasághoz, mint rendszerhez. Tehát a rendszermodell hierarchikus jelleggel illeszkedik a népgazdaságba.

Ezek következtében a dinamikus függvényrendszerrel nemcsak az ásványvagyon potenciális társadalmi használati értéke, hanem egy adott konkrét feldolgozási módhoz kapcsolódó tényleges értéke vezethető vissza az „in situ" értékrendszerbe.

A komplex ásványvagyon-hasznosítás rendszermodellje — tehát az adott komplex ásványvagyon műszaki-geológiai paraméterei, továbbá a feldolgozás módozataival kapcsolatos fizikai, kémiai folyamatok, valamint a várható végtermékrendszer — hierarchikusan szervezett gráffal kezelhető és leírható matematikai formában. A gráffal reprezentált rendszer a népgazdasághoz mint környezeti rendszerhez matematikailag is illeszthető.

A rendszerdinamikai vizsgálatok az általános mellett néhány speciális közgazdasági elvet is tartalmaznak. A rendszerelméleti vizsgálatok komplex ásványanyagbázist és ehhez tartozó ipari tevékenységet vizsgálnak egy rendszermodell keretében. A rendszermodellnek az ásványvagyonbázisra vonatkozó részrendszere a hozzá tartozó ipari tevékenység tárgyából adódó sajátosságokkal különbözik a többi termelő tevékenység munkatárgyától.

Az ásványi nyersanyagok keletkezési helyükön nem reprodukálhatók, egyes előfordulásaik egymástól eltérő természeti adottságokkal rendelkeznek. Korlátozott mennyiségű előfordulásuk miatt költséghatárukat a variábilis forráslehetőségek közül a társadalmilag még szükséges legkedvezőtlenebbhez tartozó társadalmi munkaráfordítás határozza meg. Ezért a „komparatív" közgazdasági vizsgálatoknál az ásványi nyersanyagok termelési költsége — a közgazdasági értékelés módszerében rögzített reálköltség — a ki nem termelés esetén elmaradó népgazdasági ráfordítással, illetve a már megtörtént ráfordításoktól és társadalmi tiszta jövedelmektől megtisztított, de a kitermeléshez még szükséges beruházásokat kamatterheivel együtt figyelembe vevő távlati növekményköltséggel egyenlő.

A komparatív vizsgálatok a variábilis termelési lehetőségek technikai szerkezetét, technológiai fejlettségét a stratégiai döntés keretében meghatározott színvonalúnak tételezik fel. A költséghatárelvből következik a reálköltség és a költséghatár közötti különbség mint realizálható potenciális eredménytartalom.

Az ásványvagyon kémiai, fizikai, ásványtani összetételéből az ipari tevékenység kombinációs lehetőségeivel további — az ásványvagyon természeti adottságaiból következő — potenciális többleteredményt tartalmazó különbözet érhető el. Ez a lehetőség nem kerülhet kihasználásra a hagyományos ipari tevékenység keretében, csak magas technikai színvonalú komplex rendszerben.

1.2. *Rendszeralgoritmusok*

A rendszeralgoritmikai vizsgálatok keretében a felvett, illetve variábilisan adott technikai, technológiai és közgazdasági jellegű paraméterek által meghatározott rendszerváltozatokat algoritmusok írják le. Az algoritmusok meghatározzák a rendszerváltozatokba tartozó termelő egységek kapacitását, beruházási és termelési költségeit, továbbá az értékesítési árbevételt, majd ezek alapján az eredményt. Minden rendszerváltozat esetén az algoritmus három részre bontható:

1. A rendszerváltozat alapbázisaként számításba vehető nyersanyagok mennyiségi és minőségi jellemzőinek leírása. Ez a rész matematikai statisztikai modellek és szétválasztási algoritmusokat tartalmaz;

2. A kiválasztott nyersanyagbázison kialakítható termelési folyamatok modellezése, figyelembe véve a nyersanyagösszetételnek, a választott feldolgozási mód műszaki-gazdasági paramétereinek és a végtermékek mennyiségi és minőségi kihozatalának kölcsönhatásait;

3. A rendszerváltozatok termelési folyamataihoz közvetlenül kapcsolódó mikroökonómiai környezettel való kapcsolatok leírása.

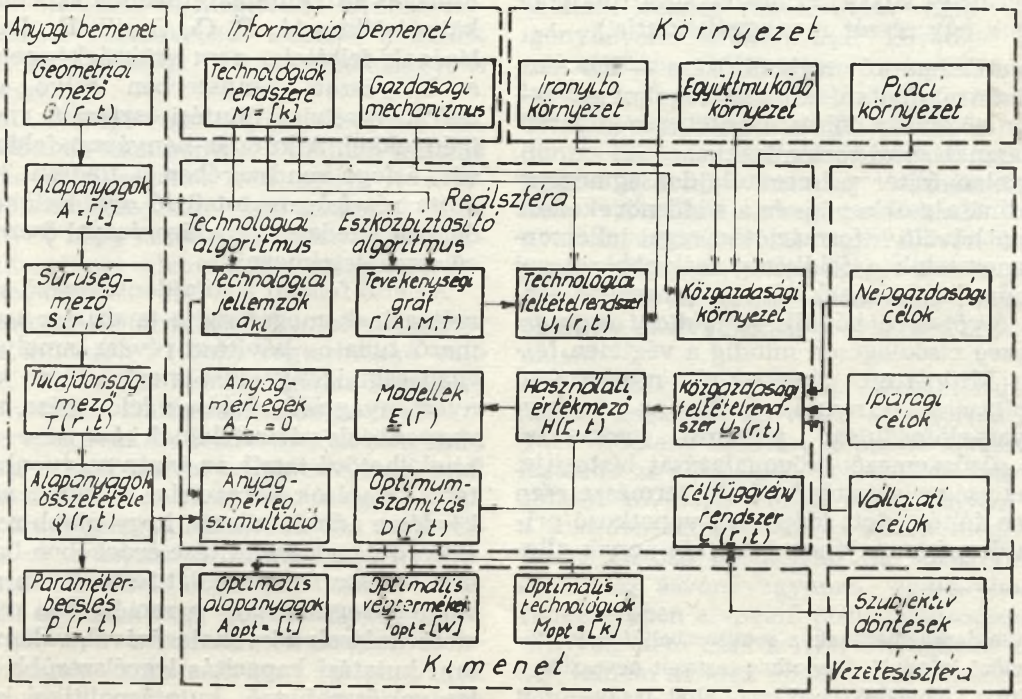
Az algoritmusok strukturális kialakítása lehetőséget nyújt az egyes változatok gazdasági hatékonyságának összehasonlítására, továbbá különböző érzékenységvizsgálatok elvégzésére egyaránt. Az érzékenységvizsgálatok keretében mód nyílik a legfontosabb technikai, technológiai, közgazdasági paraméterek hatásának elemzésére mind egy-egy rendszerváltozat, mind a rendszerváltozatok által alkotott variábilis blokkok vonatkozásában.

A rendszer- és függvényszemléletű ásványvagyon-gazdálkodás általános rendszermodelljének algoritmusát a 3. ábrán mutatjuk be.

2. *A tulajdonságmező paramétereinek meghatározása*

A végtelen féltér azon — alapvetően földtani kutatásokkal meghatározható — geometriai térelemét (= nyersanyag-előfordulás), mely ásványi nyersanyag kiaknázása és hasznosítása szempontjából konkretizálható, részben *állapotokkal* (állapotjelző paraméterekkel számszerűsítve), részben tényleges, vagy potenciálisan valószínű *tulajdonságokkal* (tulajdonságjelző paraméterekkel számszerűsítve) és ezek különféle kölcsönhatásait — ideértve a természeti rendszerbe történő mesterséges beavatkozás hatásait is — leíró *függvénykapcsolatokkal* lehet jellemezni. A továbbiakban a tér meghatározott eleméhez tartozó ezen információtömeget együttesen *tulajdonságmezőként* definiáljuk. E tulajdonságmező néhány fontosabb sajátosságaként az alábbiakat célszerű kiemelni:

1. Minthogy az ásványi nyersanyagokat az emberiség szempontjából kizárólag azon tulajdonságai emelik ki a természeti környezet teljes szférájából, hogy össztársadalmi szükségletek (esetleg csak távlati) kielégítésére alkalmasak, azaz potenciális használati értéket képviselnek, és mert egy adott nyersanyagbázisra telepíthető ipari tevékenység éppen e használati értékpotenciál realizálását célozza, az ásványi anyagok igénybevételi rendszerében



3. ábra

definiált tulajdonságmezőt — az összes lehetséges tulajdonságok halmazából kiválasztottan — azon tulajdonságok alkotják, melyek a nyersanyagbázis használati értékét, illetve a társadalmi használatbavétel hatékonyságát meghatározzák vagy befolyásolják.

2. Az előzőekből következően a tulajdonságmező — noha a természeti környezet geometriailag meghatározott tereleméhez tartozik — nem kizárólag természeti paraméterekre, illetve természeti folyamatok leírására korlátozódik, hanem a kutatás-kitermelés-feldolgozás alkotta teljes rendszer mindazon műszaki-technikai-gazdasági paramétereit, illetve függvénykapcsolatait is felöleli, melyeket a rendszer „működése" során a természeti paraméterek determinálnak vagy befolyásolnak, vagy amelyek — éppen ellenkezőleg — a természeti rendszerre visszahatnak.

3. A tulajdonságmező az ásványi nyersanyagok kutatása, kitermelése és feldolgozása folyamatával kölcsönhatásban térben és időben változik, ezért a tulajdonságmezőt — a rendszeren belül — csak a tulajdonságok tér- és időbeli, folyamatos eloszlását leíró vektor-vektor függvényekkel lehet jellemezni.

4. A tulajdonságmezőt — noha alapvető elemei első fokon természeti adottságoknak tekinthetők — a természeti törvények ismeretében, megfelelő műszaki-technikai beavatkozások révén megváltoztathatónak, illetve az ember és a természet közötti kölcsönhatást szabályozhatónak lehet és kell tekinteni. (Pl. halmazállapot-változtatással történő bányászat, baktériumos érckitermelés stb. a természet adta tulajdonságok egy részét is megváltoztatja.)

A tulajdonságmező meghatározása — bár nem azonosítható a földtani kutatás fogalmával — első fokon zömmel a földtani kutatás módszereinek felhasználásával történik.

A végtelen féltér primer tulajdonságmezeje* a z koordináta csökkenése és a t idő növekedése arányában bővülő információtömeggel jellemezhető. (Ismereteink a földkéreg mélyebb rétegei felé haladva csökkennek, ill. az ismeretek összessége évről-évre bővül). A *földtani kutatási tevékenység* elsődlegesen mindig a végtelen féltér azon kitüntetett térségeinek megközelítő megállapítására irányuló, mely az ásványi nyersanyag-előfordulást jellemző geometriai mező és sűrűségmező kövonalazását biztosítja. E tevékenység alapvető feltétele természetesen a végtelen féltér adott időpontra vonatkozó primer tulajdonságmezejének ismerete annak ellenére, hogy a mező ismert paraméterei a megismerés kezdeti szakaszában rendkívül kisszámúak és általánosak. A tulajdonságmező megállapítására szolgáló elsődleges módszerek közül néhány fontosabb:

— légifényképek kiértékelése,
— földtani térképezés,
— természetes és mesterséges feltárások vizsgálata,
— geofizikai módszerek alkalmazása,
— geokémiai vizsgálatok,
— hidrogeológiai vizsgálatok,
— hidro-geokémiai vizsgálatok,
— atmo-kémiai vizsgálatok,
— bio-geokémiai vizsgálatok,
— geo-botanikai vizsgálatok,
— radioaktív vizsgálatok,
— őslénytani vizsgálatok,
— egyéb anyagvizsgálatok stb.

A végtelen féltér e vonatkozású, főleg az alkalmazott földtudományok eredményeit felhasználó kutatása szolgáltatja az ásványvagyonprognózist, illetve a reménybeli ásványi nyersanyag-előfordulások kijelölésének alapjait.

A bányászati rendszer konkrét nyersanyagbázisát, illetve annak geometriai mezejét, sűrűségmezejét a legnagyobb találati valószínűséggel és legnagyobb várható használati értékkel rendelkező reménybeli nyersanyag-előfordulás felderítő földtani kutatása révén lehet meghatározni.

Ismételten szükséges azonban felhívni a figyelmet arra, hogy a földtani kutatás nem azonos fogalom a végtelen féltér geometriai, sűrűség- és tulajdonságmezejének meghatározásával, noha e mezők paraméterei nagy részben a földtani kutatási tevékenység kapcsán válnak ismeretessé. Ezért a földtani megismerés konvencionális szakaszaiba ill. a kutatási fázisokba (alap, előkészítő, felderítő, előzetes, részletes, utólagos stb. kutatás), továbbá az ásványvagyon kategóriákba (A, B, C_1, C_2, ill. D_1, D_2, D_3) sorolásának feltételei nem szükségképpen azonosak a bányászati rendszerben folyó vizsgálatok kulcshelyzeteit, döntési szféráit meghatározó igényekkel. A kutatás-bányászat-feldolgozás közös, átfogó rendszerében a földtani kutatás alkotta részfolyamatot 3 fő döntéselőkészítési ill. döntési feladat meghatározásával összefüggésben célszerű értelmezni.

Az első feladat a tulajdonságmező olyan paramétereinek megszerzése (a primer tulajdonságmező tudatos bővítése révés), amelyek a népgazdasági igényeknek megfelelően új ásványi nyersanyagelőfordulások felderítése, az ásványvagyonbázis választékának bővítése érdekében kijelölhetővé teszik az ásványvagyonbővítő földtani kutatások geometriai mezejét, azaz arra a kérdésre adnak választ, hogy újabb nyersanyagelőfordulások felderítése érdekében hol, hogyan, mit kutassunk. E feladat lényegében az ásványvagyonprognózissal, a reménybeli nyersanyagelőfordulások körvonalazásával, valamint a földtani kutatási kapacitás legcélszerűbb felhasználásával összefüggő kutatáspolitikai koncepciók, stratégiai és taktikai megoldások kialakításával

*Primer tuajdonságmezőnek a rendszerbeli folyamatokat megelőző kiinduló állapothoz tartozót nevezzük, a folyamatok különböző szakaszai által megváltozott egyéb állapotokhoz képest.

kapcsolatos, s eredményként legalább a reménybeli nyersanyagelőfordulás első igazolódását (vagy a további kutatásra való érdemtelenség bizonyítását) kell elvárni.

A második feladat a már igazolt reménybeli nyersanyagelőfordulás olyan mértékig való továbbkutatása, hogy az ásványvagyon népgazdasági potenciálja (mennyiség, minőség, gazdasági érték, kiaknázhatóság, hasznosíthatóság stb.) globálisan megítélhetővé váljon, azaz a nyersanyag-előfordulás az ország potenciális bányaterületeinek választékába besorolható legyen (vagy a népgazdasági hasznosíthatóságra való érdemtelenség bizonyítást nyerjen). Ehhez az szükséges, hogy a nyersanyagelőfordulás geometriája, sűrűség- és tulajdonságmezeje a teljes rendszerben betöltött pozícióját, illetve funkcióját illetően egyértelművé váljon, tehát a feladat megoldásaként mindazon információk rendelkezésre álljanak, melyek a továbbtermelési folyamatok (kutatás-kitermelés-feldolgozás) teljes rendszerén belül az ásványvagyon népgazdasági jelentőségét — a rendszerbeli vizsgálatok elvégzése révén — konkréten megítélhetővé teszik. A megítélhetőség e feltételét általában nem jelzik egyértelműen a földtani kutatás gyakorlatában ez idő szerint alkalmazott konvencionális fogalmak: sem a fázisok, sem a kategóriák. Elég csak arra utalnunk, hogy pl. a „megkutatottság" hatósági igazolásához egyes esetekben elegendő az előzetes fázisú kutatás elvégzése, más esetben a részletes fázis szükséges hozzá, vagy nyersanyagonként mást-mást fejez ki ugyanaz az ismeretségi kategória: egy C_1 kategóriájú szénvagyonhoz tartozó információ-tartalom, meghatározási megbízhatóság, mintavételi sűrűség stb. teljesen más, mint egy ugyanilyen kategóriával jellemzett bauxitvagyoné). Ezért fontos feladat e témakörben mielőbb olyan kívánatos mértékűre kiterjeszteni a szemléleti egységet, mely az ásványvagyon kutatása és megítélése terén a teljes bányászati rendszerben történő komplex vizsgálatok adta előnyök kihasználhatóságát is lehetővé teszi.

E második feladat végrehajtása során — melyet népgazdasági szempontból a földtani kutatás súlyponti tevékenységének kell tartani — a jövőben fokozódó igényekkel kell számolni. Eme újabb igények nagy része a nyersanyagok hasznosításának szélesebb lehetőségei vizsgálatát hivatott biztosítani.

A nyersanyag-előfordulások komplex hasznosítására, a különféle (több) végtermékké való feldolgozás variábilis alkalmasságának megítélésére, a lehetséges kiaknázási-feldolgozási-hasznosítási perspektívák és célszerűségek sokoldalú vizsgálatára ez idő szerint a földtani kutatástól még általában nem is kívánunk elegendő, jól definiált paramétert. A kutatások ma még célfelhasználásra orientált információkat nyújtanak (pl. szénkutatások esetében; szén-, villamosenergia, de nincs vagy nem elégséges az információ, pl. szén-műbenzin, szén-gáz, szénaromás anyagok, szén-vegyipari alapanyagok stb. vertikumi relációkra), s az egyéb lehetséges folyamatágak realitása, célszerűsége, gazdaságossága esetleg csak a kutatások olyan — költségigényes — megismétlésével válik vizsgálhatóvá, melyek a tulajdonságmező paramétereit a kívánt perifériával bővítik.

A tulajdonságmező e töblet-információkkal való bővítése elsősorban szintén a földtani kutatások előzőekben vázolt második feladatköréhez kapcsolódik. A korszerűen bővebb információszerzés gyakorlati megvalósításának azonban alapvető (ez idő szerint hiányzó) feltétele, hogy egyáltalán megfogalmazásra kerüljenek az újabb igények, a meghatározandó „új" paraméterek köre, továbbá tisztázódjon ezen ismeretek megszerzésének legjobb módszere, biztosíthatók legyenek a szükséges eszközök, műszerek, illetve a mérések laboratóriumi és kiértékelési háttere, ezekhez kapcsolódóan kapacitásuk megfelelő fejlesztése, korszerűsítése, sőt a vizsgálatok időigényességének figyelembevétele is az információszerzés (incl. földtani kutatás) időrendjével összehangoltan.

A harmadik fő feladat a közvetlen bányalétesítést megelőző részletes kutatások elvégzése képezi. E feladatkör súlyponti kérdése a potenciális bányaterületek választékából a konkrét időszakban igénybe venni tervezettek *kiválasztása*, és ezeknél a *tulajdonságmező olyan mértékűvé való bővítése*, mely a bányatervezést, bányaépítést, valamint a belőlük származó végtermék előállításának vertikumi, feldolgozási, ipari háttere létrehozását megbízhatóan megalapozza. E feladat elvégzésével bővül és megbízhatóbbá válik a tulajdonságmező, főképpen a bányászati tervezés, a beruházás, valamint az operatív művelési tervek kialakíthatóságára, illetve a bányászati és feldolgozási tevékenység kockázatának csökkentésére hivatott információkkal, főképpen a rendszer részfolyamatainak döntési, optimalizálási feladatai szférájában.

E harmadik feladatkörhöz tartozó részletesebb földtani kutatás végrehajtása csak a konkrét igénybevétel elhatározását követően időszerű, csakis azonos előfordulásokra korlátozódva, melyek igénybevételét az előző szakasz biztosította bőséges választékból megalapozott népgazdasági döntés hasznosításra irányoz elő. E szakasz részleteket is feltáró kutatása természetesen már nem szolgálhat „meglepetésekkel" az adott nyersanyagelőfordulás igénybevételét, annak gazdaságosságát, célszerűségét illetően, csupán a tervezés és kivitelezés gyakorlati vonatkozásait, operatív megvalósítási problémáit hivatott megoldani.

A fentiek szerint tehát a primer tulajdonságmező vizsgálatát követően az információbővítés (incl. földtani kutatás) kapcsán többször is, de legalább az előzőekben felsorolt fő feladat megoldását követően adódik olyan lényegi változás a tulajdonságmezőben (és ennek megfelelően a hozzá tartozó geometriai ill. sűrűségmezőben), amely az ásványvagyonra épülő hasznosítás rendszerében alapvető pozícióváltozásokat eredményez, nem csak a nyersanyagbázis megítélését, hanem az arra épülő teljes rendszert alkotó folyamatok összességét illetően is. Jó lenne, ha a földtani kutatás szakaszai (fázisai) ill. azok

tartalma az előzőekben vázolt bányászati döntések ill. döntéselőkészítések szakaszaival, illetve azok információs igényeivel összehangoltabbá válhatnának.

A tulajdonságmező — mint arra már korábban utalás történt — állapotot, tulajdonságot jelző paramétereket és kapcsolatokat leíró függvényeket jelent, ezek térbeli, időbeli folyamatos változásának, illetve eloszlásának megfogalmazásával.

Az *állapot* jellemzésére szolgáló legfontosabb paraméterek fázisállapot-jelzők, melyek a nyersanyag halmazállapotát rögzítik. E rendszerek lehetnek szilárd (pl. ércek, szén), cseppfolyós (pl. kőolaj) és gázneműek (pl. CO_2), illetve ezek variációiként szilárd-cseppfolyós (pl. úszóhomok), szilárd-gáz (pl. gázkitörésveszélyes feketeszén), cseppfolyós-gáznemű és cseppfolyós-gáznemű-szilárd (pl. szénhidrogénelőfordulás) rendszerek. (Az anyagnak azon képessége, hogy egyik fázisból a másikba átvihető, már tulajdonságnak minősül.)

Fontos állapotjelző még a nyomás (kőzetnyomás, víznyomás) és a hőmérséklet, melyek a kutatás során — indokolt esetben — meghatározásra kerülnek.

A kémiai állapotjelzők gyakran csak közvetett úton határozhatók meg (pl. oldási egyensúly). A felsorolt állapotjelző paraméterek meghatározása a földtani kutatások során általában — a vélt szükségesség szerint differenciált esetekre korlátozottan — megtörténik.

A *tulajdonságjelző* paraméterek leggyakrabban *fizikai, kémiai,* ásványtani, kőzettani stb. jellegű tulajdonságokat számszerűsítenek, de a tulajdonságmező fontos paramétercsoportját képezik az ún. *leszármaztatott* tulajdonságjelzők. (Pl. a tektonizáltságot, inhomogenitást jelző mérő számok; a gazdasági, felhasználhatósági, feldolgozhatósági stb. paraméterek). E paramétereket a földtani kutatás részben közvetlen információként szolgáltatja a terepen (pl. kőzetmeghatározás, fúrhatóság, rétegtani adatok, telepvastagság) az in situ állapotú térrészről, részben terepi mérések dokumentációjának kiértékelését követően válnak ismertté (pl. a karottázsvizsgálatokból meghatározható természetes radioaktivitás, természetes potenciál, különféle elektromos ellenállásadatok stb.), részben pedig a kutatás által biztosított kőzetminták laboratóriumi vizsgálata révén képezhetők a kívánt paraméterek (pl. térfogatsúly, porozitás, permeabilitás, fűtőérték, fémtartalom, stb.).

A tulajdonságjelző paraméterek terepi, laboratóriumi meghatározására ez idő szerint szintén a tervezett felhasználási szféra szerinti célra orientáltság jellemző. Szén esetében például nem határozzák meg azokat a paramétereket (pl. a fémek, nyomelemek koncentrációját, porozitást, fajsúlyt stb.), amelyek a szándékolt felhasználás (pl. tüzelés) szempontjából érdektelenek, de általában meghatározásra kerülnek a célfelhasználást determináló paraméterek (térfogatsúly, fűtőérték, hamutartalom, kéntartalom stb.) és általában azon — leszármaztatott — paraméterek is, melyek a kiaknázás klasszikus végrehajtásához szükségesek (pl. szilárdság, szerkezeti adatok, települési jellemzők), vagy amelyek a kiaknázás veszélyeire utalnak (víz, gázveszély stb.), illetve amelyek — egyben — a gyakorlatban alkalmazott kiaknázás gazdaságosságát is befolyásolják (mélység, telepdőlés, telepvastagság, tektonizáltság, változékonyság stb.). Nem kerülnek azonban még meghatározásra a „forradalmian új" lehetséges bányászatot és feldolgozást szolgáló paraméterek. (Pl. baktériumos kiaknázás, halmazállapot változással történő kiaknázás).

A tulajdonságmező paraméterei részben lokális értékek, részben nagyobb kiterjedésű térrész vizsgálatából levezethető átlagos vagy várható értékek. A geometriai mezőre vagy a nyersanyag konkrét, körülhatárolható elemére vonatkozóan mind a pontszerűen, mind az átlagadatokként képzett paraméterek a rendszerben végül is valószínűségi változókként értelmezhetők, melyet várható értékük, illetve — ahol meghatározásra kerül — szórásuk adata számszerűsít.

Az ásványi nyersanyag-előfordulást ez idő szerint jellemző — központilag is nyilvántartott — fontosabb paraméterek a következők:

— terület,
— mélység,
— összletvastagság,
— telepvastagság,
— művelési vastagság,
— térfogatsúly vagy fajsúly,
— inhomogenitás vagy tektonizáltság,
— fajlagos vízhozam,
— fajlagos gázhozam,
— nyomószilárdság (nyersanyag és mellékkőzet),
— telepdőlés,
— minőségi adatok (pl. fűtőérték, fémtartalom),
— költséghatár (a végtermék prognosztizált világpiaci ára, feldolgozási költsége és nyersanyagigénye figyelembevételével, minőségfüggvényben meghatározva),
— bánya—feldolgozómű közti távolság és szállítási költség,
— reálköltség (természeti paraméteres függvénnyel meghatározottan),
— műrevalósági mutató.

A körvonalazott bányászati-feldolgozási rendszer alkalmazásából fakadó előnyök kihasználásához e paraméterek nem elegendőek. *A bővítés irányát elsősorban a többféle feldolgozási ág: a variábilis műszaki-technológiai-gazdasági megoldások, a végtermék-előállítás szélesebb skálájú lehetőségeinek vizsgálhatósága szabja meg.* A tulajdonságmező bővítése kétirányú megfontolásból vezethető le:

— egyrészt olyan újabb paraméterek meghatározására kell törekedni, amely a célfelhasználás helyett a hasznosítás többoldalú (több termék, új termékek) lehetőségének vizsgálatára is módot ad,

— másrészt az egyes termékek gazdaságosabb, hatékonyabb előállítását biztosító paraméterek rendszerét (kondíciórendszerek) kell megállapítani, amelyek segítségével a termék optimális ásványvagyonbázisa (geometriai és sűrűségmezeje) a végtelen féltérben mint új vagy előnyösebb nyersanyaglelőhely kijelölhetővé válik.

Fentiekből következik, hogy a rendszerbeli vizsgálatokhoz a bemeneti adatok (input) lényegében két irányból is áramolhatnak: az „ásványvagyon-kutatás" eredményeiből és a „késztermék" fizikai, kémiai, stb. jellemzőiből kiindulva, melyek éppen a kutatandó nyersanyagra is irányulhatnak.

A tulajdonságmező előzőekben említett két irányban lehetséges bővítését természetesen térben és időben is kiterjesztetten célszerű végrehajtani arra is figyelemmel, hogy az ásványvagyonbázis hasznosításának realizálása a feldolgozás ipari hátterének biztosítását is beleszámítva több évtizedes átfutású. Ilyen nagy időtartamnál a várható ipari-műszaki-társadalmi fejlődés eredményeinek feltételes figyelembevételétől sem lehet eltekinteni.

Az elmondottakból következőleg az ásványvagyon-hasznosítás rendszerelméletű vizsgálatához első és alapvető feladatként a nyersanyagelőfordulások tulajdonságmezejének olyan mértékű ismerete szükséges, mely a rendszerbeli vizsgálatok elvégzését lehetővé teszi. A paraméterek nagy hányada földtani kutatások révén határozható meg, ezért külön figyelmet kell fordítani a földtani kutatások helyes stratégiájának kidolgozására. E kutatásokon belül súlyponti kérdésként kell kezelni a nyersanyagbázis potenciáljának korrekt megítélhetőségéig tartó tevékenységet. Valószínű, hogy távlatilag növelendő ennek jelenleg az összes kutatáson belüli, cca. 25%-os részaránya, de a fő feladatot mégis e kutatások minőségi igényeinek korszerűsítése jelenti. A tulajdonságmező paraméterei körének bővítését az új, korszerű technológiai folyamatokból visszavezethető kondíciórendszerek megállapításával összhangban kell elsősorban megkezdeni, fokozatosan biztosítva az igényelt paraméterek meghatározásához szükséges műszerezettséget, laboratóriumi kapacitást és az értékelés személyi feltételeit is. Végezetül utalnunk kell arra is, hogy mivel a végtelen féltért az adatok igen nagy tömege jellemzi, a feladatvégrehajtás időütemezését is megfontolt realitással kell előirányozni.

3. *Az ásványvagyon-gazdálkodás rendszer- és függvényelméletű vizsgálatával kapcsolatos igények a földtani kutatási struktúra korszerűsítésének irányaira vonatkozólag*

A földtani kutatás nemcsak a rendszer információbázisa, hanem a rendszer működésének egyik vezérlő eleme is: új lelőhelyek, új nyersanyagok bővítik a hasznosítás lehetőségeit, új iparágak kifejlesztésére nyújtanak lehetőséget. Ezért fontos a tudományos kutatás (= alapkutatás) állandóan növekvő részarányát biztosítani. Ez a földtani kutatási ráfordítások 15—20%-át is elérheti az V., VI. ötéves tervben. Fontos feladat azt biztosítani, hogy ezek ne öncélúak legyenek, iparilag is kiértékelésre kerüljenek (sőt lehetőleg kényszerpályán, szervezeti feltételek között), hogy gyorsuljon a tudomány aktív termelőerővé válása. A nyersanyagkutatást illetően:

1. Növelendő a felderítő kutatás részaránya és a felderített vagyon népgazdasági megítélésének megbízhatósága. Ehhez minőségileg javítani kell az információszerzést, bővíteni a meghatározandó paraméterek körét.

2. Biztosítani kell azon ipari paraméterrendszerek (koordinációrendszerek) szélesebb körének, nagyobb speciális differenciáltságú olyan meghatározását, melyek a rendszerbeli vizsgálatok elvégezhetőségét lehetővé teszik. Ezeket elsősorban a variábilis végtermék-előállítási folyamatokból levezetetten kell meghatározni, s a földtani kutatások tervezésénél a kívánalmaknak megfelelően kell előirányozni.
Ennek megvalósításához szükséges a hazai nyersanyagok (a felderítő kutatástól a feldolgozás első lépéséig terjedő) anyagvizsgálati rendszerének áttekintése, és annak elérése, hogy az egyes nyersanyagok vizsgálatának egyes lépései azzal a módszerrel és abban a laboratóriumban történjenek, amely hazai viszonylatban leginkább világszínvonalú s így lehetővé teszi az adatszolgáltatás automatizálását, valamint az eredmények visszacsatolását.

3. Biztosítani kell a megszerzett információk olyan tárolását, mely a számítógépes feldolgozás adta rendszerbeli előnyöket kihasználhatóvá teszi. Ennek érdekében olyan gépi adattárolási rendszert kell megalkotni, mely a fúrások adatait a rendszerbeli vizsgálatok (optimalizálási feladatok) elvégzéséhez alkalmas formában tartja készenlétben. A gépi nyilvántartást a „mintavétel" pontszerű adatának rögzítésén kívül (pl. adott koordinátájú fúrás, adott mélységben meghatározott térfogatsúly, porozitás, fűtőérték stb.) olyan algoritmusokkal is el kell látni, mely bizonyos átlagolást (pl. telep átlagos fémtartalma), vagy bizonyos optimalizációs feladatok (pl. fúrásban a maximális átlagos hasznosanyag-tartalmat szolgáltató telepvastagság-kijelölést) is képes elvégezni, s adatát az adott ponthoz rendelni, sőt nagyobb területegységekből, vagy a környezet más adataiból levezethető areális információk (pl. inhomogenitás, vetősűrűség, víz-gázhozam, gazdaságossági adatok stb.) megállapítását és rögzítését is képes biztosítani.

4. A részletes fázisú kutatásoknál sokkal nagyobb mértékben biztosítandó a tervezőikivitelezői igények kielégítése, a bányászati kockázat csökkentését biztosító információ részaránya, de ugyanakkor arra is figyelmet kell fordítani, hogy a lényegesen költségesebb részletes kutatási fázis csak a már népgazdaságilag elhatározott bányatelepítések nyersanyagbázisán valósuljon meg.

5. Mielőbb ki kell dolgozni és az ásványvagyon-hasznosítás totális rendszeréhez csatlakoztatni a földtani kutatásokat felölelő alrendszert, amely a kutatások kapacitásháttérét is tartalmazóan, átfogóan képes biztosítani a kutatások célrendszerének és eszközrendszerének, illetve ezek fejlesztésének összhangját.

6. A földtani kutatások kiértékelését folyamatossá kell tenni, biztosítva a vizsgálatok kibővítésére, új, korszerű módszerek alkalmazására alapozottan az újraértékelés lehetőségét és feltételeit.

DR. TÓTH MIKLÓS

Az ásványi nyersanyagokra vonatkozó néhány világgazdasági prognózis és következtetés

A földkéregben egyenetlenül (emiatt egyes országokban bőven, másutt esetleg egyáltalán nem létező) és emellett nagyon is eltérő adottságok között előforduló ásványi nyersanyagok meg nem újítható volta következtében a világ összes lehetséges (ismert és még nem ismert) ásványvagyona a termelés révén feltétlenül csökken. Ugyanakkor a földtani kutatás révén növekszik az összes lehetséges ásványvagyon ismert hányada. E két hatásnak az ismert ásványvagyon mindenkori élettartamát meghatározó eredője az egyes ásványi nyersanyagokra vonatkozóan természetesen eltérő.

Miközben a termelés csökkenti az ásványvagyont, a szükségletek növekszenek. Ezért mind több előfordulást kell megismerni és termelésbe vonni. Mivel azonban az ásványi nyersanyagelőfordulások végesek és adottságaik eltérőek, ezért az ásványi nyersanyagok kitermelési körülményei általában annak ellenére is romlanak, hogy a földtani kutatás esetenként igen kedvező előfordulásokat is felderíthet. Ez a körülmény az ásványi nyersanyagtermelési technológia fejlődésével elérhető költségcsökkentési eredmények egy részét felemészti. (A termelési költséget ebben az értelemben mindig inflációmentesen, vagyis azonos értékű pénzben kifejezve kell érteni.)

A költségcsökkenés e lassulása természetesen a helyettesítésre alkalmas új, korszerűbb, vagyis végeredményben kisebb költséggel előállítható ásványi nyersanyag (vagy más anyag) kutatására és termelésbevonására ösztönöz. Amikor tehát a fejlettebb technika költségcsökkentő hatását a természeti adottságok romlása kezdi felemészteni, akkor — a gazdasági környezet kényszerítő hatására — a kérdéses ásványi nyersanyagot törvényszerűen egy más nyersanyag (esetleg ugyanazon nyersanyag forradalmian új termelési módja), vagy más anyag kezdi felváltani. Így végeredményben egy új nyersanyag kezdi fedezni a szükségletek azon részét, amelyet az eredeti ásványi nyersanyagból csak igen kedvezőtlen adottságú ásványvagyon kitermelésével lehetne kielégíteni. A kedvezőtlenebb adottságú ásványvagyon kitermelése tehát elmarad, vagy addig halasztódik, amíg a technikai fejlődés utól nem éri, illetve el nem hagyja a termesztési adottságok romlását.

Valamely ásványi nyersanyag világgazdaságban elismert értékét és egyben világpiaci árát — a mezőgazdasági termékek értékének és árának marxi értelmezéséhez hasonlóan — elvileg azon kedvezőtlen adottságú ásványvagyonok kiaknázási és hasznosítási költsége (a még tömeges marginális költség) határozza meg, amelyeknek igénybevétele a szükségletek kielégítéséhez már nem nélkülözhető.

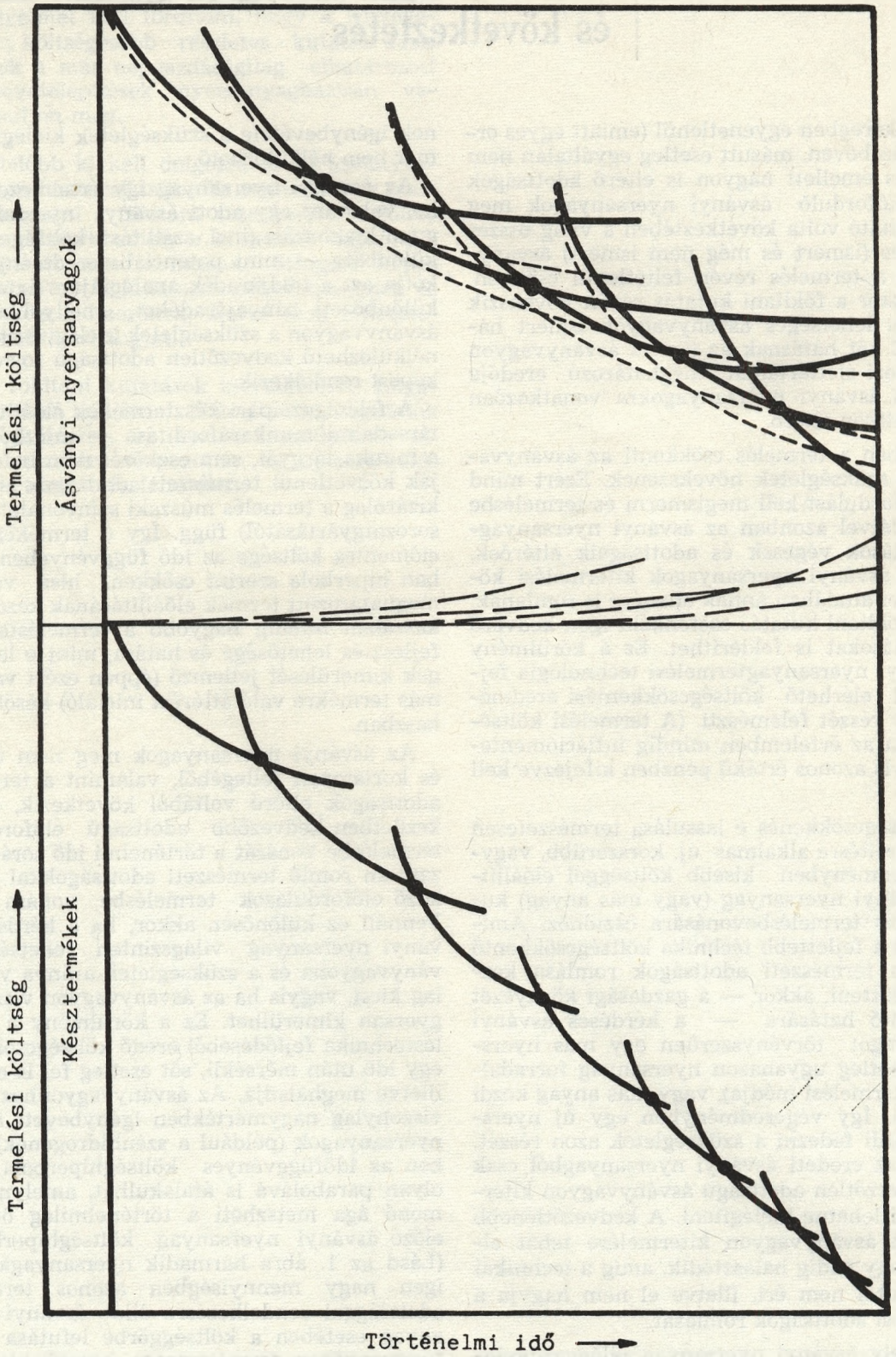
Az ásványi nyersanyag így értelmezett értéke, valamint egy adott ásványi nyersanyagvagyon kiaknázási (incl. szállítási) költsége közötti különbség — mint potenciális eredmény — alkotja azt a földjáradék analógiájára értelmezett különbözeti bányajáradékot, amellyel az adott ásványvagyon a szükségletek kielégítéséhez nem nélkülözhető kedvezőtlen adottságú forrásokhoz képest rendelkezik.

A feldolgozóipari késztermékek előállításának társadalmi munkaráfordítása — minthogy sem a munka tárgyát, sem eszközét nem befolyásolják közvetlenül természeti adottságok — szinte kizárólag a termelés műszaki színvonalától (incl. sorozatgyártásától) függ. Így e termékek inflációmentes költsége az idő függvényében általában hiperbola szerint csökken, hisz valamely meghatározott termék előállításának kezdeti szakaszában mindig nagyobb a termeléstechnikai fejlesztés lehetősége és hatása, mint e lehetőségek kimerülését jellemző (éppen ezért valamely más termékre való áttérést iniciáló) későbbi szakaszban.

Az ásványi nyersanyagok meg nem újítható és korlátozott jellegéből, valamint a természeti adottságok eltérő voltából következik, hogy a kezdetben kedvezőbb adottságú előfordulások termelésbe vonását a történelmi idő során fokozatosan romló természeti adottságokkal rendelkező előfordulások termelésbe vonása követi. Fennáll ez különösen akkor, ha a kérdéses ásványi nyersanyag világszinten lehetséges ásványvagyona és a szükségletek aránya viszonylag kicsi, vagyis ha az ásványvagyon viszonylag gyorsan kimerülhet. Ez a körülmény a termeléstechnika fejlődéséből eredő költségcsökkenést egy idő után mérsékli, sőt esetleg fel is emészti, illetve meghaladja. Az ásványvagyonhoz képest viszonylag nagymértékben igénybevett ásványi nyersanyagok (például a szénhidrogének) esetében az időfüggvényes költséghiperbola tehát olyan parabolává is átalakulhat, amelynek felmenő ága metszheti a történelmileg őt megelőző ásványi nyersanyag költséghiperboláját. (Lásd az 1. ábra harmadik nyersanyagát.) Az igen nagy mennyiségben azonos természeti adottsággal rendelkezésre álló ásványi nyersanyag esetében a költséggörbe lefutása az idő függvényében természetesen hosszú ideig lesz hiperbolikus.

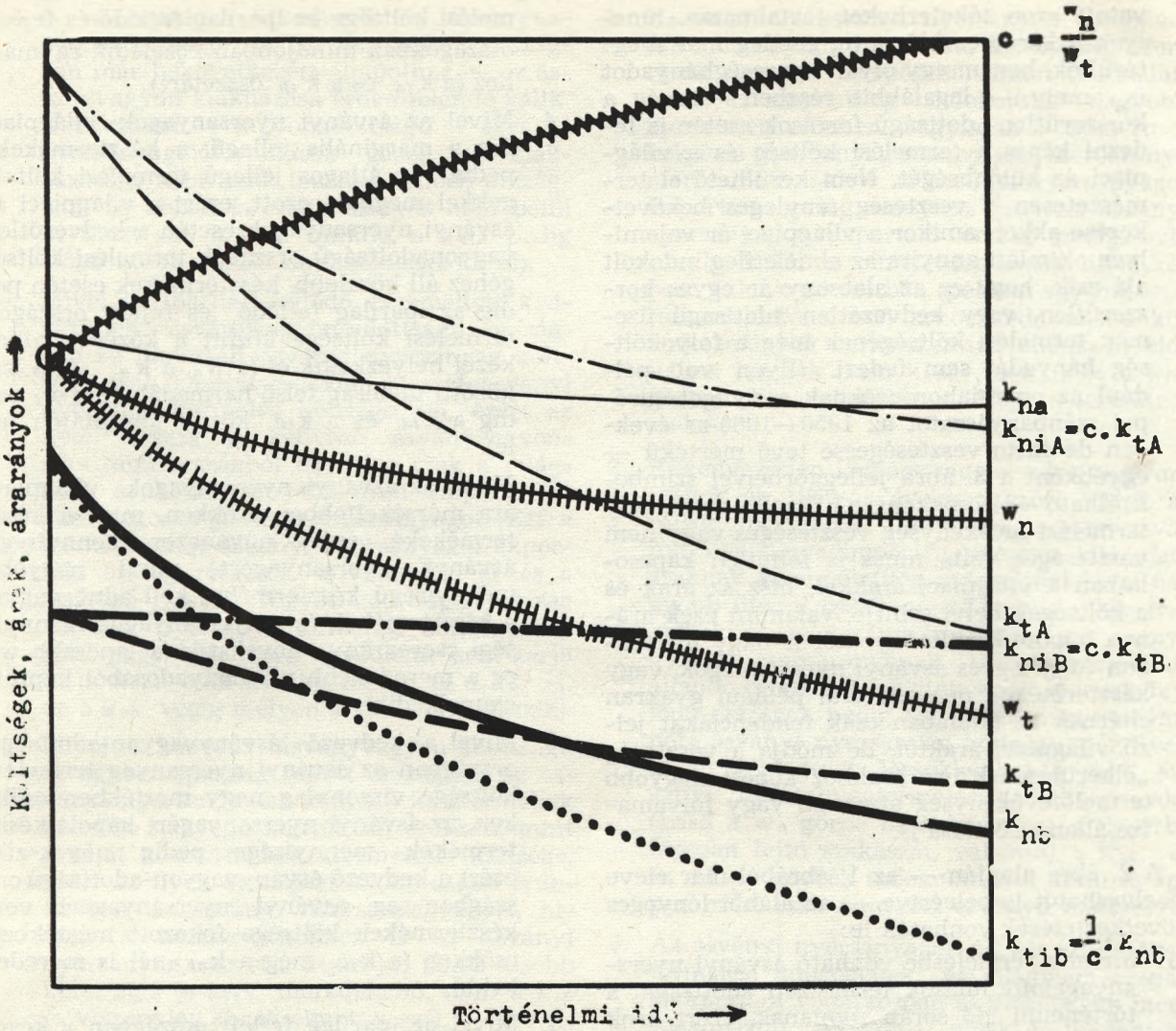
Az előzők alapján nagyon valószínű, hogy az ásványi nyersanyagoknak a természeti adottságoktól függő kiaknázási, illetve hasznosítási költséggörbéje laposabb lefutású lesz, mint a feldolgozóipari késztermékeké.

Ezt a sematikus modellt érzékelteti az 1. ábra, amelyen a rövid szaggatott vonalak a technikai fejlődésből eredő költségcsökkentés görbéit, a hosszú szaggatott vonalak a természeti adottságok romlásából eredő költségnövekedés görbéit, a folyamatos vonalak az eredő költséggörbéket, a körök pedig a felváltási időpontokat tüntetik fel.



1. ábra

Ha az 1. ábrán érzékeltetett világszintű termelési költségek kiegyenlített eredő görbéit tovább differenciáljuk a kedvezőtlen és kedvező ásványvagyon-adottságú, valamint a késztermékgyártást illetően iparilag fejlődő és fejlett országokra, majd az ezen részletek alapján deriválható cserearányokat és importköltségeket is felrajzoljuk, akkor a 2. ábra szerinti viszonylagos összefüggéseket kapjuk.



2. ábra

A 2. ábra egyes görbéihez az alábbi jelmagyarázat tartozik:

k_{na} = az ásványi nyersanyag termelési költsége kedvezőtlen ásványvagyon-adottságú országokban

k_{nb} = az ásványi nyersanyag termelési költsége kedvező ásványvagyon-adottságú országokban

w_n = az ásványi nyersanyag világpiaci ára a világszintű szükségletek kielégítésében még tömegesen résztvevő kedvezőtlen ásványvagyon-adottságú előfordulások átlagos termelési költségével — mint marginális átlaggal — meghatározottan

k_{tA} = a késztermékek termelési költsége iparilag fejlődő országokban

k_{tB} = a késztermékek termelési költsége iparilag fejlett országokban

w_t = a késztermékek világpiaci ára a késztermékek világátlagú termelési költségével meghatározottan

c = a késztermékek és az ásványi nyersanyag mennyiségi cserearánya a világpiaci árak arányának reciprokával meghatározottan

k_{niA} = a késztermékek ellenében importált ásványi nyersanyag költsége iparilag fejlődő országokban

k_{niB} = a késztermékek ellenében importált ásványi nyersanyag költsége iparilag fejlett országokban

k_{tib} = az ásványi nyersanyag ellenében importált késztermékek költsége kedvező ásványvagyon-adottságú országokban.

Az ábramagyarázathoz még két megjegyzés tartozik:

— Kizárólag az időbeli alakulások viszonylagosságának szemléltetésére hivatott és ezért határozatlan dimenziójú ábra kiinduló alappontját az ábrán az a kör jelzi, amelyben 1,0-nek tekintjük az ásványi nyersanyagok és a késztermékek világpiaci árát, valamint ezek arányát is.

— A szemléltetés céljából az arányokat illetően szándékosan torzított ábrából úgy tűnik, mintha a világpiaci árnál nagyobb termelési költségű ásványi nyersanyag- és késztermékforrások tartósan és de facto veszteségesek lennének. Ez azonban — az ábrázolási lehetőségek korlátozottságából eredően — csak látszólagos: Az ábrán számbavett és feltüntetett források termelési költsége ugyanis nem csak az újratermelést is biztosítani hi-

vatott azon tőketerheket tartalmazza, amelyek a kérdéses időpontig esetleg már megtérültek, hanem egy olyan nyereséghányadot is, amely — legalábbis részben — még a korszerűtlen adottságú források esetén is fedezni képes a termelési költség és a világpiaci ár különbségét. Nem kerülhető el természetesen a veszteség tényleges bekövetkezése akkor, amikor a világpiaci ár valamilyen ok miatt annyira az elméletileg indokolt alá esik, hogy ez az alacsony ár egyes korszerűtlen, vagy kedvezőtlen adottságú üzemek termelési költségének még a folyóköltség hányadát sem fedezi. (Ilyen volt például az energiahordozóknak a nyugat-európai szénbányászatot az 1950—1960-as években de facto veszteségessé tevő mértékű — egyébként a 3. ábra jelleggörbéivel szimbolizálható — lecsökkenése.) Emellett valamely termelési tevékenység veszteséges vagy nem veszteséges volta nincs is feltétlen kapcsolatban a világpiaci árakkal, hisz az árak és a költségek helyi szintje, valamint ezek aránya lokális körülményektől is nagy mértékben függ. Egyes ásványi nyersanyagok, vagy késztermékek nemzeti árai például gyakran eltérnek az általában csak tendenciákat jelző világpiaci áraktól, de módja a veszteség „elkerülésének" az árakhoz képest nagyobb termelőtevékenység átmeneti vagy folyamatos állami dotálása is.

A 2. ábra alapján — az 1. ábrából már eleve leoelvashatót is beleértve — az alábbi lényeges következtetések vonhatók le:

1. Mivel a termelésbe vonható ásványi nyersanyagelőfordulások természeti adottságai a történelmi idő során romlanak, ezért azok azonos használati értékre vonatkoztatott világátlagú termelési költsége a más nyersanyaggal való felválthatóság ellenére is kisebb mértékben csökken, mint a késztermékeké, amelyeknél a technikai fejlesztés révén elérhető termelési költségcsökkenés érvényesülését semmiféle természeti adottság nem akadályozza (a k_{na} és a k_{nb} által közrefogott sáv középvonalának lefutása laposabb, mint a k_{tA} és a k_{tB} által közrefogotté).

2. Mivel a kedvezőtlen ásványvagyon-adottságú országban jobban érvényesül a természeti adottságok romlásának termelési költségnövelő hatása, mint a kedvező ásványvagyon-adottságú országban, ezért az ásványi nyersanyagok termelési költsége a kedvezőtlen és kedvező vagyonadottságú országokban mindjobban eltér egymástól, sőt a kedvezőtlen adottságú országban előbbutóbb növekedni is kezd az ásványi nyersanyag termelési költsége a k_{na} és a k_{nb} szétnyílik).

3. Mivel az iparilag fejlődő országban nagyobb ütemben fejlődhet a késztermékek előállításának technikai színvonala, mint a technikailag már többé-kevésbé telített iparilag fejlett országban, ezért a késztermékek termelési költsége az iparilag fejlődő és fejlett országokban mindjobban közeledik egymáshoz (a k_{tA} és a k_{tB} összetart).

4. Mivel az ásványi nyersanyagok világpiaci ára a marginális jellegű, a késztermékeké pedig az átlagos jellegű termelési költségekkel meghatározott, ezért a világpiaci ár ásványi nyersanyagok esetén a kedvezőtlen vagyonadottságú országok termelési költségéhez áll közelebb, késztermékek esetén pedig az iparilag fejlődő és fejlett országok termelési költsége között a középvonalhoz közel helyezkedik el (a w_n, a k_n és a k_{nb} közötti távolság felső harmadában, a w_t pedig a k_{tA} és a k_{tB} között középtájon fut le).

5. Mivel az ásványi nyersanyagok világpiaci ára mérsékeltebben csökken, mint a késztermékeké, ezért ugyanazon mennyiségű ásványi nyersanyagért mind nagyobb mennyiségű készterméket kell adni, vagyis a késztermékek és a nyersanyagok mennyiségi cserearánya növekszik (a laposabb w_n és a meredekebb w_t hányadosából képzett c emelkedik).

6. Mivel a kedvező ásványvagyon-adottságú országban az ásványi nyersanyag termelési költsége viszonylag nagy mértékben csökken, az ásványi nyersanyagért kapott késztermékek mennyisége pedig növekszik, ezért a kedvező ásványvagyon-adottságú országban az ásványi nyersanyagért vett késztermékek költsége fokozott mértékben csökken (a k_{tib} még a k_{nb} -nél is meredekebb).

7. Mivel az iparilag fejlett országban a késztermékek költsége körülbelül ugyanolyan mértékben csökken, mint ahogy az ásványi nyersanyagért adott késztermékek mennyisége növekszik, ezért az iparilag fejlett és egyben kedvezőtlen ásványvagyon-adottságú országban a késztermékért vett ásványi nyersanyag költsége alig változik és — az ásványi nyersanyagimport célszerűségét nem módosítva — mindig kisebb marad az ország ásványi nyersanyag-termelési költségénél (a k_{niB} közel vízszintes és közel párhuzamos a jóval magasabban fekvő k_{na} -val).

8. Mivel az iparilag fejlődő országban a késztermékek költsége nagyobb mértékben csökken, mint ahogy az ásványi nyersanyagért adott késztermékek mennyisége növekszik, vagyis az iparilag fejlődő és egyben kedvezőtlen ásványvagyon-adottságú országban a késztermékért vett ásványi nyersanyag költsége is meredeken és előbbutóbb a saját ásványi nyersanyagtermelés költsége alá csökken. Ezért az ilyen országban a saját ásványi nyersanyagtermelés költséghatára (a késztermék ellenében importálható ásványi nyersanyag költsége) szigorodik, az ásványvagyon in situ értéke (a költséghatár és a termelési költség különbsége) pedig csökken, míg végül

is — hasonlóan a kedvezőtlen ásványvagyon-adottságú, de iparilag fejlett országban már bekövetkezett állapothoz — az ásványvagyon kiaknázása érdemtelenné válik. Kedvezőtlen vagyonadottságú ásványi nyersanyagelőfordulások gazdaságos kiaknázására tehát csak iparilag fejlődő országban, de abban is csak bizonyos időn belül kerülhet sor (a k_{niB} mindig, a k_{niA} pedig előbb-utóbb a k_{na} alatt helyezkedik el).

9. Mivel az iparilag fejlődő és emellett kedvezőtlen ásványvagyon-adottságú országban az importált ásványi nyersanyag költsége csak később csökken a saját ásványi nyersanyagtermelés költsége alá, ezért az ilyen ország a kedvező ásványvagyon-adottságú országból egyelőre csak a világpiaci árnál alacsonyabb áron importálhat gazdaságosan ásványi nyersanyagot. Ezt a lehetőséget az ásványi nyersanyagot exportáló ország részéről a világpiaci ár és a kedvező ásványvagyon-adottságú ország ásványi nyersanyagtermelési költsége közötti nagy különbség egyébként nem zárja ki (a k_{niA} csak később metszi el a k_{na} -t, de a k_{nb} végig mélyen a k_{na} alatt fekszik).

10. Mivel a kedvező ásványvagyon-adottságú és egyben iparilag fejlett országban az ásványi nyersanyagért kapható késztermékek költsége nagyobb mértékben csökken, mint a saját késztermékek termelési költsége, ezért az ilyen országnak előbb-utóbb érdeke lesz az ásványi nyersanyagexport, hiszen a késztermékekhez is az ásványi nyersanyag exportja útján jut hozzá kisebb költséggel (a k_{tiB} meredekebb, mint a k_{tB} és viszonylag korán elmetszi azt).

11. Minthogy az ásványi nyersanyagok és késztermékek költsége az iparilag fejlődő országban — főleg ha az kedvező ásványvagyonadottságú — nagyobb mértékben csökken, mint az iparilag fejlett, de kedvezőtlen ásványvagyonadottságú országban, ezért a történelmi idő során az iparilag fejlődő és fejlett országok között ilyen alapon törvényszerűen csökken a nemzeti jövedelemben egyelőre az iparilag fejlett országok javára meglevő eltérés (a k_{niA} és a k_{tA} , illetve a k_{tb} meredekebb, mint a k_{niB} és a k_{tB}).

Ha az ásványi nyersanyag w világpiaci árát — a történelmi tényeknek egyébként esetenként megfelelő jelleggel — az elméletileg indokolttól (vagyis a még tömegesen legkedvezőtlenebb adottságú források marginális költségével meghatározottól) eltérítjük, akkor ennek hatására a 2. ábra c, k_{niA}, k_{niB} és k_{tib} görbéi, valamint például k_{niA} és a k_{n} görbék érintett szakaszának egymáshoz viszonyított helyzete is megváltozik. E közvetlen és közvetett változások tendenciáit a 3. ábra érzékelteti, amelynek jelmagyarázata megegyezik a 2. ábráéval.

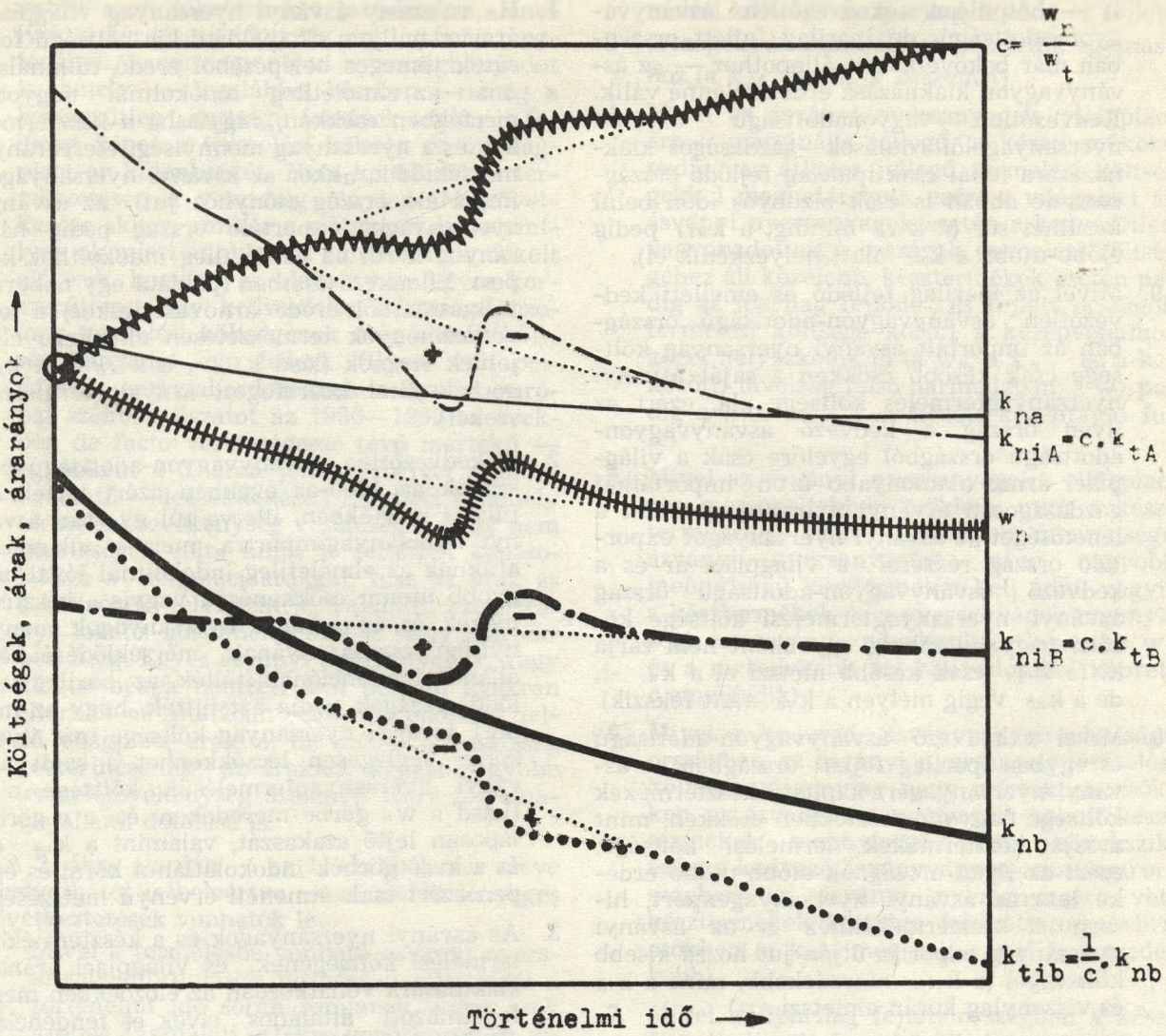
Az előzőekben az 1. és 2. ábra alapján vázolt következtetések a 3. ábra nyomán még a következőkkel egészíthetők ki:

1. Ha valamely ásványi nyersanyag világpiaci ára valamilyen ok (például kis költségű források tömeges belépéséből eredő túlkínálat) miatt az elméletileg indokoltnál nagyobb mértékben csökken, vagyis ha a késztermékek és a nyersanyag mennyiségi cserearánya mérséklődik, akkor az ásványi nyersanyagot importáló ország előnyhöz jut, az ásványi nyersanyagot exportáló ország pedig hátrányba kerül az elméletileg indokolthoz képest. Ellenkező esetben (például egy háborús túlkeresletből eredő árnövekedéskor) a következmények természetesen ellenkező előjelűek lesznek (lásd k_{niA} , a k_{niB} és a k_{tib} görbék által közrefogott árnyalt területrészeket).

2. A kedvezőtlen ásványvagyon-adottságú országok az 1960-as években azért tértek át túlzott mértékben, illetve túl gyorsan ásványi nyersanyagimportra, mert a világpiaci áraknak az elméletileg indokoltnál jóval nagyobb ütemű csökkenését, vagyis a késztermékek és az ásványi nyersanyagok mennyiségi cserearányának mérséklődését állállandó tendenciának ítélték, az iparilag fejlődő országok pedig azt hitték, hogy az import ásványi nyersanyag költsége már ilyen korán véglegesen lecsökkenhet a saját ásványi nyersanyagtermelésük költsége alá. (Lásd a w_n görbe meredeken és a c görbe laposan lejtő szakaszát, valamint a k_{na} és és a k_{niA} görbék indokolatlanul korai és éppen ezért csak átmeneti érvényű metszését.)

3. Az ásványi nyersanyagok és a késztermékek termelési költségének és világpiaci árának alakulására vonatkozóan az előzőekben megfogalmazott általános elvek és tendenciák alapján törvényszerű, hogy az ásványi nyersanyagok világpiaci árának és importköltségének az elméletileg indokolttól történő bármilyen irányú eltérése, tehát a külön előnyök és hátrányok érvényesülése is csak átmeneti lehet, hiszen a görbéknek előbb-utóbb vissza kell térniök azokra az elméleti vonalakra, amelyeket az adottságok, illetve azok ismerete egy-egy országra vonatkozóan mindenkor meghatároz. Vonatkozik ez egyes ásványi nyersanyagok, különösen az energiahordozók árának az 1970-es évek elején bekövetkezett ugrásszerű, az elméletileg indokoltnál valószínűleg nagyobb mértékű növekedésére is. (Lásd a w_n görbe meredek inflexióját, valamint a többi görbe ebből eredő amplitudóváltását.)

Hangsúlyozni kell, hogy a történelmi tapasztalatokkal és gyakorlati példákkal egyébként bőven és jól illusztrálható következtetések általános érvényessége alól természetesen ásványi nyersanyagonként és országonként is lehet kivétel, a vázolt tendenciák egyes ásványi nyersanyagokra és egyes országokban más-más módon kvantifikálódnak, a más nyersanyagok (pl. mezőgazdasági termékek) figyelembevétele híján pedig nem teljes tartalmúak.



3. ábra

Ha Magyarországot például az iparilag fejlődő és fejlett országok között a középtájon elhelyezkedőnek tekintjük, az egyes ásványi nyersanyagokra vonatkozó vagyonadottságainkat pedig a valóságnak megfelelő differenciáltsággal vesszük számításba, akkor az előzőekben vázolt általános világgazdasági következtetéseket hazánkra is adaptálhatjuk és a távlati fejlesztési koncepciók kidolgozása során megfelelő módon figyelembe vehetjük.

DR. NEMECZ ERNŐ,
DR. VARJÚ GYULA,
DR. ELEK SAROLTA

Rosszminőségű bauxitok javításának lehetősége mechanikai szétválasztás útján

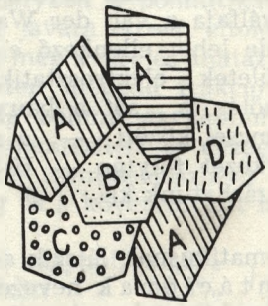
A hazai teljes bauxitkészlet ismert hátrányos minőségeloszlása a nyersanyag-gazdálkodás szempontjából veti fel a Bayer-technológia számára nem alkalmas minőségű készletek feljavíthatóságának vizsgálatát. Az alapprobléma a gazdaságilag elviselhetőnél nagyobb SiO_2-tartalmú bauxitok magas részaránya és az, hogy a megmaradó alkalmas minőségű készlet nagysága nem elegendő a timföldipar problémamentes fejlesztéséhez.

A gyenge minőségű bauxitok felhasználhatóságának megoldása elvileg két irányban kereshető: a technológiának a nyersanyag adottságaihoz való illesztésével, vagy a nyersanyagnak a jelenlegi technológia számára történő alkalmassá tételével. Jelen tanulmány az utóbbi irányzat keretei között a bauxit ama alapvető ásványtani és szövettani vizsgálatával foglalkozik, amely nélkülözhetetlen a minőség megváltoztatására gazdaságossági szempontból egyedül számításba jövő mechanikai módszerek várható eredményességének megítéléséhez. Ezek révén, a bauxit minőségét lerontó kovasavtartalmú ásványokat (főleg kaolinitet), mechanikai úton kell eltávolítani a bauxitból, s ez két probléma lehető tökéletes megoldását kívánja meg. Egyfelől a bauxit mineralógiai feltárását az aprítási művelet gazdaságosságának határain belül, másfelől az így nyert ásványkeverékből a kaolinit szemcséinek szelektív kiválasztását.

Mindazok a tapasztalatok és ismeretek, melyeket a bauxitminták konkrét dúsítási kísérletei közben szereztünk, egyre inkább arra mutattak, hogy a bauxit ásványszemcséi az eddig általában feltételezettnél több nagyságrenddel kisebbek lehetnek. Nincsenek azonban ismereteink arra vonatkozólag, hogy az egyes ásványok szemcsenagyságai milyen határértékek között mozoghatnak, eloszlásukat általában milyen görbe írja le és miként változnak az adott telep genetikájától függően. A bauxitirodalom gazdag tárházában teljesen megoldatlan problémaként kell megjelölnünk a nemesítés szempontjából oly alapvetően fontos ún. „cementáció" problémáját is. Minthogy mindezek alapos feltárása nélkül a bauxit egyes ásványai elkülönítésére még elgondolást sem lehet adni, a véletlenre alapozó technológiai szeparáló kísérletek helyébe a kutatás elsőrendű céljául az adott fázisban a szemcseeloszlás és sajátságainak lehető pontos feltárását állítottuk.

A bauxit szövetére vonatkozó elvi meghatározások és definíciók

A bauxit mint üledékes kőzet, három fő ásványcsoport: az allitos, sziallitos és vasásványok kis szemcséiből álló heterogén rendszer. Primer szemcsének a kristálytani értelemben homogén anyag által kitöltött teret nevezzük. Minthogy ennek kapcsán figyelembe vesszük az atomelrendezés orientációját is, az egymással érintkező, de eltérő orientációjú azonos fázisokat külön szemcséknek tekintjük *(1. ábra)*.



1. ábra. Primer szemcsékből álló halmaz. A—D az a—d fázis primer szemcséje. A' az a fázis A-ától eltérő orientációjú szemcséje

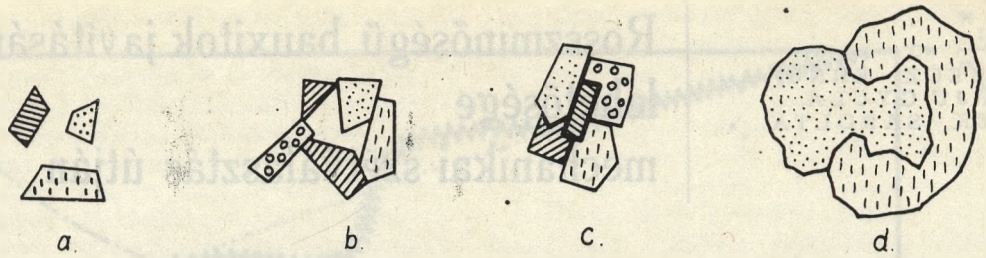
Agglomerátum alatt a szemcsék ama együttesét értjük, amelyek bármily csekély kötőerő révén összetartva, több primer szemcsét magába foglaló térrészt töltenek ki. A benne szereplő ásványok (fázisok) szerint az agglomerátum lehet homogén és heterogén *(2. ábra)*.

2. ábra. a) homogén, b) heterogén agglomerátum

A primer szemcsék egymáshoz való térbeli viszonya lehet

a) kapcsolat nélküli,
b) adhéziós erők útján,
c) cementáló közeg révén,
d) geometriai oknál fogva összetartott.

a) Kapcsolat nélküli primer szemcsék rendszere feltehetően elméleti szélsőséges eset *(3. ábra)*, amely az elvi követelményeket kielégítően soha nem fordul elő. Látni fogjuk azonban, hogy bauxitmetszetekben gyakran figyelhetünk meg egyedülálló — mintegy lebegő — szemcséket, amelyek feltehetően rendkívül kis felületen érintkeznek más szemcsékkel.



3. ábra. A primer szemcsék kapcsolatának négy típusa. a) kapcsolat nélküli, b) él- és csúcsmenti érintkezés, c) cementáció a primer szemcsék felületén kivált fázis révén, d) geometrici kapcsolat (konvex és konkáv terek egymásba ékelődése)

b) Azok a primer szemcsék, melyek pl. elektronmikroszkópi képen érintkezni látszanak *(3b ábra)* feltehetőleg adhéziós kötőerők útján is kölcsönhatásban vannak egymással. Ennek leggyengébb válfaja a van der Waals erők útjáni kapcsolat, de lehet ellenkező előjelű töltéseket viselő felületek elektrosztatikus vonzásából származó kötés is, sőt a bauxit ásványainak primer szemcséi között — a nagyon hasonló kristályszerkezet folytán — H-híd útjáni erős kötést sem zárhatunk ki.

c) Problematikusnak látszik a geológusok által c e m e n t á c i ó n a k nevezett szemcseközti kapcsolat egzakt értelmezése. A cementáció fogalma involválja a primer szemcséktől eltérő kémiai összetételű fázisok útjáni erős adhéziós vagy genetikai kapcsolat fennállását, ami voltaképpen a heterogén agglomerátum kapcsolatának esetét meríti ki. Mégis megkülönböztetett figyelmet kell szentelnünk a cementációnak, mert a nyersanyag genetikájával szorosan összefüggő speciális adhéziós jelenséget kell értenünk alatta, amely a természetben gyakran előfordulhat. A cementáció abban különbözik a heterogén agglomerátum adhéziójától, hogy míg ez a szemcsék többé-kevésbé véletlenszerű kapcsolata (a térbeli közelség miatt a felületi erők szerephez jutása), addig a cementáció a telepképződés valamely időbelileg körülírt fázisában ható oldott ágens kristályosodása miatti összekapcsolódása a primer szemcséknek (pl. karbonát, kovasav, vasásványok kiválása a primer szemcséket átitató rendszerben *(3c. ábra)*. A cementáció általában erős mechanikai kapcsolatot jelent a szemcsék között, megszüntetése csak a cementáló közeg oldatbavitelével lehetséges. A cementáló közeg főleg erős geometriai kapcsolás révén hoz létre erős összeköttetést a részecskék között.

d) A geometriai kapcsolat az időben egymás után kristályosodó fázisok egymáson keresztüli kristályosodása, vagy negatív formaelemek kitöltése révén áll elő *(3d ábra)*. Ennek során elsősorban az intruzív kőzetekben, és mint jeleztük, a cementáció esetében van szerepe.

Annak a vizsgálatnak, mely a bauxit mechanikai szeparálás útjáni minőségjavítását tűzi ki céljául, mindenekelőtt a primer szemcsék méreteloszlását és a fentiekben vázolt kapcsolatát (ill. ezek egymáshoz viszonyított arányát vagy telepek szerinti változását) kell tisztáznia.

A vizsgált minták származása és ásványos összetétele

A kutatásra kiválasztott minták a következők voltak:

B—1 jelű bauxit. A bauxitmintát az Alumíniumipari Tröszt geológiai részlege, hazai alacsony modolusú bauxitminták összekeverése útján úgy állította elő, hogy az tükrözze a böhmites (kevés gibbsitet tartalmazó) típusú rossz bauxitok átlagos ásványos összetételét.

E minta darabos bauxitot tartalmazott, melyet előbb durván, majd golyósmalomban nedvesen őröltünk és 0,63 mm-es szitán átejtve alaposan homogenizáltunk.

B—3 jelű bauxit. Gibbsites, alárendelten kevés böhmitet tartalmazó kaolinites bauxit. Származási helye: Malomvölgy VI. sz. kőfejtés. Az előkészítés során hasonlóan jártunk el, mint a B—1 minta esetében. A mintát a Bauxitkutató Vállalat (Balatonalmádi) bocsájtotta rendelkezésünkre.

Felix II. bauxit. E minta a halimbai bányakörzet Felix II. telepének 620. sz. fúrása közvetlen közeléből, a dolomit fekü szinttől számított 2,5 m-es magasságból, nagyjából a telep centrális részéből származik.

A minták ásványos összetételét az *1. táblázat* foglalja össze.

1. táblázat

A vizsgált minták ásványos összetétele (%)

Árvány	B—1	B—3	Felix II.
Böhmit	32.5	12,0	12,3
Gibbsit	12,8	23,2	10,0
Goethit	10,3	8,2	
Hematit	9,1	10,1	18,8
Kaolinit	31,6	41,8	55,4
Nedvesség	1,0	1,5	1,0
Egyéb (csillám, anatáz, rutil, kvarc)	2,7	3,2	2,5

A vizsgálat során alkalmazott szétválasztási módszerek

Ülepítés. Bauxitból, vagy kezelt bauxitból készült szuszpenzió szemcsenagyság (fajsúly) szerinti szétválasztása gravitációs erőtérben, szokásos módon.

Centrifugálás. A mesterséges erőtérben való szétválasztás szakaszos (küvettás) Janetzki T24 típusú és a Vegyipari Gépgyár FC—45 típusú folyamatosan működő szupercentrifugájában történt. Utóbbi esetben az abszolút szemcsenagyságot a kísérletek során nem határoztuk meg, hanem 1-től 10-ig terjedő fordulatszámfokozattal (0—40 000 fordulat . min^{-1}), ezen belül az ülepedési tér három magasságával és a túlfolyással jellemeztük.

Az ülepítést és centrifugálást elsősorban nem mint technológiailag számításba jövő szétválasztási módszert használtuk, hanem a gravitációs úton való szétválaszthatósággal jellemezhető mineralógiai feltártság tisztázása céljából.

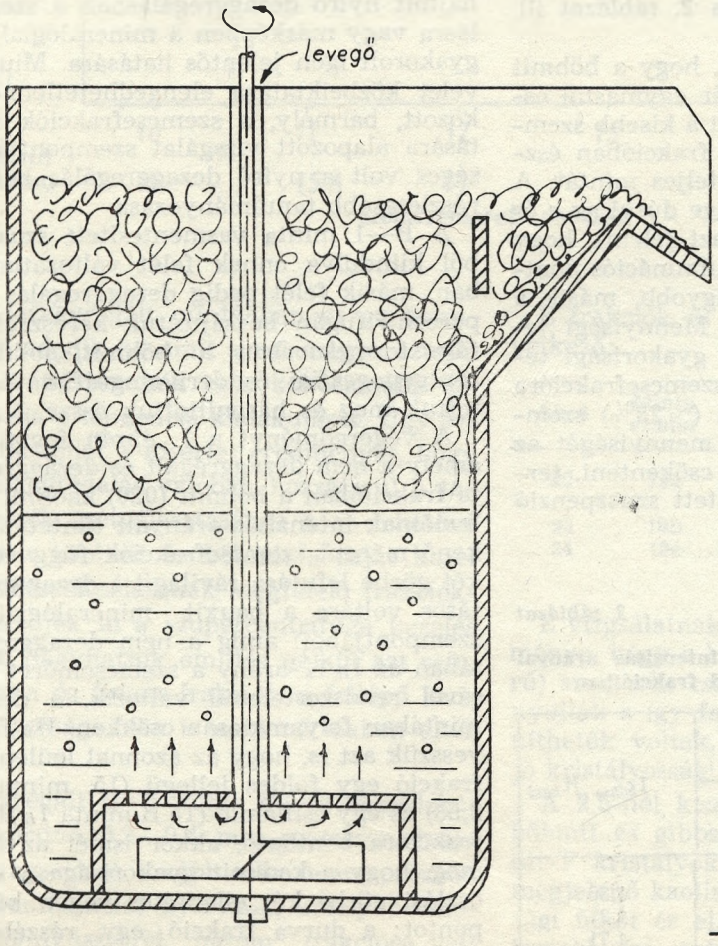
Flotálás és habkolonnában történő szétválasztás. A flotálást a 4. ábrán feltüntetett alulról levegőbefúvásos, keverővel ellátott kísérleti flotáló cellában végeztük. A különböző szerekkel kezelt és időben levett habok ásványos összetételét röntgenvizsgálattal követtük. Az 5. *ábra* szemlélteti az alkalmazott kísérleti habkolonnát, amelynek A—D gyűrűin 1—3-mal jelölt helyein vettük le a habot és összetételét ugyancsak röntgenanalízissel határoztuk meg.

A szemcsefrakciók ásványos összetétele böhmites bauxitban

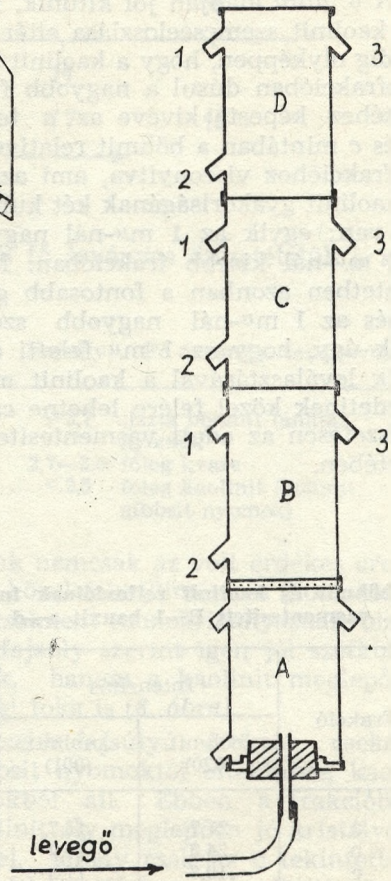
Vizsgálatunk célját tekintve mindenekelőtt fontos volt képet alkotni a bauxit szemcseeloszlásáról és arról, hogy a bauxit ásványai a különböző frakciókban egyenlő módon oszlanak-e meg, vagy pedig van kitüntetett szemcseméret tartománya az egyes ásványoknak.

E kérdés tisztázására a B—1 minta 10%-os sósavval vastalanított, majd $NaHCO_3$ oldattal ~ 7 pH-ra beállított szuszpenziójából indultunk ki. E szuszpenzióból, egy durva frakció azonnal leülepedett, amelyben a böhmit/kaolinit arány (7,27) a böhmit javára erősen eltolódott. A két ásványon kívül még kvarc és anatáz volt a mintában. A nehezen ülepedő frakció röntgenképe gyakorlatilag böhmit és kaolinit keverékét mutatta. A vasmentesített és dezaggregált stabilis szuszpenzió szemcseeloszlását ülepítéssel határoztuk meg és a következőket találtuk:

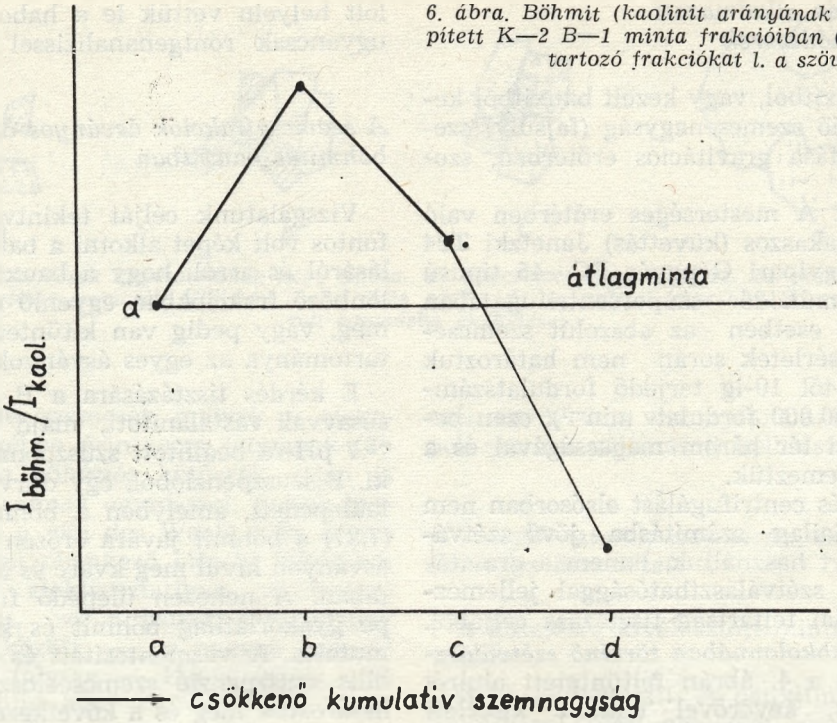
1	mμ-nél nagyobb	28,3%	a
0,5—1	mμ között	32,5%	b
0,2—0,5	mμ között	28,9%	c
0,2	mμ-nél kisebb	10,3%	d



4. ábra. Kísérleti flotáló cella vázlata



5. ábra. Habkolonna vázlata



6. ábra. Böhmit (kaolinit arányának alakulása az ülepített K—2 B—1 minta frakcióiban (a betűjelzésekhez tartozó frakciókat l. a szövegben)

Mint látható a vasmentesített és dezaggregált de egyébként ismeretlen mértékben koagulált bauxit ásványszemcséi igen finomak, mennyiségük $^3/_4$ része kisebb 1 mμ-nél és kb. 60%-a 0,2—1 mμ közé esik. Az a—d frakciók böhmit/kaolinit arányának változását a *2. táblázat* ill. *6. ábra* mutatja.

A *6. ábra* alapján jól kitűnik, hogy a böhmit és kaolinit szemcseeloszlása eltér egymástól�olyképpen, hogy a kaolinit a kisebb szemcsefrakcióban dúsul a nagyobb frakcióban észleltéhez képest, kivéve az *a* teljes mintát. A *b* és *c* mintában a böhmit relative dúsul az *a* és *d* frakcióhoz viszonyítva, ami azt jelenti, hogy a kaolinit gyakoriságának két kulminációs pontja van: egyik az 1 mμ-nál nagyobb, másik a 0,2 mμ-nál kisebb frakcióban. Mennyiségi tekintetben azonban a fontosabb gyakorisági tetőzés az 1 mμ-nál nagyobb szemcsefrakcióra esik úgy, hogy az 1 mμ feletti (~ 28%) szemcsék leválasztásával a kaolinit mennyiségét az eredetinek közel felére lehetne csökkenteni, természetesen az adott vasmentesített szuszpenzió esetében.

2. táblázat

A böhmit és kaolinit reflexióinak intenzitás arányai vasmentesített B—1 bauxit a—d frakcióiban

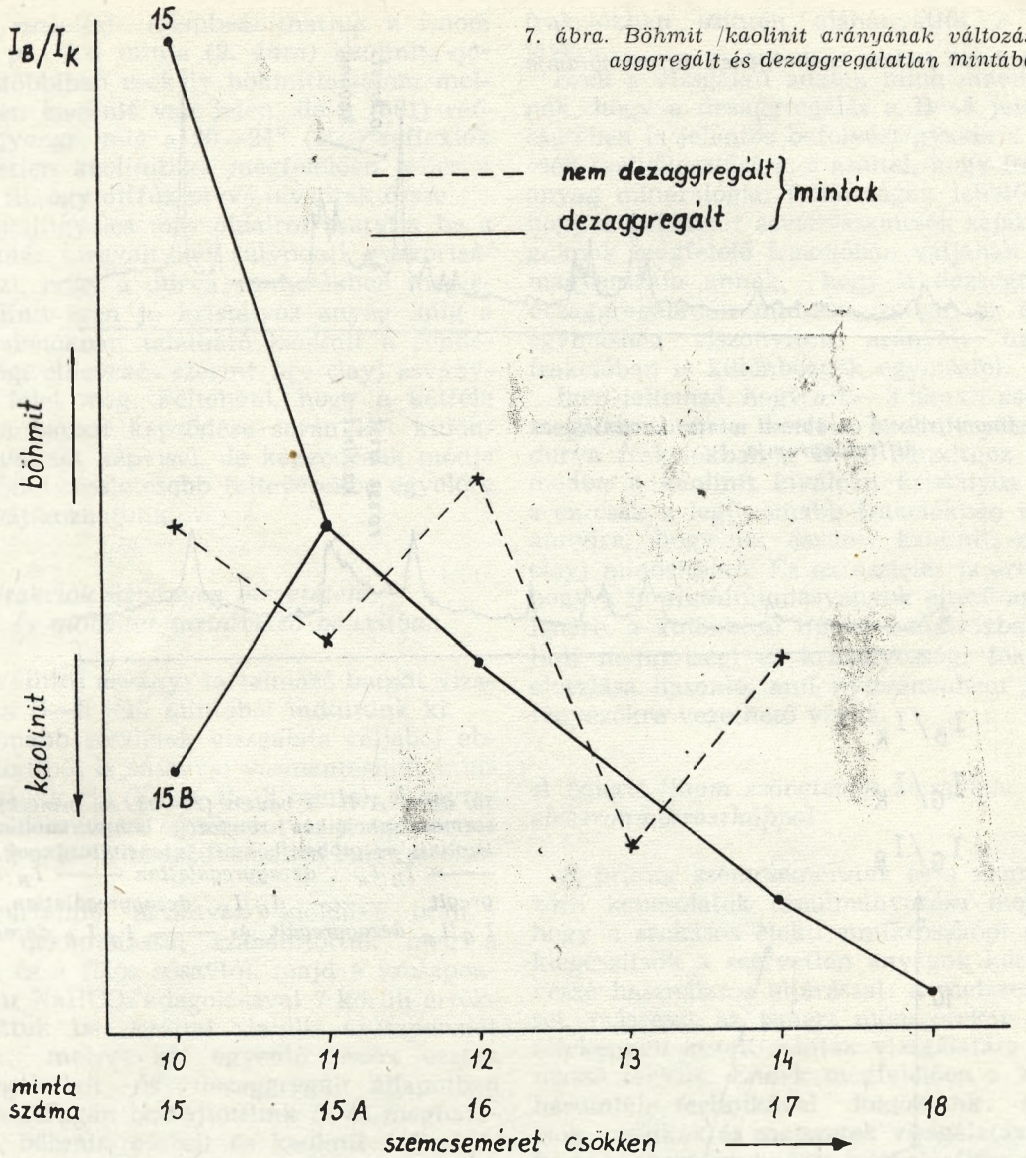
Frakció	Intenzitás		$I_{böhm}/I_{kaol}$
	böhmit (020)	kaolinit (001)	
a	21,7	15,7	1,38
b	24,8	10,9	2,27
c	19,7	11,5	1,71
d	3,4	13,7	0,25

A dezaggregálás szerepe az ásványok szétválasztásában

Már a kezdeti vizsgálatok felhívták figyelmünket a Demeter-féle berendezésben végrehajtott nyíró dezaggregálásnak a szemcseeloszlásra vagy másképpen a mineralógiai feltárásra gyakorolt igen jelentős hatására. Miután e művelet közbeiktatása elengedhetetlennek mutatkozott, bármely, a szemcsefrakciók szétválasztására alapozott vizsgálat szempontjából, szükséges volt a nyíró dezaggregálás befolyásának részletesebb tanulmányozása.

A B—1 minta vasmentesített szuszpenziójából kiindulva ennek felét változatlan állapotban, másik felét pedig dezaggregálás után szupercentrifugán bocsájtottuk keresztül s a kétféle terméksorban a böhmit/kaolinit arányt röntgenográfiai és derivatográfiai úton állapítottuk meg és hasonlítottuk össze.

A végeredményt a *7. ábrán* foglaltuk össze, amely a nem dezaggregált és dezaggregált minta frakcióiban a böhmit (020) kaolinit (001) reflexióinak intenzitás arányait tünteti fel a csökkenő méretű szemcsefrakciók függvényében. A két görbe lefutása rávilágít a dezaggregálás hatásos voltára a bauxit mineralógiai feltárása szempontjából: amíg a nem dezaggregált mintában az I_B/I_K-arány a szemcseméret csökkenésével rendszertelenül változik, a dezaggregált mintában folyamatosan csökken. Ha figyelembe vesszük azt is, hogy az azonnal leülepedő durva frakció egy földes jellegű (15. minta I_B/I_K = 2,58) és egy csillámló (15.B minta I_B/I_K = 0,70) frakcióra bontható, akkor ismét az állapítható meg, hogy a kaolinit gyakorisága a szemcseeloszlási görbe két ellentétes végén képez súlypontot: a durva frakció egy részében (15.B minta) és a legfinomabb frakcióban (17—18. mintában).



7. ábra. Böhmit /kaolinit arányának változása a dezagggregált és dezaggregálatlan mintában

A nem dezaggregált mintákban ez az összefüggés nem adódik ki, amit azzal magyarázunk, hogy az ásványszemcsék erős kohézionális tapadása gátolja e tendencia kialakulását. Úgy értelmezhetjük tehát a kísérlet eredményét, hogy a nyíró-dezaggregálás valóban hozzájárul a tapadó szemcsék szétválasztásához s ez lehetővé teszi, hogy a kaolinit és böhmit a saját közel primer szemcseeloszlásának megfelelő frakciókban választódjék le a szupercentrifuga kezelés során. Nem hagyhatjuk említés nélkül azt sem, hogy a durva és finom frakcióban fellépő kaolinit kristályossági foka is nagymértékben eltér egymástól.

A dezaggregált B—1 minta durva maradékát óvatosan aprítva 0,2—0,4 mm szemcsenagyságú, enyhe kezelésre tovább már nem aprózódó agglomerátumhalmazt nyertünk, amely bromoformban könnyűszerrel három frakcióra volt szétválasztható.

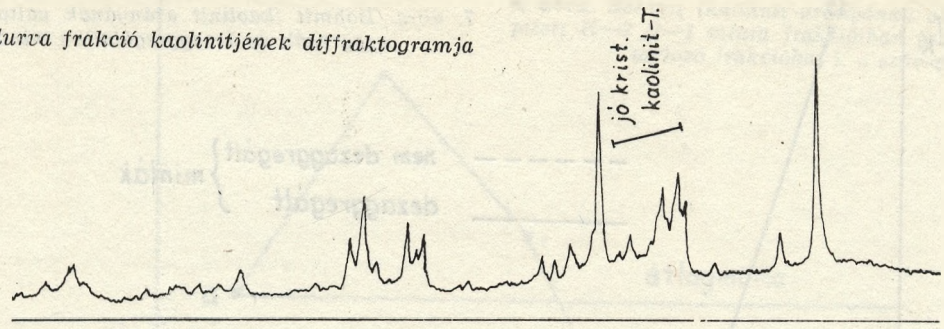
E frakciók és fő ásványos összetételük a következő:

Ábra	Minta száma	Fajsúly	Fő ásványos összetevők
22	19a	>2,7	tiszta böhmit (anatáz nyomok
23	19b	2,7—2,5	főleg kvarc
24	19c	<2,5	főleg kaolinit (böhmit, gibbsit nyomok)

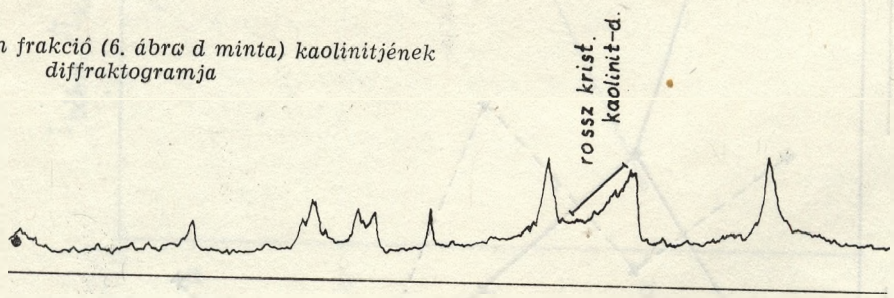
E vizgsálatnak nemcsak az volt érdekes eredménye, hogy a közel félmilliméteres (homokszerű) szemcsék csaknem monokristályosnak bizonyultak s így fajsúly szerint igen jól szétkülöníthetők voltak, hanem a kaolinit meglepően jó kristályossági foka is *(8. ábra)*.

A 2,5-nél kisebb fajsúlyú frakció, csekély böhmit és gibbsit nyomoktól eltekintve, kaolinit-T kristályokból áll. Ebben a frakcióban megjelenő kaolinit oly meglepően jó kristályossági fokot ér el, amely csak az e tekintetben legjobb (pl. mád-kristályhegyi kaolinit) anyagokkal hasonlítható össze.

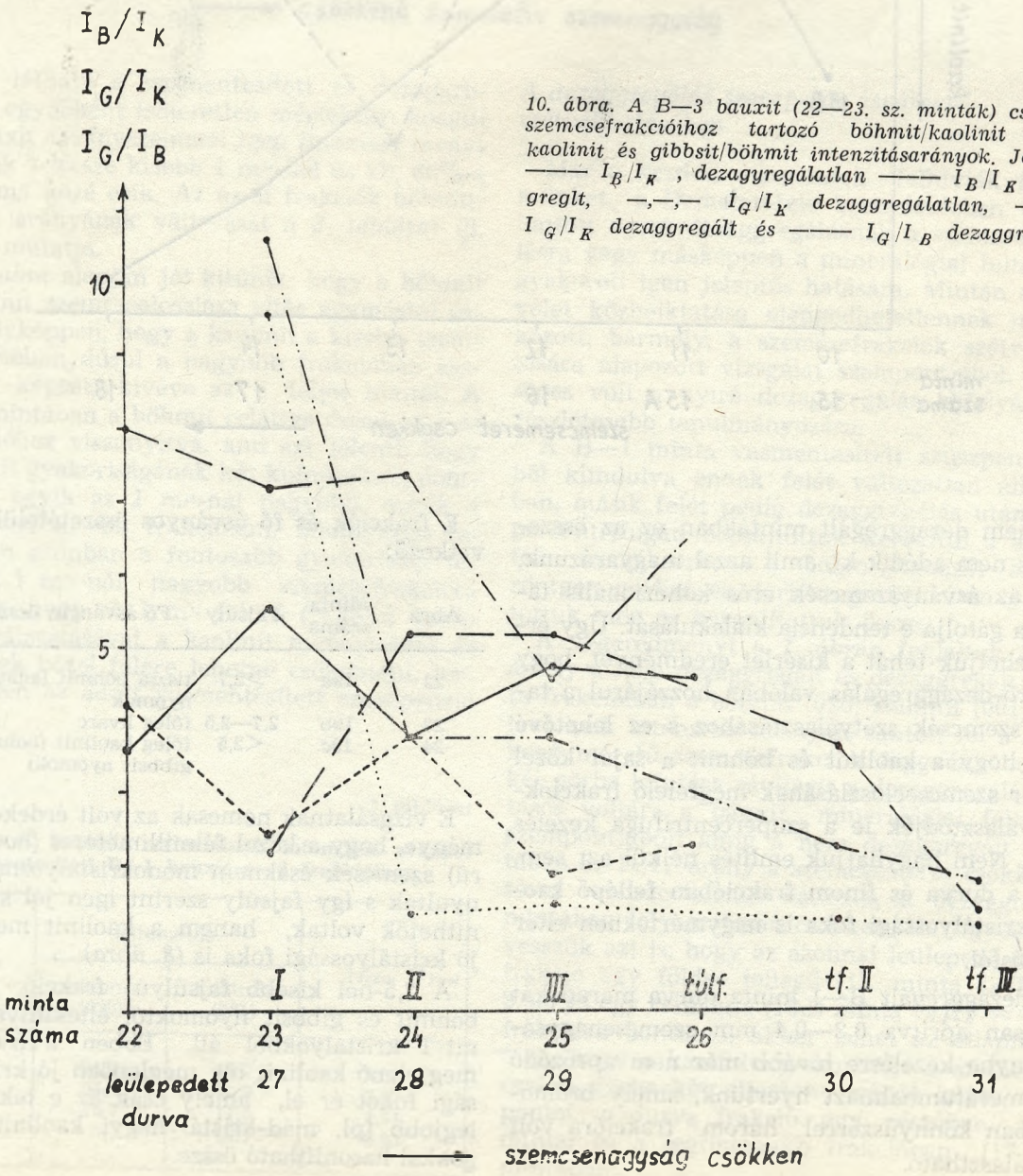
8. ábra. A durva frakció kaolinitjének diffraktogramja



9. ábra. A finom frakció (6. ábra d minta) kaolinitjének diffraktogramja



10. ábra. A B—3 bauxit (22—23. sz. minták) csökkenő szemcsefrakcióihoz tartozó böhmit/kaolinit gibbsit/kaolinit és gibbsit/böhmit intenzitásarányok. Jelzések: ——— I_B/I_K, dezagyregálatlan ——— I_B/I_K dezaggreglt, —,—,— I_G/I_K dezaggregálatlan, —„—„— I_G/I_K dezaggregált és ——— I_G/I_B dezaggregált



Ezt az észlelést szembeállíthatjuk a finom frakciók pl. 1/d minta *(9. ábra)* kaolinit$_d$-jével. Ez utóbbiban csekély böhmittartalom mellett csupán kaolinit van jelen, de a (001) reflexió is gyenge, míg a 20—24° (2Θ°) reflexiók a rendezetlen kaolinitnak megfelelően teljesen eltűntek, ill. egy diffúz sávvá olvadtak össze.

Ez a megfigyelés más oldalról mutatja be a kaolinit már tárgyalt két súlyponti gyakoriságát, és azt, hogy a durva szemcsékben megjelenő kaolinit igen jó kristályos anyag, míg a finom frakciókban található kaolinit a rendezetlen (régi elnevezés szerint fire clay) ásványfajtának felel meg. Feltehető, hogy a kétféle kaolinit a bauxit képződése során két különböző generációt képvisel, de képződésük módja és ideje felől részletesebb feltevésekbe egyelőre nem bocsájtkozhatunk.

Szemcsefrakciók ásványos összetétele böhmitet és gibbsitet tartalmazó bauxitban

Kevert allitos ásványt tartalmazó bauxit vizsgálatára a B—3 jelű mintából indultunk ki.

A finomabb részletek vizsgálata céljából ebből a bauxitból is sósavval vasmentesített mintát állítottunk elő (K—1, B—3 minta). A savtalanítás körülményei egyébként teljesen azonosak voltak a B—1 bauxit esetében ismertetettével.

A vastartalmú ásványok kioldása után a bauxitot dekantálással szabadítottuk meg a $FeCl_3$-tól és a fölös sósavtól, majd a szuszpenzió pH-ját $NaHCO_3$ adagolásával 7 körüli értékre állítottuk be. Ezáltal stabilis szuszpenziót nyertünk, melyet két egyenlő részre osztva dezaggregálatlan és dezaggregált állapotban szupercentrifugán bocsájtottunk át és meghatároztuk a böhmit, gibbsit és kaolinit reflexióinak intenzitásértékeit.

A *10. ábrán* tüntettük fel a nem dezaggregált és dezaggregált minták csökkenő szemcsefrakciói függvényében a böhmit/kaolinit, gibbsit/kaolinit és gibbsit/böhmit intenztiás arányokat. A görbék lefutása alapján szembetűnő és a B—1 bauxittal kapcsolatban szerzett tapasztalatokkal teljesen megegyezően, hogy bármely vizsgált ásványpár arányértékeinek változása a szemnagysággal fluktuáló a dezaggregálatlan, és egyértelmű a dezaggregált mintákban. Pl. a jelen mintában igen fontos gibbsit/kaolinit-arány a dezaggregálatlan mintákban ingadozik a dezaggregáltban viszont, egy viszonylag durva centrifugafrakcióban mutatott magas érték után, a finomabb frakciókban folyamatosan csökken. Ez arra vall, hogy a gibbsit inkább a durvább frakciókban halmozódik. Hasonló viszonyokat észlelünk a gibbsit/böhmit vonatkozásában is. A dezaggregálatlan mintákban a két ásvány eloszlási arányának nincs jellegzetes alakulása, a dezaggregáltban azonban a durvább frakciókban sok a gibbsit, a finomabb frakciókban pedig a böhmit visz jelentősebb szerepet. A böhmit/kaolinit arányának alakulását az határozza meg, hogy a böhmit viszonylagos mennyisége a II—III. frakciókban a legnagyobb, majd a kisebb frakciókban szintén aláhanyatlik a kaolinit javára.

Ezek a vizsgálati adatok mind amellett szólnak, hogy a dezaggregálás a B—3 jelű bauxit esetében is jelentős befolyást gyakorol a szemcsék szétválasztására, s azáltal, hogy fokozza az anyag mineralógiai feltártságát, lehetővé teszi, hogy a különvált ásványszemcsék saját nagyságuknak megfelelő frakcióban váljanak le. Ez a magyarázata annak, hogy a dezaggregált és dezaggregálatlan mintasorozatban az ásványok egymáshoz viszonyított arányai ugyanazon frakcióban is különböznek egymástól.

Igen jellemző, hogy a B—3 bauxit esetében is megállapítható a kétféle kaolinit jelenléte. A durva frakciókban a B—1 bauxithoz hasonló módon a kaolinit kiválóan kristályos állapotú s ez csak a legfinomabb frakciókban romlik le annyira, hogy az ásvány kaolinit$_d$-nek (fire clay) minősíthető. Ez az észlelés is arra mutat, hogy a fő alumíniumásványok eltérő aránya ellenére, a különböző típusú bauxitokban a kaolinit mennyiségi és kristályossági fok szerinti eloszlása hasonló, ami nyilvánvalóan genetikai tényezőkre vezethető vissza.

A bauxit finom szövetének vizsgálata elektronmikroszkóppal

A primer szemcseméretek és a szemcsék közötti kapcsolatok tanulmányozása megkívánta, hogy a szokásos elektronmikroszkópi technikát kiegészítsük a szervetlen anyagok körében kevéssé használatos eljárással: a metszetkészítéssel, másrészt az ismert módszereket a különféleképpen kezelt minták vizsgálatára is alkalmassá tegyük. Ennek megfelelően a következő háromféle technikával dolgoztunk: szuszpenziók, replikák és metszetek vizsgálatával. Minthogy a nyert eredmény értékelésében nagy szerepe van a módszernek, amellyel az eredményhez jutottunk, röviden ismertetjük a vizsgálati eljárásunkat.

Szuszpenziók vizsgálata. A kezeletlen, vagy különböző módon kezelt bauxitmintákat finoman diszpergálva híg vizes szuszpenzióba vittük. Ebből egy-egy cseppet az elektronmikroszkópos hordozó hártyára víve, megszárítva kaptuk a vizsgálatra kész preparátumot.

Ez az eljárás az elektronmikroszkópi technika ásványtani alkalmazásának legegyszerűbb módja. Hátránya, hogy a látótérbe kerülő, az egész mintának mindig rendkívül kis hányadát képező anyag, bizonytalan módon reprezentálja a vizsgálni kívánt minta átlagát. Speciális esetekben megfelelő előkészítés esetében használtuk vizsgálataink során.

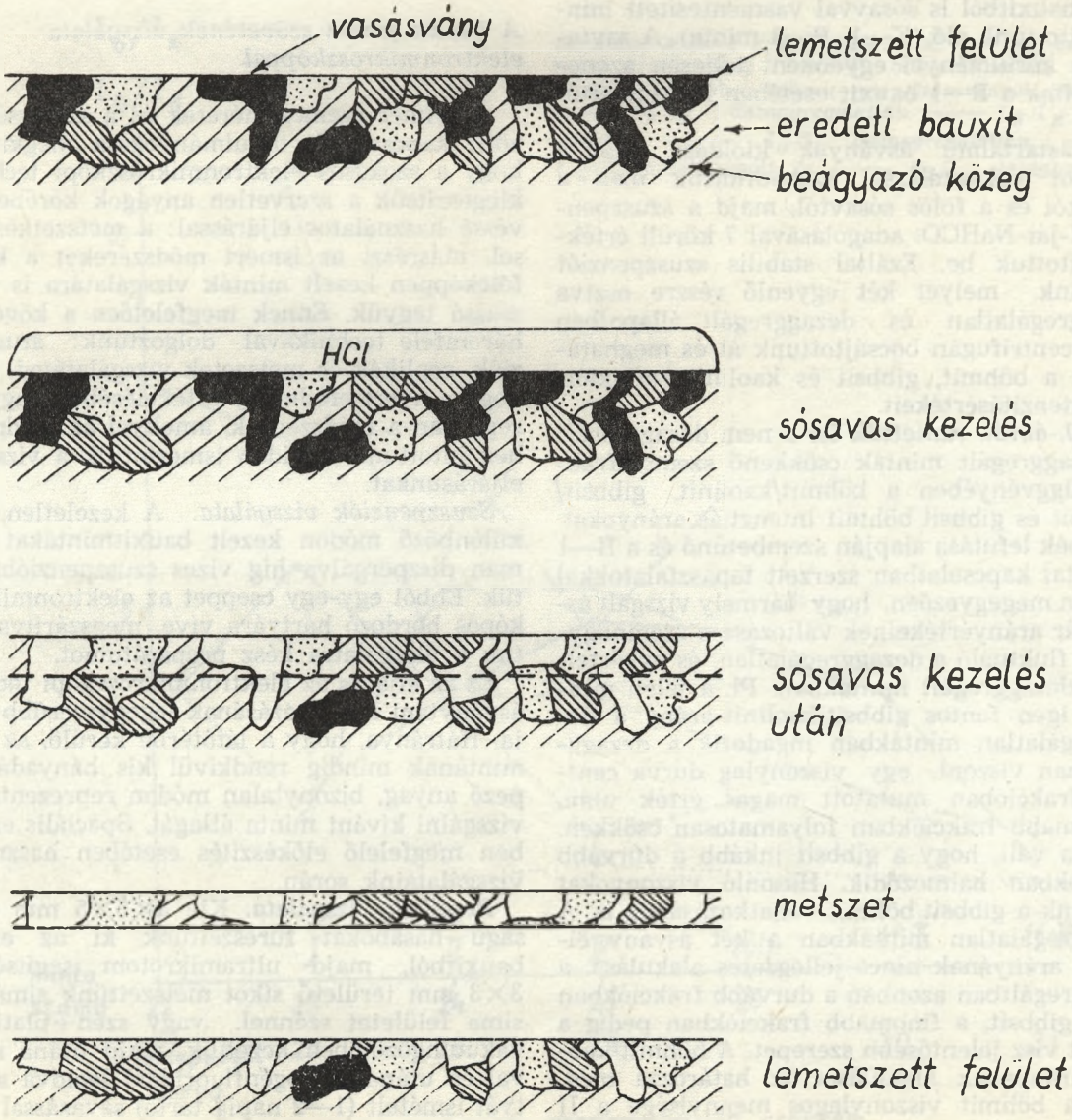
Replikák vizsgálata. Kb. 3×5×5 mm nagyságú hasábokat fűrészeltünk ki az eredeti bauxitból, majd ultramikrotom segítségével 3×3 mm területű síkot metszettünk simára. E sima felületet szénnel, vagy szén+platinával vákuumgőzölőben kezeltük, majd utána sósavval és utána hidrogénfluoriddal leoldva a hártyát ismételt (1—2 napig tartó) savazással megtisztítottuk a tapadó ásványszemektől. Az ily

módon megtisztított replika alkalmas a vizsgált felületről készült negatív lenyomat elektronmikroszkópi vizsgálatára.

Ha a bauxitot valamilyen kezelés után kívánjuk vizsgálni, akkor a simára metszett felületet kezeltük (pl. sósavval a vasásványok eltávolítására, vagy hidrogénfluoriddal a kaolin kioldására stb.) az oldástermékektől desztillált vizes mosás segítségével megtisztítottuk, majd exszikkátorban megszárítottuk. A kezelt felületet ezután újból lemetszettük ügyelve, hogy csak a felület egyenetlenségeit távolítsuk el, nem érintve ezzel a kezelt réteget. Ezt követően gőzölés után az előbb leírtak szerint készítettünk replikát, amely már a kezelés hatására beállt morfológiai változásról adott képet.

Metszetek vizsgálata. A bauxitmintákról kb. 1×1×2 mm nagyságú hasábokat vágtunk ki, melyet zselatin kapszulában metilmetakrilát és butilmetakrilát 12:1 arányú elegyébe ágyaztunk. Gondos átitatás, szárítás után előbb 500 Å-ös metszeteket készítettünk, később az eljárás finomításával sikerült általában 250 Å (kivételesen 150 Å) vastagságú metszeteket előállítani. A metszetek készítése új lehetőségeket tárt fel a bauxit szemcseeloszlásának vizsgálatában. Minden okunk megvan ugyanis annak feltételezésére, hogy az átitatásos módszer esetén a bauxit szemcséit lényegében eredeti helyzetükben tudjuk rögzíteni s ez által tanulmányozni. Míg a szuszpenziós eljárás okvetlenül frakcionálással jár együtt s így meghamisítja az átlageloszlásról alkotott képünket addig a metszetpreparátum lényegében a primer szemcseeloszlás módjainak tanulmányozását teszi lehetővé. Ez az eljárás a primer szemcsék méreteloszlásáról is új helyzetképet tárt fel, mert a módszer megengedi az átlagos minta egyes primer szemcséinek felismerését is.

A metszet-eljárás is kombinálható a minta különféle kezelésével. Ekkor a simára metszett felületet tesszük ki különféle kémiai reagens hatásának, majd kimosás és szárítás után tovább folytatjuk a metszést. A preparátumok ekkor az eredeti struktúrában a kezelés hatására végbement morfológiai változásokról nyújtanak képet s ez lehetővé teszi a bauxit különféle fázisösszetevői egymáshoz való térbeli helyzetének tanulmányozását. A vizsgálat módjáról a *11. ábra* tájékoztat.



11. ábra. Elektronmikroszkópi metszet készítésének fázisai

Az elektronmikroszkópi vizsgálatok eredménye

A bauxit szövetének tanulmányozására a Felix—II. jelű bauxit mintáit használtuk fel.

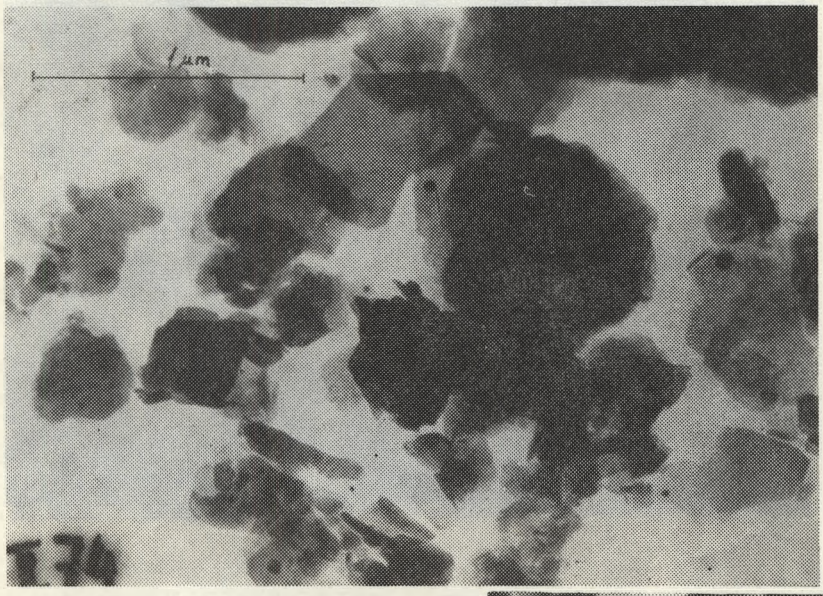
Előbb a kezeletlen bauxitból 250 Å vastag metszeteket készítettünk. Példaképpen bemutatjuk az 1. és 2. fényképet, melyek a bauxit valóságos szemcseeloszlását reprezentálják s azt mutatják, hogy a bauxit „szivacsos" szerkezetű, a teret lazán kitöltő szemcsék rendszere. Az összetapadt szemcsék között nagy „üres" terek vannak. A primer szemcsék mérete 0,05—0,7 μm közötti és a merőleges metszetből, amelyben a szemcsék keresztmetszete látható, a közvetlen mérés az átlagos szemcsenagyságra 70 Å-ös vastagságot eredményezett.

Ez a nemesítési technika szempontjából rendkívül fontos új megállapítás, mert az eddigi szemcsevizsgálatok (amelyek ismert okoknál fogva agglomerátumra vonatkoznak) ennél jóval nagyobb értékkel számoltak. A bauxit primer szemcséi tehát rendkívül kis méretűek s olyan kolloidtartományba esnek, melyben igen jelentős felületi erőkkel lehet számolni.

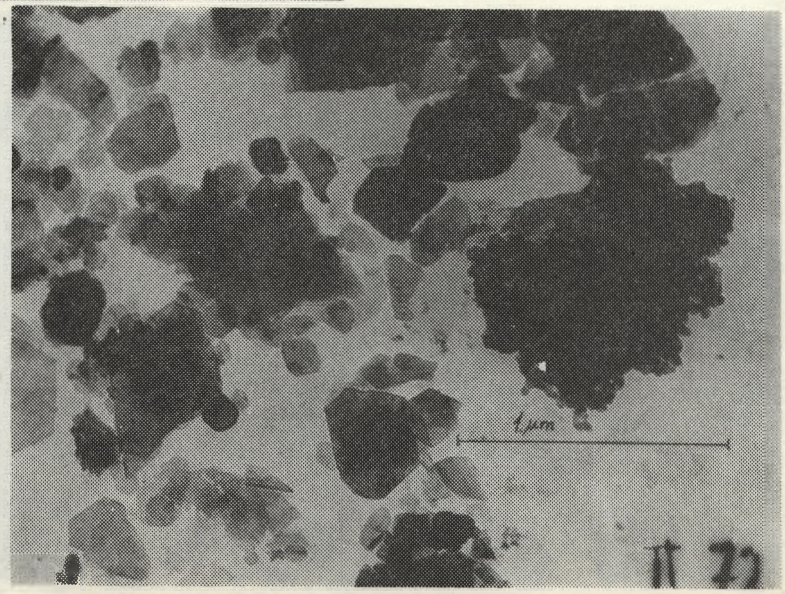
A metszeteken látható agglomerátumok, melyek számos primer szemcse összetapadásából származnak, természetesen nagyobbak és kitöltik a metszet teljes vastagságát (250 Å), ill. ennél is vastagabbak és valószínűleg meghaladják a 0,5 μm-t.

A *3.* és *4. kép* az előző mintának 1:1 higítású sósaval kioldott blokkjáról készült elektronmikroszkópos felvétel, éspedig a 3. felvétel hidegen végzett savazás, a 4. kép pedig forró savazás után és merőleges metszetről készült felvétel.

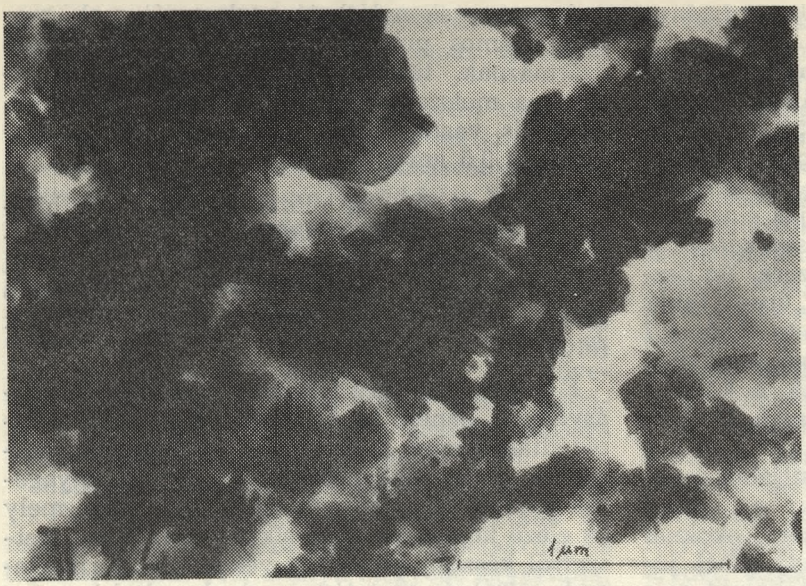
E kezelés hatására feltehetően nemcsak a vasásványok, hanem az Al-ásványok is részben feloldódtak, amire a hatszöges formaelemek számának erős csökkenéséből (az eredeti anyagéhoz képest) lehet következtetni. A 4. kép, mely az előző képek metszési síkjára merőleges metszetről készült, hosszúkás vékony léc formaelemek túlsúlyát mutatja, amelyek voltaképpen a lemezes kristályok keresztmetszetei. Ez az elrendeződés arra vall, hogy a bauxitban a kristályok jelentős része orientáltan helyezkedik el,



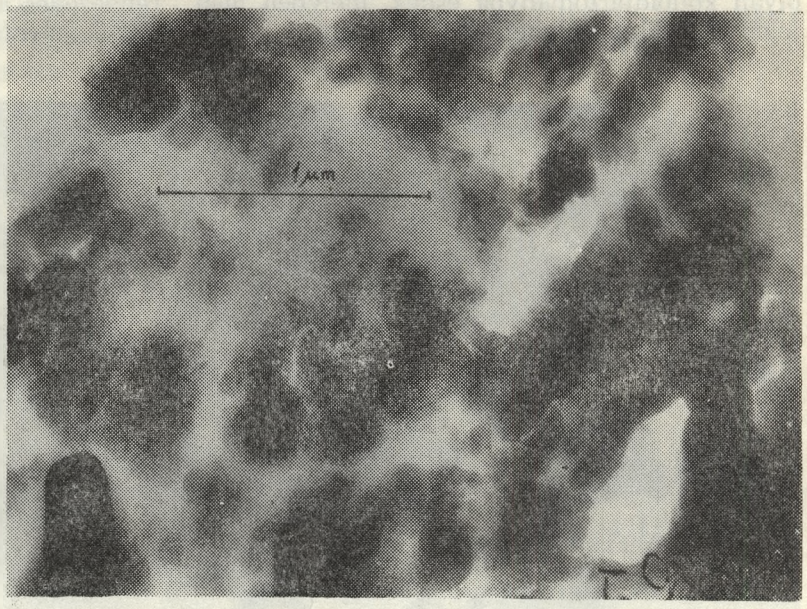
1. kép. Felix II bauxit, kezeletlen. 250 Å metszet. Nagyítás: 36 000×



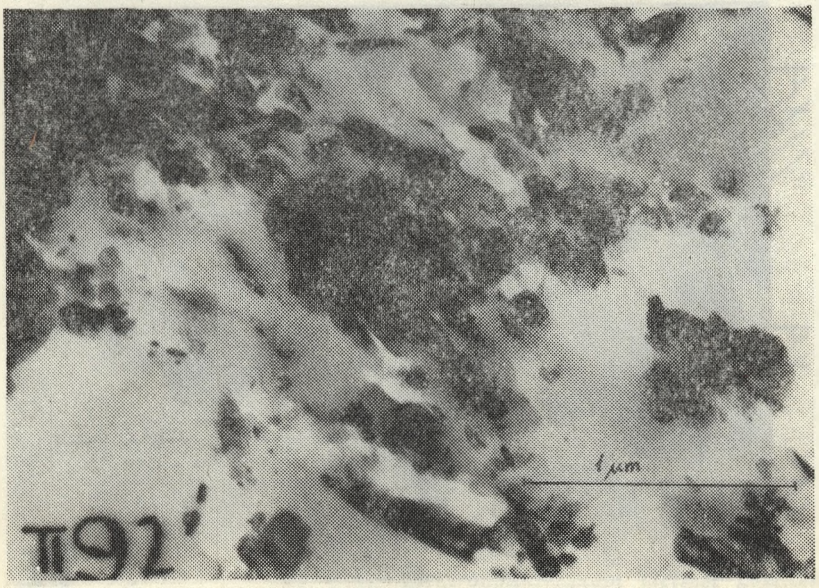
2. kép. Felix II bauxit, kezeletlen. 250 Å metszet. Nagyítás: 36 000×



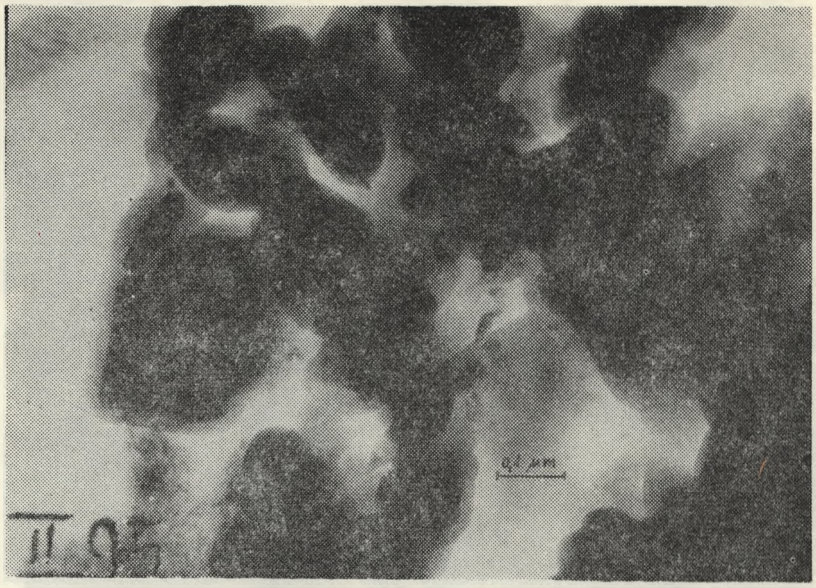
3. kép. Felix II bauxit, 1:1 sósavoldattal hidegen kezelve. 250 Å metszet. Nagyítás 36 000×



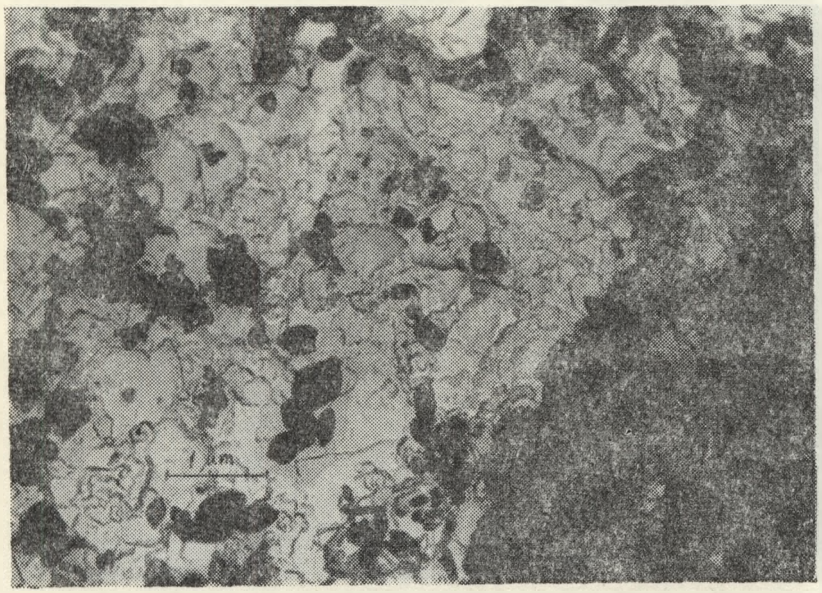
4. kép. Felix II bauxit, 1:1 sósavoldattal forrón kezelve. 250 Å metszet. Nagyítás 36 000×. A metszés az 1—3 képek síkjára merőlegesen történt



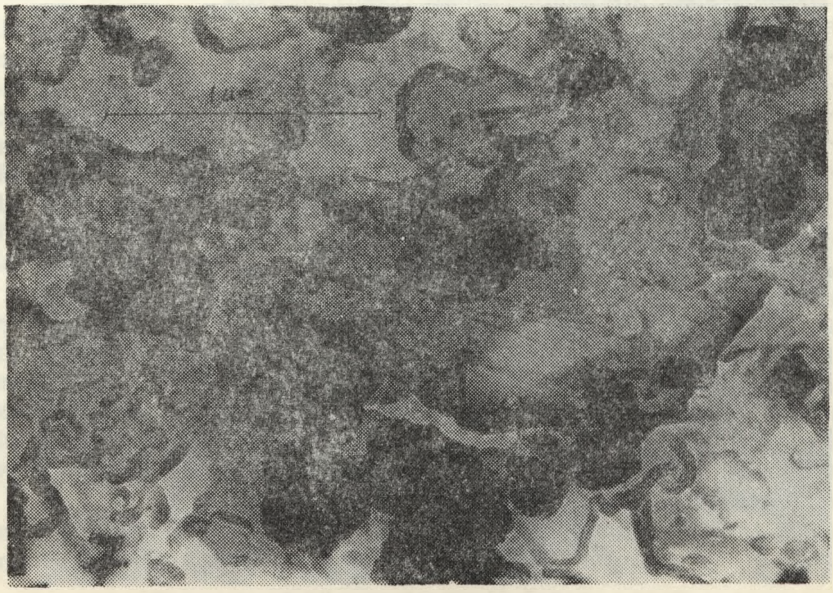
5. kép. Felix II bauxit, 1:1 HF-oldattal kezelve. 250 Å metszet. Nagyítás 36 000×



6. kép Felix II bauxit, 1:1 HF-oldattal kezelve. 250 Å metszet. Nagyítás 90 000×

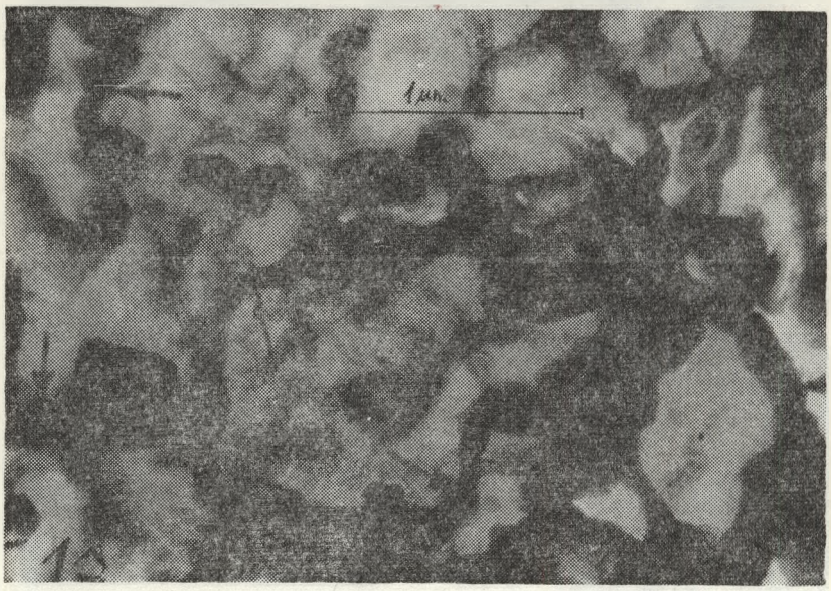


7. kép. Felix I bauxit, kezeletlen. Szénplatina replika. Nagyítás 13 000×

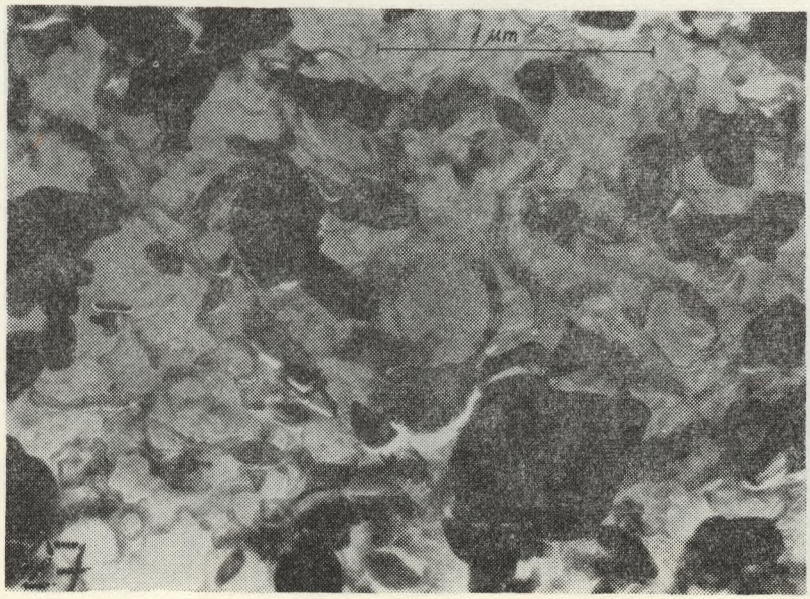


8. kép. Felix II bauxit, kezeletlen. Szén-platina replika. Nagyítás 36 000×

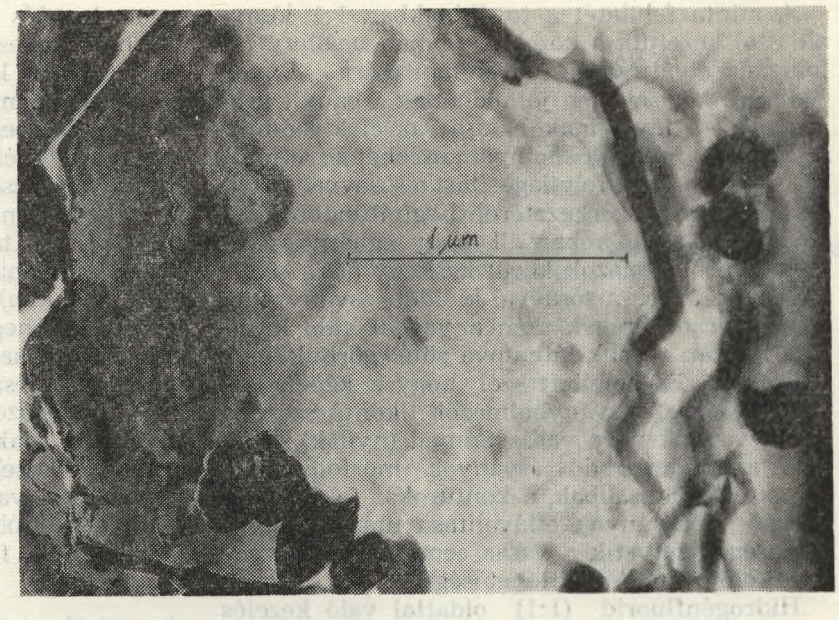
9. kép. Felix II bauxit, kezeletlen. Szén-platina replika. Nagyítás 75 000×



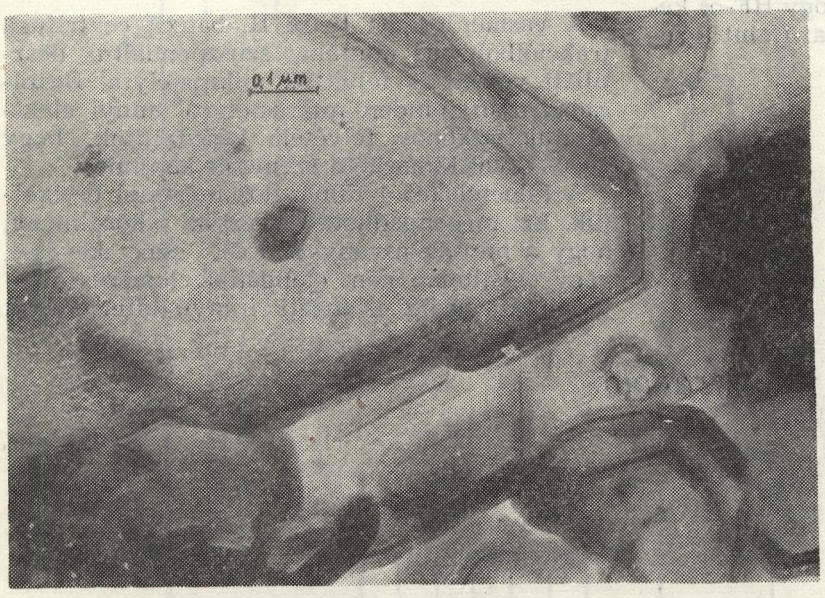
10. kép. Felix II bauxit 1:1 HCl-oldattal kezelve. Szénplatina replika. Nagyítás 36 000×



11. kép. Felix II bauxit, 1:1 HF-oldattal kezelve. Szén-platina replika. Nagyítás 36 000×



12. kép. Felix II bauxit, 1:1 HF-oldattal kezelve. Szénplatina replika. Nagyítás 37 000×



13. kép. Felix II bauxit, 1:1 HF-oldattal kezelve. Szénplatina replika. Nagyítás 90 000×

ami a lemezek többé-kevésbé párhuzamos elrendeződésében nyilatkozik meg.

A Felix—II. bauxitminták blokkjait a továbbiakban 1:1 hígítású HF-dal kezeltük, majd a kezelt anyagról szintén 250 Å-ös metszeteket készítettünk *(5. kép)*. A HF-os kezelés hatására a legtöbb szemcse körül a szemcsénél kisebb sűrűségű udvar keletkezett *(6. kép)*. Az udvar valószínűleg a részbeni oldás után visszamaradt anyag, a szemcséknek az a néhány Å vastag rétege, amely a beágyazó akrilát védőhatása miatt nem oldódhatott fel.

A kezeletlen és kezelt bauxit mintáiról készült metszetek kitűnő képet nyújtanak a bauxit szemcseeloszlásáról, az agglomerátumok finom szerkezetéről, de a sósavas és hidrogénfluoridos kioldás önmagában nem bizonyult elegendőnek a szemcsék közötti kötődés alapvető lényegének felderítésére.

A metszetekkel ellentétben, amelyek a szemcsék két dimenzió szerinti elrendeződését mutatják, a replika felvételek a primer szemcsék egymás fölötti elhelyezkedéséről tájékoztatnak. A kezeletlen bauxitblokkok simára metszett felületét szénnel és/vagy platinával gőzölve leoldás után nyertünk vizsgálatra alkalmas replikát. Nagyszámú anyag átvizsgálása után a példaképpen bemutatott 7—9. fényképek reprezentálják a kezeletlen bauxit szemcseszerkezetét, különféle nagyításokban.

E képeken jól felismerhetők az egyedi szemcsék (a sötét, gyakran fekete foltok a replikára ragadt, ki nem oldódott ásványszemcsék). Az ásványok zöme táblás, lemezes karakterű, de csak ritkábban látunk automorf körvonalat, amely pszeudohexagonális alak jelenlétére vall. Az egyes képeken jelentkező széles sötét kontúr *(8. kép)* a kristálylemez nagyobb vastagságának következménye. Erős nagyításban a szemcsék *(9. kép)* kisebb elemekből összetettnek tűnnek fel, némelykor orientált egymásra növés (vagy epitaxiális növés) jeleit is mutatva.

A minta felületét a továbbiakban 1:1 sósavoldattal kezeltük a kezelés nyomán beálló morfológiai elváltozások megállapítására. Ennek hatására közismerten jól oldódnak a bauxit vasásványai, s így annak hatását az elektronmikroszkópiai felvételeken nyomon lehet követni. A 10. sz. kép nyújt felvilágosítást a sósavval kezelt bauxit szemcseszerkezetéről. Legfeltűnőbb morfológiai változás abban áll, hogy néhány szemcséből álló halmazok körül keskeny árok keletkezik. Az árkok a sósavval kioldott ásvány után visszamaradt üregek szén anyaggal való kitöltése folytán válnak láthatóvá sötét görbült ívek alakjában. Ez amellett szól, hogy a képen látható (világos) ásványhalmazok kontúrszerűen körül vannak véve vasásvánnyal (nyilak). Ezen felül a visszamaradó ásványok morfológiailag karakterisztikusabbak, a kontúrokat feltehetően elkenő vasásványok eltávolítása után. Ezek a jelenségek felvetik a vasas cementáció helyenkénti előfordulásának lehetőségét.

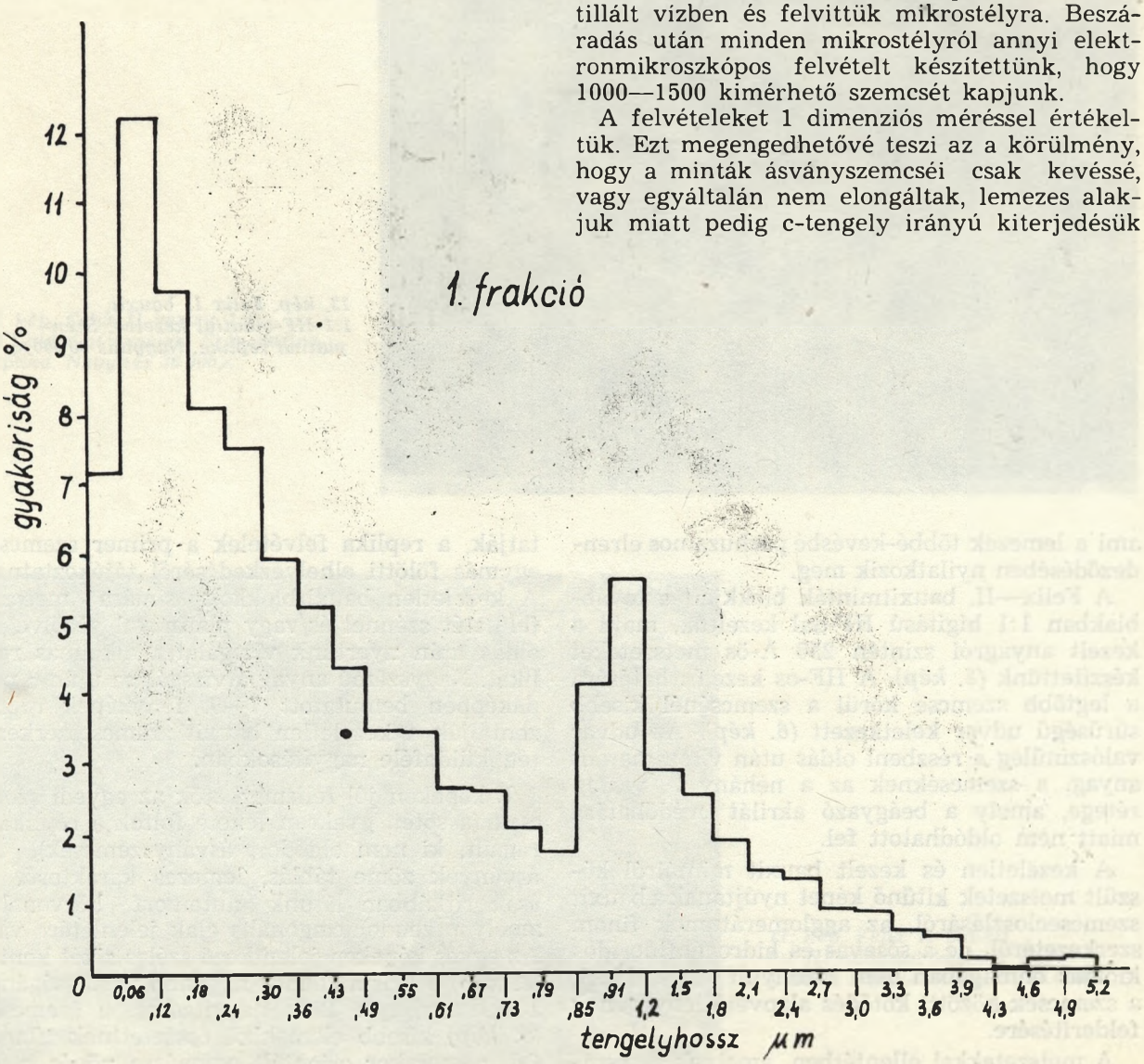
Hidrogénfluorid (1:1) oldattal való kezelés eredményét a 11—13. kép mutatja.

Mindenekelőtt megfigyelhető, hogy HF-os kezelés nyomán nem kapunk csíkokat (mint a sósavas kezelés hatására), és a replikákon felismerhető egyes kioldott szemcsék (kristályok) visszamaradt lenyomata. E lenyomatok, melyek a HF-ban nem oldódó ásványoktól származnak némely esetben nem mutatnak önálló szerkezetet, mert tökéletesen beágyazták az eltávolított kristályszemcsét *(13. kép)*. Más esetben viszont — feltehetően azért, mert az eltávolított kristályhoz nem tapadt tökéletesen — önálló szerkezettel jelenik meg az eltávolított kristály alatt *(12. kép)*. Nagyon jellegzetes a *9. kép*, amelyből a negatív lenyomatok morfológiájából ítélve főleg kaolinit ásvány oldódott ki, a visszamaradó részek pedig körülölelik az eltávolított kristályszemcséket. E kidomborodni látszó vonulatok alakzatukat tekintve igen hasonlóak a sósavas kezelés *(10. kép)* ábráján látható sötét vonalakhoz, vagyis minden valószínűség szerint vasásványokról van szó. Az allitos ásványok ezen is táblás sík felületeket képviselnek.

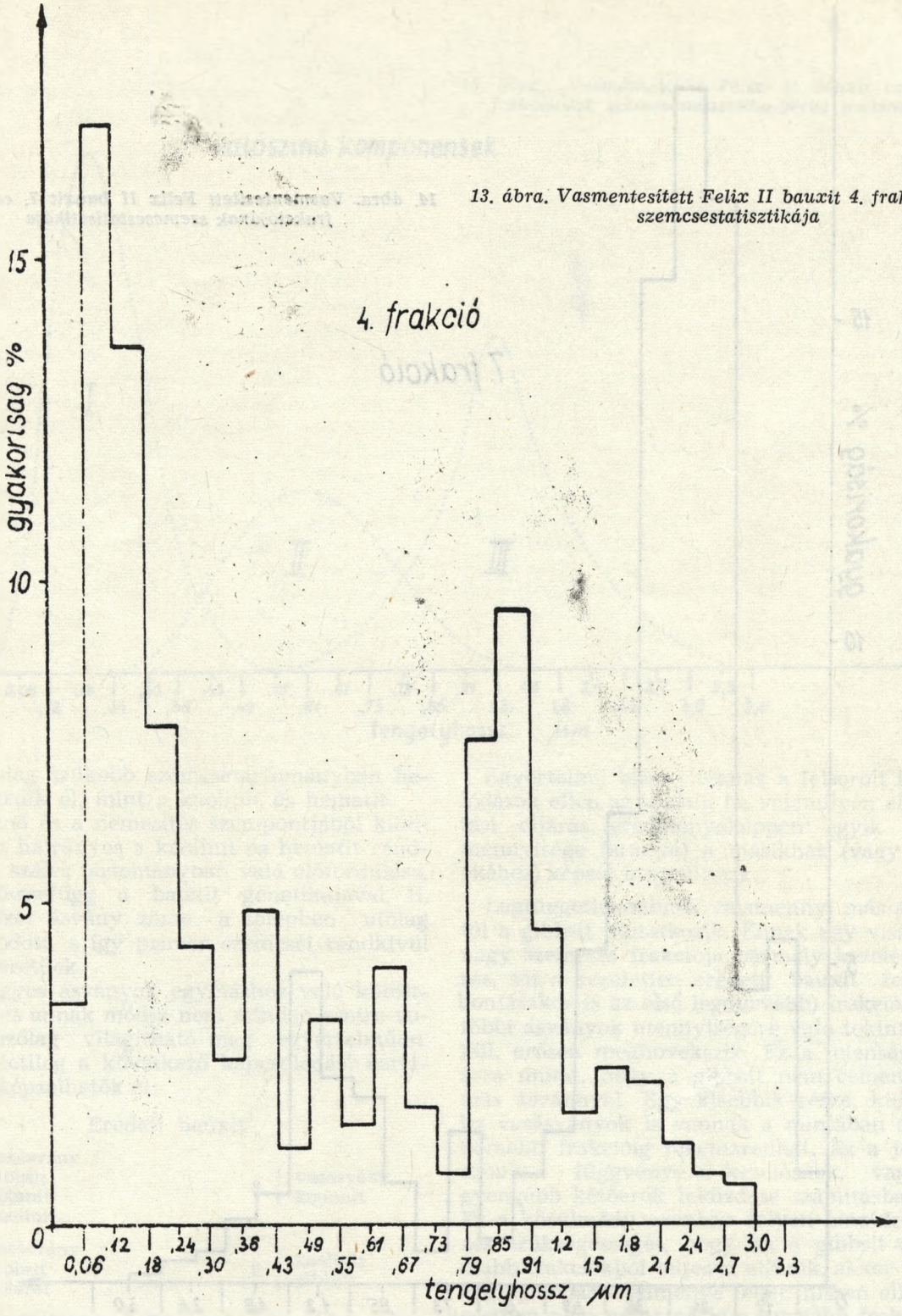
A centrifuga frakciók szemcsestatisztikája

A vasmentesített Felix II. bauxit centrifuga frakcióiból vett mintákat szuszpendáltuk desztillált vízben és felvittük mikrostélyra. Beszáradás után minden mikrostélyról annyi elektronmikroszkópos felvételt készítettünk, hogy 1000—1500 kimérhető szemcsét kapjunk.

A felvételeket 1 dimenziós méréssel értékeltük. Ezt megengedhetővé teszi az a körülmény, hogy a minták ásványszemcséi csak kevéssé, vagy egyáltalán nem elongáltak, lemezes alakjuk miatt pedig c-tengely irányú kiterjedésük



12. ábra. Vasmentesített Felix II bauxit 1. centrifuga frakciójának szemcsestatisztikája



13. ábra. Vasmentesített Felix II bauxit 4. frakciójának szemcsestatisztikája

elhanyagolható a másik két kiterjedésükhöz viszonyítva.

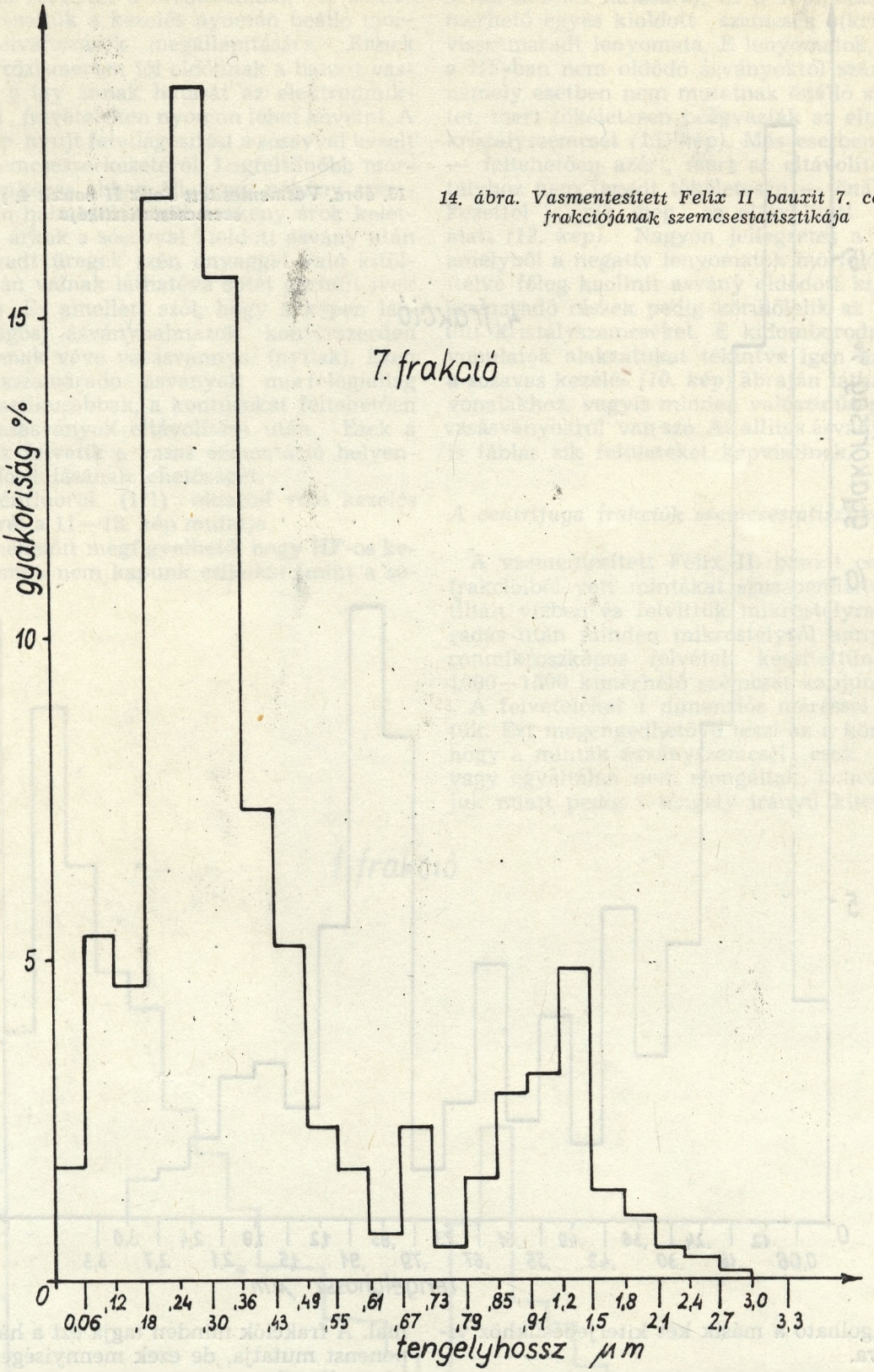
Az µm alatti méretű szemcséket 0,06 µm terjedelmű, az 1 µm felettieket pedig 0,3 µm terjedelmű méretsávokba soroltuk. (0,0—0,06, 0,06—0,12...0,90—1,0, 1,2...1,5... µ stb.)

A mellékelt grafikonok *(12—14. ábra)* az egyes frakciók részecskeeloszlását mutatják. Gauss eloszlást feltételezve a grafikonok analízise három komponensű sokaságra utal, mégpedig az 1. komponens 0,2 µm, a 2. komponens 0,6 µm, a 3. komponens 1,2 µm-es maximummal. A frakciók minden tagja ezt a három komponenst mutatja, de ezek mennyisége frakciónként változik.

A vizsgálati eredmények összefoglalása

Az előzőekben bemutatott vizsgálati eredmények, néhány, a bauxit nemesítésére irányuló következtetés levonására adnak lehetőséget.

— Megállapítható, beágyazott metszetek és alkoholos szuszpenziók elektronmikroszkópi

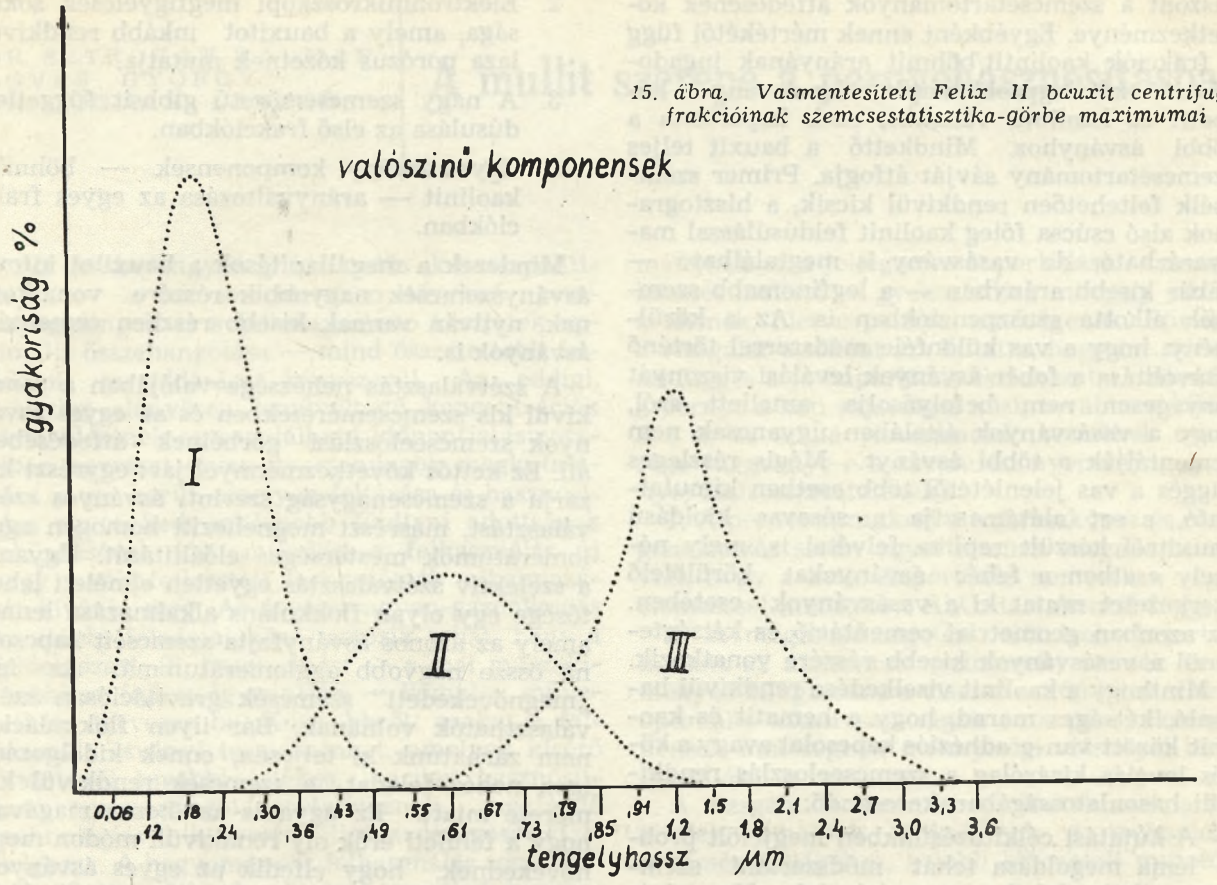


14. ábra. Vasmentesített Felix II bauxit 7. centrifuga frakciójának szemcsestatisztikája

tanulmányozása révén, hogy a bauxit primer szemcséi rendkívül kis mérettartományba esnek (a szemcsék zöme 0,06—1,8 μm közé).

— A szemcsestatisztikai hisztogramok, két vagy három maximumot adó érintő görbével írhatók le, melynek egyes csúcsaihoz, egyéb vizsgálatok szerint, külön ásványok is rendelhetők. Így mindenekelőtt a gibbsit a legnagyobb szemcséjű maximumhoz tartozik, amit a legnagyobb szemcsefrakciókban való szinte állandó kulminálása, továbbá az infravörös fajlagos extinkciók is megerősítenek.

— A szemcsék zöme azonban 0,5 μm-nél kisebb méretű, s ebben valamennyi többi fontosabb ásvány (kaolinit, böhmit, hematit) arányosan részt vesz. Legfeljebb a böhmitről állapítható meg, hogy a gibbsitnél kisebb, de vi-



15. ábra. Vasmentesített Felix II bauxit centrifuga frakcióinak szemcsestatisztika-görbe maximumai

szonylag szűkebb szemcsetartományban helyezkedik el, mint a kaolinit és hematit.

— Feltűnő és a nemesítés szempontjából különösen hátrányos a kaolinit és hematit rendkívül széles tartományban való előfordulása. Ez összefügg a bauxit genetikájával, ti. mindkét ásvány zöme a telepben utólag képződött, s így primer szemcséi rendkívül kisméretűek.

— Az egyes ásványok egymáshoz való kötöttsége és annak módja nem minden esetre vonatkozólag világítható meg egyértelműen. Elméletileg a következő kapcsolódási variációk képzelhetők el:

Eredeti bauxit

1. { vasásvány, gibbsit, böhmit, kaolinit }
2. { vasásvány, gibbsit, böhmit }
3. { vasásvány, gibbsit, kaolinit }
4. { vasásvány, böhmit, kaolinit }
5. { kaolinit, gibbsit, böhmit }
6. { vasásvány, gibbsit }
7. { vasásvány, böhmit }
8. { vasásvány, kaolinit }
9. { kaolinit, gibbsit }
10. { kaolinit, böhmit }
11. vasásvány
12. gibbsit
13. böhmit
14. kaolinit

Egyértelmű bizonyítéknak a felsorolt kapcsolódások ellen az számít, ha valamilyen elválasztási eljárás eredményeképpen egyik ásvány mennyisége (aránya) a másikhoz (vagy többiekéhez) képest megváltozik.

Legfüggetlenebbnek valamennyi más ásványtól a gibbsit mutatkozik. Ennek egy viszonylag nagy szemcsés frakciója bármely kezelési eljárás, sőt a kezeletlen eredeti bauxit frakcióra bontásakor is az első legdurvább) frakciókban, a többi ásványok mennyiségére való tekintet nélkül, erősen megnövekszik. Ez a jelenség tehát arra mutat, hogy a gibbsit nem cementálódik más ásvánnyal. Egy kisebbik része, különösen ha vasásványok is vannak a mintában a legfinomabb frakcióig megmaradhat. Ez a jelenség azonban függvénye a kezelésnek, vagyis itt gyengébb kötőerők leküzdése számításba jöhet. Ez a körülmény azonban felveti ama feltételezés szükségességét, hogy ha a gibbsit a finomabb frakciókból teljesen eltűnik, akkor ez csak aggregálódás eredménye lehet, hiszen ellenkező esetben nem válhatna le a durvább frakcióban. Minthogy a némely esetben megmaradó gibbsit a vas jelenlétéhez lászik kötve lenni, a gibbsitre nagyobb részben a 12-es, kisebb részben a 6. típusú kapcsolódás jellemző.

A böhmit ásvány legalábbis részben független a kaolinittól, mert bár nincs olyan frakció, amelyben egymás nélkül fordulnának elő, a böhmitnek legtöbbször határozott kulminációs pontja van s ez nem korrelál ill. véletlenszerűen változik a kaolinit esetleges ingadozásával. Ebből a kaolinit-böhmit szoros kapcsolatának hiányára következtethetünk, az együttes leválás

viszont a szemcsetartományok átfedésének következménye. Egyébként ennek mértékétől függ a frakciók kaolintit/böhmit arányának ingadozása. A két legproblematikusabb ásvány a hematit és kaolinit, valamint ezek kapcsolata a többi ásványhoz. Mindkettő a bauxit teljes szemcsetartomány sávját átfogja. Primer szemcséik feltehetően rendkívül kicsik, a hisztogramok alsó csúcsa főleg kaolinit feldúsúlással magyarázható, de vasásvány is megtalálható — habár kisebb arányban — a legfinomabb szemcsék alkotta szuszpenziókban is. Az a körülmény, hogy a vas különféle módszerrel történő eltávolítása a fehér ásványok leválási viszonyát lényegesen nem befolyásolja, amellett szól, hogy a vasásványok általában ugyancsak nem cementálják a többi ásványt. Mégis részleges függés a vas jelenlététől több esetben kimutatható, s ezt alátámasztja a sósavas kioldású bauxitról készült replika felvétel is, mely némely esetben a fehér ásványokat körülölelő szerkezetet mutat ki a vasásványok esetében. Ez azonban geometriai cementáció és kétségtelenül a vasásványok kisebb részére vonatkozik.

Minthogy a kaolinit viselkedése rendkívül hasonló, kétséges marad, hogy a hematit és kaolinit között van-e adhéziós kapcsolat avagy a közös leválás kizárólag a szemcseeloszlás rendkívüli hasonlatosságában keresendő.

— A kutatási célkitűzésünkben megjelölt probléma megoldása tehát módszertani szempontból ütközik nagy nehézségbe. Ugyanis a bauxitásvány szemcséi közötti adhéziós kapcsolatok hiányáról végérvényesen csak ezek mechanikai szétválasztása révén lehetne meggyőződni. Ha azonban ilyen módszert nem ismerünk, vagyis az egyes ásványfajtákat nem tudjuk szétválasztani, ez még nem bizonyítja az ásványok adhéziós kapcsolatát.

Sőt valamennyi kísérletünk és megfigyelésünk indirekt úton az erősebb, pl. cementációig menő kapcsolatok hiányára utal. Ilyenek:

1. Alkoholban az agglomerátumok robbanásszerű szétesése.
2. Elektronmikroszkópi megfigyelések sokasága, amely a bauxitot inkább rendkívül laza porózus kőzetnek mutatja.
3. A nagy szemcseméretű gibbsit független dúsulása az első frakciókban.
4. Egyes ásványi komponensek — böhmit/kaolinit — arányváltozása az egyes frakciókban.

Mindezek a megállapítások a bauxitot kitevő ásványszemcsék nagyobbik részére vonatkoznak, nyilván vannak kisebb részben cementált ásványok is.

A szétválasztás nehézsége valójában a rendkívül kis szemcseméretekben és az egyes ásványok szemcseeloszlási görbéinek átfedésében áll. Ez kettős következménnyel jár: egyrészt kizárja a szemcsenagyság szerinti ásványos szétválasztást, másrészt megnehezíti homogén agglomerátumok mesterséges előállítását. Ugyanis a szelektív szétválasztás egyetlen elméleti lehetősége egy olyan flokkuláns alkalmazása lenne, amely az azonos ásványfajta szemcséit kapcsolná össze nagyobb agglomerátummá. Az így „megnövekedett" szemcsék gravitációsan szétválaszthatók volnának. Bár ilyen flokkulációt nem zárhatunk ki teljesen, ennek kidolgozása igen nehéz feladat a szemcsék rendkívül kis mérete miatt. Ez ugyanis azt hozza magával, hogy a felületi erők oly rendkívüli módon megnövekednek, hogy elfedik az egyes ásványok közötti egyébként sem jelentős eltérésekből adódó különbségeket. Ilymódon a flokkuláló szerek mindig a teljes rendszert s nem az egyes ásványfajtákat szelektive flokkulálják.

Mindezek a megállapítások természetesen a vizsgált bauxitra vonatkoznak ugyan, de eddigi nagy vizsgálati anyagra támaszkodó tapasztalataink szerint lényeges különbség a különböző bauxitok között nem várható. Kisebb szemcseeloszlási ingadozásokkal találkoztunk, ezek azonban sohasem elegendően nagyok ahhoz, hogy előbbi megállapításainkat lényegesen módosíthatnák.

DR. SZTRÓKAY KÁLMÁN,
LOVAS GYÖRGY
DR. BOGNÁR LÁSZLÓ

A mullit szerepe a pernyehasznosításban

Az ásványvagyon-gazdálkodás kutatáspolitikája — a fokozott ütemben növekvő nyersanyagigények és a felhasználható készletek optimális összehangolása — mind összetettebb feladatok megoldására kényszerül. Az eddigi, aránylag előnyösen leművelhető koncentrációk kimerülésének extrapolálható időpontjai ismeretében egyrészt olyan nyersanyagok megkutatására is sor kerül, amelyek feltárása és hasznosítása egyre kedvezőtlenebb földtani adottságok leküzdésével jár, másrészt a felhasználás új vagy továbbfejlesztett technológiák alkalmazását kívánja meg. Az ásványvagyon-gazdálkodás ez utóbbi feladatai közé tartozik tehát, hogy a feldolgozást, ill. hasznosítást — a mai műszaki-technikai fejlettség szintjén — komplex műveletként tervezze be. Közelebbről: azokat a felhasznált ásványi termékeinket, amelyek kísérő összetevői további értékes, iparilag hasznosítható nyersanyagot tartalmaznak, megfelelő technológiával kinyerje, ill. gazdaságosan feldolgozza. A hagyományos felhasználás során keletkező, hulladéknak tekintett termékek hasznosítását tehát népgazdasági kiemelt kutatási programnak kell tekintenünk.

Az egyik ilyen — immár több vonatkozásban szerepeltetett — hulladékanyagunk a porszéntüzelésű hőerőmű pernye, amelynek közismerten értékes komponense a viszonylag magas Al_2O_3-tartalom. A legtöbb eltüzelt barnakőszén pernyéje az elemzések szerint átlagosan 30—31% timföldet tartalmaz.

Néhány évvel ezelőtt a Tatabányai Szénbányák kezdeményezésére foglalkozott az ELTE Ásványtani Tanszéke is a porszéntüzelésű pernyék feldolgozása témakörében a timföld- (hidrát-) kinyerés és a keletkező nyers klinkeriszap technológiai fázisaiban képződő anyagok mineralógiai vizsgálatával. Első ütemben a kiindulási nyersanyag minőségi feltételeivel, vagyis a pernye mineralógiai összetételével, s egyes komponensei szerepével.

A második szakasza a vizsgálatoknak a szinterelt (önporló) és kilúgozott termékek alkati és koncentráció viszonyaival foglalkozott.

A feldolgozás technológiájának lényege: a nagy szemcsefinomságú pernye és a hozzáadagolt mészkőliszt között kellő hőmérsékleten termikus reakció játszódik le, új kristályos fázisok keletkeznek: Ca-aluminátok és Ca-szilikátok. Előbbiekből szódás (Na_2CO_3) kilúgozással az Al_2O_3, ill. $Al(OH)_3$ kinyerhető, a reakciótermékek másik része pedig zömében az a kalcium-ortoszilikát, amely a rendszer lehűlésekor kristálymodifikáció-változáson megy át, ami a terméket finom szemcsékre veti széjjel, „porlasztja", ugyanakkor ez a dikalciumszilikát a cementklinker fontos komponense. A zsugoritmánynak ez a jellegzetes önporlódása — azonos kezelés mellett — gyakorlatilag mintegy jelzője a termék, illetve pernye minőségének. Röviden a vizsgálat elsőként azt kutatta, hogy mi az összefüggés a jó önporlódás és fokozatai, valamint a pernye alkati sajátságai közt, továbbá a kilúgzás és az utána visszamaradó termékek minősége függvénye-e a kiindulási nyersanyag (pernye) fázisösszetételének?

1. A pernyemintákról a mikroszkópos és röntgenelemzés során egyértelműen megállapítható volt, hogy a kellő önporlódás nemcsak a vegyelemzéssel kimutatott Al_2O_3-tartalomtól függ.

2. A megfelelő égetési előírások betartása mellett az átalakított (szinterelt) termék eredményes kilúgzását s a visszamaradó klinkeriszap optimális alkati sajátságait is a pernyekomponensek minőségi és mennyiségi viszonyai befolyásolják.

A vizsgálatok során kirajzolódtak azok a feltételek, amelyek szükségesek a technológia eredményességéhez, a jobb kihozatali mutatókhoz.

A pernyeösszetételről

A kísérleti pernyeminták (Tatabánya II. Hőerőmű; Tatabányai Cementgyár, a Bokodi 3. kazán) anyaga nagyon finom (~70%-ban 60 μ alatti) szemcsézettségű volt. Összetételéről a mikroszkópi és röntgenelemzés megállapította, hogy félszilárd fázisban átalakult, többé-kevésbé kristályos és olvadék jellegű összetevőké a fő szerep. Mikroszkópban és röntgendiffraktogramon jellegzetes polikristályos rendszer jelentkezik, amelynek tagjai: kvarc, vasoxid (maghemit, hematit), anhidrit, továbbá gehlenit, plagioklász (anortit), β-Ca_2SiO_4 és vasmonoszulfid; mindezek mellett a diffraktogramon is láthatóan (1. sz. melléklet) jelentős szerepe van a jól definiálható m u l l i t- ($3Al_2O_3 . 2SiO_2$-) tartalomnak. — A többi része (45—50%-a) a pernyéknek nem, vagy gyengén kristályosodott állapotú komponens, optikailag amorfnak mutatkozó fázis, mely részint üvegszerű gömböcskékben, cseppecskékben vagy ezek töredékeiként vizsgálható. Jellemző továbbá, hogy csiszolatkészítéskor e gömbökből gyűrű forma alakul ki, amelynek belseje üres (gázüreg!).

A kristályosabb részben a g e h l e n i t ($Ca_2Al[Al, Si]_2O_7$) az egyik „nem kívánatos" képződmény, amely ha viszonylag csekély mennyiségben is, de optikailag jól definiálható kristályok csoportjaiként jelenik meg. Összetétele — az optikai sajátságok alapján Fe-t, ritkábban Mg-ot is tartalmaz. Mikroszkópban jól látható, hogy olvadt állapotból kristályosodott, környe-

zete sötétbarna nagy fénytörésű üveg (amiből azonban sem ferroåkarmanit, sem vasgehlenit már nem képződött). A gehlenitnek a kongruens olvadáspontja eléggé magas, s így — alábbi említendő (részleges) földpáttá alakulástól eltekintve —nem vesz részt a további termikus reakciókban, tehát a pernyestádiumtól mindvégig a termék „ballaszt" részlegét gyarapítja. Jelenlétét mindenkor figyelemmel kell kísérni, mert egyes, különösen Mg-tartalmú szinterelt termékekben bővebben képződhet, s a második technológiai szakaszban, a kilúgzással nyert cementiszapban nem előnyös a nagyobb koncentrációja. — A másik, bár nem ennyire „kedvezőtlen" kristályos komponens a plagioklászföldpát. Struktúrája olvadékból történt gyors dermedést jelez; bázisos (~ 80% An), magas olvadáspontú „felső" anortit. E két fázis jelenléte és kristályos fejlettsége jól példázza a CaO-Al_2O_3-SiO_2 terner rendszer kongruens olvadású két vegyülete ismert képződésfeltételeinek teljesülését: fölös SiO_2 jelenléte esetén a bázisosabb gehlenitből 1000—1200°-on anortit is képződhet. Vagyis a gehlenit közvetítő fázisként is szerepelhet. Ha azonban szintereléskor (pl dolomittal vegyes a mészkő) több aktív Mg^{++} kerül a rendszerbe; a nem kívánatos melilit-félék (gehlenitåkermanit) már bővebben képződnek (a MgO-val = periklásszal egyetemben).

A pernyében a leglényegesebb, és ugyancsak a lángtérben képződő fázis: a mullit, amely kedvező esetben közel 1/3 része lehet a pernyének (l. alább). A kristályosabb frakció többi részét az említett néhány fázis, továbbá természetesen a kvarc töredékek és a ferrioxidok (hematit, maghemit, valamint FeS és Fe) alkotják mint állandó komponensek.

Ha a kémiai elemzések Fe_2O_3 mennyiségét (átlagosan 9,2%) önálló oxidos fázisnak tekintjük, a kristályos kvarcszemcsék részvételét (a műszeres észlelés szerint) ~ 8%-ra becsüljük, úgy ezek a szilikátokkal (mullittal) együtt megközelítik a 48—50%-ot. Azt vizsgálva, hogy a nem jól kristályosodott, ill. javarészt üveges részlegnek szemcseméretе és minőségi összetétele befolyásolja-e itt a feltárás menetét: egyértelműen megállapítható volt a lineáris összefüggés, s az Al-tartalomnak a termikus folyamat során a kívánt újfázisokká alakítása főként a mullitkomponens megjelenésének, ill. mennyiségének függvénye, s ezzel párhuzamos a gyengén anizotróp és üveges részleg reakcióképessége is.

Röviden: a pernyeminőség jellemzésére a vegyi összetevők súlyszázalékos mennyisége, vagy a szokásos vegyelemzés oxidatatai legfeljebb tájékoztató számok lehetnek, de ne jelzik még, hogy a pernyéből eredményes zsugorítás (porlódás) várható-e vagy sem.

A porszéntüzelés pernyéinek Al-oxidtartalma átlagosan 30%. Azonban — ezt számításaink is alátámasztják —, az alumínium egy része inaktív, vagyis nem feltárható vagy nem átalakítható (egyéb) vegyületek és üveges fázisok alakjában van jelen.

---

* Saját kristályosítás standard kaolinból

A mullittartalom mennyiségi meghatározása

A pernye mészkővel zsugorítását és a kívánt termikus reakciótermékek előállítását a pernye mullittartalma, ill. mullitösszetételű (nem röntgenamorf) fázisegyüttes előnyösen befolyásolja. Lényeges mutató tehát a röntgennel kimutatható mullit mennyiségi részvétele a kiindulási termékben. A kvantitatív meghatározásra — minthogy a pernye sajátos polikristályos és amorf fázisokkal vegyes rendszer — külön eljárás kidolgozására volt szükség.

Referencia-anyagként a laboratóriumi MgO-ot választottuk, tekintettel jól elkülöníthető röntgendiffrakciós vonalaira. Kiválasztottuk a mullit egyik legjellemzőbb, standard intenzitású reflexióját:

mullit elemző vonala $d_{(331)}$1,523 Å I 90

Mg összehasonlító vonala $d_{(220)}$1,489 Å I 52

A kiértékeléshez 20, 40 és 80%-os mullitetalon* szolgált 15% MgO hozzáméréséval (és kalibrációs segédanyagként izotróp üvegpor szerepelt). Mérési adatok az 1. sz. táblázaton.

1. táblázat

A mullitmennyiség mérése

Mullit	MgO				
$I \cdot 10^4$ imp/p	$I_0 \cdot 10^4$ imp/p	I/I_0	$b\%$	$m\%$	$mt\%$
0,10	0,31	0,323	20	17,6	20,9
0,175	0,296	0,592	40	35,1	36,6
0,243	0,291	0,835	60	52,7	50,8
0,347	0,330	1,052	80	70,2	72,6

Jelzések:

$b\%$ = a bemért mullitanyag
$m\%$ = a bemérés valós mullittartalma (a krisztobalit levonása után)
$mt\%$ = mullittartalom az adagolt mintákban (az alkalmazott összefüggés alapján)

Utolsó oszlop (mt) természetesen a bemért mullitmennyiséghez viszonyított értéket jelzi.

A legkisebb négyzetek módszere szerint a nyert pontokhoz legjobban illeszthető egyenes

$$\frac{I}{I_0} = 0{,}0156 \cdot mt\% \qquad (1)$$

Amikor az elemző vonal-intenzitást (I-t) a diffraktométernél szokásos impulzus/percben mérjük, s a MgO I_0-jainak átlagát az (1) összefüggésbe helyettesítettük, a pernyeminták mullitrészlegére aránylag kis értékek adódtak: a Tatab. Cementgy.-i pernyében 23%; a Tatab. II. Hőerőmű 21%; a Bokodi (3. kazán) 17%. (Az eljárás ±5—6% pontosságot jelent.) Mivel bizonyosnak látszott, hogy nem ennyi a kristályosabb fázisként észlelt (ill. nem röntgenamorf) mullit mennyisége a pernyékben, más eljáráshoz

kellett folyamodnunk. Elsősorban mérlegeltük azt, hogy az adatsort mesterséges (mullit + MgO + üvegpor) keverék alkalmazásával nyertük. Az eljárást akként változtattuk meg, hogy a pernyemintákhoz adtunk azonos mennyiségű (15%) MgO-t és a diffraktogrammokon kimértük a MgO referencia-vonal intenzitásértékeit. Azt kellett tudnunk, hogy ugyanannyi MgO azonos intenzitással jelentkezik-e a keverékben, mivel különböző vastartalmú vegyületek (hematit, maghemit, FeS, sőt fém-Fe) vannak jelen a pernyében, amelyek tömegabszorpció folytán intenzitáscsökkentő vagy növelő hatást fejthetnek ki.

A kijelölt MgO-vonal intenzitásának kimérésekor kitűnt, hogy míg a mesterséges keverékekben (l. előbb) átlagértékként 0,307 . 10^4 imp/perc volt az intenzitás, az új mintasorban egyértelmű eltéréssel kisebb intenzitás volt mérhető, vagyis a pernyék említett Fe-tartalmú komponenseinek következetesen csökkentő a hatása. Új sorozattal (a hibaforrások kiküszöbölése céljából) ismét meghatároztuk a pernye-mullit ugyanazon elemzővonala $\underline{d}_{331}$ intenzitásait, majd a 15% MgO-ot hozzákeverve, ennek a diffraktogramon a hozzá közeli referencia-vonala $\underline{d}_{220}$ intenzitásait.

Mindhárom minta esetében rendre közel azonos volt a beütésszám: 0,25 . 10^4, 0,23 . 10^4 0,24 . 10^4 imp/p. Ez olyan kalkulációs formulához vezetett, amellyel már ki lehet küszöbölni az intenzitáscsökkentő hatást. Előbbi (1) összefüggés átrendezésekor

$$\text{mt}\,\% = \frac{I}{0{,}0156 \,.\, I_0}$$

hányados szerepelt, most az átlagos I_0 (MgO intenzitás) a pernyékben 0,243 . 10^4 imp/p-nek adódott. A hányados így módosult:

$$\text{mt}\,\% = \frac{I}{37{,}9} \qquad (2)$$

A pernyék kijelölt mullitvonalának intenzitásait rendre behelyettesítve, a 2. sz. táblázatban látható értékek számíthatók a mullittartalmakra.

2. táblázat

A pernyék mullittartalma

Pernye	Mullittartalom (előbbi)	Mullittartalom korrigált
Tatabánya Cem.	23%	29%
Tatabánya—II.	21%	26%
Bokődi—3.	16%	21%

A táblázat bemutatja, hogy a változás (előbbi pontossági határok közt) mindhárom esetben + előjelű, a minták sorrendje is ugyanaz marad. Ezzel a módszerrel lényegesen reálisabb a meghatározható mullittartalom. Ezek az értékek már alkalmasak arra, hogy további kalkulációt végezzünk. Pl. a mullitban leggazdagabb 1. sz. pernye vegyelemzése a főbb oxidkomponensekre ezt eredményezte:

SiO_2	43,46%
Al_2O_3	31,10%
Fe_2O_3	9,20%
CaO	4,90%
MgO	2,10%

A kristálykémiai adatok szerint a $3Al_2O_3 \,.\, 2SiO_2$ összetételű mullitban 72% Al_2O_3 és 28% SiO_2 a két komponens aránya. Ha ennek a pernyemintának teljes Al_2O_3-tartalma mullitalakban volna jelen, úgy ez 43,2% mullittartalomnak felelne meg. Előbbi meghatározásunk szerint a pernye mullitja 29%, amihez 20,87% Al_2O_3 és 8,13% SiO_2 szükséges.

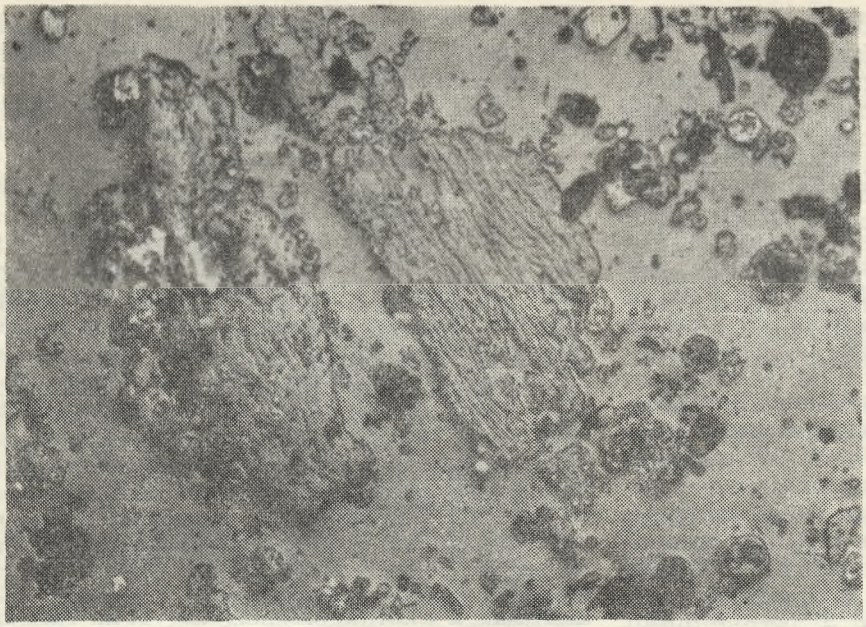
Ez azt jelenti, hogy a pernye *Al_2O_3-tartalmának kétharmada a mullitfázishoz tartozik.* A kovasavból viszont kevesebb mint egy negyedrész kell csak a mullitképzéshez, vagyis az SiO_2-ból 35,5% marad „feleslegben". Ennek 7—8%-a azonban önálló kvarc alakban van jelen, így kereken mintegy 28% SiO_2 az, amit a pernye egyéb kristályos és üveges fázisai tartalmaznak.

A mullit eredete a pernyében

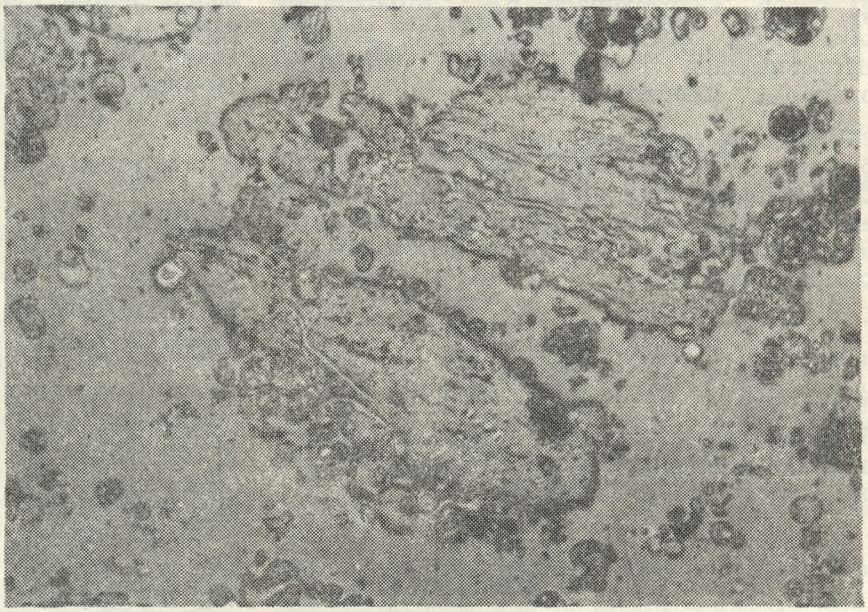
Ismeretes, hogy a barnakőszén-telepek közé behelyezkedő meddő kíséret és maguk a telepek szénanyaga is, bőven tartalmaz agyagásványokat: kaolinféléket, továbbá illitet, ritkábban a montmorillonit-család tagjait, tehát Al-hidroszilikátokat, típusos filloszilikát-szerkezettel. A kétrétegű kaolinfélék tisztán Al-szilikátok, a hármas rétegösszletű szilikátcsoport tagjai kevés alkáliát, Ca-ot, esetenként a középső kationsíkban Mg-ot is tartalmazhatnak; az illitféleknél gyakori a közberétegzett, s az ún. kevert szerkezet kevés alkálival, s a montmorillonithoz jelez átmenetet. Utóbbiaknak számos vegyi és szerkezeti variációja ismeretes.

Ez agyagásványok közismerten finomszemű, túlnyomóan földfelszíni vagy felszín közeli képződmények; mállás és átalakulás termékei. Lebegve szállítással kerülnek a szedimentáció helyére, s sekélytengerek, beltengerek, mocsaras szegélyövi, heteropikus fáciesként a szerves üledékkel együtt halmozódnak fel. Minden kőszénösszlet — hazai vizsgálatok tanúsítják — tartalmaz tehát (a keletkezési körülményektől függő mennyiségben) anorganikus kísérő anyagot, s ebben egyik jellegzetes (vagy fő) komponens éppen a vázolt agyagásványok valamelyike vagy együttese. Leginkább a kaolintípusú $Al_2SiO_5 \,.\, (OH)_4$ rétegszilikátok dominálnak gyakoriságban, mennyiségben egyaránt.

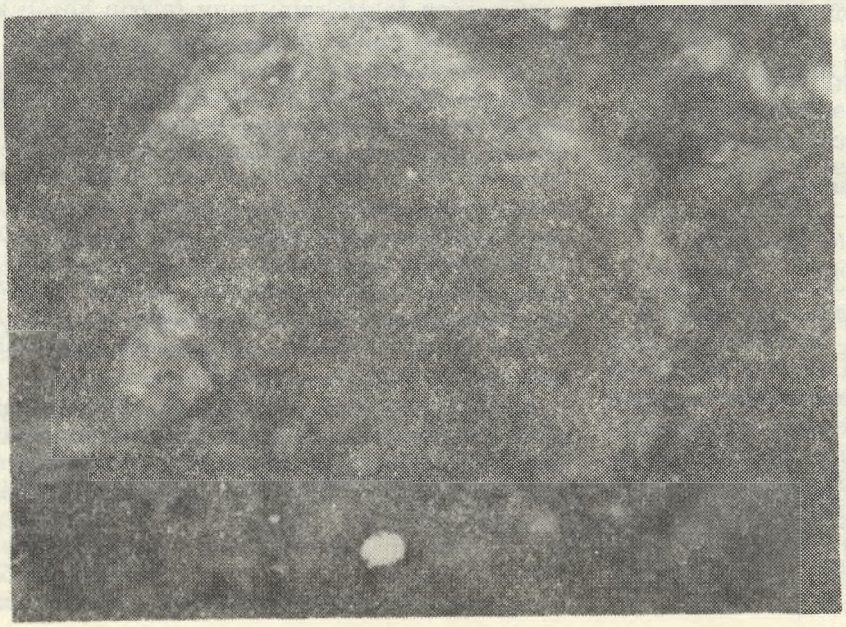
Hő hatására ez ásványi szerkezetből a különböző kötésben szereplő víztartalom eltávozik, s ezzel egyidejűleg az alumoszilikát kristálvrácsa félszilárd fázisú folyamattal vagy megolvadással átrendeződik, ill. átváltozik. A szilikátos (s egyéb) kíséret jelentős része apróbb-nagyobb darabos salakká áll össze, s a kazánsalak terében gyülemlik fel, a másik rész a finomszemű,



1. kép. Műgyantába ágyazott (Bokodi 3.) pernye. A készítményben két lemezes struktúrájú, félig olvadt szilikátszemcse. (A homogen alap = beágyazó műgyanta.) Reflexiós optika. Nagyítás 300×



2. kép. Javarészt átalakult lemez-szilikátok és egyéb szemek műgyantába ágyazott (Tatabánya II.) pernyemintából. Reflexiós optika. Nagyítás 300×



3. kép. Bokodi 3. pernyeminta részlete olajimmerzióban. A nagyobb szemcse lemezes szerkezte az immerzió miatt csak halványan jelentkezik; külső öve világosszürke = aprókristályos pro-mullithalmaz; belső rész izotróp, üveges állomány (fekete), de benne is már parányi, elszórt kristályszemcsék mutatkoznak. Reflexiós optika. Nagyítás 300×

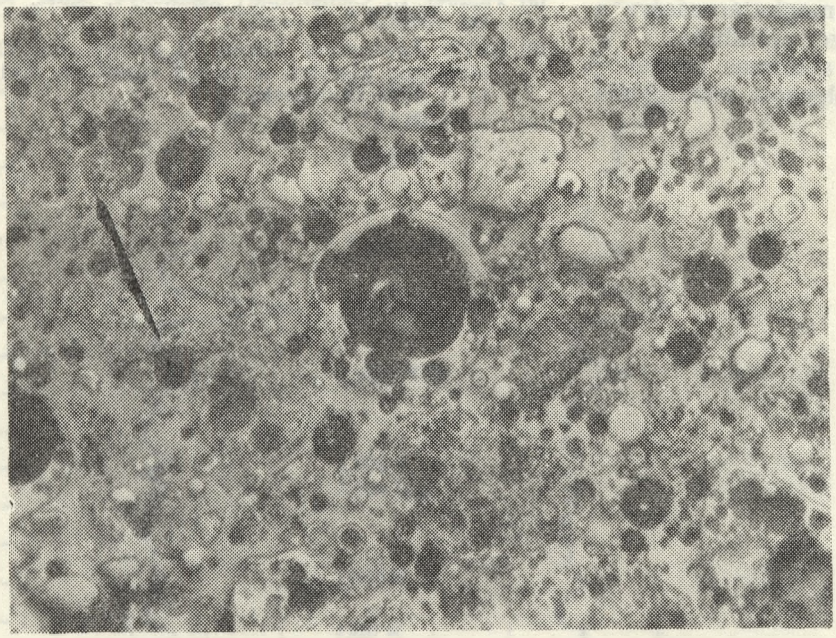
könnyen szálló pernye, amely olvadékcseppek, kvarc és finom kőzettörmelékek halmaza, s ebben már eleve nagy fajlagos felületű agyagásványfélék dehidrált és átalakult (mullitosodott) része is jelen van.

Mikroszkópi vizsgálatokkal, különösen műgyantába ágyazott készítményeken reflexiós optikával lehet jól szemléltetni a lángtérben végbement egyes átalakulási fokozatokat is. Az 1. és 2. sz. mikrofotó a Bokodi 3. és Tatabánya II. pernyéjének egy-egy részletét mutatja be. A 3. sz. kép az átalakulás fokozatait szemlélteti. Számunkra legtanulságosabb képet olajimmerzió alkalmazásával kapjuk (lásd 3. sz. kép).

A filloszilikát-átalakulás — a porszénanyagnak a lángtérben történő ellobbanásakor — a széleken és a lemezek közötti részeken megy főként végbe. A többi, a középrész fekete foltjai üveges állapotúak, de nem egészen izotrópok. Az átalakulás tehát csak részleges, a kialakult kis egységek *promullit*-fázisok. Azonban az átalakulás ennél fejlettebb is lehet, ilyenkor a többékevésbé kialakult mullitűk is láthatók. — A szilikátos elegyrészek átalakulása tehát különböző fokozatot ér el; a lemezszilikát „domen" leginkább az optikailag izotróp stádiumig, vagy a promullit-fázisig jut el. — Ezeknek a finom lemezes reliktumokat még megőrző, de már átalakult szemcséknek a további reakciókban számottevő a szerepe.

erős reduktív hatás érvényesül, a porszén égéshője ugyanakkor annyi hőmennyiséget ad át, hogy a szilikátok, s egyéb komponensek fázisátalakulása megkezdődik (ekkor képződik pl. a fém-Fe, Fe_3C is), a dehidrálódást és dekompozíciót részleges lágyulás kíséri. A mullitosodás intenzívebbé lesz: a képződést ui. előbb némileg fékezi a kezdeti reduktív környezet, ezt követően a mullitosodás az Al-szilikátokban erőteljesebbé válik. A korábbi megállapítás (6) szerint „nascens" oxigénleadás kíséri a mullittá átalakulást, pl. kaolinitből képződő mullitcella-páronként egy-egy oxigénatom szabaddá válik, s ez serkentő hatással van a rendszerre, különösen a vasas fázisok ferrioxiddá alakulására a mullitosodás üteme szerint. A két ferrioxid (α-Fe_2O_3, γ-Fe_2O_3) jellegzetes társulása a mullithoz erre enged következtetni. A porszén FeS_2-tartalma a fémvassá, vaskarbiddá redukálás mellett természetesen oxidálódhat (pl. a befúvóktól távolabb) közvetlenül is hematittá, maghemitté; utólag ti. nem lehet elkülöníteni, melyek a direkt és redukált alakból oxidált ferrioxid-szemcsék a pernyében. Az bizonyos, hogy a mullitosodással. s annak előrehaladásával mind több a ferrioxid jelenléte a pernyében.

A kazántérben nemcsak mechanikai, hanem minőségi szeparáló folyamat is lezajlik. Az elkülönülés egyik mozzanata az, hogy a porszén vasdiszulfid (pirit, markazit, melnikovit) tartal-



4. kép. A túlnyomóan amorf (olvadt) részleg képe. Sok a gázüreg. A gyűrű alakú metszetek kéregrészében külön kis gázbuborékok. Ezek is a mullitképződés megindulását jelző bélyegek. Reflexiós optika. Nagyítás 300×

De a pernyének átlagosan 50%-a alig kristályosodott állapotú, inkább amorfnak mondható fázis, amely részint olvadékcseppek, gömböcskék, vagy ezek töredékeiként vizsgálható (4. sz. kép). Metszetben a gyűrűs alakok egy része azonban nem teljesen izotróp: a kéregben már sugaras (szferulitszerű) mullitkristály-kezdemények mutatkoznak, s természetesen nem röntgenamorfok!

A lemezszilikát-tartalmú porszén elégésekor keletkező pernyében a mullitképződés két ütemre tagolható: első mozzanatként a lángtérben

mának, akár oxidálódik, akár csak FeS-sé (monoszulfiddá) változik, viszonylag kis része kerül be a pernyébe. A hőerőművek porszénelemzéséből ismeretes, hogy az összes kén- (piritkén, organikus kén, szulfátkén) tartalom általában 4,5—6,5% között változik. A szulfidkén egy része és az ún. organikus kén szulfáttá oxidálódik, ez azonban túlnyomóan a salakanyagba kerül (pl. korábbi elemzés szerint az oroszlányi erőmű salakjának SO_3-tartalma átlagban 9,4%). Természetesen az elkülönült finomszemű pernye sem mentes a kéntartalomtól. A röntgenogram-

mokon igen csekély mennyiségű szulfátként (anhidrit) is mutatkozik (lásd melléklet). Azonban a kénes fázis — bármelyik kéntartalomtól származzék is — nem befolyásolja a pernye minőségét, sőt ha a szulfid- vagy organikus kéntartalom oxidációjából származik és a kevéssé reakcióképes Ca-szulfát alakban kötődik meg, azzal az előnnyel jár, hogy a további termikus kezelés során ez a vegyület elbomlik, s a *szulfátion eltűnik* a rendszerből.

A szeparálódás másik, lényeges mozzanata a mechanikus szemcseelkülönülés. A természetes pelites üledékek filloszilikátkristályai a kazántérben — eleve nagy fajlagos felületük folytán — termikusan új fázissá alakulva, a *pernyében viszonylagosan feldúsulnak.* A figyelmet tehát mindenekelőtt az agyagásványokból (mint előnyös domenekből) képződő és további reakcióra alkalmas fázisra kellett irányítanunk.

A kutatás első szakaszának eredményeit röviden a következőkben foglaljuk össze:

1. Az a porszéntüzelésű pernye látszik legalkalmasabbnak további (pirogén) hasznosításra, amely a finom (<60 μm) szemcsézettség mellett kellő mennyiségű és reakcióképes mullitos fázist tartalmaz.

2. Megállapításaink szerint a „jó" minősítésű pernye Al_2O_3-tartalmának $^2/_3$ része hasznosítható, a többit nem reakcióképes pernye-fázisok tartalmazzák.

3. A mullittartalom (kristályos, részben kristályos, üveges) kvantitatív meghatározására a gyors röntgenanalitikai módszer ajánlható.

4. Hazai porszéntüzelésre alkalmas barnakőszeneink pernyéinek a kidolgozott technológia (Al-tartalom kinyerése és klinkerfázisok képzése) céljaira szélesebb körű mineralógiai minősítés lenne szükség.

*

A pernye mészkővel szinterelt nagyszámú kísérleti mintasorozatairól, azokban előállt változásokról, továbbá a Ca-aluminát-fázisok kvantitatív meghatározásáról és a kilúgozás után nyert termék lényegesebb jellemzőiről szerzők további (II.) közleményben számolnak be.

IRODALOM

[1] *Budnikov, P. P.—Ginsztling, A. M.:* Szilárdfázisú reakciók. Műszaki Kiadó, Bp. 1968.

[2] *Grofcsik J.—Tamás F.:* A mullit szerkezete, képződése és jelentősége. M. Tud. Akad. Kiadó, Bp. 1961.

[3] *Hentschel, G.:* Mayenit und Brownmillerit. Neues Jahrb. f. Mineralogie. Monatschefte, 1964.

[4] *Rigby, G. R.:* Mineralogy of ceramic materials. 2 Ed. British Ceram. Research Assoc. Hanley, 1953.

[5] *Schmalzried, H.:* Festkörperreakzionen. Verl. Chemie, Weinheim/Bergstr. 1971.

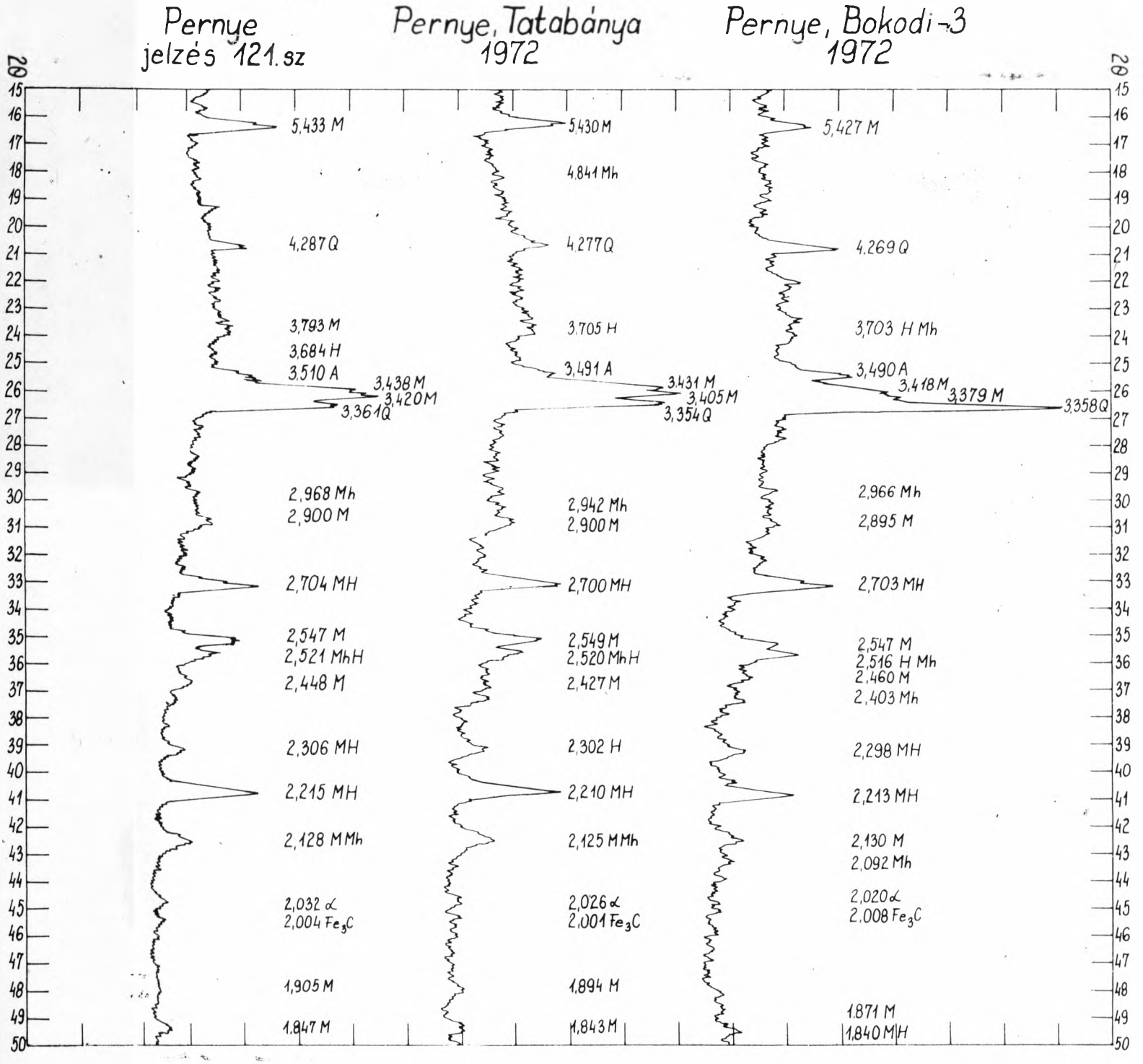
[6] *Tilley, C. E.:* Tricalcium disilicate (rankinite). Mineral. Magazine, 1942.

[7] *Trojer, F.:* Die oxydischen Kristallphasen d. anorganischen Industrieprodukte, Schweizerbart'sche Verl. Stuttgart, 1963.

[8] *Sztrókay K.:* A mullitszerkezet elméleti és gyakorlati értelmezéséről. Földt. Közl. 80. 237—249. (1950).

[9] *Talabér I.:* Cementipari kézikönyv. Műsz. Kiadó, Bp. 1966.

[10] ELTE Ásványtani Tansz. A pernye, önporló és kilúgozott kísérleti termékek vizsgálata. Kut. Jel I—II. 1972. Budapest.



Jelmagyarázat M = Mullit α = α-vas
Q = Kvarc Fe_3C = Cementit
Mh = Maghemit
H = Hematit
A = Anhidrit

1. Melléklet. Három pernyeminta röntgendiffraktogramja. Feltűnő a mullit jelentős szerepe a kvarc és vasoxidok mellett; már a kis szögtartományban jelentkező (5,4 Å-ös) mullitcsúcsok összehasonlítása is jól tájékoztat a három minta relatív mullitkoncentrációjáról. A többi M-jelű vonalakról ugyanez olvasható le.

GILDÉNÉ DR. FARKAS MÁRIA,
DR. SZÁNTÓ FERENC

A montmorillonitos kaolin szétválasztása szedimentációs módszerrel

Az egyes agyagásványok a legritkább esetben fordulnak elő tisztán a természetben. Általában egyéb kísérő ásványok, így pl. kvarc, földpát, stb. szennyezik. Gyakori eset az is, hogy több agyagásvány található egymás mellett. Erre jó példa a Mád környékéről származó, ún. rátkai vagy hercegkövesi pettyes kaolin (1), amely tekintélyes mennyiségű montmorillonitot is tartalmaz. A gyakorlati alkalmazás szempontjából fontos, hogy az egyes agyagásványokat egymástól elkülönítsük és így lehetőleg tiszta formában nyerjük ki. A montmorillonitos kaolin minták esetében erre a részecskék méretében és peptizálhatóságában meglévő jelentős különbség ad lehetőséget. A montmorillonit primer részecskemérete jóval kisebb, mint a kaolinité (2). Ez azonban csak akkor használható ki, ha a részecskék nem alkotnak lamellatömböket, vagyis nincsenek aggregált állapotban. Az agyagásványok aggregációját vizes közegben döntően a részecskék felületén kialakuló elektromos kettősréteg szerkezete, illetve zéta-potenciálja szabja meg, ami pedig a cserepozícióban lévő ionok mennyiségétől, minőségétől és az oldat ionerősségétől függ (3).

A magyarországi agyagásvány-előfordulásokban mind a kaolinit, mind a montmorillonit zömmel kalcium-, illetve magnéziumionokat tartalmaz cserepozícióban (4). A kétértékű kationok jelenlétében, vizes közegben a részecskék elektromos kettősrétege tömör és így a részecskék közötti taszítási potenciál nem elég nagy ahhoz, hogy a lamellatömbök szétessenek, vagyis, hogy dezaggregálódjék az anyag.

Amennyiben a cserepozícióban lévő kétértékű kationokat egyértékűre, pl. nátriumionokra cseréljük ki, a kettősréteg diffúz szerkezetűvé válik, nő a részecskék zéta-potenciálja, így a köztük fellépő taszítás is (5), minek eredményeképpen a lamellatömbök szétesnek. A montmorillonitos kaolin agyagásványainak szétválasztásánál az első lépés tehát a dezaggregáció, illetve ioncsere, amit különböző elektrolitokkal lehet végrehajtani (6).

Kísérleti módszerek

A montmorillonitos kaolin előkészítése

A dezaggregáláshoz Na_2CO_3-ot, $(NaPO_3)_6$-ot, illetve Na_3PO_4-ot használtunk annak megállapítására, hogy melyik esetben a legkedvezőbb a szétválasztás. Régebbi vizsgálataink szerint (7) a Na_2CO_3 mennyiségét növelve maximum-görbe szerint változik a dezaggregáció mértéke. A maximális mértékű dezaggregáció meghatározásához különböző mennyiségű elektrolittal kezeltük a pettyes kaolint.

A mintákat először desztillált vízzel péppé kevertük. Egy napig állni hagytuk, majd oldat formájában annyi elektrolitot adtunk hozzájuk, hogy 100 g szárazanyagra számítva mennyisége nátrium-karbonát esetében 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; ill. 3,0 g legyen. Nátrium-hexametafoszfátot alkalmazva ezenkívül még 4, ill. 5% elektrolit hatását is vizsgáltuk. A dezaggregáció elősegítésére üvegbottal többször alaposan megkevertük a géllé dermedő mintákat, majd egy nap állás után 100 °C-on szárazra pároltuk őket. Ezt követően dörzsmozsárban megőröltük és 200 μm lyukbőségű szitán átszitáltuk a mintákat.

Szétválasztás ülepítéssel és centrifugálással

Az elektrolittal történő kezelés után a mintákból szuszpenziót készítettünk. A szuszpenziótöménységet 1—15% intervallumban változtattuk. Az elektrolitok dezaggregációs optimumának vizsgálatához a szuszpenziótöménységet 1%-osra állítottuk be. Ez a töménység azonban gyakorlati szempontból túlságosan kicsi. Ezért vizsgáltuk azt, hogy egy adott módon peptizálva a pettyes kaolint, a nagyobb szuszpenziótöménység hogyan befolyásolja a frakcionálást. A szuszpenzió-készítésnél ügyelni kell arra, hogy a montmorillonit duzzadásához elegendő idő álljon rendelkezésre. Először pépszerű, tömény szuszpenziót készítettünk, amit üvegbottal többször alaposan megkevertünk. Egy nap után a mintákat a kívánt töménységűre hígítottuk.

A mintákból három különböző méret-intervallumban lévő frakciót különítettünk el; az ún. durva-, közép- és finom-frakciót. A durva- és közép-frakció határát változtattuk. A dezaggregációs optimum megállapításánál a 2 μm-nél nagyobb méretű részecskéket tekintettük a durva-frakciónak. Gyakorlati szempontból azonban ez a részecskeméret kicsi (az ülepítési idő hosszú), ezért vizsgálataink másik részénél az elválasztást 5 μm-nél végeztük.

A durva-frakciót nyugvó közegben történő ülepítéssel nyertük ki. Az ülepítési időt a Stokes összefüggés alapján számítottuk ki adott ülepítési magassághoz. A szuszpenzióban maradt anyagot BD I. jelű szögcentrifugában ülepítettük 8000 fordulat/perc fordulatszámnál 15 percig centrifugálva. A centrifugacső aljára ülepedett anyagot neveztük közép-frakciónak, amelyben a részecskék zömmel ~0,5—2 μm, illetve ~0,5—5 μm nagyságúak voltak. Továbbra is peptizálva maradtak a legkisebb méretű, gyakorlatilag szubmikroszkópos részecskék. Az anyagnak ezt a részét neveztük finom-frakciónak.

Röntgendiffrakciós vizsgálatok

A röntgendiffrakciós vizsgálatokat a JATE Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszékén végezték Dron 1 készülékkel. A felvételek körülményei: 30 kV, 20 mA, CuKα sugárzás, 200 imp/sec, időállandó 40, diszkr. 11, blende 2, 0,1, 0,25.

Kísérleti eredmények

A pettyes kaolin eredetileg erősen aggregált állapotú, a részecskék zöme 2 μm-nél nagyobb, finom-frakciót pedig alig kapunk a mintánál (I. táblázat). Ásványos összetételét tekintve a kaolinit és a montmorillonit mellett jelentős menynyiségű kvarcot tartalmaz (II. táblázat). Peptizátor hatására nagymértékű dezaggregáció játszódott le. A két peptizátor hatásában azonban lényeges eltérés mutatkozott. Egyrészt a $(NaPO_3)_6$ jóval hatékonyabb volt, mint a Na_2CO_3, másrészt míg a Na_2CO_3 peptizálóképessége nagyobb mennyiségben csökkent, addig $(NaPO_3)_6$-nál a peptizált mennyiség konstanssá vált (I. táblázat). A 0,5% $(NaPO_3)_6$ olyan mértékű peptizációt idézett elő, mint az optimális hatású, 1,5% Na_2CO_3. Főleg a finom-frakció mennyiségében mutatkozott jelentős eltérés. Ez a frakció a röntgenvizsgálat szerint tiszta montmorillonitnak bizonyult (III. táblázat). Az eredmények azt mutatják, hogy a peptizátor anionja is lényeges szerepet játszik. Nátrium-karbonát hatására a bázisalapokon lévő cserepozíciókat ugyan nátriumionok foglalják el, azonban a kalcium is a részecskék felületén marad, valószínűen kalcium-karbonát formájában (8). A nátrium-polifoszfát hatására az ioncsere feltehetően tökéletesebben végbement, erre utal, hogy a finom-frakció röntgenvizsgálatakor Ca-H-pirofoszfát-hidrátot lehetett kimutatni kristályos fázis formájában (III. táblázat). A közép-frakció kimutatható mennyiségű montmorillonitot nem tartalmazott (IV. táblázat), tehát az elválasztás hatékony volt. Ez a frakció kaolinitből és kvarcból áll. A kaolinit mennyisége kb. azonos a teljes anyagban lévővel, a kvarc viszonylagos mennyisége ugyanakkor növekedett.

A fenti eredmények azt mutatták, hogy peptizátorként hatásosabb a $(NaPO_3)_6$, mint a Na_2CO_3. Ezért azokat a szedimentációs vizsgálatokat, amelyeknél a szuszpenziótömény ség szerepét kívántuk tisztázni, a peptizálást $(NaPO_3)_6$-tal, illetve Na_3PO_4-tal végeztük. Mivel 1,5—2% elektrolit már jól dezaggregálta az anyagot, így konstans mennyiségű, 2% elektrolittal peptizáltunk. Gyakorlati szempontból a durva-frakció alsó határának a 2 μm-es méret túlságosan kicsi, ezért ezeknél a vizsgálatoknál ülepítéssel az 5 μm-nél nagyobb részecskéket különítettük el.

A peptizáló hatás mindkét foszfát típusú elektrolitnál gyakorlatilag azonos (V. táblázat). Az elválasztásnál növelve a szuszpenzió töménységét, a finom- és a közép-frakció mennyisége nő, a durva-frakcióé pedig csökken. Ez jól értelmezhető, ha figyelembe vesszük, hogy

I. táblázat

A pettyes kaolin dezaggregálhatósága nátrium-karbonáttal és nátrium-hexametafoszfáttal

Peptizátor		Durva-frakció d>2 μm	Közép-frakció d≃0,5—2μm	Finom-frakció d<0,5 μm
Megnevezés	Mennyiség g/100 g	%		
Na_2CO_3	0	89,4	6,0	1,9
	0,5	80,4	12,7	2,9
	1	59,2	20,7	10,3
	1,5	56,5	20,0	15,0
	2	62,0	18,8	11,0
	3	64,5	18,8	16,2
$(NaPO_3)_6$	0,5	58,0	24,4	15,3
	1	51,8	23,9	21,7
	1,5	45,5	27,0	25,1
	2	46,7	25,6	25,3
	3	49,5	23,5	25,1
	4	56,0	19,7	24,9
	5	49,3	20,8	25,3

II. táblázat

A pettyes kaolin ásványos összetétele

d_{hkl} Å	I_{rel}	Fázis
15,230	103	montmorillonit
8,263	8	
7,192	83	kaolinit
6,604	9	
5,065	11	montmorillonit
4,459	11	kaolinit, montmorillonit
4,257	92	kvarc
3,768	5	kaolinit
3,574	58	kaolinit
3,344	295	kvarc
2,997	8	
2,762	7	kaolinit
2,527	8	kaolinit
2.559	28	kaolinit
2,500	9	kaolinit
2.460	30	kaolinit, kvarc
2,385	7	kaolinit
2,343	16	kaolinit
2,280	37	kvarc
2,239	13	kvarc
2,169	7	kaolinit
2,130	15	kvarc
1,980	17	kvarc, kaolinit
1,820	46	kvarc
1,786	7	kaolinit
1,671	20	kvarc
1,663	20	kvarc
1,618	8	kaolinit
1,543	39	kvarc
1,489	18	kaolinit
1,454	10	kaolinit
1,373	40	kvarc

III. táblázat

A pettyes kaolin finom-frakciójának ásványos összetétele

d_{hkl} Å	I_{rel}	Fázis
24,552	10	montmorillonit
10,712	75	CaH-pirofoszfáthidrát (ASTM 12—28)
4,885	11	CaH-pirofoszfáthidrát
3,196	60	CaH-pirofoszfáthidrát
2.569	7	montmorillonit
2,353	6	CaH-pirofoszfáthidrát
2,013	6	CaH-pirofoszfáthidrát

IV. táblázat

A pettyes kaolin közép-frakciójának ásványos összetétele

d_{hkl} Å	I_{rel}	Fázis
7,192	65	kaolinit
4,482	12	kaolinit
4,268	70	kvarc
3,729	6	kaolinit
3,581	62	kaolinit
3,344	270	kvarc
3,001	6	
2,574	9	kaolinit
2,545	5	kaolinit
2,466	19	kvarc
2,391	9	kaolinit
2,349	13	kaolinit
2,291	21	kvarc
2,241	8	kvarc
2,133	20	kvarc
1,986	12	kvarc, kaolinit
1,680	12	kvarc, kaolinit
1,544	23	kvarc
1,489	6	kaolinit

V. táblázat

A szuszpenziótöménység hatása a pettyes kaolin frakcionálására

Peptizátor	Ülepítésnél szuszp.-konc. %	Durva-frakció % d>5 μm	Közép-frakció %	Finom-frakció %
	1	25	48	27
	2	24	49	27
Na_3PO_4	4	23	49	28
2 g 100 g	6	16	56	28
	10	15	57	28
	15	12	58	30
	1	25	49	26
	2	25	49	26
$(NaPO_3)_6$	4	24	50	26
2 g 100 g	6	19	54	27
	10	18	55	27
	15	16	54	30

a részecskék önálló ülepedése csak híg szuszpenzióban valósul meg. Nagyobb töménységnél a részecskék egymás ülepedését akadályozzák, így az ülepedés gátolttá válik. Ezért a közép-frakcióban 5 μm-nél nagyobb, illetve a finom-frakcióban 0,5 μm-nél nagyobb részecskék is maradnak.

Az elválasztás hatékonyságának megállapítására vizsgáltuk a Na_3PO_4-tal peptizált és 10 ill. 15% szuszpenziótöménységnél elválasztott minták ásványos összetételét. A 10%-os szuszpenzióból elkülönített frakciók röntgendiffraktogramon mért értékeit a VI. táblázatban tüntettük fel. Az eredmények azt mutatják, hogy a durva-frakció zömmel kvarcot tartalmaz. A közép-frakcióban dúsul fel a kaolinit, de jelentős mennyiségű kvarcot is tartalmaz. A mennyiségi arányok megállapítására azonban további vizsgálatokra lenne szükség. A finom-frakció főleg montmorillonitból áll, kimutatható mellette kevés kaolinit, kvarc azonban nem. Az eredmények kitűnik, hogy még 10%-os szuszpenziótöménységnél ülepítve is viszonylag tisztán kinyerhető a montmorillonit a pettyes kaolinból. Az elválasztást 15%-os szuszpenziótöménységnél végezve már más a helyzet (VII. táblázat).

VI. táblázat

A 10% szuszpenziótöménységnél elválasztott frakciók ásványos összetétele

Durva-frakció			Közép-frakció			Finom-frakció		
d_{hkl}	I_{rel}		d_{hkl}	I_{rel}		d_{hkl}	I_{rel}	
						11,257	90	M
7,134	8	K	7,103	36	K	7,134	3	K
						4,899	5	M
						4,437	6	M
4,257	27	Q	4,257	32	Q			
3,824	5	F						
3,784	8	F	3,784	4	F			
3,706	7	F	3,706	5	F			
3,568	8	K	3,574	31	K			
3,344	235	Q	3,344	198	Q			
						3,174	75	M
2,991	5	K						
2,902	4	K						
2,454	12	Q	2,460	14	Q			
			2,385	4	K			
			2,341	5	K			
2,280	7	Q	2,280	13	Q			
2,236	5	Q	2,236	3	Q			
2,164	4	K						
2,126	7	Q	2,126	12	Q			
			1,982	9	Q			

Jelmagyarázat: K = kaolinit, M = montmorillonit, Q = kvarc, F = földpát.

VII. táblázat

A 15% szuszpenziótöménységnél elválasztott frakciók ásványos összetétele

Durva-frakció			Közép-frakció			Finom-frakció		
d_{hkl}	I_{rel}		d_{hkl}	I_{rel}		d_{hkl}	I_{rel}	
						11,185	50	M
7,163	26	K	7,134	38	K	7,134	13	K
4,257	43	Q	4,242	46	Q			
3,784	4	F	3,776	5	F			
3,706	7	F	3,698	6	F			
3,581	18	K	3,574	32	K	3,567	12	K
3,344	215	Q	3,344	240	Q			
3,229	6	F	3,229	5	F			
						3,184	50	M
2,762	4	F						
2,458	12	Q	2,454	16	Q			
			2,376	4	K			
			2,337	4	K			
2,280	19	Q	2,280	18	Q			
2,236	6	Q	2,231	7	Q			
2,164	6	K	2,164	6	K			
2,128	11	Q	2,126	16	Q			
1,980	9	Q	1,978	10	Q			
1,819	27	Q	1,817	35	Q			
1,671	8	Q	1,671	12	Q			
1,542	18	Q	1,540	25	Q			
			1,489	4	K			

Jelmagyarázat: Q = kvarc, F = földpát.
K = kaolinit,
M = montmorillonit

A nagy szuszpenziótöménység miatt a kaolinit jelentősebb része nem ülepedett ki centrifugálásnál, így a montmorillonit mellett nagyobb mennyiségben mutatható ki. A kvarc reflexiója azonban ebben az esetben sem jelent meg. A durva-frakcióban a kvarc dominál, a közép-frakcióban pedig viszonylag feldúsul a kaolinit.

A vizsgálatokat a Központi Földtani Hivatal megbízásából végeztük.

Összefoglalás

A montmorillonit tartalmú kaolinból a montmorillonit kinyerhető, ha a mintát jól peptizáljuk. Peptizátorként hatásosabbak a nátrium-foszfátok, mint a nátrium-karbonát. Nátrium-foszfáttal, illetve nátrium-hexametafoszfáttal peptizálva, ülepítéssel és ezt követő centrifugálással a montmorillonit még 8—10% szuszpenziótöménységnél is elválasztható a kaolinittól és a kvarctól.

IRODALOMJEGYZÉK

[1] *Varju Gy.:* Ásványtelepeink földtana. Nyersanyaglelőhelyeink. 8. Nemérces ásványi nyersanyagok. Műszaki Könyvkiadó, Budapest (1966).
[2] *Nemecz E.:* Agyagásványok, I. r. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1973.
[3] *van Olphen, H.:* An Introduction to Clay Colloid Chemistry, Chap. 7., John Wiley, New York, 1963.
[4] *Nemecz E.:* Agyagásványok, III. r. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1973.
[5] *Weblus, B.:* Kolloid-Z. *132*, 16 (1953).
[6] *Buzágh, A., K. Szepesi:* Acta Chim. Acad. Sci. Hung. *5*, 287 (1955).
[7] *Szántó, F., B. Várkonyi, M. Gilde, J. Balázs:* Acta Phys. et Chem. Szeged *13*, 87 (1967)
[8] *Szántó, F., M. Gilde-Farkas, B. Várkonyi, J. Balázs:* Acta Geol. Acad. Sci. Hung. *11*, 409 (1967).

DR. BARNA JÁNOS,

Szerves agyagásványok a hazai kőszenekben II.

Egy lignit és négyféle nagy hamujú barnaszén mintának, peptizációs termékeiknek, továbbá a peptizátum komplex kötéséből elkülönített valódi ásványi anyagnak és szerves anyagnak kémiai elemzése, a szilikát hidrátvíz mennyiségének külön meghatározása. Az elemzési adatok szerint a visontai lignit, a borsodi, a tatabányai, a nógrádi szénminták peptizátumainak szerves anyaga közepes szénülésű, a pécsi-vasasi erős szénülésű humuszképződménynek tekinthető.

A komplex kötésben levő szervetlen anyag valamennyi mintánál alumíniumhidroszilikát, a lignitnél nagy mennyiségben amorf állapotú. A peptizátumok és a dúsított szénrészek kémiai összetételben lényegesen nem különböznek egymástól. A megvizsgált dúsított szénrészek reagálatlan (2% alatti hamutartalmú) szénhidrogéneket nem tartalmaznak.

A Földtani Kutatás 1974. 1. számában [1] a fenti cím alatt a Központi Földtani Hivatal megbízása alapján kidolgozott témáról számoltam be. Kimutattam, hogy a megvizsgált nógrádi, borsodi és tatabányai szénmedencékből származó szénminták mechano-kémiai hatásra 30—60% mennyiségben peptizálhatók, a centrifugálás után visszamaradt rész több-kevesebb szennyező anyaggal kevert dúsított szénnek tekinthető. A hamutadó ásványi anyagok mind a peptizátumban, mind a dúsított szénben olyan alumíniumhidroszilikátok, amelyek szerves anyaggal komplex kötésben vannak. Ismertettem a kémiai elemzéseket, a C : H : S súly- és atom %-os összetételét és hangsúlyoztam, hogy az ismertetett adatok alapján a szerves anyag minősége nem állapítható meg. Szükségesnek tartottam a hosszadalmas és speciális felkészültséget igénylő vizsgálatokat, a valódi ásványtartalom és hidrátvízre vonatkozólag.

Jelen tanulmányomban beszámolok a valódi ásványanyag-tartalom, a szilikáthidrát víz meghatározásokról és a szerves anyag minőségéről. Ismertetem továbbá a visontai lignitpor és a pécsi vasasi szén peptizációs vizsgálatait is.

Vizsgálati eljárások

A szerves rész elkülönítését a szervetlentől sósavas HF feltárás útján végeztük.

A szervetlen rész elválasztását a szerves rész eloxidálását végző *Ward* hidrogénperoxidos módszerével tettük lehetővé [2].

A huminsavtartalmat nátronlúgos kioldás és az így képződött nátriumhumátból a huminsavat sósavval történő felszabadítás után a Bányászati Kutató Intézetben kidolgozott módszerrel határoztuk meg [3].

A fenolos hidroxil csoport, valamint a COOH csoport meghatározását ugyancsak az Intézetben kidolgozott báriumhidroxidos titrálással, ill. báriumacetátból felszabadított ecetsavas titrálással határoztuk meg [4].

A hidrátvíztartalmat számítással nyertük.

Az elektronmikroszkópos felvételeket dr. Árkosi Klára készítette E F. Zeiss és japán elektronmikroszkópokkal.

A röntgenvizsgálatokat az Intézet Petrográfiai Osztálya végezte el.

Kémiai összetétel és röntgenvizsgálatok

Az 1. táblázatban meghatároztuk

a) a szervetlen rész kémiai összetételét eredeti állapotban,
b) a valódi ásványi anyag, a hamuk összetételét,
c) a röntgenvizsgálatokat.

A 2. táblázat tartalmazza

a) a szerves rész kémiai összetételét eredeti állapotban ásványtalanítva,
b) a szerves rész kémiai összetételét nedvesség- és ásványianyag-mentes állapotban.

Következtetések az 1. és 2. táblázatból

Az eredeti szénminták hamutartalma: 25, 36,6, 46,9, 53,6, 43,3%, tehát valamennyi nagyobb hamujú szénnek tekinthető.

A peptizálható anyagok mennyisége a szénülési sorrendben összeállított szeneknél 62—20 %, tehát legtöbb a legfiatalabbnál és legkevesebb az erősen szénült pécsi vasasi szénnél.

Szervetlen rész minősége

A szervetlen rész kémiai összetételét a visontai lignitpornál a szerves rész eloxidálása után, tehát a valódi ásványianyagból állapítottuk meg, a többi szénmintánál a hamuból.

Kimutatható, hogy az SiO_2-tartalom 46,4—65,3% között van.

Az Al_2O_3 mennyisége a tatabányai, a nógrádi és a pécsi szenek peptiratumainál 30% felett mutatkozik, tehát kaolin agyagásványról lehet szó.

Az MgO, K_2O, Na_2O általában csekély.

A hidrátvíz 10,2, 8,4, 13,2, 11,9 és 7,8%, tehát a szénülést az agyagásványok is megszenvedték, mert az erősen szénült pécsi szénnél már a többiekhez képest lecsökkent.

A fenti adatokból megállapíthatjuk, hogy a csekélyebb pirit és gipsz szennyeződésektől eltekintve a vizsgált szenek szervetlen részét alu-

Vizsgálatok	Visontai lignitpor			Borsodi			Tatabányai			Nógrádi Gusztáv akna			Pécsi vasasi		
	eredeti	pept.	dúsított	eredeti	pept.	dúsított	eredeti	pept.	dúsított	eredeti	pept.	dúsított	eredeti	pept.	dúsított
a) Szervetlen rész eredeti állapotban															
Mennyiség %	—	62,0	38,0	—	42,0	58,0	—	41,0	59,0	—	49,5	50,5	—	20,0	80,0
Nedvesség %	6,2	6,7	6,8	8,4	4,8	5,4	5,0	6,1	6,6	4,1	4,9	7,1.	1,8	3,8	1,4
Hamu %	25,0	48,6	22,6	36,6	57,6	35,2	46,9	56,8	34,0	53,6	63,4	34,5	43,3	47,0	41,9
Ásványi anyag %	27,8	46,5	18,0	32,3	60,1	32,2	51,7	60,8	32,9	57,7	60,8	35,1	45,1	47,5	43,5
Szilikát %	25,4	40,1	15,5	28,5	53,1	27,1	48,2	55,3	29,5	56,3	64,4	34,0	41,0	44,1	39,2
Szilikát hidrátvíz %	10,2	12,2	10,2	8,4	8,0	4,8	13,2	11,6	15,7	11,9	10,7	14,9	7,8	8,1	6,6
b) *Ásványi anyag, hamuk kémiai összetétele															
SiO_2 %	61,0	54,0	58,0	51,0	53,0	50,0	51,0	54,1	46,4	62,2	58,5	65,3	55,1	51,3	57,0
Al_2O_3 %	16,0	22,5	14,4	19,0	22,6	15,7	35,0	36,9	33,3	28,0	332	22,3	28,3	32,2	26,1
Fe_2O_3 %	7,0	8,2	8,6	10,2	7,0	15,0	7,5	3,1	13,0	4,9	4,6	5,5	4,8	2,9	7,6
CaO %	1,0	1,4	3,2	9,8	6,7	12,3	2,4	1,5	2,8	0,9	0,8	0,18	1,6	1,4	0,7
MgO %	0,9	1,6	0,8	1,0	0,8	1,0	0,7	0,4	0,9	0,2	02	0,2	0,9	0,7	0,7
K_2O %	1,3	1,1	1,1	1,5	1,8	1,6	1,8	1,8	1,6	1,45	0,7	0,8	4,1	5,5	3,5
Na_2O %	0,7	0,2	0,6	2,1	3,0	1,3	0,3	0,3	0,3	0,8	0,9	1,4	0,3	0,3	0,3
SO_3 %	0	0	0	5,0	2,7	6,6	0,7	0,4	1,1	0,3	0,3	0,3	1,4	1,3	1,4
Pirit %	10,9	10,8	12,6												
S	1,4	0,9	4,2												
c) Röntgen vizsgálati adatok															
Kvarc %	60		5—6		50		kevés		nyom.			kevés			
Mont. %	5		sok		5		+		?			+			
Illit %	5		—		10										
Földpát %															
Földpát %	5		—		2—3										
Kaolin %			5		8		+		+			+		+	
Amorf %			sok												

* A visontai lignitpornál a szerves részt H_2O_2-val eltávolítottuk és az elemzés a valódi ásványi tartalomra vonatkozik, a többinél a hamukra.

2. táblázat

Vizsgálatok	Visontai lignitpor			Borsodi			Tatabányai			Nógrádi Gusztáv akna			Pécsi vasasi		
	eredeti	pept.	dúsított	eredeti	pept.	dúsított	eredeti	pept.	dúsított	eredeti	pept.	dúsított	eredeti	pept.	dúsított
a) Szerves rész (ásványtalanítva) eredeti állapotban															
Nedvesség %	4.5	6,4	4,4	2,2	3,2	1,9	1,6	6,2	1,7	4,3	3,3	4,2	0,89	1,7	0,13
Hamu %	7.7	3,7	2,1	3,1	4,8	5.2	4,4	6,7	4,9	0,8	51	0,7	3,85	5,0	4,7
Ásványi anyag %	8,1	5,9	2,4	4,4	10,3	7,5	6,3	7,3	7,0	0,9	1,4	0,9	5,1	5,1	5,9
C%	54,8	56,0	58,3	62.5	53,3	62,8	64,2	54,6	61,2	63,7	58,6	63,3	79,1	76,9	78,0
H összes	4,6	4,9	4,7	4,6	4,8	4,8	5,1	4,8	4,7	4,8	4,8	4,5	4,6	4,6	4,8
S p	1,8	1,4	1,7	2,1	0,8	3,9	3,1	0,9	3,3	0,2	0,3	0,3	2,0	0,2	2,0
S org	0,7	0,6	0,4	3,0	2,0	2,5	2,3	2,3	2,7	0,9	0,4	0,8	0,9	0,8	0,8
S összes	1,1	1,0	1,0	5,1	2,8	6,4	5,4	3,2	6,0				2,9	1,0	2.8
N %	1,0	1,0	1,0	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,7	1,7	1,7
Huminsav %	51,5	60,0	43,0		2,2		46,0	54,3	35,0	80,0	93,0	70,0			
Karboxil OH	3,8	3,2	3,8		2,1			5,0			6,1				
Fenol OH	3,9	7,4	4,1		11,7			7,7			6,3				
Összes OH	7,7	10,6	7,9		13,8			12,7			12,4				
b) Szerves rész nedvesség- és ásványianyag-mentes állapotban															
C %	62,6	62,8	62,3	66	57,9	67,6	68,3	62,7	64,8	67,3	63,9	66,6	82,8	81,4	81,9
H %	5,3	5,4	5,0	4,9	5,2	5,1	5,4	5,5	5,0	5,1	5,2	4,8	4,4	4,9	5,0
O %	30,2	30,3	31,2	24,9	33,1	23,1	22,3	27,6	25,8	25,4	28,8	27,4	7,8	10,9	8,3
S org	0,8	0,7	0,4	3,1	2,1	2,7	2,5	2,6	2,9	0,9	0,4	0,8	3,0	0,8	2,9
N %	1,1	1,1	1,1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6	1,5	1,4	1,5	1,4	1,8	1,8	1,8

na = nedvesség- és ásványianyagmentes állapotban.

míniumhidroszilikátok alkotják. Ezt egyébként a röntgenvizsgálat is igazolja, mert mindegyiknél kimutatja az agyagásvány jelenlétét, de sok amorf részre is következtet a visontai lignitpornál, ami természetesen a kémiai elemzések szerint csak alumíniumhidroszilikát lehet.

Szerves rész minősége

A 2. táblázat szerint a peptizátum ásványmentes szerves anyaga — kémiai összetétel tekintetében — az alábbi határok közé sorolható:

57,9—82,8% karbon
4,4— 5,5% hidrogén
0,4— 3,1% kén
1,1— 1,8% nitrogén
7,8—33,1% oxigén

A 2. táblázat b) alatti adatok szerint a visontai, a borsodi, a tatabányai, a nógrádi szenek peptizátumainak szerves anyaga tipikus közepesen szénült humuszképződménynek minősíthető, a pécsi vasasi ellenben már erősen szénültnek [5].

A megállapítás nem áll ellentétben a szer-

vesanyag—agyagásvány komplex feltételezésével, mert a talajkémikusok újabb megállapítása szerint a talajban levő szervesanyag 52—97%-a agyagásványokhoz kapcsolódó huminsav komplexek formájában fordul elő.

Schnitzer és Kahn 1972-ben megjelent könyvében külön fejezetet szentel az agyagásványok és a humuszanyagok között lejátszódó reakcióknak és részletesen ismerteti a montmorillonit és a fulvósav (vízoldható huminsav) között lejátszódó reakciót és annak feltételeit. Eszerint 4 alatti pH esetében 40 mg montmorillonit közel 30 mg fulvósavat tud felvenni, miközben a d rácstávolság 9,9 Å értékről 17,6 Å-re duzzad [6].

Ismeretes, hogy a lápképződés kezdeti stádiumában a szerves anyagoknak jelentős része van vízoldható huminsavszármazékok formájában (fulvósavak) és meszes környezet hiányában a fulvósav montmorillonitkomplex kiképződésének, — amennyiben a lápba bejutó hordalék agyagásványt tartalmaz, — megvan a kémiai feltétele. A vízoldható huminsavak azonban nemcsak az agyagásványokkal tudnak komplexeket képezni, hanem részben sóképződés, részben fémkomplex, ill. fémkelátképződés mellett reagálni képesek az ionos formában oldatban levő 2—3 vegyértékű fémekkel is.

Lényegében a vizsgált üledék tehát a fulvósavnak agyagásványokkal és fémionokkal képzett komplexeiből, kelátjaiból és sóiból származik.

Az eredetileg mintegy 50% karbont, 4—5% hidrogént, valamint 40—50% oxigént tartalmazó fulvósav a szénülés folyamán bekövetkező széndioxid és vízvesztés következtében most már az agyagásványhoz és fémionokhoz kötötten alakulhatott át a már ismertetett karbon-, hidrogén- és oxigéntartalmú humuszképződménnyé. E csökkent oxigéntartalmú humuszképződményben a megmaradt karboxil-csoportok feltehetően ún. enolos formában vannak, mely — két karboxil-csoportból vízképződéssel alakuló — enolos forma stabil komplexek képzésére ugyancsak alkalmas. E feltételezés összhangban áll a karboxil-meghatározások eredményével, melyek során a vizsgált mintáknál karboxilcsoportot nem, vagy csak jelentéktelen mennyiségben tudtunk kimutatni [7, 8].

Huminsav mennyisége tekintetében egyik szélső esetet a borsodi peptizátum képviseli 2,2% (lúgoldható) huminsav és 11,7% fenolos hidroxil-tartalmával. A borsodi szén ugyan egyik legalacsonyabb huminsav-tartalmú előfordulásunk — az átlag anyag huminsavtartalma tiszta szénre vonatkoztatva 10—12% —, azonban a tapasztalt lúgoldható még ennek figyelembevételével is szokatlanul alacsony.

Magyarázza azonban a folyamatot a tapasztalt magas hidroxilszám, mely arra vall, hogy a szerves agyagásvány képződése során a vízben igen jól oldódó, viszont rendkívül könnyen polimerizálódó difenolok (pirokatehin, rezorcin és származékai) játszhatták a főszerepet. Ez összhangban áll Soós László kőzettani, valamint Korbuly és Takács szénkémiai megfigyeléseivel. Soós a borsodi barnaszén egyik jellegzetes kőzettani komponensét, a melanorezinitet dioxibenzol bázisú csersavszármazéknak minősítette [9].

Korbuly és *Takács* szénből történő közvetlen vegyianyag előállítására szolgáló kísérleteiknél kimutatták, hogy a Borsod-Erenyő aknai szén lítiumhidroxid oldható terméke 23% fenol és pirokatehin származékot tartalmaz [10].

Közismert régebbi technológiai megfigyelés továbbá, hogy a borsodi generátor kátrány és gázvíz kitűnt magas difenol-tartalmával. A másik szélső esetet, a nógrádi Gusztáv aknai peptizátuma képviseli, mely technikailag tiszta huminsav preparátumnak tekinthető. Hidroxilszáma megfelel az akkumulátor adalékként alkalmas technikai huminsav minőségi kívánalmainak.

A tatabányai szénből nyert peptizátum ugyan valamivel magasabb huminsavtartalmat és hidroxilszámot mutat, mint az átlagos szénminőség szerves anyaga, de összetétele nem áll feloldhatatlan ellentétben az eddigi tapasztalatokkal és az anyag kb. a borsodi, ill. a nógrádi Gusztáv aknai képződménytípusok elegyének tekinthető.

Az elmondottak alapján úgy véljük, hogy a szerves agyagásványok kiképződésében nemcsak a huminszármazékok, hanem a karboxilcsoportokat nem, vagy csak kis mennyiségben tartalmazó, de vízben jól oldódó polifenolszármazékok is szerepet játszhattak.

A szénülésfok-változás hatása

Szénülésfok szempontjából a vizsgált szenek az alábbi sorrendbe állíthatók:

Gyöngyösvisonta, Borsod, Tatabánya, Nógrád G. A., Pécs-vasas.

A szénülésfok-változás hatása legfeltűnőbb a szervetlen ásványianyag : szervesanyag arányának változásában. Ez az arány

a visontai lignitnél	1:2
a borsodi és tatabányai szénnél	2:1
a nógrádi G. A.-nál	3:1
a Pécs-vasasinál	1:1

A szerkezeti szempontból még részletesen nem vizsgált kisbalatoni tőzeg esetében az arány kb. 1:4, tehát nyilvánvaló, hogy a szénülési folyamatok során az idősebb barnaszén stádiumig a peptizálható fázisban a szervesanyag-hányad előbb rohamosan, majd lelassulva folyamatosan csökken.

Ez a változás összhangban áll a szénülési folyamatokról fennálló ismereteinkkel, miszerint a szénülés folyamán egyrészt víz és CO_2 lehasadás következtében szervesanyag-veszteség lép fel, másrészt a molsúly-növekedéssel járó reakciók következtében az oldékonyság csökken. Az egyetlen feketeszénminta alapján úgy látszik, hogy a szénülés későbbi szakaszában a szervesanyag további csökkenése mellett a szervetlen hányad mobilizációja is nagy szerepet játszik.

Úgy tűnik, hogy a szénülésfok az elérhető peptizátum koncentrációját is befolyásolja. Itt a maximumot a közepesen szénült feketeszenek

mutatják és mind a fiatalabb szenek, ill. tőzegek, mind az idősebb barna szenek és fekete szenek felé a koncentráció csökken.

Peptizátum-szuszpenziók reológiai viselkedése

A peptizátum-szuszpenziók reológiai sajátságát Stormer- és Fann-féle viszkoziméterekkel mértük. Egy esetben, a Gusztáv aknai szénből készült peptizátumnál a *Marschalkó*-féle reoviszkoziméterrel a folyáskörbét is felvettük [1].

A vizsgálati értékeken túlmenően a szuszpenziók szemmel láthatóan is különleges reológiai tulajdonságokkal rendelkeznek: állás közben 8—15% koncentrációban teljesen besűrűsödnek, egyesek kocsonyává, mások pasztává válnak. De rázás közben ismét elfolyósodnak, tehát tixotropikus jelenséget mutatnak. Ipari szempontból e tulajdonságoknak nagy jelentőséget tulajdonítunk.

Kiemelendő egy jellegzetes tulajdonság, amellyel a peptizátumok viselkedése magyarázható: feltevésünk szerint aránylag csekélyebb molekulanagyság és gömbalakú forma. Ugyanis a vízben való oldhatóság erősen határt szabhat a molekula nagyságának. Erre világosan utalnak a peptizátum kocsonyák és paszták viszkozitásának aránytalan és az agyagásvány szuszpenzióknál eddig nem tapasztalt csökkenése a multimixeres keveréssel. Az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt nagykanizsai laboratóriuma az alábbi megállapítást közölte:

	Nógrádi G. A. peptizátum-viszkozitás
5 perces rázás	21 cP
5 perc multimixeres keverés	5,2 cP

Az eddig végzett vizsgálatok szerint a Stormer viszkoziméter a legnagyobb viszkozitás értéket (140cP) a kisbalatoni tőzegnél adta, barnaszeneknél 20—60 cP között ingadozik és feketeszénnél 11 cP-re csökken. A Fann-féle viszkoziméter tőzegnél és feketeszénnél a legkisebb (6,5 ill. 5,5 cP) és idősebb nógrádi szeneknél szolgáltatta a legnagyobb értékeket.

Úgy tűnik, hogy a kaolinbázisú szerves agyagásványok kisebb, a montmorillonitbázisúak nagyobb viszkozitást ,ill. mozgásellenállási értékeket mutatnak.

Dúsított szenek minősége

A dúsított szenek sokkal heterogénebbek, mint a peptizátumok, amelyek erélyes mechano-kémiai behatás, hőhatással elért peptizáció, tehát egy kiszűrés révén állíthatók elő.

A dúsított szénrészeknél találhatók a szennyező ásványok, a reakcióban részt nem vett alumíniumhidroszilikátok, a tiszta szénhidrogének is. A peptizálással jelentékeny mennyiségű alumíniumhidroszilikátok kerülnek a peptizátumba, tehát lényeges széndúsulás állhat elő. Megvizsgáltuk, lehet-e további széndúsulást elérni azáltal, hogy a dúsított szeneket fajsúly szerint osztályozzuk.

Nógrádi G. A., borsodi és tatabányai aknaszenekből, továbbá nógrádi szeptember 6. aknában található vitritből indultunk ki. A vitrit néhány mm vastag rétegekben fordul elő, ezeket kézzel elkülönítettük. Az eredményeket a 3. táblázatban foglaltuk össze.

A vitrit elég nagy hamutartalmú volt, 16,8% peptizátumot adott. Dúsított szenéből 1,25 fajsúlynál kisebb részt nem lehetett elkülöníteni. Ugyancsak kevés +1,55 fajsúlyú anyagot tartalmazott. Az aknaszén-minták sem adtak —1,25 fajsúlyú részeket. —1,35 fs részt csak a nógrádi G. A. mintából lehetett elválasztani igen kis mennyiségben. —1,45 fajsúlynál a nógrádi 41,4 %-ot tartalmazott, de már 10% hamuval, a borsodi csak 2,2 %-ot, ugyancsak 10% hamuval.

3. táblázat

Sorszám	Minta jele	Eredeti szenek Hamu %	Peptizált %	Dúsított szén %	Peptizált hamu %	Hamu %	—1,25 %	—1,35 mennyiség %	hamu %	—1,45 mennyiség %	hamu %	—1,55 mennyiség %	hamu %	+1,55 mennyiség %	hamu %
1.	Nógrádi Sz. A.	58,5	49,5	50,5	77,3	31,6	0	4,3	4,37	41,4	10,3	51,0	13,9	49,0	50
2.	Borsodi	39,6	43,0	57,0	56,7	28,5	0	0	—	2,25	9,7	9,68	15,1	80,3	35,8
3.	Tatabányai	46,2	68,0	32,0	65,2	19,5	0	0	—	6,9	11,45	20,4	17,8	79,6	39,8
4.	Nógrádi szept. 6. A vitrit	19,7	16,8	83,2	53,2	15,8	0	35,5	3,37	69,3	5,65	93,6	10,3	62	50,0

Megállapíthatjuk, hogy az aknaszenekből 2% hamuval nem lehetett szénanyagot leválasztani. Tehát a szerves anyag csaknem teljes mértékben reagált a hidroszilikátokkal.

A 2. táblázat b) része szerint azonos szénülési fokban sem az eredeti szénminták, sem elkülönített termékeik (peptizatumok, dúsított szénrészek) egymás között lényeges különbséget nem tüntetnek fel a kémiai összetétel tekintetében.

Elektronmikroszkópos felvételek

A szénpeptizálásokkal kapcsolatban már két alkalommal mutattunk be elektronmikroszkópos felvételeket [1]. Ez alkalommal a jelenleg vizsgált szénminták szénülés szempontjából két szélsőséges tagjának, a visontai lignitpor és a pécsi-vasasi szén peptizációs termékeinek a felvételeit ismertetjük.

1. ábra.
Visontai lignitpor peptizátum

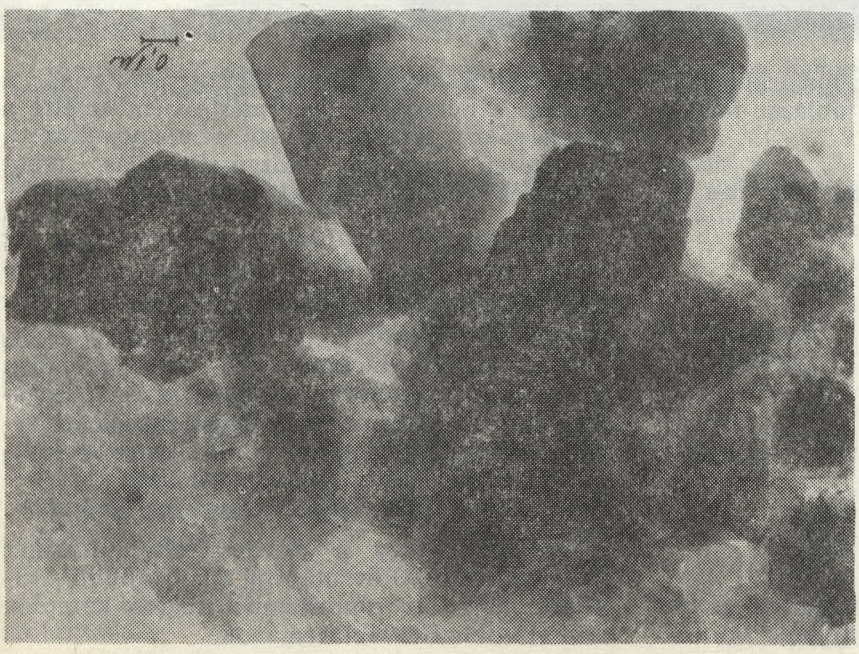
Az 1. ábrán a visontai peptizátum felvételén sok, a montmorillanitra jellemző pelyhes részt láthatunk és amellett jelentős határozott szélű szemcséket is. Az 1/c táblázatban a röntgen szerint sok a montmorillonit, 5% a kaolin és sok amorf részre lehet következtetni. Az amorf rész az 1/b táblázat szerint ugyancsak alumíniumhidroszilikát lehet, mert a valódi ásványi tartalomra vonatkozó elemzés tipikus az alumíniumhidroszilikátra. A 2. ábra szerint a dúsított szén sokkal durvább szemcséket tartalmaz és a röntgen szerint 50% a kvarc és kb. 25% az agyagásvány és földpát.

A pécsi-vasasi peptizátum — a 3. ábra szerint — áttetsző kristályos lemezkéket tartalmaz ,a röntgen szerint illit és kaolin. A jelentékeny K_2O% az illitet erősíti meg. A 4. ábra szerint a dúsított szén lényegesen durvább szemcséjű.

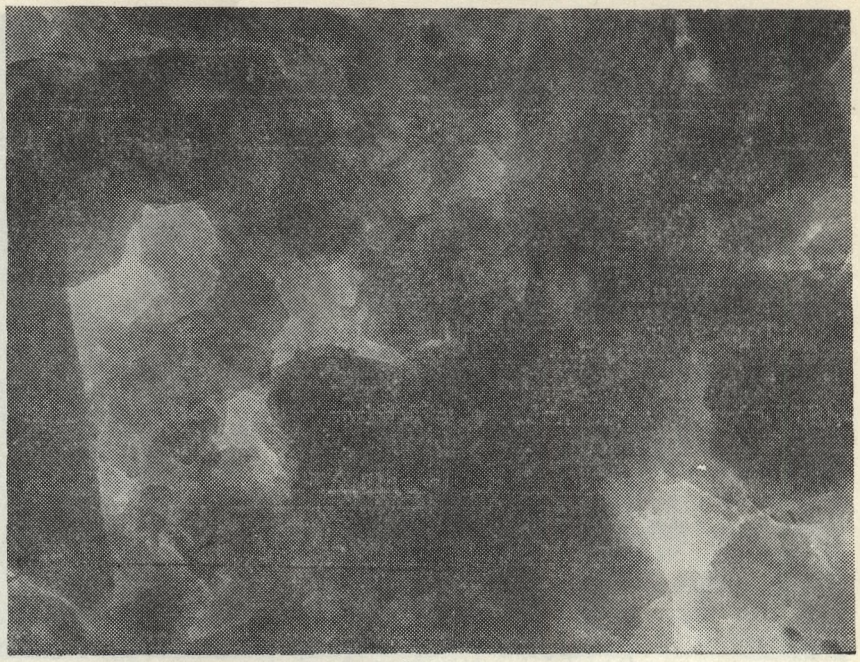
Termostabilitás vizsgálata

A szén peptizátumok és dezaggregátumok öblítőiszap javítására való felhasználásával kapcsolatban fontos volt a termostabilitás vizsgálata. Kétfajta dezaggregátumot választottunk. Az egyik a nógrádi 64% hamutartalommal, a másik a kisbalatoni tőzeg [11].

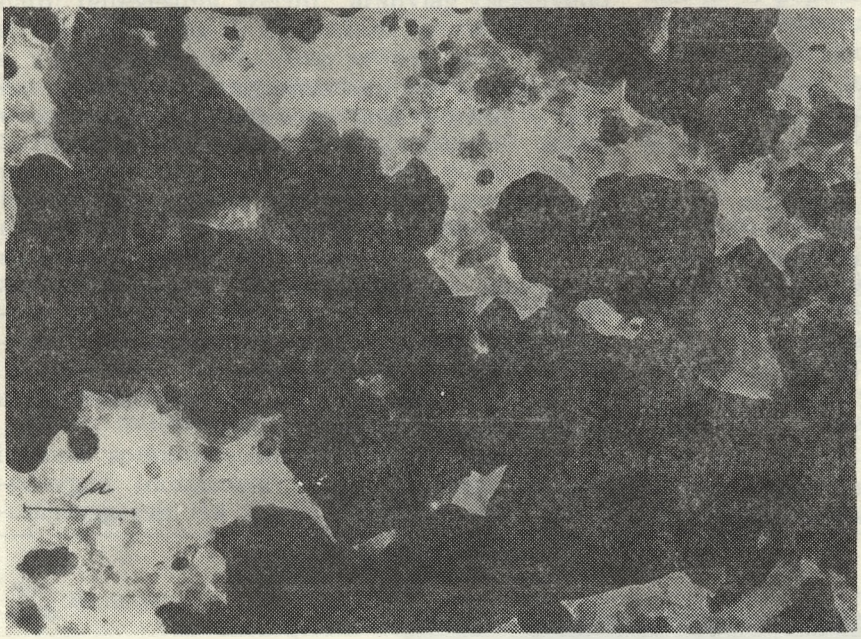
A nógrádi alumíniumhidroszilikátos ásványi anyagot tartalmazott, a kisbalatoni nagyobbrészt kalciumhumát volt. A két dezaggregátu-



2. ábra.
Visontai lignitpor dúsított szén



3. ábra.
Pécsi vasasi szén peptizátum



4. ábra.
Pécsi vasasi szén dúsított szén

mot 8 óra hosszat 180 °C-on acélpalackban tartottuk. Az eredményeket a 4. táblázat foglalja össze.

4. táblázat

	Hőkezelés előtti vizsgálat	Hőkezelés utáni vizsgálat
Nógrádi szorospataki akna		
Látszólagos viszkozitás 25 °C-nál, cP	17,5	80
Plasztikus viszkozitás cP	13,5	13
Bingham folyáshatás dyn/cm²	64,8	64,3
Mozgásellenállás 10 s után dyn/cm²	110,4	249,6
10 min után dyn/cm²	240,0	312,0
Kisbalatoni tőzeg		
Látszólagos viszkozitás cP	87	38
Plasztikus viszkozitás cP	62	30
Mozgásellenállás 10 s után dyn/cm²	480	192
10 min után dyn/cm²	355	129,6

A *nógrád-szorospataki* dezaggregátumnál a nyomásos hőkezelés nagymértékben emelte a diszpergálást. Ezáltal érthető a megnövekedett, lényegesen nagyobb mozgásellenállás, tehát a tipikus tixotropikus tulajdonságok jelenléte.

Mindenesetre figyelembe veendő, hogy az eddig maximálisan 80 °C-nál történő dezaggregálások nem tárják fel a komplex aggregátumokat a lehetséges fokig.

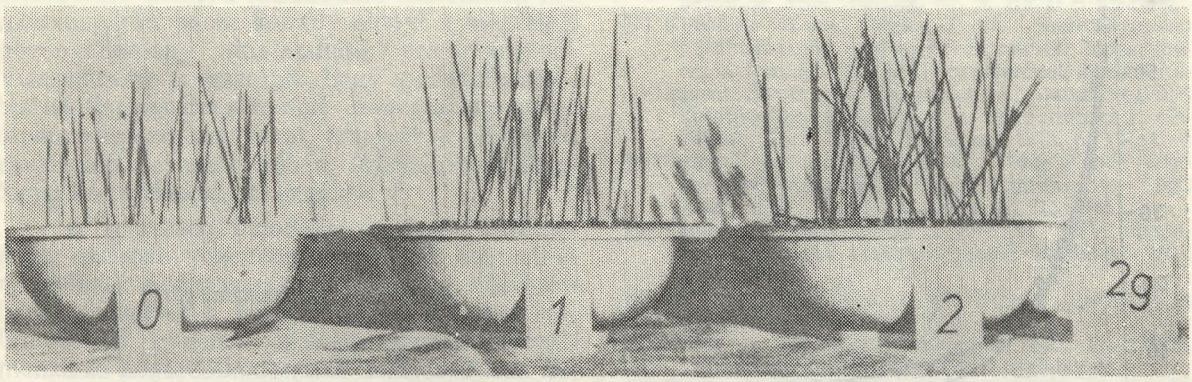
A *kisbalatoni kalciumhumát* ezzel szemben szerkezetileg összetört a viszkozitás és mozgásellenállások értékei a felére csökkentek. A vizsgálat arra mutat, hogy az alumíniumhidroszilikátos komplex kötés sokkal ellenállóbb szerkezetet biztosít, mint egy kalciumos só kapcsolat.

Ismeretes, hogy a tőzeges talajjavításokat *Kégl* szerint 6—8 év után meg kell újítani. Feltehető, hogy az alumíniumszilikátos komplex kötések sokkal tovább tartanak.

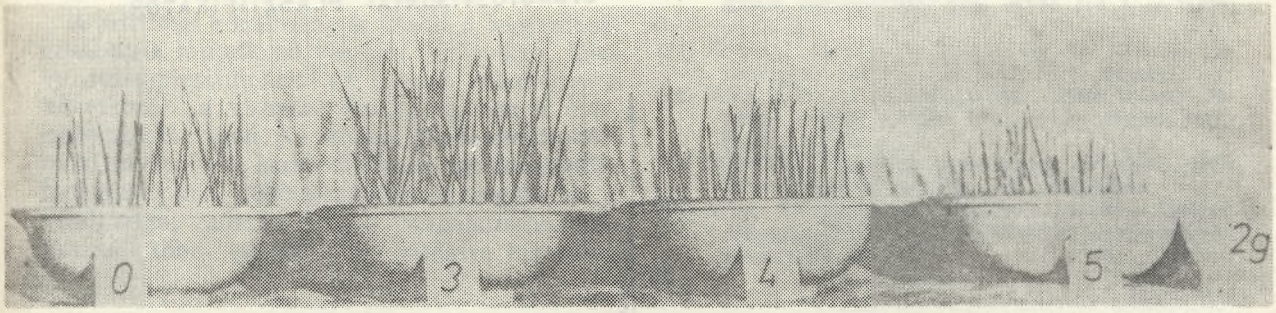
Serkentőhatás vizsgálata

A szén peptizátumok és dezaggregátumok többek között a mezőgazdaságban volnának felhasználhatók. Ebből a szempontból elsőrangú feladat annak tisztázása, hogy a termőtalajba vitt szenekből származó szerves alumíniumhidroszilikátos komplexek nem késleltetik, nem károsítják-e a magvak csíraképességét, a fejlődő csíranövényt. A Központi Földtani Hivatal két alkalommal is lehetővé tette, hogy az MTA Agrokémiai Intézetében az átadott kisbalatoni tőzeg, nógrádi Gusztáv aknai és szorospataki bánya szenek, továbbá a gyöngyösvisontai lignitpor dezoggregátumait fenti szempontból megvizsgálják. Megállapították, hogy „a dezaggregátumok nagyobb mennyisége (10 g/m^2) a legtöbb esetben késleltette a növekedést. Erőteljes serkentő hatást csak a kisbalatoni tőzeg peptizátumával nyertek, ez volt az egyetlen, mely mind 2 g/m^2, mind 10 g/m^2 mennyiségben egyformán igen előnyösen hatott." (5. ábra: 1. sz. minta nógrád-szorospataki, 2. sz. minta kisbalatoni tőzeg peptizátuma.)

A gyöngyösvisontai lignitpor dezaggregátum (6. ábra 3. sz. minta) kis adagolásban a csírázásra és a növények fejlődésére jó hatással volt. A 4. és 5. sz. minták, a gyöngyösoroszi minták, adalékokat tartalmaztak: solakrolt, bentonitot és már kevésbé voltak jók a csírázásra [12].



5. ábra. Nógrádszorospataki peptizátum (1). iKsbalatoni tőzeg peptizátum (2) hatása a csírázásra és csíranövények fejlődésére



6. ábra. Gyöngyösvisontai lignitpor dezagg. (3), gyöngyösvisontai lignitpor dezagg. + 10% bentonit (5) gyösvisontai lignitpor dezagg. + 1,8% Solacról (4), hatása a csírázásra és csíranövények fejlődésére

Peptizátumra és dezaggregátumra jellemző adatok

A Jate Kolloidkémiai Tanszéke az alábbi két mintára néhány jellemző vizsgálatot végzett [13]:

Nógrád-szorospataki peptizátum	+1% Na_2CO_3
Visontai lignitpor dezaggregátum	+1% Na_2CO_3

A *granulometriai görbéket* a 7. és 8. ábrán mutatjuk be.

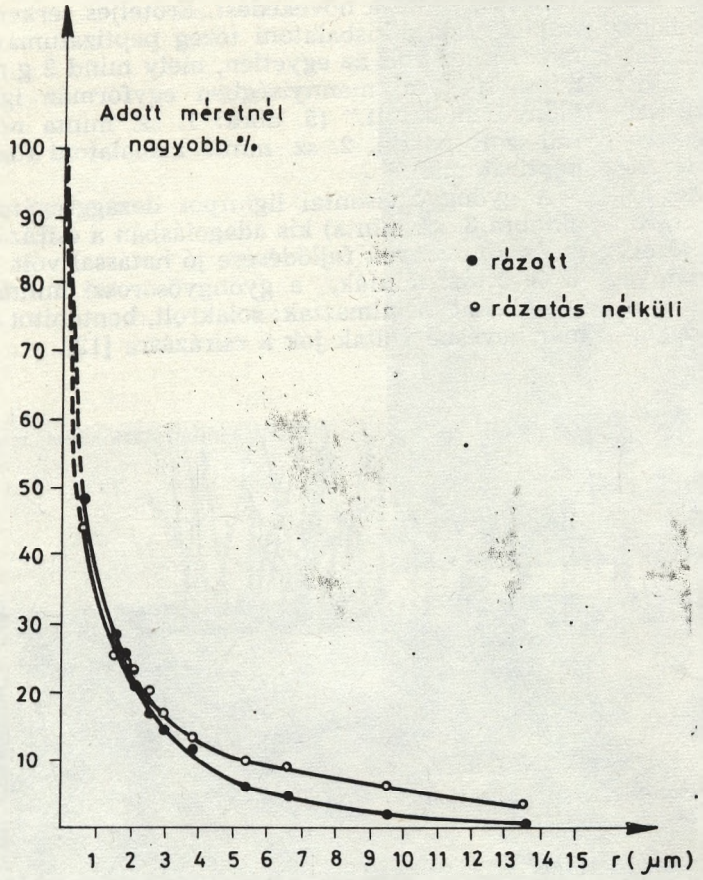
A görbékből kiemeltük a gyakorlatban szokásos adatokat:

	Nógrád-szorospataki peptizátum	Visontai lignitpor dezoggregátum
20 mikronnál nagyobb	6%	46%
	2% rázott	38%
2 mikronnál kisebb	63%	30%
	65% rázott	40% rázott

Fajlagos felület BET-érték, m^2/g

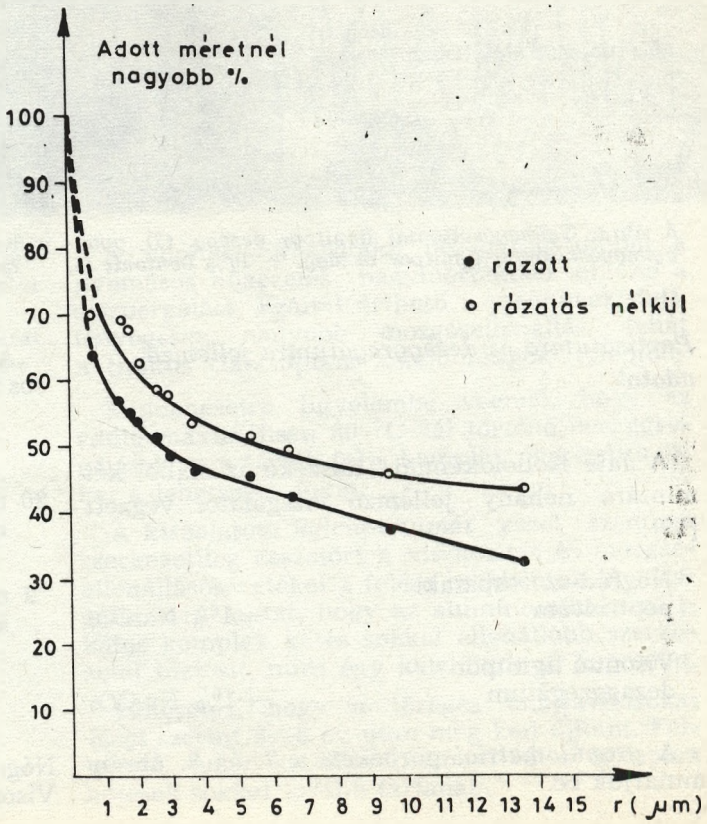
Nógrád-szorospataki peptizátum	18,9
Visontai dezaggregátum	8,2

NÓGRÁDSZOROSPATAKI PLASZTIFIKÁTOR



7. ábra. Granulómetriai görbe

GYÖNGYÖSVISONTAI PLASZTIFIKÁTOR



8. ábra. Granulómetriai görbe

Vízadszorpció, mg H_2O/g	
Nógrád-szorospataki peptizátum	67,8
Visontai dezaggregátum	103

Gyakorlati felhasználás

Az Agrokémiai Intézet szerint „összefoglalva megállapítható, hogy a dezaggregátumok kisebb adagban egyáltalán, nagyobb adagban is csak bizonyos esetekben gátolják a csíranövények fejlődését. Ezzel szemben különösen a tőzegből készített dezaggregátum hatására kedvező kezdeti fejlődése figyelhető meg, ami elsősorban szintén a szélsőséges ökológiai körülményekkel rendelkező, könnyű mechanikai összetételű homoktalajokon jelent komoly előnyt a megfelelő növényállomány kialakulása szempontjából. Vizsgálataink is igazolják, hogy a rendelkezésre bocsátott dezaggregátumok nem tartalmaznak olyan mérgező anyagokat, amelyek a növények zavartalan anyagcseréjében, fejlődésében, fiziológiai károsodásokat okoznának.

... A közvetlen fiziológiai hatásokon túlmenőleg azonban véleményünk szerint nem elhanyagolható a dezoggregátumok azon közvetett hatása, amelyet a talajfelszín mechanikai stabilitásának, színének, a talaj nedvességforgalmának és hőgazdálkodásának befolyásolásán keresztül gyakorolnak a tápanyagdinamikára, a növényi tápanyagok felvehetőségére, illetve a termesztett növényzet, vagy természetes növényzet növekedésére, fejlődésére, anyagcserefolyamataira."

A jelenlegi körülmények között a leggazdaságosabbnak mutatkozó visontai lignitporra, illetve dezaggregátumára az Intézet véleménye a következő: „a visontai dezaggregátum a morzsaképződést igen jól növeli, a mésztelen homokfrakciókra is kedvező hatást gyakorolt. Homokfrakciókból több-kevesebb aggregátuma jó vízállóságot mutat, míg a vizsgálatokhoz felhasznált többi talajból, a hatására képződött morzsák elég jó regenerálhatóságot mutatnak, de nem vízállóak." [14]

A szénkémiával foglalkozó részek dr. Takács Páltól származnak, a támogatásért köszönetemet fejezem ki.

IRODALOM

[1] *Barna J.:* Szerves agyagásványok a magyar kőszenekben. Földtani Kutatás, XVII. évf. 1—2. sz. (1974) p: 55—62.
Barna, J.: Natural organo-clay complexes in Hungarian coals. Publ. Hung. Min. Res. Inst., Budapest, 1975. No. 18. p: 269—281.
[2] *Ward, G. R.:* Isolation of mineral matter from Australien bitumenous coals using hydrogen peroxide. Fuel, Vol. 53. No. 7. (1974) p: 220—221.
[3] *Kovatsits M.-né, Landes T.-né:* Szabványosított huminelemzési módszerekkel szerzett tapasztalatok a humuszhordozók kataszterének összeállításáról. Ásványi humuszhordozók, humuszvegyület kutatása és hasznosítása. A VIII. Szénankét előadásai, MKE kiadás, Budapest, 1972. p: 137—146.
[4] *Balla T.-né, Kovatsits M.-né, Szűcs Z.-né:* Szénszerkezet-vizsgálatok újabb módszerei. BKI Közl., XIII. évf. 2. sz. (1969) p: 213—225.
[5] *Takács P.:* Tájékoztató a 21—7/74. KFH megbízás szénkémiai vonatkozásairól. Budapest, 1974. szeptember.
[6] *Schnitzer, M., Khan, S. W.:* Humic substances in the environment. New York, 1972.
[7] *Barna J.:* Kutatási zárójelentés. BKI 21—7/1974. I. Beszámoló az 1974. I—III. negyedévről.
[8] *Barna J.:* Kutatási zárójelentés. BKI 21—7/1974. II. Beszámoló az 1974. IV. negyedről.
[9] *Soós L.:* A melanorezinit kőszénkémiai és kőzettani vizsgálata. Akadémiai Kiadó. Budapest, 1968.
[10] *Korbuly J., Takács P.:* Humuszhordozók lebontása elektrokémiai redukció útján. BKL BÁNYÁSZAT, 106. évf. BKI Közl. XVII. évf. 1. sz. (1973) p: 50—55.
[11] *Barna J., Takács P., Kakosy Gy.-né:* Kutatási zárójelentés. 21—7/75. sz. BKI, 1976. március.
[12] MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet: Jelentés a KFH részére 1975. évben végzett megbízásos munkáról.
[13] SZIKKTI: Kutatási zárójelentés, V—4627., 1976. Jate beszámoló jelentés, 1976. december.
[14] MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet: Jelentés a KFH részére 1976—1977. évben végzett megbízásos munkáról.

Kitüntetések

A Központi Földtani Hivatal elnöke hazánk felszabadulásának 33. évfordulóján a

„FÖLDTANI KUTATÁS
KIVÁLÓ DOLGOZÓJA"

kitüntetésben részesítette:

Ágos Albert főfúrómestert (Országos Érc- és Ásványbányák),

Aujeszky Géza szakosztályvezetőt (ÉVM Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat),

Bartók András szakági főgeológust (Központi Földtani Hivatal),

Bernáth Zoltán bányageológust (ÉVM Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat),

dr. Bényei Károly osztályvezetőt (ÉVM Cement- és Mészművek),

Bimbó Mihály főgeológust (Mecseki Szénbányák),

Bíró Jánosné vegyésztechnikust (Országos Földtani Kutató és Fúró Vállalat),

dr. Bicztricsány Ede tudományos osztályvezetőt (MTA Geodéziai és Geofizikai Kutató Intézet),

dr. Boda Jenő docenst (Eötvös Loránd Tudományegyetem),

dr. Böcker Tivadar tudományos tanácsadót (OVH Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Központ),

Csigó József üzemegységvezetőt (Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt),

Dér István geológust (Magyar Állami Földtani Intézet),

Farkas István szakági főgeológust (Központi Földtani Hivatal),

Fodor Béla geológust (Magyar Alumíniumipari Tröszt),

Géresi Gyula csoportvezető geofizikust (Mecseki Ércbányászati Vállalat),

Hegedűs B. Ferenc főgeológus-helyettest (Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt),

Horváthné dr. Deák Margit osztályvezetőt (Magyar Állami Földtani Intézet),

Ifjú Ferenc fúrómestert (Országos Földtani Kutató és Fúró Vállalat),

Jáki Rezső főelőadót (Tatabányai Szénbányák),

Juhász Ágoston tudományos munkatársat (MTA Földrajztudományi Kutató Intézet),

Kecskeméti Tiborné tudományos csoportvezetőt (Magyar Állami Földtani Intézet),

dr. Kókay József főgeológust (Nehézipari Minisztérium),

Kórodi Gizella tudományos munkatársat (Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet),

Köteles Géza geológus-technikust (Bauxitkutató Vállalat),

Miszlivecz Ferencné főelőadót (Központi Földtani Hivatal),

Molnár István geológusmérnököt (Középdunántúli Szénbányák),

dr. Mucsi Mihály adjunktust (József Attila Tudományegyetem),

Muravina Lilia csoportvezetőt (Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt),

Oláh Mihály geológust (Országos Földtani Kutató és Fúró Vállalat),

Siklóssy Sándor főgeológust (Országos Érc- és Ásványbányák),

Sipos József tudományos munkatársat (Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet),

Sperg Lajos fúrómestert (Bauxitkutató Vállalat),

Szabó Imre geológust (Mecseki Ércbányászati Vállalat),

Szakály Áron termelési osztályvezetőt (Bauxitkutató Vállalat),

dr. Szemerédi Pálné oktatási bizottsági titkárt (Magyar Geofizikusok Egyesülete),

Szepessy András geológust (Magyar Szénbányászati Tröszt),

dr. Székyné dr. Fux Vilma elnökségi tagot (Magyarhoni Földtani Társulat),

Tóth Álmos csoportvezető geológust (Bauxitkutató Vállalat),

Verő László tudományos munkatársat (Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet),

Vígh János körzetvezetőt (OVH Vízkutató és Fúró Vállalat).

KORBULY JUDIT,
DR. SZABÓ AMBRUS

Termoplasztikus feketeszénféleségek felhasználása nitrilkaucsuk töltőanyagként

A Központi Földtani Hivatal megbízásából végzett azon kutatások ismertetése, melyek során megvizsgálták nitrilkaucsuk-szén keverékek műanyagipari feldolgozásának, illetve a technológiának a Magyarországon rendelkezésre álló nyersanyagokra történő adaptálásának lehetőségét. A Pest megyei Műanyagipari Játékáru és Tömegcikkipari Vállalatnál végzett kísérletek alapján mód nyílik pécsi mosott feketeszénből 99 °Shore keménységű, 87% szakadási nyúlású, 67 kp/cm² szakító szilárdságú, valamint igen kedvező elektromos sajátságokkal rendelkező oly préselvények előállítására, melyek mind az építő- mind a villamosipar területén nagy tömegben felhasználásra találnának.

1. Bevezetés

A szén lepárlása során melléktermékként nyert kátrány régebben egyedüli nyersanyagforrása volt a szerves vegyiparnak, műanyagiparnak. Az ilymódon feldolgozható alapanyagok azonban csak tört részét tették ki a szén szervesanyagának és a szénhidrogén bázisú vegyipar fejlődésével jelentőségük erősen visszaszorult.

Az utóbbi években azonban külföldön megélénkült a kutatás abban az irányban, hogy mind a termoplasztikus feketeszénféleségeket, mind a huminsavdús barnaszénféleségeket közvetlenül alkalmazhassák a műanyagfeldolgozó ipar nyersanyagaként. Ilymódon a szénhidrogén-bázisú anyagokkal versenyképes, nagyértékű termékek, szerkezeti anyagok lennének nyerhetők közvetlenül a szénből, illetve olcsóbb műanyagtermékek előállítására nyílna lehetőség.

A Bányászati Kutató Intézet 1974—76-ban a Központi Földtani Hivatal megbízásából szeneink fokozottabb hasznosítására oly kutatásokat végzett [1—8], melyek során ezen új típusú szerkezeti anyagoknak hazai szénbázison történő előállítását kívánta megvizsgálni.

A főbb kutatási területek az alábbiak voltak:

— termoplasztikus feketeszénféleségek felhasználása műanyagipari préselvények előállítása során,
— huminsavdús barnaszenekből fenoplaszt típusú kondenzációs műanyagok nyerése,
— szén- és kokszklórozás tanulmányozása műszéntermékek tulajdonságainak halogénezéssel való javítására.

Jelen cikkben az első témakörrel kapcsolatos kísérleti tapasztalatokat összegezzük, mivel itt jutottunk leginkább olyan eredményekhez, melyek egy feldolgozási technológia kialakításához alapismereteket szolgáltattak.

2. A kísérleti munka kiindulásához szolgáló kutatások

A termoplasztikus szénféleségek műanyagipari szemléletével kapcsolatos első közlések az 1950-es évekre tehetők. A kiváló magyar szénkémikus, dr. Györki József a kokszolódás feltételeit kutatva [9] — van Krevelen hasonló felismerését megelőzve [10] — elsőnek mutatott rá a koksz-képződésnek a műanyag-képződéssel analóg jellegére.

A műanyagipar számára hasznosítható kutatásokról azonban csak sokkal később, az 1970-es években jelennek meg közlemények. Itt elsősorban Kröger Aachen-i professzor úttörő munkássága [11, 12] említendő meg, aki a kokszgyártás és nagy hőfokú brikettezésre alkalmas sülőszenek eredetileg is kedvező sajátságait szerves adalékok révén úgy tudta módosítani, hogy melegen történő préseléssel jó szilárdságú, kedvező félvezető és szigetelő sajátságokkal rendelkező formatesteket nyert.

Elméleti megfontolásai szerint az alkalmazott adalékok —a szén viaszos, gyantás alkotóival együtt — lágyítószerként hatnak az inert töltőanyagnak tekinthető maradék-szénre. A kiindulási szénféleség előzetes oxidálása, klórozása esetében azonban szerephez jutnak a kialakuló funkciós csoportok is, amik megnövelik a szénanyag kötőerőit. A tiszta szénanyagból készült préselvényekkel szemben a módosított szénféleségek feldolgozásakor mintegy 100—200 °C-kal csökkenteni tudták a préselés hőmérsékletét és jelentősen javultak a kész formatestek szilárdsági jellemzői is.

1970 után az Essen-i Bergbau Forschungsinstitut vált a téma gazdájává. Ők olyan értelemben léptek tovább, hogy megkísérelték a technológiát folyamatossá tenni, illetve olyan receptúrát kialakítani, amellyel a termoplasztikus szénféleségek a műanyagiparban szokványos folyamatos berendezésekkel dolgozhatók fel.

Ennek érdekében Kröger és Falkenheim [13] részletekbe menően tanulmányozta a termoplasztikus szénféleségek és a módosított szénanyagok folyási sajátságait. Kísérleteik kiindulási anyaga egy nagy vitrinit-tartalmú termoplasztikus szén volt, melynek módosítása során az alábbi anyagokat próbálták ki 10—10%-os adalékként alkalmazva: akridin, 1,5-dihidroxinaftalin, bis-hidroximetil-ciklohexán, 1,8-oktándiol, Perbumán-N.

A legjobb folyási sajátosságokat az 1,8-oktándiol és a Perbuman-N alkalmazásakor érték el, mely utóbbi esetben a fenolgyantákra jellemző, nagy folyási sebességeket tapasztaltak.

Tájékozódó jellegű extrudálási kísérleteket is a Perbunan-N adalékkal módosított szénféleséggel végeztek, de itt az adalék mennyiségét 20%-ra kellett növelni megfelelően megömlött termék elérése érdekében. A kipréselt szalag azonban még ebben az esetben sem volt folytonos, hanem szakadozott és töredezett.

Romey kutatásai szerint [14] a folyamatos megmunkálási eljárás kialakításához szükségesnek mutatkozott a sülőszén-rész további, mintegy 65—70%-ra való csökkentése és a módosító adalékként bevitt kötő- és lágyítóanyagoknak növelése. Az így kialakított termoplasztikus szénkeverék fóliákká, csövekké volt feldolgozható mintegy 120—160 °C hőmérsékleten.

A kötésmechanizmusra vonatkozóan megállapították, hogy a nyomás és hő hatásának kitett, szerves adalékokkal módosított szénkeverék kiindulási komponenseire többé már szét nem bontható. Az elvégzett mikroszkópos vizsgálatok azonban kimutatták, hogy a szénszemcsék nem oldódnak fel a beadagolt kötőanyagokban. Itt a szén aktív töltőanyagként hat — hasonlóan a koromhoz a kaucsuk esetében — és a szén és kötőanyag közötti kémiai folyamatok csupán a határfelületeken játszódnak le.

Gorlov, Zummerov és Pauskin szovjet kutatók 1977. évi, igen kiterjedő tanulmánya [15] szerint is a műanyagipari nyersanyagok bázisbővítése érdekében nagy hangsúlyt kap napjainkban az ásványi szenek finom őrleményeinek töltőanyagként való felhasználása termoplaszt, reaktoplaszt, kaucsuk kompozíciók esetében.

3. *A kísérleti munka ismertetése*

Az irodalmi közlések alapján a műanyagipari feldolgozás egyik legjárhatóbb útjának az a megoldás bizonyult, amikor a termoplasztikus szénféleségeket lágyított nitrilkaucsukkal dolgozzák össze és préselik. Így kísérleti munkánkat is ebben az irányban indítottuk, de receptúráink kialakítása során új tényezőként figyelembe vettük a vulkanizálás lehetőségét.

Kísérleteink nyersanyagául két különböző szénültségi stádiumot képviselő, mecseki dúsított szénféleséget (komlói és pécsi mosott szenek), illetve a Dunai Vasmű szénelőkészítőjében nyert flotálási koncentrátumot választottuk, melyek szénvizsgálati adatai az 1. táblázatban láthatók.

A feldolgozandó keverékeket úgy alakítottuk ki, hogy a szénkomponens mennyisége 60—75% között változott és 25—40%-ot tett ki a nitrilkaucsuk és egyéb módosító anyagok aránya. Az adalékok az alábbiak voltak:

— az Essen-i Bergbau Forschungsinstitut-ban használt Perbunan-N készítménynek megfelelő nitrilkaucsuk komponensként a VEB Bunawerke Hycar 1041 termékét alkalmaztuk;
— a nitrilkaucsukot célszerűen lágyítottuk a Magyar Egyesült Vegyiművek Eviplast 80 (di-isooktilftalát) termékével. A nitrilkaucsuk és lágyító arányát minden kísérletnél azonosan 70:30-nak választottuk;

1. táblázat

A felhasznált szénféleségek vizsgálati adatai

Megnevezés	DV flotátum	Komlói mosott	Pécsi mosott
Hamu	12,13	10,13	10,96
Illó t	32,87	33,14	25,32
S	2,25	2,28	2,49
Roga-szám	68,3	74,5	69,3
Dilatométer			
a %	25,0	23,0	19,0
b %	+18,0	+37,0	+30,0
E %	43,0	60,0	49,0

Szemnagyság:

mm	S%	mm	S%	S %
+0,5	3,8	+0,63	6,60	9,91
0,2 —0,5	27,6	0,32—0,63	29,40	33,70
0,1 —0,2	26,9	0,20—0,32	21,80	19,20
0,056—0,1	9,8	0,10—0,20	26,20	22,00
0,040—0,056	5,87	—0,10	1,60	0,30
0,030—0,040	1,72			
0,020—0,030	6,69			
0,010—0,020	6,95			
—0,010	10,67			

— a lágyítónak a hőmérséklet hatására történő degradálását antioxidáns alkalmazásával gátoltuk. Ez a hőstabilizátor az Ongrostab 2246 (2,2'-metilén-bis-4 metil-6 tercier-butilfenol) készítmény volt ,amit a lágyítóra vonatkoztatva 0,1%-os mennyiségben alkalmaztunk;
— a vulkanizálás célját szolgáló kénport, valamint a térhálósodást elősegítő gumiipari gyorsítót (Pneumax MBT 3) a lágyított nitrilkaucsukra számolva 2, ill. 3%-os mennyiségben adtuk a kísérleti keverékekhez.

A három szénféleséggel ilymódon kialakított összesen 12 kísérleti keverék részletes receptúrája a 2—4. táblázatokban látható.

A kísérletek kivitelezése a Pest megyei Műanyagipari Játékáru és Tömegcikkipari Vállalat berendezésein történt.

Első lépésként a szárított és 0,5 mm alá aprított szén-mintákat (mintegy 5—5 kg) egy 800 mm-es műanyagipari hengerszéken, 150 °C-on történő mintegy 12—15 perces járatással összösszedolgoztuk a lágyított nitrilkaucsukkal, majd szobahőmérsékletre történő visszahűlés után adagoltuk be második lépésben a vulkanizálási adalékokat.

A hengerről lejövő, 2—3 mm-es lemezekből 200 mm átmérőjű, körlap formájú próbatesteket vágtunk ki, amelyeket azután egy 60 tonnás műanyagipari présen (hatónyomás 16 t, vagyis kb. 50 kp/cm²), 180 °C hőmérsékleten 3—5 percig préseltünk.

Az előállított próbatestek minőségét a Shore-féle keménységgel, valamint a szakadási-nyúlás és szakítószilárdság értékekkel jellemeztük, és meghatároztuk a préselvények vízfelvevő képességét is, mely adatokat szintén a 2—4. táblázatok tartalmazzák.

Mivel az irodalmi hivatkozások és saját mikroszkópos vizsgálataink is azt bizonyították, hogy a szénszemcsék a lágyított nitrilkaucsukban nem oldódnak fel homogén fázist alkotva, célszerűnek mutatkozott a szenek őrlési fokának hatására vonatkozó adatokat is kapni. Így a pécsi szén esetében összevetettük az 500, il-

2. táblázat

A DV flotátummal készült szénpor-kaucsuk keverékek összetétele és az előállított lemezek fizikai jellemzői

A minta jele		I/1	I/2	I/3	I/4
A keverékek összetétele:					
DV flotátum	g	600	650	700	750
Hycar 1041	g	280	245	210	175
Eviplast 80	g	120	105	90	75
Ongrostab	g	1	1	1	1
Kénpor	g	8	7	6	5
Pneumax	g	12	10,5	9	7,5
Shore keménys. Sh° A		70—72	71—74	93—94	94
Szakadási nyúlás	%	85	30	20	10
		90	35	20	10
		100	35	20	10
		110		20	20
		110		20	20
		150		30	25
Szakítószilárds. kp/cm²		28,2	25,6	50,1	30,2
(Szakítási sebesség		24,6	25,3	42,4	29,8
100 mm/perc)		23,4	24,6	41,8	28,9
		23,4		40,6	28,6
		16,0		40,6	28,6
		16,0		39,2	26,8
		13,7		26,6	22,2
Vízfelvevő-képesség	%				
(72 órás)		+1,4	+2,8	+1,1	+1,7
(96 órás)		+1,6	+1,7	+1,5	+2,0

3. táblázat

A komlói mosott szénnel készült szénpor-kaucsuk keverékek összetétele és az előállított lemezek fizikai jellemzői

A minta jele		II/1	II/2	II/3	II/4
A keverékek összetétele:					
Komlói mosott	g	600	650	700	750
Hycar 1041	g	280	245	210	175
Eviplast 80	g	120	105	90	75
Ongrostab 2246	g	1	1	1	1
Kénpor	g	8	7	6	5
Pneumax	g	12	10,5	9	7,5
Shore keménység	SH°A	75	83	91	92
Szakadási nyúlás	%	100	73	43	33
		100	100	50	50
		130	100	50	50
Szakítószilárdság	kp/cm²	23,2	23,7	35,8	29,0
(Szakítási sebesség		22,6	23,0	34,8	28,0
100 mm/perc)		22,3	20,4	34,0	27,0
Vízfelvevő-képesség	%				
(72 órás)		+1,2	+1,3	+1,2	+1,2

letve 50 mikron szemnagyságra való aprítást négyféle keveréknél (5—6. táblázat).

A pécsi szén esetében meghatároztuk a III/4 jelű keverékből előállított lemez elektrofizikai jellemzőit is, ahol az alábbi értékeket találtuk:

fajlagos ellenállás R = 3—6.10^{13} Ohm cm
dielektromos állandó E = 3,9—4,2 (800 Hz)
veszteségi tényező tgδ = 0,07—0,08 (800 Hz)

4. A kísérletek értékelése és javaslatok

Az ismertetett kutatási munkában eljárást dolgoztunk ki termoplasztikus feketeszenek műanyagipari felhasználására. A vizsgálati eredmények áttekintésénél megállapítható, hogy

4. táblázat

A pécsi mosott szénnel készült szénpor-kaucsuk keverékek összetétele és az előállított lemezek fizikai jellemzői

A mita jele		III/1	III/2	III/3	III/4
A keverékek összetétele:					
Pécsi mosott	g	600	650	700	750
Hycar 1041	g	280	245	210	175
Eviplast 80	g	120	105	96	75
Ongrostab 2246	g	1	1	1	1
Kénpor	g	8	7	6	5
Pneumax	g	12	10,5	9	7,5
Shore keménység	SH°A	74	82	89	94
Szakadási nyúlás	%	123	100	66	33
		123	100	66	33
		130	130	66	33
Szakító szilárdság	kp/cm²	21,2	28,2	32,4	47,0
(Szakítási sebesség		19,5	28,0	31,2	46,0
100 mm/perc)		19,4	26,0	30,4	44,0
Vízfelvevő-képesség	%				
(72 órás)		+1,2	+1,0	+0,9	+0,9

5. táblázat

Pécsi mosott szénminták szemcseeloszlása

Hengerszéken aprított

mm	S%
+0,63	9,90
0,32—0,63	33,70
0,20—0,32	19,20
0,10—0,20	22,00
—0,10	0,30

Golyósmalomban őrölt

mm	S%
0,040—0,056	4,35
0,040—0,030	4,89
0,030—0,020	3,80
0,020—0,010	10,33
—0,010	76,63

— a keverékek széntartalmának 60-ról 75%-ra való növelésével — mindhárom vizsgált szénféleség esetében — a préselvény keménysége nő, szakadási nyúlása csökken;

— a szakítószilárdság a DV flotátum és a komlói mosott szén esetében a 70%, a pécsi szén esetében pedig 75% széntartalmú keveréknél mutat optimumot;

— a vízfelvevő-képesség több napos áztatás után is minden préselvénynél mindössze 1—2%-os és ez a vízfelvétel is inkább csak az adszorbciósan kötött felületi nedvességtől származik.

A 3 különböző hazai szénféleséggel végzett összehasonlító vizsgálatok alapján úgy véljük, hogy az alkalmazott nitrilkaucsukos vulkanizálási technológia szénbázisaként a 25—26% illójú kokszszenek (jelen esetben a pécsi szén) előnyösebben alkalmazhatók, mint a nagyobb illójú gázkoksz-szenek.

A szemcsenagyság hatására vonatkozóan a pécsi szénnel végzett kísérleteink egyértelműen rámutattak arra, hogy az 500 helyett 50 mikronra történő aprítás a próbatestek minden fizikai jellemzőjét jelentősen javította és ilymódon pl. a 75% pécsi szénport tartalmazó kompozícióból

6. táblázat

A kétféle szemnagyságú pécsi mosott szénnel készült szénpor-kaucsuk keverékek összetétele és az előállított lemezek fizikai jellemzői

A minta jele		III/1		III/2		III/3		III/4	
A keverékek összetétele									
pécsi mosott	g	750		600		650		700	
Hycar 1041	g	175		280		245		210	
Eviplast 80	g	75		120		105		96	
Ongrostab 2245	g	1		1		1		1	
Kénpor	g	5		8		7		6	
Pneumax	g	7,5		12		10,5		9	
Szén szemnagyság	mikron	—500	—50	—500	—50	—500	—50	—500	—50
Shore keménység	Sh° A	74	72	82	88	89	95	94	99
Szakadási nyúlás	%	125	266	110	120	66	108	33	87
Szakítószilárdság (Szakítási sebesség 100 mm/sec)	kp/cm²	20,0	31,3	27,4	38,8	31,3	54,6	45,6	67,3

99 Shore keménységű, 87%-os szakadási-nyúlással és 67,3 kp/cm² szakítószilárdsággal jellemzett olyan műanyag nyerhető, amelynek elektrofizikai állandói is kedvezőek.

A szénpor alapanyagok műanyagipari felhasználásának kulcsponti kérdése a reakcióképes, nagy fajlagos felületet biztosító nagymértékű aprítottság kialakítása, ami ismert berendezésekben megvalósítható. A technológia fejlesztése érdekében azonban érdemes lenne megvizsgálni a Bányászati Kutató Intézetben kialakított, szobahőmérsékleten történő klórozás hatását a termoplasztikus alapanyagok aktivitásának fokozása érdekében, aminek következtében döntően előnyösebb tulajdonsággal rendelkező szénalapú műanyagtermékek előállítására nyílna lehetőség.

Az eddigi kutatások eredményeként megállapítható, hogy a nyert termékek keménygumiként a kábeliparban, illetve párazáró lemezként az építőiparban felhasználásra találhatnának.

IRODALOM

1. *Korbuly J.—Szűcs Z.:* Újtípusú szerkezeti anyagok előállítása szénbázison. I. Irodalmi tanulmányok és az alapanyagok kiválasztása. Bányászati Kutató Intézet 22—3/74. sz. kutatási részjelentés, 1974. szeptember.
2. *Korbuly J.—Dr. Takács P.—Bognár T.—Gyurasics J.:* Újtípusú szerkezeti anyagok előállítása szénbázison. II. Kísérletek műanyagipari présporok és klórozott kokszok előállítására. Bányászati Kutató Intézet 22—3/74. sz. kutatási zárójelentés, 1975. január.
3. *Korbuly J.—Bognár T.:* Újtípusú szerkezeti anyagok előállítása szénbázison. Bányászati Kutató Intézet 22—11/75. sz. beszámoló jelentés, 1975. június.
4. *Korbuly J.:* Újtípusú szerkezeti anyagok előállítása szénbázison. Kísérletek termoplasztikus feketeszén műanyagipari feldolgozására. Bányászati Kutató Intézet 22—11/75. sz. kutatási részjelentés, 1975. szeptember.
5. *Korbuly J.—Dr. Takács P.—Bognár T.:* Újtípusú szerkezeti anyagok előállítása szénbázison. A műanyagipari feldolgozás lehetőségeinek kísérleti vizsgálata; koksz klórozási kísérletek. Bányászati Kutató Intézet 22—11/75. sz. kutatási zárójelentés, 1976. január.
6. *Korbuly J.:* Újtípusú szerkezeti anyagok előállítása szénbázison. 1. rész. Bányászati Kutató Intézet 22—6/76. sz. beszámoló jelentés, 1976. június.
7. *Korbuly J.:* Újtípusú szerkezeti anyagok előállítása szénbázison. 2. rész. Bányászati Kutató Intézet 22—6/76. sz. beszámoló jelentés, 1976. szeptember.
8. *Korbuly J.—Dr. Takács P.—Bognár T.:* Újtípusú szerkezeti anyagok előállítása szénbázison. 3. rész. Bányászati Kutató Intézet 22—6/76. sz. kutatási zárójelentés, 1976. december.
9. *Györki J.:* A szenek kokszolásának feltételeiről és a kokszolás folyamatáról. Akadémiai doktori értekezés (1956).
10. *Van Krevelen, D. E.—Huntjens, F. J.—Dormans, H. N. M.:* Chemical Structure and Properties of Coal. XVI. Plastic Behaviour on Heating. Fuel 35. 1955. p. 462—475.
11. *Kröger C.:* Matière à mouler provenant de la houille pour la fabrication de produits manufacturés. Recherche Charbonnière. Application à la Technique Minière. Base pour Noveaux Produits. Journées d'Information, Luxembourg, 8—9 décembre 1970. p. 133—36.
12. *Kröger, C.—Romey, J.—Falkenheim, G.:* Das Pressverhalten modifizierter Steinkohlen. III. Der Einfluss einiger weiterer Modizifierungsarten auf das Festigkeitsverhalten der Presslinge. Erdöl und Kohle 25., März. 2. 1972. Nr. 3. p. 143—45.
14. *Romey, J.:* Werkstoffe aus Kohle. Erdöl und Kohle 26., August 1973. Nr. 8. p. 449—450.
15. *E. G. Gorlov, S.—Sz. R. Zummerov—J. M. Pauskin:* Razrabotka i primenenie kompozicionnüh materialov uglja sz viszokomolekuljarnümi szoedinenjami (szosztav, szvojsztva i oblaszti primenija). Himija Tverdogo Topliva. Nr. 1. 1977. p. 3—16.

DR. KERTÉSZ PÁL,
DR. MAREK ISTVÁN

Kőzetkonzerválási kísérletek

Az utóbbi években világszerte egyre többet foglalkoznak a természetes kőzetek konzerválási, védelmi kérdéseivel. Ennek oka részben az emberiség ama felismerésében rejlik, hogy műalkotásait és természeti környezetét — amelyekben a természetes kőzetek szerepe igen jelentős — úgy kell megvédenie, hogy azok a napjainkban fennálló helyzetben, lényeges további romlás nélkül maradjanak meg az utánunk következő generációk részére. Másik oka pedig az a gyakorlati tapasztalat, hogy az iparosodás és városiasodás következtében egyre agresszívebbé váló légkörben a kőanyagok az eddig megszokottnál lényegesen nagyobb mértékben romlanak és így pl. a műalkotások nemcsak esztétikai értéküket vesztik el, hanem a kövek romlása következtében állékonyságukat, stabilitásukat is. Így a kővédelem kérdései világjelentőségre tettek szert.

A védelem szükségességét már évszázadokkal ezelőtt felismerték a különlegesebb, kőből készült műalkotások esetén: ide sorolhatjuk pl. az athéni Parthenon színezését, a középkori Velence zsíros kőbevonatait. Ezek azonban még nem voltak tudatosan, általános használatra kiválasztott szerek. Az ipari fejlődés a XIX. században kívánta meg először nagyobb mértékben a kővédelem tudományos elemzését.

Kezdetben a mésztej, a vízüveg alkalmazására történtek kísérletek, majd a kőzettan fejlődésével a kőzetre megfelelő készítmények kikísérletezésére került sor. Angliában a magyar Szerelmey a fluátos (fluorszilikátos) kezeléssel lett elismert vállalkozó, de alkalmaztak baritvizes (báriumhidroxidos) kezelést, szerves anyagokat (pl. testalin) vagy egyszerű, a kőzettel reakcióba nem lépő bevonatokat (pl. parafin) is.

Egészen nagyjából a 2. világháborúig terjedő időben egyedi probálkozások eredményeképpen változóan sikeres kezelések jellemezték a helyzetet: általános használatra egyetlen szer vagy vegyülettípus sem került.

A 2. világháború idején kifejlődött vegyipar a kőzetkezelésben is új fejezetet nyitott, elsősorban a szerves sziliciumvegyületek, az epoxigyanták és egyéb műanyagok (pl. metakrilát, akrilát, stb.) kifejlesztésével. Ezen anyagok egyes, különleges tulajdonságai (pl. víztaszítás) addig ismeretlen hatással voltak a kőzetekre és így a kezelőszerek világszerte elterjedtek különböző minőségben és változatos neveken, általában titokban tartott vegyi összetétellel.

Egyes negatív tapasztalatok hamar bebizonyították, hogy ehhez a tevékenységhez is szükséges a *tudományos alapok* feltárása a kőzettan vonatkozásában is, és ennek alapján lehet az alkalmazás feltételeit és a kezelés ellenőrzési módjait kidolgozni. A következtetéseknek, megítéléseknek egyik legnagyobb műszaki nehézsége ugyanis az, hogy a mállási folyamat önmagában is igen lassú: a kőzet tönkremenetele a felszínen vagy beépítve évtizedek, esetleg csak évszázadok alatt ér el látható, szemlélettel is észlelhető mértéket. A laboratóriumi, gyorsított időállósági folyamatokkal (ún. „öregítési" vizsgálatokkal) való vizsgálatok a mállási folyamat szabatos ellenőrzését kívánják meg és a laboratóriumi vizsgálatokat helyszíni vizsgálatokkal kell hitelesíteni. Mivel a mállási folyamat a kőzetminőség és a környezet közös függvénye, a hitelesítést klímaegységenként és kőzetenként külön-külön kell elvégezni.

Mivel a kezelőszerek felhasználása már nemzetközinek mondható, szükségesnek látszik, hogy azok minősítése ne országonként változó vizsgálati módszerekkel történjék, hanem a vizsgálatok eredménye összehasonlítható legyen. Ezért már évekkel ezelőtt felmerült egy nemzetközi előírásrendszer kidolgozásának kívánalma.

A kővédelem szükségessége nemzetközi viszonylatban a műemlékek kőanyagán vált érezhetővé, a természeti objektumok védelmével csak kevés helyen (pl. az Egyesült Államok nemzeti parkjaiban) foglalkoztak. Így az építőipari laboratóriumok nemzetközi szövetsége (RILEM), valamint a műemlékek és múzeumok nemzetközi tanácsa (ICOMOS) közös munkabizottságot hívott életre a nemzetközi vizsgálati ajánlás kidolgozására. Ez a bizottság 1972 óta működik és előreláthatólag 1978-ban fejezi be munkáját. A bizottság munkájában Magyarország a Budapesti Műszaki Egyetem két képviselője (Zádor M., Kertész P.) révén vesz részt, így az előírásban szereplő vizsgálati módszerek nem idegenek az új magyar építési kőanyag szabványrendszertől (MSZ 18280—18296) sem.

Magyarországon a védendő kőzetválaszték (különösen a műemléki kőanyagoknál) lényegesen eltér az egyéb európai, vagy e kérdéssel foglalkozó tengerentúli területek kőzetegyüttesétől. A hazai klímatikus körülmények sem egyeznek meg az e téren gazdagabb tapasztalatokat gyűjtött országok körülményeivel. A hazai védelmi feladatok nagyrészt az Országház építésével indultak meg, a felhasznált durva mészkő konzerválására már a századforduló után néhány évvel történtek kísérletek.

A két világháború közötti Magyarországon már a kísérletek sorát végezték el különböző vegyi anyagokkal (1), de a tapasztalatok általában negatívok voltak. Így a kérdéssel részletesen foglalkozó Vendl Aladár (2) negatívan értékelte a kővédelem lehetőségét és ennek nyomán

a kérdés hosszú időre lekerült a napirendről. A magyar műszaki és földtani szakemberek nem figyeltek fel eléggé a felszabadulás után az új anyagok megjelenésére és csak Zádor M. munkássága (3) nyomán kezdtek el e kérdéssel foglalkozni.

A hazai durva mészkő, vulkáni tufa, tömött és forrásvízi mészkő problémáival szemben világszerte jobbára a homokkő, a gránit, a márvány és a francia típusú durva mészkő kőzetfajtáira gyűltek a tapasztalatok, de bebizonyosodott, hogy ezek nem alkalmazhatók közvetlen a magyar viszonyokra.

A hazai műemléki kőanyagok védelmi kérdései az Országos Műemléki Felügyelőség hatáskörébe tartoznak, a kutatásokat a BME Építészettörténeti és Elméleti Intézete irányítja, a műegyetemen kívül kutatásokat végez az Építéstudományi Intézet is.

A kőzetvédelem szempontjából külön feladatot jelentenek azok a *földtani természetvédelmi objektumok,* amelyek mállása nagyobb intenzitású. A Központi Földtani Hivatal, valamint az Országos Természetvédelmi Hivatal e kérdés gazdája, megbízásukból kutatásokat végez a Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat, valamint a BME Ásvány- és Földtani Tanszéke is.

A KFH megbízásából a tanszék kutatási tevékenységet vállalt Budapesten két dolomit-objektum (a Libegő alsó állomásának sziklaalakzata, valamint a Balog Ádám utcai természetvédelmi terület) és az ipolytarnóci lábnyomos homokkő konzerválási kísérletei mellett a kérdés egészének, földtani szempontból való értékelésére és továbbkutatására.

A kitűzött feladat

A kitűzött közvetlen cél a nevezett objektumok védelmere vonatkozó javaslat készítése volt. Ennek keretében vizsgálni kellett a kőzet és a mállás jellegét,

— meg kellett határozni a valószínűen alkalmazható kezelőszerek közül az optimálist,
— meg kellett állapítani a kezelés után annak hatásosságát,
— konkrét vizsgálati eredmények alapján kellett javaslatot tenni az alkalmazandó kezelésre.

A kérdés megoldásához legelőször is azt kellett tisztázni, hogy mi várható el egy kezeléstől. Kezelésre akkor van szükség, ha a szabad felszínű kőzet

— jelenlegi állapotában nem felel meg a vele szemben támasztott (pl. szilárdsági, esztétikai, felületállandósági) követelményeknek,
— a mállási tényezők hatására olyan változásokat szenvedhet el, amelyek az előző bekezdésben említett követelmények jövőbeni teljesülését akadályozzák.

A kezelés lehet olyan, amely a kőzet állapotát javítja, a kőzetet szilárdítja oly módon, hogy a további szilárdságromlást is jelentősen korlátozza. Ez a *szilárdító kezelés* elsősorban a kőzet megromlott tulajdonságait változtatja, részben „helyreállítja".

A második esetben olyan kezelés lehetséges, amely a további mállási folyamat intenzitását csökkenti, általában úgy, hogy a mállási tényezőket tartja távol a kőzettől. Mivel a hazai éghajlaton a mállás általában a kőzet felszínközeli részébe belépő vízzel függ össze (fagy, vegyi anyagok, élőszervezetek megtelepedése), egy *víztaszító kezeléssel* a mállás tényezői távol tarthatók, anélkül, hogy a kőzet tulajdonságait, küllemét, szilárdságát megváltoztatnánk.

A szükséges kezelés jellegének megállapításához a kőzetnek és mállási folyamatának alapvizsgálatokkal való jellemzése előfeltételként jelentkezett.

Alapvizsgálatok

A kőzetek mállásával könyvtárnyi irodalom foglalkozik, ezek azonban általában nem vizsgálják a változás kőzetfizikai jellegét és a mállási elváltozások függését a felszíntől való távolságtól. A mállási folyamat a hagyományos mikroszkópiával csak egészében elemezhető, a kémiai elemzési módszerekkel sem követhetjük egyszerűen a helyi kémiai és ásványtani változásokat. Így a BME Építészettörténeti és Elméleti Intézetével, valamint a SOTE elektronmikroszkópiai laboratóriumával (Ortsik É.—Vargha T.—Zádor M.) együttműködve megkezdtük a kőzetmállás kérdéseinek *elektronmikroszkópiai* tanulmányozását.

Első lépésként az építőkőként legtöbb nehézséget jelentő szarmata durva mészkövek ép és mállott felületét tanulmányoztuk, majd vizsgáltuk a kezelőanyag elhelyezkedését a kőzetfelületen. A felvételeken a kőzet szövete, illetőleg annak fellazulása jól tanulmányozható, de nem állapítható meg egyértelműen a mállástermékek kémiai vagy ásványtani jellege. Jól megfigyelhető a víztaszító hártyák elhelyezkedése és jellege, ez utóbbiakból már a kezelés hatásosságára is egyértelmű következtetés vonható le. A szilárdító bevonat elhelyezkedését még nem lehetett egyértelműen megállapítani.

További lépésként az elektronmikroszkópiai vizsgálatokat ki kell terjeszteni a felületi anyagok (elsősorban a mállástermékek) elemzésével és a felvételi technika fejlesztésével meg kell ismerni a kőzet-kezelőanyag kölcsönhatását a szilárdítás folyamán.

A *kezelés hatásosságának* megítélésére sajátos vizsgálati rendet kellett kidolgozni. A nemzetközi előírások még nem kerültek kiadásra, hazai előírásunk nincsen. A vizsgálati rendet a dolomitos kőzeteken azok heterogén és gyakran minavételre alkalmatlan jellegük miatt elsősorban helyszíni megfigyelésekre alapítottuk, míg a lábnyomos homokkő vizsgálatára — részben a dolomitos kőzeteken végzett vizsgálatok tapasztalatai alapján — laboratóriumi vizsgálati rendet dolgoztunk ki. A vizsgálatok során olyan jelzőtulajdonságokat kell meghatároznunk, amelyek a kőzet szempontjából lényegesek és amelyek a mállás (vagy annak laboratóriumi mo-

dellezése) során észlelhetően megváltoznak és kezeléssel befolyásolhatók. A jelzőtulajdonságok, a kezelőszerek és az alkalmazandó modellfolyamatok megválasztása egyben magszabja a vizsgálathoz szükséges próbatestek mennyiségét.

Kísérletek a dolomitos kőzetekben

A Libegőnél lévő dolomitalakzatok és a Balog Ádám utcai természetvédelmi terület kőanyaga lényegében azonos. Mindkét területen az a probléma, hogy a dolomit felületállandósága nem biztosított, a felületközeli repedezett vagy porló kőzetelemek összefüggése gyengül a kőzet többi részével és a felületről anyag távozik el.

Mikroszkópi vizsgálattal megállapítható, hogy a porlás lényegében a dolomitkristályok egymással való kötésének fellazulása, a repedések pedig mind a kötési felületeken, mind pedig az ásványok hasadási felületén húzódhatnak. A kőzet kezelése akkor lehet hatásos, ha a romló vagy részben megszűnt kötéseket mesterségesen helyreállítjuk. Így a kezelés elsősorban szilárdítás lehet, de a további mállási folyamat korlátozása miatt felmerül a víztaszító felület kialakítása is.

A kutatási munkához hagyományos és szilikonos *vegyszereket* használtunk fel a következők szerint:

szilárdító anyagok	nátronvízüveg (33, 66, 100% töménységgel)
	magnéziumfluát
	fehércementpép
	mésztej
víztaszító anyagok	Szilikofób
	szilorlakk

A Balog Ádám utcai természetvédelmi területen a kőzeten négy jellegzetes felületet választottunk ki a kezelések céljára, amelyeket részekre osztva láttunk el különféle kezeléssel. A kezelést az 1976. év őszén végeztük, az első ellenőrző megfigyelésre az 1977. év nyarán került sor. A kísérleti, közel függőleges helyzetű felületek a következők voltak:

1. Fehér, kissé porló, mállott dolomit
2. Lilás, breccsás, kissé porló dolomit
3. Fehér, egybefüggő, felületén repedezett dolomit
4. Töredezett, repedezett porló dolomit (üreg belsejében, esőtől védve).

A téli periódus elmúltával végzett megfigyelés alapján a még nem málló, csak repedezett dolomiton (3) a kezelt és kezeletlen felület között nem volt különbség észlelhető. A teljes egészében mállásnak indult, illetve porló dolomiton (4) valamennyi kezelés hatástalan volt, annak ellenére, hogy e felületet a csapadék közvetlenül nem érte.

A közbenső állapotú 1. és 2. kőzetfelület, valamint egyes külön kezelt kőzettömbök víztaszító kezlése nem volt hatásos, de a szilárdító kezelés a kezeletlen felülethez viszonyítva jelentősen csökkentette a mállást. A vízüveg a felületen önálló hártyaként helyezkedett el, a mésztejes és fehércementes kezelés pedig lényegesen megváltoztatta a felület megjelenését.

Az eredményekből az a következtetés volt levonható, hogy az önállóan alkalmazott víztaszítás eredménytelen, a szilárdításhoz viszont a kísérletekhez alkalmazott viszonylag egyszerűen beszerezhető anyagok nem megfelelőek.

Laboratóriumban a *víztaszítás mértékének* és *szilárdságnövekedésének* meghatározása vált szükségessé. A víztaszítás változását a tanszéken, részben a BS 3286:1969 brit szabvány alapján kidolgozott módszerrel határoztuk meg a kezelt felületen keresztül való kapilláris vízfelszívás megfigyelésével. A szilikofóbos kezelés a kissé repedezett, porló dolomitban mintegy 10%-kal csökkentette a felületi vízfelvételt, átlagban mintegy 0,0033 g/cm^2 megszilárdult kezelőszer felvétele után.

A szilárdítás mértékét a dolomitpróbatesteken nem sikerült egyértelműen meghatározni. Mivel a nem porló, de repedezett dolomitok szilárdságára a repedésmenti nyírószilárdság-csökkenés jellemző, a kőzet tömegéhez vagy felületéhez képest jelentéktelen mennyiségű kezelőanyag is képes a felületközeli repedésekben a kötés helyreállításával szilárdságnövelésre. A próbatestszilárdsági vizsgálatokban ez a változás nem észlelhető megfelelően, míg a felületi szilárdsági vizsgálatok (pl. Brinell-keménység) pontszerű jellege miatt csak a helyi szilárdságváltozást jelzi. A továbbiakban a dolomitra is alkalmazható új szilárdítóanyaggal (pl. Sandsteinverfestiger) való helyszíni kezelés mellett ki kell dolgozni a dolomitra is alkalmazható szilárdságvizsgálati eljárást.

Az ipolytarnóci lábnyomos homokkő védelmi kísérletei

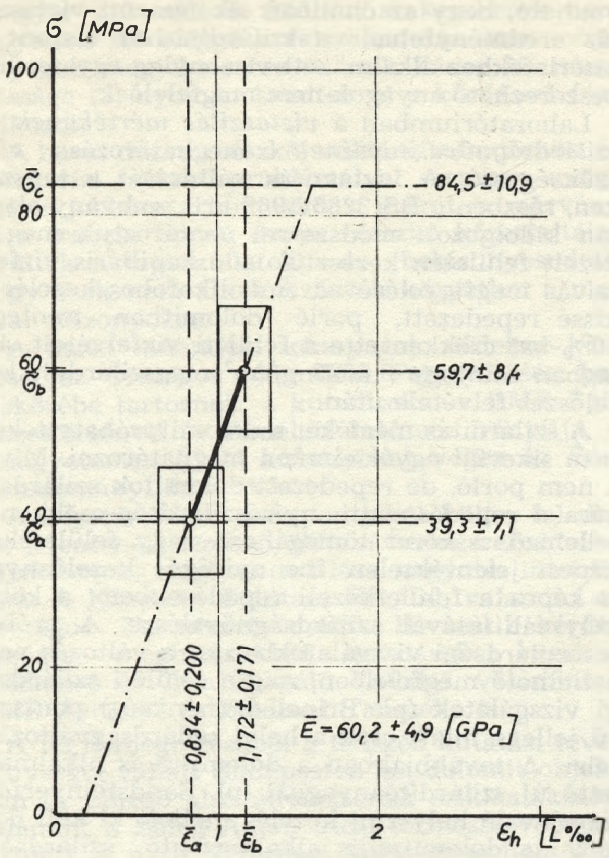
A vizsgált homokkő kötése kovasavas, porozitása csekély. A felületközeli pórusokban tárolódó víz okozza repedésképződésével a kötőanyag mállását, illetőleg a kötőanyag-szemcse kötésének fellazulását. Az általános feladatoktól eltérően ebben az esetben vízszintes szabad felületű kőzetet kell konzerválni úgy, hogy a tetővel védett lábnyomos alakzat a lehetőség szerint változtatás nélkül maradjon meg.

A lábnyomos homokkő védendő felülete a kutatás jelenlegi állapotában nem volt hozzáférhető, csak egyes, elszigetelt pontokon lehetett azt megtekinteni. Egy korábbi kutatási fázisban ugyanis az egész értékes felületet műanyagfóliáával borították le és arra több deciméteres vastagságú földréteget helyeztek el. Így a homokkőfelület felfelé való vízleadását megakadályozták és a fólia alatt vízréteg képződött, a felületközeli kőzetrészt állandóan telítési állapotban tartva. Így a kőzet — fagyhatár fölött húzódó — felülete részben morzsalékossá vált. Ennek mértéke, valamint a szóbeli közlés szerint valamikor elvégzett parafinos kezelés hatása a kutatás e fázisában nem volt megállapítható. A védelmi kísérleteket a lábnyomos homokkő szintjével azonos kőzettani jellegű kőzeten végeztük.

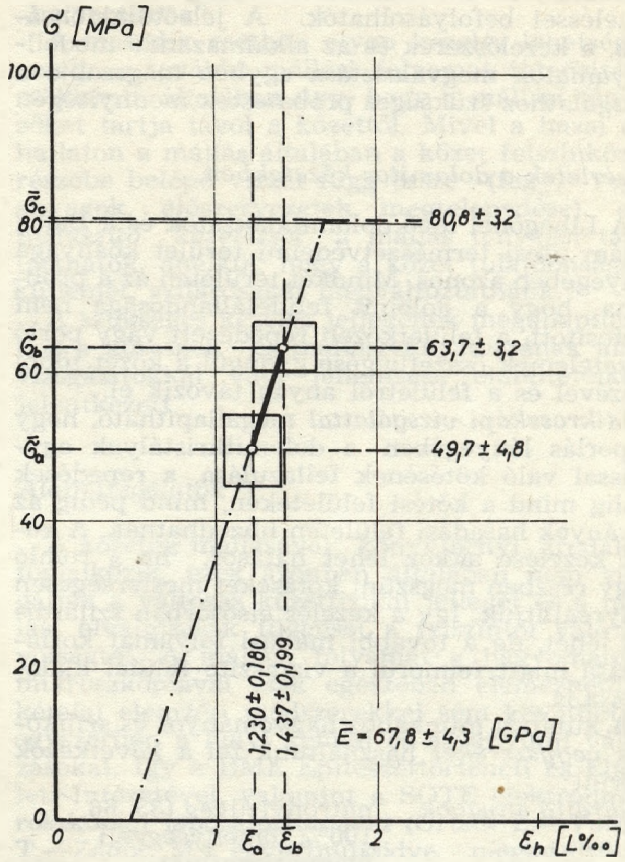
A kezelés során a kőzetfelületen nem látszik célszerűnek víztaszító bevonatot alkalmazni,

Alakváltozási átlaggörbék

légszáraz állapotban n=5

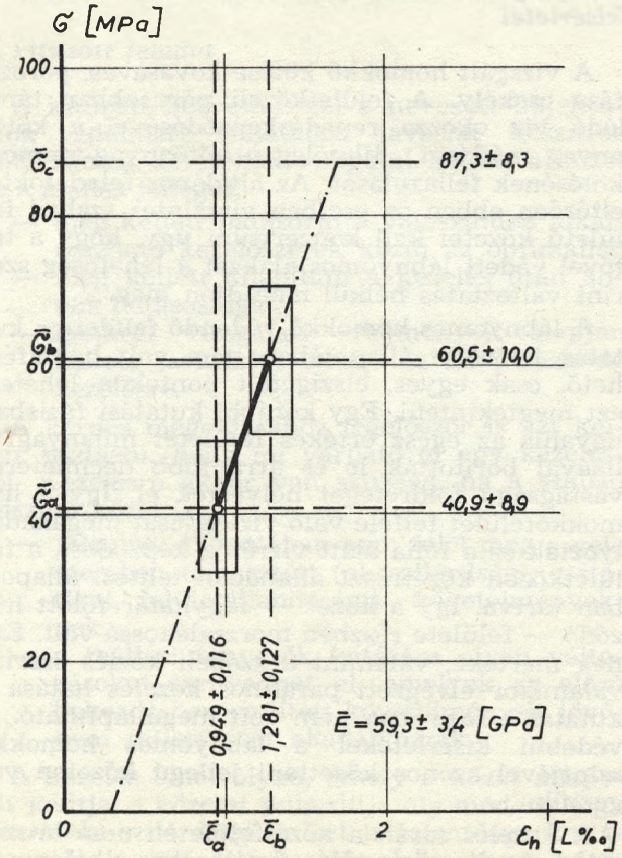


vízzel telített állapotban n=5

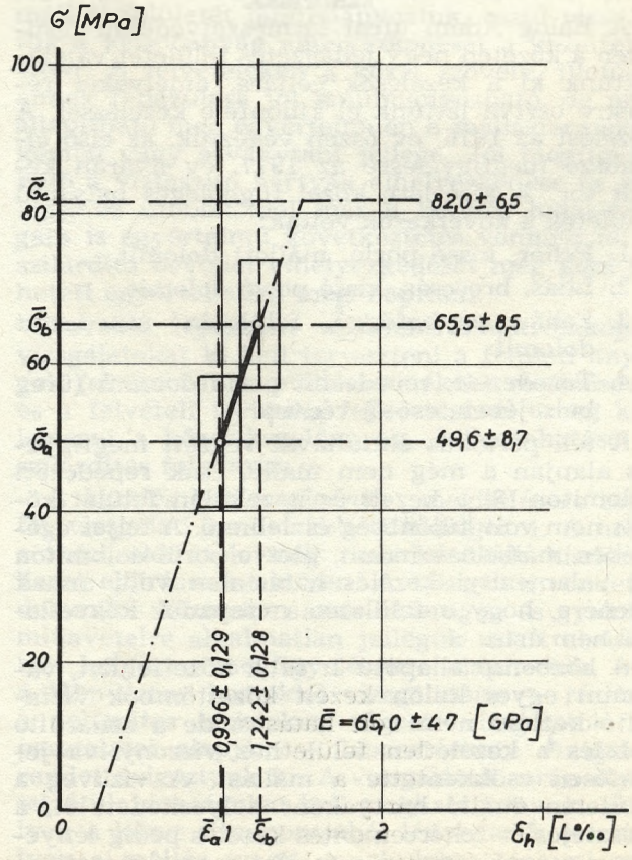


Sandsteinverfestiger – OH kezelés után

légszáraz állapotban n=5



vízzel telített állapotban n=5



Homokkő Ipolytarnóc

mert ez esetlegesen kéregképződéshez vezethet, amellett, hogy vízszintes felületen a víztaszítás a kővédelem szempontjából általában nem is hatásos. Így irodalmi tanulmányozás, valamint eddigi tapasztalataink alapján a Magyarországon is hozzáférhető víztaszító hatás nélküli Sandsteinverfestiger OH-Wacker vegyszerrel folytattuk le kísérleteinket. Ennek előnye az, hogy nem száraz felületre felhordva is kellően hatásos, a nedvesség a szilárdulást elősegíti.

A vegyszer olyan szilikonvegyület, melyből végső soron SiO_2 válik ki és kötésbe lép a kőzettel. Ez homokkő esetén a kőzet természetes kötéseivel azonos jellegű kötéseket eredményezhet.

A kezelés hatásosságának ellenőrzésére végzett vizsgálatokat a tanszéken kidolgozott rend szerint végeztük, arra a meggondolásra alapítva vizsgálatainkat, hogy a kezelt és kezeletlen kőzetek közötti tulajdonságváltozást kell elemeznünk alapállapotban és a környezetre jellemző időállósági modellfolyamatok elszenvedése után. Így valamennyi vizsgálatot úgy hajtottuk végre, hogy a különböző kezelés után, vagy különböző állapotokban lévő próbatesteken meghatároztuk a kiválasztott jelzőtulajdonságokat és azok értékét az MSZ 18289—T értelmezésében az alapállapotú kőzet tulajdonságához viszonyítottuk. Így az egyes vizsgálatokat egyenértékű részpróbatest-csoportokon hajtottuk végre.

Jelzőtulajdonságként a testsűrűséget, ultrasebességet, az egyirányú nyomóvizsgálat paramétereit, valamint a Brinell keménységet alkalmaztuk légszáraz és vízzel telített állapotban, valamint vízfelszívás után.

A *testsűrűséget* hengeralakú, szabályos próbatesteken határoztuk meg. A testsűrűség értékében jelentkezik a vízfelvétel és kezelőszerfelvétel hatása is.

A *longitudinális ultrahanghullámok terjedési sebességét* a hengeralakú próbatest két véglapja között határoztuk meg.

A hengeralakú próbatesteken *egyirányú nyomóvizsgálatot* végeztünk és ennek során felvettük az erőirányú alakváltozási görbét. Az átlaggörbéket az 1. ábrán közöljük légszáraz és vízzel telített, kezeletlen, valamint teljes felületükön bevont próbatestekre vonatkozóan.

A kőzetpróbatestek sík véglapjain meghatároztuk a *Brinell keménységet* kezelt és kezeletlen próbatesteken minden vizsgálati állapotban.

A *vizsgálatok kiinduló és viszonyító állapota a légszáraz állapot* volt. A *víztelítést* a próbatesteknek légköri nyomáson, teljes vízelborításával végeztük.

A *vízfelszívási vizsgálatot* úgy hajtottuk végre, hogy a hengeralakú próbatesteket függőlegesen, 5 mm mélységig vízbe állítottuk a tömegállandóság eléréséig. A *fagyasztási* vizsgálatot klímaszekrényben végeztük. A nátrium- és magnéziumszulfátos *kristályosítás* után az ellenőrző vizsgálatok a kimosott, légszáraz állapotú próbatesteken kerültek végrehajtásra.

A vizsgálatok egy részét — összehasonlítás céljából — *kezeletlen* próbatesteken végeztük. Teljes *felületi kezelés* esetén a próbatestet teljes egészében behelyeztük a Sandsteinverfestiger OH kezelőszerbe és 24 óráig ott tartottuk, a további vizsgálatokat annak teljes megszilárdulása után végeztük. *Véglapkezelés* esetén a függőlegesen álló próbatestet 15 másodpercre bemártottuk a kezelőszerbe 10 mm mélységig és a további vizsgálatokat annak teljes megszilárdulása után végeztük. A teljes kezeléssel átlagban 0,014 g/cm² szilárd állapotú kezelőszer került a kőzetfelületre. Megállapítható volt, hogy az egyes próbatestek annál több kezelőszert vettek föl, minél kisebb volt a testsűrűségük. Mivel a kőzet mállása testsűrűségcsökkenésben is jelentkezik, ez a jelenség éppen a mállottabb darabok jobb szilárdítását eredményezi.

Az elvégzett vizsgálatok eredményeit és viszonyszámait az I—IV. táblázatok tartalmazzák. Ezek erdménye összességében jelzi azt, hogy a *lábnyomos homokkő szilárdítására a Sandsteinverfestiger OH* vegyszer javasolható.

Az egyirányú nyomóvizsgálat eredményeképpen — habár a kezelőszer mennyisége a kőzet térfogatához képest csekély — a *nyomószilárdság* átlagértéke mind légszárazon, mind pedig vízzel telítve magasabb a kezelt kőzeten. Az

I. táblázat

Testsűrűség g/cm³ Átlagérték (szórás) százalék	Kezeletlenül	Teljes felületi kezeléssel	Véglapkezeléssel
valamennyi próbatestre légszárazon	2,205 (±0,044)		
légszárazon	2,205 (±0,037) 100,0		
vízzel telítve	2,258 (±0,025) 102,4		
légszárazon	2,205 (±0,042) 100,0	2,219 (±0,039) 100,6	
légszárazon	2,205 (±0,062) 100,0	2,219 (±0,056) 100,6	
vízzel telítve		2,262 (±0,036) 102,5	
légszárazon	2,205 (±0,021) 100,0		
vízfelszívás után	2,241 (±0,027) 101,6		
légszárazon	2,205 (±0,065) 100,0		2,205 (±0,065) 100,0
vízfelszívás után			2,225 (±0,055) 100,1

II. táblázat

Ultrahangsebesség km/s Átlagérték (szórás) százalék	Kezeletlenül	Teljes felületi kezeléssel	Véglapkezeléssel
valamennyi próbatestre légszárazon	3,790 (±0,375)		
légszárazon	3,778 (±0,213) 100,0		
vízzel telítve	3,982 (±0,121) 105,3		
légszárazon	3,739 (±0,142) 100,0	3,760 (±0,268) 100,6	
légszárazon	3,686 (±0,238) 100,0	3,953 (±0,214) 107,2	
vízzel telítve		4,015 (±0,111) 108,9	
légszárazon	3,928 (±0,228) 100,0		
vízfelszívás után	3,930 (±0,125) 100,1		
légszárazon	3,625 (±0,340) 100,0		3,730 (±0,375) 102,9
vízfelszívás után			3,973 (±0,230) 109,6

III. táblázat

	Kezeletlenül	Teljes felületi kezelés után
Nyomószilárdság MPa átlagérték, átlagjavító érték, százalék		
légszárazon	84,5 ± 10,9 *100,0*	87,3 ± 8,3 103,3
vízzel telítve	80,8 ± 3,2 95,6	82,0 ± 6,5 97,0
Rugalmassági modulus GPa átlagérték és átlagjavító érték		
légszárazon	60,2 ± 4,9 *100,0*	59,3 ± 3,4 98,5
vízzel telítve	67,8 ± 4,3 112,6	65,0 ± 4,7 107,9

IV. táblázat

Brinell keménység kp/mm² Átlagérték (szórás) százalék	Kezeletlenül	Véglapkezelés után
légszárazon	84,6 (±21,5) 100	100,0 (±31,7) 118,2
vízfelszívás után	75,1 (±24,4) 100	91,3 (±41,2) 121,6
25 fagyciklus után	77,2 (±26,7) 100	99,2 (±39,2) 128,5
nátriumszulfátos kristályosítás után	83,0 (±23,2) 100	100,0 (±31,7) 120,5
magnéziumszulfátos kristályosítás után	100,0 (±35,0) 100	101,6 (±32,4) 101,6

alakváltozásra jellemző rugalmassági modulus átlagértéke mind szárazon, mind vízzel telítve alacsonyabb a kezelés utáni állapotban. Az alakváltozási görbékről az állapítható meg, hogy kezelt állapotban a *b* és *c* pontokban mért alakváltozás szórása alacsonyabb lett. Az alakváltozásra a szilárdsággal ellentétben a próbatest egészének viselkedése jellemző és így az alkalmazott, helyi jellegű kezelés befolyása kisebb.

Az *ultrahangsebesség* értéke valamilyen módon szintén összefüggésben van a kőzet szilárdságával. Ez a változás észlelhető a mérési eredményeken is, ahol a víztartalom sebességnövelő hatása is közrejátszik.

A kezelés felületi jellege miatt a legjobban a felületi szilárdságot kifejező *Brinell keménység* mutatja ki a szilárdság növekedését. A kezelés hatása egyértelműen mintegy 20—30 %-os keménységnövekedéssel jelentkezik. Nem egyértelmű a magnéziumszulfátos kristályosítás után nyert eredmény, ahol a kezelt és kezeletlen próbatestek keménysége közel azonosnak adódik.

További teendők

Az eddigi munkálatokkal egyértelműen sikerült lezárni a lábnyomos homokkő konzerválási kísérleteit. A budai dolomit szilárdítására még kísérleteket kell végezni. A további kutatások főirányai a következők:

1. Tovább kell gyarapítani és finomítani ismereteinket a felületi mállási jelenségekről, és szabotosan meg kell határozni a mállástermékek jellegét és a mállás kőzefizikai és kőzetkémiai kísérő jelenségeit. Ezekhez kapcsolódva elemezni kell a kezelőanyag elhelyezkedésének módozatait a kőzetfelületen és annak közelében, meghatározva felhordott védelem jellegét és hatását, valamint beépülését.

2. Mivel a mállás jellege és a védelem optimális módja kőzetenként különbözik, szükséges az eddigi célvizsgálatok mellett a fontosabb hazai kőzettípusok általános vizsgálata több kezelő-

szerrel. A fontosabb kőzetfajták közül célszerűnek látszik egy mállásra hajlamos homokkő (pl. Keszthely környéki pannóniai homokkő), egy (sóskúti típusú) durva mészkő és egy vulkáni tufa (Eger—Bogács vidékéről) teljes vizsgálata. E kőzeteken folytatott kísérletek alapján lehet a hazánkban célszerűen alkalmazható kezelőanyagokat is kiválasztani.

IDÉZETT IRODALOM

1. *Láczay O.:* A természetes kőzetek elmállása... Budapest, 1942.

2. *Vendl A.:* A kőzetek pusztulása és megvédése. Természettudományi Közlöny, 75. 1943.

3. *Zádor M.:* Műemlékek korszerű felületvédelme. Acta Technika 1972.

Tájékoztató a nemzetközi földtani kongresszus szervezéséről

A Földtani Tudományok Nemzetközi Uniója (IUGS) négyévenként rendez kongresszust. Ezzel kapcsolatban a Szervező Bizottság értesített bennünket, hogy a soron következő 26. Nemzetközi Földtani Kongresszust 1980. július 7—17. között Párizsban rendezi.

Az első körlevélben előzetesen ismertették azt a nagyszabású tudományos programot, amit 20 szekcióban terveznek lebonyolítani. Ezek a következők:

Kőzettan; Ásványtan; Paleontológia; Rétegtan, Tektonika; Tengeri földtan; Szedimentológia és üledékkőzettan; Prekambrium; Kvarter és geomorfológia; Geofizika; Geokémia; Távészlelés; Matematikai földtan és Földtani információ-tudomány; Metallogénia és ércek; Fosszilis energiakészletek; Hidrogeológia; Mérnökgeológia; Földtani veszélyek; Planetáris tudomány; Földtan története; Oktatás és képzés.

A kongresszus keretében ezeken kívül még sor kerül:

— A Földtani Tudományok Nemzetközi Unióján belül működő különböző asszociációk és komissziók bizottsági ülésére és szimpozionok tartására.

— Hét kollokvium keretében tudományos előadások hangzanak el a világ hasznosítható ásványkészleteinek eloszlásáról, különös tekintettel az energiahordozó nyersanyagokra; a kontinentális peremek és óceánok földtanáról; az Alpi hegylánc földtanáról a Tétiszből kiindulva; Európa földtana a prekambriumtól a poszt-hercini üledékképződési medencékig; valamint Franciaország földtanáról.

— Sor kerül egy tudományos műszaki kiállításra és tudományos filmek vetítésére.

— Végül gyakorlatilag Európa jelentős részét érintő kirándulásokat is terveznek.

A fentiekkel kapcsolatban az IUGS Magyar Nemzeti Bizottsága felhívással fordult a földtani tudományok művelésében érdekelt tárcákhoz és főhatóságokhoz, hogy szakembereiknek a Kongresszuson való előadás tartását és részvételét segítsék elő.

A részvételi szándékot 1978. áprilisig kellett eljuttatni a Titkársághoz. A Központi Földtani Hivatal és intézményei részéről a Kongresszusra történő kiküldés kritériuma a kutatók nyelvtudása, a tudományos előadások tartása, illetve a program ismeretében a saját kutatási témákhoz való kapcsolódás.

A KFH—3. sz. célprogram: „Hasznosító ásványos anyagok aknázását és feldolgozását alapvetően befolyásoló ásványkőzettani sajátosságok és műszaki eljárások komplex vizsgálata" keretében folyó kutatásokról és eredményeikről.

DR. VARJÚ GYULA

Tájékoztató

A KFH—3. sz. célprogram ún. földtani-technológiai kutatásairól a Földtani Kutatás 1974. XVII. évf. összevont 1—2. számában adtunk először tájékoztatást. Az azóta eltelt időben a kutatások felgyorsultak, kiszélesedtek. E tevékenység évi költségfelhasználása KFH-keretből megközelítően 10 MFt, melyhez hozzájárul évi 2—3 MFt-os nagyságrendben OMFB-támogatás. 1976. évtől az OMFB finanszírozza a laborszintű kutatást meghaladó félüzemi kutatási tevékenységet.

Az elmúlt években hangsúlyt kapott a Magyarországon nagy tömegben — főleg felszínen — található ásványok és kőzetek, valamint a nem műrevaló, számba vett ásványi nyerstömegek és bányászati meddők felhasználási lehetőségeit nyomozzó, illetve felderítő kutatás. Továbbra is elsődleges cél egy-egy lelőhelyen előforduló ásványos anyagok komplex, minél teljesebb körű felhasználása.

E tevékenységünkben szem előtt tartjuk azt a tényt, hogy a természetben nincs olyan törvény, mely szükségszerűvé tenné, kikényszerítené, hogy az ásványos nyersanyagrendszerek a genetika során minőségi optimumra álljanak be. Ezért a minőségi optimumot — néhány igen kevés kivételtől eltekintve — csak többé-kevésbé megközelítik. Megvan viszont igen sokszor diszpozíciók formájában az a lehetőség, hogy technológiai úton az optimalizálást elvégezzük.

A felszínen nagy tömegben található, kémiai és ásványtani összetételt tekintve homogén minőségű kőzet, melyet a földtani szakirodalom horzsakő portufának, újabban pedig pumicitnek nevezünk. A pumicit kötött víztartalmának optimalizálásával igen jó minőségű perlitanyagot kapunk.

Szerteágazó kutatásokat végeztünk a pumicitnek új területeken, új célú felhasználására.

Pumicitlelőhelyek az ország számos területén előfordulnak. Ez ideig részletesebben a Tokajhegyaljai és a Mátra-hegységi előfordulásokat vizsgáltuk.

A SZIKKTI 1973—75. évi kutatásai során részletes laboratóriumi vizsgálatokat az alábbi lelőhelyek mintáin végeztek:

1. Bodrogszegi
2. Tolcsva—I. — Tolcsva—II.
3. Erdőbénye
4. Nagybozsva
5. Szurdokpüspöki

Mélyfúrásos kutatás ez ideig csupán a bodrogszegi lelőhelyen készült. A SZIKKTI vizsgálatai az előzetes becsléseket igazolták, amennyiben a *bodrogszegi lelőhely túlnyomórészt kiválóan nemesíthető, duzzasztható nyersanyagot tartalmaz.*

A pumicit ipari hasznosítását célzó hagyományos és új eljárások

A pumicit rendszeres és nagy tömegű felhasználása hazánkban még nem alakult ki. Kis volumenű, időszakos felhasználás, mint

— kötő- és vakolóhabarcs-komponens,
— csiszolóanyag,
— csiszoló hatású tisztítószerek adalékaként

volt csak.

Új, jelentősebb volumenű ipari hasznosítást ígérő eljárások az alábbiak:

Pumicitnemesítés a kötött víztartalom optimalizálásával dr. Tóth—dr. Varjú: „Eljárás tufa, főként pumicit duzzasztására" 166300. sz. magyar szabadalom, amely az NSZK-ban, az USA-ban, Spanyolországban és Csehszlovákiában szintén szabadalmat kapott.

Az új eljárás a pumicit jó minőségű perlit nyersanyagaként való hasznosítását oldja meg. Az eddigi laboratóriumi és üzemi kísérletek eredményei dr. Tóth K.—dr. Varju Gy.: „A pumicit földtani adottságai és hasznosítási lehetőségei" c. az Építőanyag 1976. évi 7. számában megjelent tanulmánya ismerteti.

Az új eljárás előnyeit ezideig 60 t bodrogszegi pumicit üzemszerű feldolgozásával és a nemesített termék üzemszerű duzzasztásával már 1974-ben igazolták. Az OÉÁ Mádi Üzeme, egy kb. 200—300 t nyersanyag feldolgozását célzó ipari kísérlet lefolytatását 1978-ban tervezi.

A —0,3 mm-es szemcsefrakció anyaga 35—50 g/l térfogatsűrűségű, nagyfehérségű termékké duzzasztható. Ez igen jó minőségű szűrő és töltőanyag perlit.

Pumicit, mint üvegipari alapanyag

A perlit (porperlit) üvegipari felhasználására sokat ígérő kísérletek folytak. A gyakorlati

megvalósítást azonban lehetetlenné tette a kőzet minőségi inhomogenitása.

A pumicit a minőségi homogenitást tekintve kiemelkedően kedvező anyag. A nagytömegű ásványvagyon ellátási biztonságot s az egyenletes kőzetkifejlődés hosszú időszakában minőségi állandóságot biztosít.

A minőségi homogenitás mellett hangsúlyozandó előnye a pumicitnek, hogy a kőzet komplex felhasználása esetén az üvegipar 0,1—0,3 mm-es frakciót kaphatja, mely számára optimális (perlitanyagként a 0,3 mm-nél nagyobb szemcséjű anyag kerül felhasználásra).

Az üvegipari felhasználásra irányuló kísérletek a KFH—3. sz. célprogram keretében a SZIKKTI Üvegosztályán folytak és 1977. évben lényegileg befejeződtek.

A pumicit finom (0,1 mm alatti) frakciójának felhasználására szerteágazó kísérleteket végeztünk, és végzünk.

Nagy kötőképességű hidraulitok előállítása pumicit mechanikai aktivitása útján

A pumicit mechanikai aktiválásával a kötés és a szilárdulás mechanizmusát tekintve a portlandcementhez hasonló kötőanyagot lehet előállítani.

A Budapesti Műszaki Egyetem Építőmérnöki Kar Építőanyagok Tanszékén és a SZIKKTI-ben folyó kísérletek szerint várható, hogy a vulkáni üvegek nagy energiatartalmát kihasználva, a portlandklinker előállításánál felhasznált nagy hőigény jelentős része megtakarítható az összehasonlíthatatlanul kisebb mechanikai energia alkalmazásával.

Beruházási oldalról nézve kiemelendő: sikeres megvalósítás esetén igen nagy összegű beruházások lennének megtakaríthatók, illetve a cementgyártás kapacitásnövelése gyorsabban volna megvalósítható.

Egyes vulkáni üvegféleségek felhasználása révén díszítőelemek készítésére is alkalmas fehér, valamint színes kötőanyagokat lehet biztosítani.

A kísérletek befejezésének tervezett határideje 1979.

A pumicit, mint felületmegmunkáló anyag

A Budapesti Műszaki Egyetem Vegyészmérnöki Kar Kémiai-technológiai Tanszékén elvégzett kísérletek szerint a pumicit finomfrakciója márvány, fém, fa, stb. felületi megmunkálására igen alkalmas, bizonyos célra (fényezés előtti simításra) kiemelkedően jó anyag. Kopásmódja leppelés szempontjából igen kedvező, szemcséi kis erőhatásra éles darabokra törnek szét, kifogástalan felületet biztosít.

A finomfelületi megmunkálásra jelenleg felhasznált mesterséges csiszolószemcsék viszonylagosan nagy ára az eljárásokat költségessé teszi. Többek között erre vezethető vissza hazánkban a felületi megmunkálás problémája. A gépipari termékek műszaki színvonala, a méretpontossága és a felületi minősége műszaki-gazdasági szempontból egyaránt indokolja jó csiszolóanyagok hazai bányászatát és előkészítését.

Kísérletek folynak — egyes nagyigényű felhasználók igényeinek kielégítése céljából — a pumicitben jelenlevő kb. 1—2%, bizonyos esetekben néhány % porfiros ásvány eltávolítására. Ennek költségeit figyelembe véve a pumicit még mindig viszonylag olcsó felületmegmunkáló anyag.

A pumicit és pumicit alapon készített ásványi töltőanyagok

Irodalmi adatok és hazai kísérletek bizonyítják, hogy a lemezes morfológiájú, megfelelő finomságúra őrölt pumicit igen jó minőségű festékipari töltőanyag.

Kísérletek folynak pumicit és pumicitalapú ásványi töltőanyagok előállítására.

Pumicit, mint építési kerámiák ásványi anyaga és kerámiai ömlesztőanyag

A SZIKKI-ben és a kerámiagyárakban elvégzett kísérletek tanúsága szerint a pumicit jó minőségű bázisanyag építési kerámiák gyártásánál, s jó hatású ömlesztőanyag is ott, ahol a fehérség nem követelmény.

A kísérletek a SZIKKI-ben terveink szerint 1978. év végére befejeződnek.

Az előzőekből egyértelműen következik, hogy a pumicitkőzet teljes egészében felhasználásra kerülhet. A finom (—0,1 mm) frakcióra vonatkozó igény olyan nagy, hogy a durva (+0,3 mm-es) frakció a jelenlegi és elképzelhető perlit anyagigényt nemcsak kielégíti, hanem még a finomfrakcióként való értékesítésre — minden bizonnyal — őrölni is kell. A pumicit könnyen őrölhető ásványi nyersanyagok közé tartozik.

Új felhasználások felderítése céljából a következő években folytatjuk a pumicit-kísérleteket.

További eredmények

Mechanikai aktiválás útján előállítható új ásványi nyersanyagok témájában megoldódott az anhidrit átalakítása gipsszé. Folytatódnak az új anyag cementipari és az import gipszkő kiváltását célzó minősítő vizsgálatok.

Magyarországon található új agyagásványok kutatásának témájában ismertté vált, hogy a bauxitok vasásványai nagyobb mennyiségben beépíthetők új fázisokba — mullitba, korundba — s ezzel több felhasználás tekintetében inaktívvá tehetők. Ily módon értékes tűzállóanyagokat, csiszolóanyagokat és korrózióálló szilikátot lehet előállítani.

Finomdiszperz kőzetek üledékföldtani modellezése és ezzel kapcsolatos technológiai eljárások felderítése témájában ismertté vált, a rátkai limno-agyagásvány és finomdiszperz kőzetek szedimentációjának mechanizmusa és a sajátságos kőzet-struktúrák kialakulásának felté-

telei és módja. Sikert ígérő kísérletek folynak az RP-jelű kőzet kaolintartalmának kinyerése után igen híg diszperzióban visszamaradó montmorillonit kinyerésére.

Hazai alunitok pörkölésén alapuló feldolgozásához legmegfelelőbb technológia kialakítása témában elvégzett üzemi kísérletek is megerősítették, hogy az alunitból termikus úton előállított korund sajátságos morfológiájú (lemezes), ennek következtében igen jó minőségű üvegipari felületmegmunkálási anyag.

Karbonátos ércek és kőzetek feldolgozása hidrometallurgiai eljárások segítségével című téma keretében igen figyelemre méltó eredmény, hogy a CO_2 egyenértékre számított elméleti NH_4Cl mennyiségének mintegy kétszerese szinte kvantitative karbonátmentesíti a mésszel és a dolomittal szennyezett bauxitot. Ennek során egyes bauxitféleségek SiO_2-tartalmának egy része is oldatba megy, ami számottevően javítja a modulust. A kísérletek tapasztalatainak összegezéseként megállapítható, hogy az ammoniumkloridos technológia a karbonátos bauxitok nemesítésére előnyösen alkalmazható. Feltehető, hogy a szennyezők eltávolításán túlmenően a bauxit oly módon tárodik fel, hogy az növeli az Al_2O_3 kihozatalt és egyéb előnyöket is jelenthet.

Finomdiszperz vasásványok és vasas kőzetek komplex vizsgálata és új felhasználási lehetőségek kutatása témában megtörtént a hazai glaukonitlelőhelyek számbavétele, a fellelhető adatok begyűjtése, a minőségtípusok meghatározása és elkezdődött a típusminták komplex vizsgálata.

Alunitból rubin és zafir előállítása c. téma kidolgozása során megállapítást nyert, hogy a Tokaji-hegységben található alunit kedvező alapanyaga lehet ipari és díszítőkő rubin, valamint zafir előállításának. Ismertté vált továbbá olyan eljárás, mely alkáliamentes, nagy (50—70%) Al_2O_3-tartalmú termék előállítását teszi lehetővé. Ez alapanyagul szolgálhat más értékes anyagok (tűzállóanyag, kerámiai alapanyag, stb.) előállításához.

Kerámiai kötéssel kis hőmérsékleten előállítható új és olcsó mesterséges kövek kutatása c. témában sikerült lényegileg sovány löszökből 10—20% plasztikus anyag hozzáadásával nagyszilárdságú, kis porozitású és vízfelvételű, tetszetős színű terméket előállítani. Ez az eredmény új megvilágításba helyezi a löszt, mint ásványi nyersanyagot.

Talajjavításra alkalmas anyagok kutatása témájában a palás hazai szenek szénpeptizátumok vizsgálata és értékelése során megállapítást nyert, hogy a vizsgálatokhoz felhasznált anyagok a talajok morzsa-, illetve aggregátum-képződését minden esetben fokozza. Az aggregátumok, ill. morzsák vízállóságát, az erősebben meszes talajok kivételével, növeli. A dezaggregátum erős ragasztó hatása — amely a morzsák és a felszíni kéreg mechanikai stabilitásában nyilvánul meg — lehetővé teszi a morzsák vagy a felszíni kéreg hosszabb ideig való fennmaradását, jó vízállóságot mutat. Az evaporációs veszteséget erősen csökkenti. A csírázást, a csíraanyagok fejlődését, növekedését kis adagja erősen serkentette.

A gyenge minőségű perlitek megjavítását célzó kutatás felderítette, hogy a pálházai perlitbánya több, eddig nem megfelelő minőségűnek tartott kőzete a KFH—3. sz. célprogram keretében kidolgozott vízoptimalizálási eljárással alkalmassá tehető megfelelő minőségű perlitek duzzasztására.

Világviszonylatban is új ammonsós eljárással jó minőségű szintetikus magnezit előállítási lehetőségét derítettük fel. OMFB-támogatással 1978 közepére Ajkán felépülő félüzem feladata a laboratóriumi eredmények kontrollja és a technológia pontosítása.

Nagycsákánykői dolomit-díszítőkő minősítő vizsgálata megerősítette, hogy ez az új külső burkolásra is alkalmas díszítőkő igen jó minőségű, s nagy dekorációs értékű kőzet.

Kutatásunk eredményeként hazánkban vált először ismertté, hogy kvarcos alunit többfunkciós üvegipari alap- és segédanyagként használható fel.

Sikeresen folytak kísérletek Magyarország területén felszínen nagy tömegben található futóhomok felhasználási lehetőségeinek felderítésére. Kerámiai kötéssel nagyszilárdságú építőanyagok állíthatók elő. A kerámiai kötés elméleti kérdéseinek tisztázásával új út nyílt a finomdiszperz kőzetek felhasználása terén.

Átfogó kutatás folyik hazai kőzetek felhasználásával változatos tulajdonságú szilikátszálak előállítására. A szilikát modulus kedvezően alakítható.

Kis hőmérsékleten wollasztonit szintetizálási lehetőséget derítettünk fel eddig meddőnek tekintett meszes kovaföld felhasználásával.

Szerkesztői közlemény

Lapunk színvonalának emelése, a felesleges többletmunka elkerülése és a szerkesztés megkönnyítése érdekében az alábbiakban adunk tájékoztatást az 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 részletben fog megjelenni.

A beérkező cikkek *megjelenési sorrendjére* általában azok beérkezési időpontja mérvadó, még is — 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 máshol még nem jelent meg. Máshol 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. Levezetéseket nem közlünk 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 tumományág már ismertetni.
ismert tételeihez csatlakozóan kell részletkérdéseket

Minden cikkhez — *külön oldalra gépelve* — legfeljebb 10—15 soros *összefoglalókat* kell mellékelni. Mivel e-üa kepflp kálázáen yabépé2-; nsioxm koknwstű6 ezt idegen nyelvre fordíttatjuk, 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 megismétlése.)

Egy oldalon legfeljebb három szövegközti 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 *irni tilos*. Szavak vagy szövegrészek határozott áthúzuk át és a helyeset írjuk föléje. A *margóra javítást* zással végrehajtott törélse nem számít javításnak.

A KÉZIRAT RÉSZE

A *kézirat* alábbi önállónak 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 nyelve fordíttat a szerkesztőség. Az összefoglalónak legfeljebb 20 sorban a cikktartalomról kell az olvasót tájékoztatnia, ezért legyen tömör, de a lényeget kidomborító. Kerüljünk az előzmények, a cikk tárgyát képező vizsgálatokat kezdeményező és az azokon résztvevő személyek(vállalatok, intzémények) felsorolását, a felesleges jelzők és szóvirágok használatát és a cím kibővített isismétlését. Fogalmazáskor gondoljunk arra, hogy a magyar nyelvet nem ismerő szakember csak az idegen nyelvű összefoglaló alapján tudja eldönteni, hogy a cikk érdekli-e vagy sem?

Valamilyen rendezvényen *(konferencián, akéton* stb.) *tartott*, illetve annak rendezőségéhez benyújtott előadás vagy annak felhasználásával készített cikk kézirata vagy annk áúaés vüaexv süaplia reamrré ió) *kézirata* 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, folytatólagosan oldalszámozva, az alábbiakra figyelemmel kell leírni:

a) A cikk önállónak tekinthető részeit *kívánatos* címekkel, alcímekkel ellátni és a *cikket így fejezetekre és alfejezetekre tagolni*. Ez megkönnyíti az olvasó tájékozódását a cikk tartalmáról, a cikk megértését és a mondanivaló emlékezetbe vésését.

b) A magyar helyesírás szabályaiban felsorolt, valamint a nemzetközi tudományos irodalomban használatos (pl. a mértékegységek, az elemek és vegyületek stb. jelölésére használt) rövidítéseken 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.

Mindenhol az *SI rendszer mértékegységei használandók* (lásd: „Fizikai mértékegységek neve, jele és mértékegysége" című szabvány MSZ 4909/—11—70). Az elemek, vegyületek, ásványok stab. helyes írására *Erdey-Grúz:* A magyar kémiai elnevezés és helyesírás szabályai (1—3. kötet. Bp. Akadémiai Kiadó, 1972—1974.) irányadó.

A betűszók és szóösszevonások (pl. ENSZ, NIM, OBF, OVIT, OÉÁ, ÁBBSZ stb.) teljes szövegét első előfordulásuk helyén zárójelbe téve le kell írni. Azok jelentsését 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 látalában 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 tün tessük fel (pl. α = görög alfa). Ugyanez vonatkozik a géppel írható, de esetleg félreérthető betűkre és számokra. Pl. 0 (nulla) vagy O (nagy betű); x (csillag), vagy x (szorzás jele) vagy x (betű). Ha az írógépen nincs gömbölyű zárójel, helyette törtvonal csak akkor írható, ha az semmiképpen mes érthető félre (képletekben mindig gömbölyű vagy/és rajzolt zárójelet kell használni). Egyébként a zárójelet 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 irodalomejgyzékben* 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 sorszámát, a következő példák szerint: [3]; (Vö. [4] p: 32—40.); [2, 5, 8], [3—7]. Kerüljük az ilyen jellegű hivatkozásokat: „ [8] irodalom szerint....”; „az [5] irodalomban olvasható...”.

a lábjegyzeteket annak az oldalnak az aljára gépel-

f) Ha a cikkben legfeljebb öt *lábjegyzet fordul elő*, jük (a 25 soron belül), ahol arra 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 elsősorával azonos sorban a margóra szintén leírjuk a lábjegyzet szót.

Ötnél több lábjegyzet esetében 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.* Éppen ezért azokat mindig (még ha csak egyéegy is van belőlük) sorszámmal kell ellátni és helyüket a lap bal margóján, a szöveg megfelelő helyén kell megjelölni (pl. 1. ábra; 4. táblázat).

vcld(toa úszeame nnrazlts;;óg náot(oruqwt tnatrCn(,ag

3. *Az irodalomjegyzék* azoknak az irodalmi forrásoknak a felsorolása, amelyeket a szerző a cikk irásához felhasznált, vagy amelyekre a szövegben utalt. A cikk végére kerülő jegyzék elé címként többnyire elegendő annyit írni: Irodalom. Az egyes tételeket lássuk el sorszámaml (de ne tegyünk 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 vezetéknév és a keresztnév (-nevek) kezdőbetűje); idegen szerző esetén a vezetéknév 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 kiadásró lvan szó), több kötetes mű esetében a kötet száma, a megjelenés hely és éve, a kiadó neve (esetleg a terjedelme, azaz oldalainak száma (pl.: 387 p.) vagy annak az oldalnak a szám (pl.: p: 225.), melyre szerző kifejezetten hivatkozni akar);

folyóiratcikk 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 hivakozik — anélkül, hogy az eredetit 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:*

a) *Könyvek esetében:*

[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.—Szandtner 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 burenii. Nedra Moszkva, 1971.

b) *Folyóiratok esetében* a szerzők 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 kötetszámot kettős aláhúzással (3), a folyóirat számát egyes eláhúzással (*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 gye éven belül a folyóirat kötetszáma változik, pl. Wordl Oilból egy évben két kötet jelenik meg 1-től 7-ig terjedő számmal,, akkor legcélszerűbb a hónapot kiírva megadni. Pl. Wordl 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 veti tgénybe.

4. Az „*Ábraaláírások*” 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 „Ábraaláírások” feliratú jegyzék az ábrák külön sorokba írt sorszámából 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 [1]Hazánkban nem használatos.
8. oldalhoz .....
..... [10]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 táblázatban *nem lehet kisebb,* mint *másfeles.* Ezért nagyobb táblázatokat célszerű A3 méretű papírra gépelni. Ügyeljünk arra, hogy a fejrészbe és az első függőleges, ún. „vezéroszlopra írt szöveg is világosan olvasható és érthető legyen (lásd: A kézirat részei 2/b és 2/d pontját). A kinyomatott 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 részesre vagy több oldalasra készítse, és azokat lássa el olyan jelölésekkel, hogy összetartozásuk félreérthetetlen legyen.

7. A kézirat gépelt része után sorolandó ábrákat lehetőleg a közlésre szánt méretben készítsük el. A rajzokat a szerkesztőség átrajzoltatni nem tudja, így csak pauszrajzokat áll módunkban elfogadni.

A fényképvelvételekből jól exponált fényes, fehér papíron készített tiszta, gyűretlen, 6 x 9, 9 x 13 vagy 9 x 18 cm méretű másolatokat kérünk benyújtani. (Gemkapoccsal ne rögzítsük a fényképeket egymáshoz, vagy papíroshoz, mert a gemkapocs okozta gyűrődés nyomot hagy a klisén). Ha a *fényképen* a szöveghez *feltüntetése szükséges, akkor a fényképeket két pél*kapcsolódó szám- és betűjelzések vagy egyéb *jelölések dányban* kérjük beküldeni: az egyiket jelölések nélkül, a másikat a szükséges jelölésekkel ellátva. A nyomda részére a tiszta példányon mi készíttetjük 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.