

Tisztelt Olvasó!

A BKL Szerkesztőbizottsága legutóbbi ülésén (2025. március 27-én) javasolta, hogy kerüljenek bele a kiadványunkba olyan cikkek, publikációk, amelyek az OMBKE szakmáihoz tartozó, a tudományos világ iránt érdeklődőknek lehetőséget adnak bizonyos témakörökben vitára, gondolataik kifejtésére. Működjék fórumszerűen a lap! Időnként pedig adjon helyet tudománytörténeti munkáknak is. Az alábbi cikk – köszönet érte felkutatójának, Livo László bányamérnök, geotermikus szakmérnök, címzetes egyetemi docensnek – meglátásunk szerint mindkét kíváncsiságnak megfelel. Vitára ösztönöz, és bemutatja az ásványi nyersanyag-kutatáson keresztül egy kor tudományos helyzetét, amely sok kérdésben hasonlít a mairra. Így kerül az 1979-ben készült publikáció a tisztelt Olvasó elé. – A Szerk.

Az ásványi nyersanyagkutatás mint tudomány és mint értéktermelő gazdasági tevékenység*

Mineral exploration as a science and as a value-generating economic activity

DR. BENKŐ FERENC

Az ásványi nyersanyagkutatás a földtannak önálló tárggyal, jól elhatárolható munkaterülettel, jól definiálható feladatokkal és saját módszerekkel rendelkező tudományága. Tudomány voltát mind a fejlett tőkés országok, mind a szocialista államok elismerik. Hazánkban ez történeti okok, valamint vitatható szakmai gyakorlat miatt kevésbé érvényesül. Az ásványi nyersanyagkutatás a felfedezett és megkutatott ásványi nyersanyagkészlet formájában közvetlenül új értéket állít elő. Közvetve új értéket állít elő a nyersanyagok komplex hasznosítását lehetővé tevő, valamint a megkutatott földtani objektumok rendeltetésszerű használatának biztonságát növelő kutatás. Ennek az utóbbinak az értéke a kockázat csökkenésének a földtani kutatás eredményeként létrejött nagyságával fejezhető ki. A közeli jövő aktuális feladataiként a prognózisok tárgyi megalapozottságának növelése, a nagyüzemi bányászat földtani kutatással való megalapozása, – ezen belül a termelési kutatás szerepének növelése –, valamint a „forradalmian új” nyersanyag-termelési módszerek földtani kutatási követelményrendszerének kialakítása jelölhető ki.

1. Az ásványi nyersanyagkutatás, mint tudomány

1.1. Az ásványi nyersanyagkutatás tudomány voltának vizsgálatakor mindenekelőtt azt szükséges tisztázni, hogy valójában mi a tárgya és a feladata. Az ásványi nyersanyagkutatás célja, ill. fő feladatai az ásványi nyersanyag-előfordulások – ipari típusainak és az ott elhelyezkedő ásványi nyersanyagkészletek meghatározása;

- ❑ földtani települési viszonyainak, mint a termelést meghatározó földtani feltételeknek a tisztázása;
- ❑ előzőekben említett sajátosságainak megismeréséhez a legmegfelelőbb, leghatékonyabb kutatási módszerek megválasztása;
- ❑ földtani és gazdasági értékelése a kutatási adatok alapján. A földtani és gazdasági értékelés azonban nemcsak célja és tárgya a nyersanyagkutatásnak, hanem egyben a legfontosabb módszere is. Ennek lényege az állandó összehasonlítás.

*A Magyarhoni Földtani Társulat Észak-magyarországi Szakosztályának és a Magyar Geofizikusok Egyesülete Alföldi Szakosztályának a borsodi műszaki hetek keretében Az ásványi nyersanyagkutatás módszertana és hatékonysága témakörben 1979. május 23-án rendezett ankétnek – a szakosztály vezetőségének felkérésére – tartott bevezető előadása.

- A kutatás során ti. állandóan összehasonlítjuk
- az új kutatási eredményeket a megelőzőkével,
 - a telep és az előfordulás földtani sajátosságait az ipari követelményekkel, s ezekből vonjuk le a további kutatásokra vonatkozó földtani és gazdasági következtetéseinket.

1.2. Az ásványi nyersanyagkutatás említett fő oldalai világosan jelzik, hogy a kutatást tudatosan és megfelelő színvonalon végző kutatónak egész sor – és nemcsak földtani – tudomány ismeretével kell rendelkeznie. Az előfordulások ipari típusainak meghatározásához egyaránt tisztában kell lennie a teleptannal és a nyersanyagok gazdasági jelentőségét meghatározó tényezőkkel. Ehhez a földtudományok köréből ismernie kell a magmatizmust, szedimentológiát, litológiát, sőt a geomorfológiát, a települési viszonyok meghatározásához a tektonikát stb. A legmegfelelőbb kutatási módszerek meghatározásához a kutatási technikával, a kutatási metodikával, sőt a közgazdaságtudomány alapjaival, a készletszámításhoz pedig a matematikai statisztika elemeivel is tisztában kell lennie. Amikor a földtani és gazdasági értékelést végzi, rendelkeznie kell az ásványi nyersanyagok alapvető bányászati, dúsítási és feldolgozási, valamint közgazdasági kérdéseinek általános ismeretével. Természetesen nem teljes ismeretével, de az alapjaival, és főleg azokkal a vonatkozásaival, amelyeket közvetlenül és alapvetően a nyersanyagoknak, ill. nyersanyag-előfordulásoknak a kutatás során és révén megismert természetes tulajdonságai befolyásolnak.

1.3. Ha a kutatónak ennyi és ilyen sokféle szakmai ismeretre van szüksége, jogosan felvethető az a kérdés: egyáltalán kell-e azt bizonyítani, tudomány-e az ásványi nyersanyagkutatás. Ez ti. magától értetődő, és aligha vitatható. Hogy mégis újra és újra bizonygatni kell, azt jelenti, hogy hazánkban még nincs minden rendben körülötte. Országunkon kívül ti. ez valóban nem probléma. A fejlett tőkés országokban nem tudomány voltát, hanem legfeljebb önállóságát vitatják. Az ottani gyakorlat ti. – alkalmazott teleptanként – csupán a teleptan részének hajlandó tekinteni. Ilyen minőségben tehát ott tudomány, de nem önálló. A Szovjetunióban s a szovjet kutatási gyakorlatot alkalmazó népi demokratikus országokban az ásványi nyersanyagkutatást egyértelműen a földtani tudományok önálló, igen fontos részének tekintik, melynek önálló kutatási területe és saját módszerei vannak. Nem véletlen egyébként, hogy a földtannak ez a tudományága az egész világon itt a legfejlettebb: a Szovjetunióban és a szocialista országokban teremtdtek meg azok a feltételek és népgazdasági igények, melyek e tudományág kialakulását és magas színvonalú fejlődését nemcsak lehetővé, hanem objektíve szük-

ségessé is tették. Az egységes, tervszerű és céltudatos irányítás, a kutatási tapasztalatok általánosításának és ezek minél nagyobb mértékű elterjedésének igénye – az ásványi nyersanyag-előfordulások rendkívüli változatosságával párosulva – egyaránt abba az irányba hatnak, hogy a kutatások tudományos megalapozottsága, s vele az ásványi nyersanyagkutatás elméletének és gyakorlatának tudománya minél nagyobb mértékben fejlődjék. Az általánosításnak ezt a fokát és a fejlődésnek ezt a színvonalát a tőkés országokban a különböző vállalatok közti konkurenciaharc, a vállalati tapasztalatok ipari titokként kezelésének gátló hatása objektíve nem is teszi lehetővé.

1.4. Annak, hogy hazánkban mégis ilyen felemás helyzet alakult ki az ásványi nyersanyagkutatás tudomány voltának elismerése körül, nagyon komoly történeti és gyakorlati okai vannak.

1.4.1. A történeti okok elemzésekor mindenekelőtt tényként állapíthatjuk meg, hogy a földtan tudománya alapvetően a német nyelvterületről került hazánkba. Módszereit, rendeltetésének megítélését és eredményeinek értékelését – főleg az idősebb generáció – a német (osztrák-német) tudományból ismerte meg. Érthető, hogy a földtan, ill. különböző ágai tudomány voltának megítélésében sokkal inkább a német elviseg érvényesült, mintsem az a jó értelemben vett angolszász pragmatizmus (gyakorlatiasság), amely sok vonatkozásban kezdettől fogva mind a mai napig felismerhető az angol és amerikai tudományban. Ebből az „elviség”-ből logikusan következik az a tipikus doktriner szemlélet, amely szerint csak a tiszta elméleti munka tekinthető tudománynak, méghozzá annál magasabb rendűnek, minél távolabb van a gyakorlattól. Ha valaminek gyakorlati jelentősége van, az már nem tudomány, legfeljebb valamiféle mesterség, amit a tudomány – a „tiszta tudomány” – szempontjából legalábbis gyanakvással kell fogadni. Jelzi ezt az a sajnós, a gyakorlatban nagyon is érvényesülő szemlélet, mely egy kagyló, csiga vagy tüskönc bütykeinek a megszámlálását magasrendű tudományos tevékenységnek minősíti, egy hasznosítható nyersanyagtest változékonysági törvényszerűségeinek a vizsgálatát viszont ipari rutinmunkának, magyarán favágásnak tekinti. Kétségtelen, hogy Vadász professzor is a tiszta tudomány hirdetője volt. Csakhogy ő a gyakorlati földtan olyan széles skálájú iskoláját bejárta, ami egyikünknek sem jutott osztályrészül. Két és fél évtizedes ipari munkájának magas tudományos színvonalára is inkább cáfolta, mintsem hitelesítette azt, amit mondott. Korántsem fogadhatjuk azonban el ugyanilyen meggyőző erejűnek azok hasonló, sőt azt szinte abszolutizáló véleményét, akik a gyakorlattal soha semmiféle kapcsolatban nem voltak – különösen,

amikor látjuk a nyersanyagkutatás általános fejlődését és hazai jelentőségének is rohamos növekedését. Hogy ez a felfogás még ma is mennyire érvényesül a gyakorlatban, elegendő csak két példát említeni. Az egyik, hogy a budapesti egyetem geológusképzésének legutóbbi, 1978. augusztusi–szeptemberi változatában az őslénytani és biológiai tárgyak összoraszáma nagyobb volt, mint az általános és szerkezeti földtan, földtani térképezés, történeti és regionális földtan együttvéve, és csaknem tízszerese volt az ásványi nyersanyagkutatás, készletszámítás és bányaföldtan óraszámának. A miskolci képzésben épp az anket résztvevőinek többsége számára is közismertek azok az anomáliák, amelyek nem is olyan régen az egyetemen voltak tapasztalhatók; negatív hatásukat csak ezután lehet majd igazán felmérni. Egy másik példa: Hámor G.-nak a közelmúltban készült összeállítása szerint 1952, azaz a tudományos minősítés bevezetése óta 118-an kaptak földtudományi minősítést a földtan területéről. Ebből

- 43 ásványtan, közettan, geokémia,
- 55 őslénytani, rétegtan, földtan,
- 2 tektonika tárgykörű.

Ez összesen kerek 100. Marad a

- szénhidrogénföldtanra 7,
- alkalmazott és gazdaságföldtanra 5,
- mérnökgeológiára és hidrogeológiára 6 fő.

Azt hiszem, ehhez nem szükséges kommentár. Mivel pedig ennél az iparban, gyakorlati területen dolgozók közül is többnek van minősítése, ez azt jelenti, hogy jó részük célravezetőbbnek látta, ha nem gyakorlati, hanem valamilyen rétegtani, őslénytani, közettani vagy egyéb általános témát választ.

(Az összeállításban nem szerepel az a mintegy tucatnyi szakember, akiknek munkáját a műszaki tudományok illetékességi körébe utalták, és ott szereztek minősítést – földtani tárgykörből.)

1.4.2. Önkritikusan el kell viszont ismernünk azt is, hogy a földtan szakmai gyakorlata is sok tekintetben ellentétesen hat az ásványi nyersanyagkutatás tudomány voltának elismerésével. Tudományos és operatív irányító szerveink mind a mai napig nem tulajdonítottak különösebb jelentőséget annak, hogy a földtant „zárt szakmává” tegyék, amint messzemenően törekednek erre pl. az ügyvédek, mérnökök, s szinte kizárólagossággal az orvosok, pontos követelmények alapján elválasztva a szakma gyakorlásától a zugügyvédet, a kontárt vagy a kuruzslót. Amilyen helyes ez a nyíltság az elméleti tudományos munkában – végső soron ez a tudomány művelésének demokratizmusát fejezi ki –, olyan nehézségeket és veszélyeket rejt magában a gyakorlati földtani feladatok

végzésében. A „tisztá” tudományban ti. az állandó nyílt és elvi viták révén van mód a vélemények összevetésére, a tételek valóságának szinte társadalmi jellegű ellenőrzésére (más kérdés, hogy ez a valóságban milyen mértékben valósul meg). A gyakorlati munka tudományos megalapozásában azonban – melynek az előzőhöz képest rendszerint jóval nagyobb anyagi és műszaki vonzata van – könnyen előfordulhat, hogy a cél-eszköz viszony visszajára fordul, s azok vindikálják maguknak a döntés jogát, akik az eszközökkel rendelkeznek, de sem a cél meg határozásához, sem elbírálásához nincs megfelelő szakmai felkészültségük, – s a szakma különböző okok miatt hajlandó is ezt az illetékességet elfogadni, sőt ha az adminisztratív hatalommal párosul, szinte orákulumként kezelni.

Az 1.2. pontban vázoltuk, milyen sokféle tudomány, ill. tudományág ismeretanyagával kell rendelkeznie az ásványi nyersanyagkutatás művelőjének, hogy a prognózis előkészítésétől kezdve a nyersanyag termelésének befejezéséig ura legyen a folyamat földtani irányításának. Enélkül lehet dönteni, véleményt mondani, sőt azt a hályogkovácsok magabiztosságával – de nem azok eredményességével – másokra oktrojálni. A helyzetet az súlyosbítja, hogy ebben az esetben hiányzik a tárgyszerű tudományos megalapozottság egyébként magától értetődő igénye és a társadalmi kontroll, a nyílt és tárgyszerű tudományos vita: a kinyilatkoztatást csak követni lehet, vitatni nem. Így azonban újdonságként lehet felfedezni negyedszázados gyakorlatot (csak másként kell nevezni), s bölcsességgként lehet hirdetni szakmai és logikai szempontból tarthatatlan tételeket is.

2. Az ásványi nyersanyagkutatás mint értéktermelő gazdasági tevékenység

Az iparban dolgozó, a gyakorlati munkát végzők számára aligha szükséges külön bizonygatni, hogy az ásványi nyersanyagkutatás legfontosabb feladata az ország ásványi nyersanyagkészletének növelése, ásványi nyersanyag-potenciáljának minél magasabb szintre emelése.

2.1. Ennek megfelelően a földtani kutatás kimutatott és megkutatott nyersanyagkészlet formájában közvetlenül új értéket állít elő. Ez a készlet a kutatás „készterméke”; minden más ennek csak előkészítője, félkészterméke, részterméke lehet. Az ásványi nyersanyagkészlet az a termék, amellyel az ásványi nyersanyagkutatás hozzájárul a népgazdaság vagyonának növeléséhez.

Nem mindegy azonban, hogyan állapítjuk meg ennek a vagyonnak az értékét. Kérdés, hogy ez ma reális alapon történik-e. Az ti. mindenesetre elgondolkoztató, hogy az ország 1978. I. 1-i összes megkutatott ásványi nyersanyagkészletének (az építőipari és ásvány-

bányászati nyers anyagok kivételével) értéke 584 Mrd Ft, mind össze 110 Mrd Ft-tal haladja meg az éves nemzeti jövedelmet (474 Mrd Ft). Mert ha az ország – nem kitermelt, hanem ismert – nyersanyagkészletének értékét megközelítőleg egy évi nemzeti jövedelemmel elő lehet állítani (sőt a néhány évvel megelőző számítások szerint negyed évvel) valóban kérdéses, érdemes-e erőlködni az ásványi nyersanyagkutatás dolgában. Szerencsére ez csak szóbeli kérdésként vetődhet fel, de azért jelzi a gyakorlatban alkalmazott megítélés fonákságát, s egyben alighanem a tarthatatlanságát is. Az ásványi nyersanyagkutatás által ásványi nyersanyagkészlet formájában a népgazdaság számára előállított új érték természetesen nem olyan értelemben új, hogy magát az ásványi nyersanyagot, ill. nyersanyagkészletet a földtani kutatás teremti meg. Ez a készlet megvolt azelőtt is, s megvan az is, amelyet csak ezután fogunk felfedezni, mert az, hogy hol és mennyi ásványi nyersanyag keletkezett, az évmilliókkal ezelőtt eldőlt. De az *ásványi nyersanyagkutatás az a termelőtevékenység, amely ezt az addig magában való dolgot kézzelfoghatóvá, nekünk valóvá változtatja*, ismeretlenből ismertté teszi, mégpedig a tudományos és műszaki haladásnak, a kutatás fejlődésének megfelelően mind nagyobb és nagyobb mértékben.

2.2. Az ásványi nyersanyagkutatásnak azonban lehetősége van arra is, hogy *indirekt úton növelje az ásványi nyersanyagkészleteket*. Egyrészt azzal, hogy kutatásokat végez és ajánlásokat ad az ásványi nyersanyag és a benne lévő összes alkotók teljes felhasználására, sőt a melléktermékek és meddőnek tekintett anyagok valóban komplex hasznosítására, másrészt azzal, hogy a földtani és a technológiai kutatások együttesével új, addig meddőnek tekintett anyagokat minősít ásványi nyersanyagokká, lehetőséget adva a távlati iparfejlesztési célkitűzések irányainak kialakítására és a távlati népgazdaságfejlesztési koncepciók kidolgozására.

A komplex hasznosítás lehetőségeinek tisztázása magától értetődően komplex vizsgálatot igényel. Ezért a komplex vizsgálat sohasem öncél, mint ahogyan ezt a tiszta tudomány képviselői oly gyakran hajlandók értelmezni, hanem nagyon is céltudatos, gyakorlati célok determinálta igény: a komplex hasznosítás lehetőségét tisztázó megismerést jelenti.

A készletnövelés további eszköze a minél teljesebb kitermelés és kihozatal elérése. Erre a kérdésre – különleges jelentősége miatt – az aktuális feladatok közt még visszatérek.

2.3. *Közvetett* formában állít elő *anyag* értéket a földtani kutatás akkor, amikor a természeti környezeti viszonyok, ill. természeti környezeti potenciál földtani elemeinek feltárása és megfelelő megbízhatóságú

megismerése révén a már megengedhető, vagy a még elviselhető mértékűre csökkenti a legkülönbözőbb gazdasági tevékenységekkel vagy létesítmények megvalósításával járó kockázatot. Az indirekt értéktermelés teljesen tisztán jelenik meg a többi gyakorlati célú, a földkéreg nem ásványi nyersanyagtermelés céljára való igénybeviteléhez szükséges feltételek tisztázására irányuló földtani kutatás során.

Az ásványi nyersanyagkutatásnak is megvan ez a közvetett értéktermelő funkciója, bár ezt az ásványi nyersanyagkutatás során nem szokás tudatosan elkülöníteni az ásványi nyersanyag- készlet képviselte értéktől. Ez a földtani kutatásnak az a sajátossága, hogy a szükséges földtani ismeretek megszerzése révén csökkenti a kutatási eredményeket hasznosító ágak, ill. ágazatok gazdasági tevékenységének kockázatát, resp. növeli az ipari létesítmények megvalósításának (megvalósulásának), ill. rendeltetésszerű üzemeltetésének biztonsági fokát.

A kutatásnak ez a sajátossága minden kutatási fázisban érvényesül. A felderítő és előzetes kutatás során azonban egyértelműen mérhető közvetlen értéktermelés jelentkezik az új ásványi nyersanyagkészlet formájában. Elvileg is világosan elkülönülten jelenik meg az indirekt értéktermelés azokban a kutatási fázisokban, amelyek gyakorlatilag már nem, ill. nem lényegesen módosítják az ásványi nyersanyagkészlet mennyiségét, azaz a részletes és a termelési kutatás során. Ezek a fázisok a földtani kutatás közvetett értéktermelési funkcióját a létesítést (bányatelepítést) és a termelést befolyásoló természeti (földtani) tényezők tisztázása, az előfordulás földtani, bányaföldtani-bányaműszaki viszonyainak meghatározása révén teljesítik.

Világosan, tisztán elkülöníthetően jelentkezik az indirekt értéktermelés azokban a gyakorlati feladatokban, amelyeket a földtani kutatás

- ❑ a lakásépítés, ipari és kommunális építkezések,
- ❑ az út-, vasút-, híd-, víz-, távvezeték- stb. építések megfelelő előkészítése,
- ❑ a mezőgazdaság legfontosabb természeti erőforrásainak, valamint
- ❑ a környezetvédelem földtani feltételeinek és hatásának tisztázása érdekében végez. Ezeket a feladatokat a földtan elősorban a megfelelő mérnökgeológiai (építésföldtani), vízföldtani (hidrogeológiai), agrogeológiai stb. munkák elvégzésével teljesíti.

A mélyépítési, út-, vasút-, alapozás-, vízépítési stb. – egyébként a bányatérsegek létesítése sem más, mint mélyépítés – feladatokkal kapcsolatban végzett földtani kutatásnak, mint értéktermelő tevékenységnek a gazdasági, ill. népgazdasági jelentőségét egyelőre – meglehetősen vitatható módon – csupán a ráfordítá-

son keresztül szokás mérni, s ebben a formában kerül be a beruházási, ill. megvalósítási költségekbe is. Ez a megoldás elvileg nem a legszerencsésebb, mivel a ráfordítás végső soron bármilyen mértékben növelhető; egyáltalán nem biztos, azonban, hogy ezzel az előállított érték is arányosan növekszik, sőt bizonyos határráfördítés után az elérhető eredménytöbblet esetleg már a ráfordítást sem fogja elérni.

A földtani kutatás ilyen jellegű eredményeként előállított új érték nagyságát sokkal egyértelműbben és főleg valósabban tükrözné az, ha azt sikerülne a kockázat nagysága alapján (értsd: csökkenésének függvényeként) meghatározni. Kétségtelen, hogy egyelőre nincsenek megfelelő gazdasági értékelési módszerek arra, hogy az így indirekt úton kitermelt értéket a biztonság növekedésének formájában is kifejezzük, pl. olyan alapon, hogy milyen mértékben csökken a kutatás előrehaladásával és eredményeként a kockázattal összesség nagysága. Az erre irányuló módszerek kidolgozása még a jövő feladata. Mivel azonban ebben a földtan is elsőrendűen érdekelt, kíváncsok, hogy maga is kezdeményezzen és végezzen ilyen irányú gazdaságossági vizsgálatokat és kutatásokat, s tevékenyen közreműködjek a más szervek végezte ilyen irányú munkában.

2.4. Kétségtelen viszont, hogy nem, ill. csak meglehetősen erőszakoltan fejezhető ki anyagi érték formájában annak a földtani kutatásnak az eredménye, amely

- ❑ az ország földtani felépítésének általános tisztázására,
- ❑ általános elméleti és módszertani kérdések megoldására, általában a földtani tudomány fejlesztésére,
- ❑ a társadalom természettudományi (resp.: földtani) ismereteinek növelésére,
- ❑ a közművelődés földtani színvonalának emelésére stb. irányul, beleértve ebbe a földtani oktatás legkülönbözőbb formáit is.

Az ilyen jellegű földtani kutatásokat úgy tekinthetjük, hogy valójában a társadalom által felhasznált (felhasználható) eszmei értéket állítanak elő.

2.5. Az ásványi nyersanyag-, ill. tágabb értelemben vett földtani kutatás értéktermelő jellege kezdettől fogva megvolt; a földtan a bányászatból fejlődött ki önálló tudományágként, sőt a kezdeti időkben a földtani kutatás és a bányászati termelés egységes és elválaszthatatlan folyamat volt. A kutatásnak ez az értéktermelő jellege megmaradt mind a mai napig, s meg is lesz mindaddig, amíg ásványi nyersanyagkutatásra szükség lesz.

Ha pedig a *tudományos és technikai forradalom* egyik legfontosabb vonásaként azt szokás kiemelni, hogy a tudomány behatol a közvetlen termelés területére,

és mint Marx megjósolta, aktív termelőerővé válik – amint egyre inkább ez lesz az általánosan jellemző –, akkor nyugodtan mondhatjuk, hogy a földtani kutatási ágak közül az ásványi nyersanyagkutatásra első pillanattól kezdve érvényes ez a megállapítás. Köztudomású az is, hogy napjainkban éppen az ásványi nyersanyagok jelentik a tudományos és technikai forradalom legfontosabb feltételeit. Az már a kérdés másik oldala, hogy ez nyilvánvalóan visszahat magának az ásványi nyersanyagkutatásnak a fejlődésére is.

3. Az ásványi nyersanyagkutatás néhány időszzerű kutatómódszertani feladata

Az ásványi nyersanyagkutatás előtt álló legfontosabb kérdések rövid áttekintésekor, vagy inkább felvázolásakor a kérdésnek éppen az értéktermelési oldalával nem szükséges foglalkozni, mivel ezeket a VI. ötéves terv legfontosabb kutatási feladataiként néhány hete a társulat 1979. évi közgyűlésén erre legilletékesebbként a Központi Földtani Hivatal elnöke ismertette. (Lásd: *Földtani Közöny*, 1979. évi 3–4. szám, 319–326. o.) Inkább a megvalósítás „hogyan”-jából kívánok egy-két gondolatot felvetni, hogy a kitűzött célokat hazánkban – a nemzetközi tapasztalatok felhasználásával – hogyan lehetne a kutatási metodika és a nyersanyagkutatási módszerek fejlesztésével hatékonyabban megközelíteni. Ebben az értelemben az „egyrészt” és „másrészt” aspektusból fogalmazva mindenekelőtt abból kell kiindulnunk, hogy

- ❑ egyrészt: annak megfelelően, ahogyan nemcsak hazánkban, hanem világszerte növekednek az ásványi nyersanyagszükségletek, egyre rohamosabb mértékben növekednek a földtani (é.: ásványi nyersanyag-) kutatással szemben támasztott igények is;
- ❑ másrészt: ezt a növekvő nyersanyagszükségletet egyre nehezebb kutatási feltételek közt kell kielégítenünk: egyre kedvezőtlenebbé válnak azok a földtani feltételek, amelyek közt az új nyersanyag-előfordulásokat fel lehet fedezni. Ez olyan tény, ill. tendencia, amely elől nem lehet kitérni. Helyileg vagy bizonyos ideig lassulhat, esetleg meg is fordulhat, de hosszú távon feltétlenül érvényesül. A nyersanyagok kutatása és termelése a felszíni, majd a felszínhez közeli előfordulásokéval kezdődött, s amint ezek a lehetőségek fokozatosan csökkennek, kényszerültek egyre nagyobb mélységbe. Földtani-kutatási nyelvre lefordítva ezt úgy fogalmazhatjuk meg, hogy a nyílt előfordulások után került sor a félig nyílt, vagy ami ugyanaz, a félig zárt előfordulások kutatására, napjainkban pedig elérkeztünk ahhoz az időszakhoz, amikor a kutatások súlypontja egyre inkább

a fedett (betemetett) és a rejtett, sőt rejtett és fedett előfordulások irányába tolódott el.

Ez azt jelenti, hogy

- nő a kutatási mélység,
- nő az előfordulások fedettsége és rejtettsége, azaz
- egyre nehezebb feladatot jelent az új előfordulások kimutatása és meghatározása.

Ha pedig a találati valószínűség a fedettség miatt csökken, a kutatási mélység pedig egyre nő, ez azt jelenti, hogy a kutatási hatékonyságnak tendenciájában szükségszerűen csökkennie kell.

Valójában azonban az ásványi nyersanyagkutatás hatékonysága sem hazánkban, sem világviszonylatban nem csökken, olyan arányban semmi esetre sem, ahogyan ezt a kutatási feltételek kedvezőtlenebbé válása indokolná, és remélhetően ez a közeli és a távolabbi jövőben sem lesz másként. Mindebben nagy szerepe volt és még inkább lesz az ásványi nyersanyagkutatás elméletében és gyakorlatában tapasztalható állandó fejlődésnek.

Amikor azonban a kutatási feltételekről be szélünk, tulajdonképpen hozzá kell tennünk, hogy gyakorlatilag ugyanezek vonatkoznak a bányászat jövőendő természeti feltételeire is. Azok a természeti (földtani) feltételek, melyek a kutatás számára kedvezőtlenek, kedvezőtlenek a bányászat számára is: a mélység, a fedettség, a tektonikai igénybevétel, az izsapat rontó víz vagy gáz hozzá áramlás – s sorolhatnánk tovább – nemcsak a kutatás számára jelent nehézséget, hanem nehezíteni fogja a jövőendő bányászatot is. Azokat a természeti körülményeket, amelyek között a kutatás folyik, s amelyeket a kutatás során észlelünk, a bányászatnak is jó előre figyelembe kell vennie. Ez egyben azt is jelenti, hogy a földtan már a kutatás megtervezése, majd végzése során szinte automatikusan mintegy előzetes prognózist tud adni azokra a körülményekre is, amelyekre a bányászat során fel kell készülni.

Mindezek előre bocsátásával a soron lévő feladatok megoldásához szükséges teendők közül – korántsem a teljesség igényével – mindössze három kérdést kívánok kiragadni olyanokként, amelyeket elsőrendű fontosságúnak tartok, annak érdekében, hogy a kutatások hatékonysága ne csökkenjen, hanem növekedjék, de legalábbis szinten maradjon. Ezek – ha nem is feltétlenül fontossági, de mindenesetre időrendi és logikai sorrendben – a következők:

- a prognózis, az előkutatás és a felderítő kutatás néhány kérdése,
- a nagyüzemi bányászattal kapcsolatos néhány földtani-kutatási kérdés,
- a bányageológiai munkával kapcsolatos néhány kérdés.

3.1. A prognózis és a felderítő kutatás feladatainak kijelölésekor mindenekelőtt figyelembe kell venni, hogy a jövőendő (reménybeli) ásványi nyersanyag-előfordulások között is egyre nagyobb mértékben számíthatunk olyanokra, amelyek felfedezése meglehetősen nehezen megoldható feladatot jelent a kutatás számára. Olyan előfordulások lesznek ezek, amelyek prognózisa egyre inkább csak közvetett úton kapott adatok alapján végezhető el. Ehhez a prognózis metodikáját kell alapvetően új irányokba fejleszteni, nemcsak hazánkban, hanem más országokban is.

Ez azt jelenti, hogy rendkívül nagy mértékben nő a geofizika, s még inkább a geokémia aránya és jelentősége a prognózisban.

A jelenleg rendelkezésre álló prognózisok tanulása alapján azt szűrhetjük le, hogy hazai vonatkozásban nagyon sok tennivalónk van geokémiai, metallogéniai, tektonikai, nemkülönben a mélykutatások módszertanának ismerete, az utóbbiból főleg az ezen a téren teljesen elhanyagolt vágatkutatások alkalmazása vonatkozásában. Közülük külön kell szólni a geokémiáról, ahol egészen felemás helyzet alakult ki. A geokémia tudományos elméletében ti. nemzetközi mércével mérve is kimagasló eredményeink vannak. Arra az egészen hétköznapi terepi („gyalog”) geokémiára utalok azonban, amelyre az új előfordulások felderítése érdekében szükség van, s amelyet – tisztelet egy-két kivételnek – szinte egyáltalában nem is alkalmazunk, ha igen, szinte elrejtve, a többi módszer között. Pedig a geokémiának a geofizikával legalább egyenrangú szerepe és jelentősége kellene, hogy legyen a hazai előkutatásban, a légi módszereket is beleejtve.

A tudományosan megalapozott prognózis megkívánja magának a prognózis módszertanának a fejlesztését is, ha ez egyes esetekben egyelőre csak a kialakítását jelenti is. Ezen belül különleges jelentőségű, s nyilvánvalóan csak a nemzetközi eredmények állandó figyelemmel kísérésével és a tapasztalatok hasznosításával megoldható feladat a tudományos alapok kidolgozása a fedett és főleg a zárt előfordulások prognózisához, valamint a földtani térképezés és a prognózis szoros összekapcsolása.

Mindez azt jelenti, hogy hazai prognózisaink készítéséhez megfelelő követelményrendszert kell kialakítani. Ez már csak azért is szükséges, mert a kutatásokban nő a felderítő kutatás aránya. Ez világszerte általános tendencia; a Szovjetunióban a legtöbb fontos nyersanyag esetében ez máris elérte az 50%-ot, sőt sok nyersanyagé meg is haladta. Hazai szénhidrogén kutatásunkban is 60% a felderítő kutatások aránya.

A találati valószínűség növelése érdekében – ennek a növekvő mélység miatt hatványozott jelentősége van – rendkívül fontos feladat a prognózisok tudományos megalapozottságának növelése. Ez sem

jelenti természetesen azt, hogy bármikor is olyan követelménnyel léphetünk fel a prognózissal szemben, hogy az teljes biztonságu képet adjon. A prognózis sohasem lesz teljesen megbízható; azért prognózis. Csak azt tűzheti ki célul, hogy a lehetőségeket jelezze előre, megfelelő megbízhatósággal. Megbízhatóságától és valószínűségétől aligha várhatunk többet, mint amit annak idején Eötvös Loránd mondott az Eötvös-ingáról, hogy ti. azt ugyan meg tudja mondani, hol van a földben elásva a kincsesláda – ezt várjuk a prognózistól is –, azt azonban nem, hogy van-e benne kincs, vagy sem. Valóban, egyelőre csak a láda helyét tudjuk kijelölni, s célunk csak az lehet, hogy ezt minél nagyobb valószínűséggel tudjuk megadni. Hogy megvan-e, tele van-e, az csak ezután következik, de ez már nem a prognózis, hanem a felderítő kutatás feladata. Scseglov akadémikus is, aki a közelmúltban átfogó módon foglalkozott ezzel a kérdéssel, (L.: Scseglov, A. D.: „Osznovü metallogeniceszkovo analiza”, 1976. (2. kiadás: 1980.) *Földtani Kutatás* XXV. évf. (1982. év), 2. sz.) azt állapítja meg, hogy sajnos az, hogy egy indikáció – vagy akár indikációhalmaz! – ipari előfordulásnak bizonyul-e a felderítő kutatás során, vagy pedig továbbra is indikáció marad, nincs szoros kapcsolatban az indikációk meggyőző erejével. Egy nagyon meggyőző és nagyon megalapozott indikációkon alapuló prognózis zárulhat negatív eredménnyel, viszont szerényebb indikációkból nagyon komoly eredmények lehetnek, pedig a Szovjetunióban igazán bőven van tapasztalat mennyiségi és minőségi vonatkozásban egyaránt.

A fő hazai feladat a prognózis szakmai-tudományos megalapozásának növelése, sőt sokszor csak megalapozásának igénye. Ehhez nagyon sok tennivaló van a prognózishoz felhasználható ismérvek kiválasztása, azok meggyőző erejének tisztázása és egymással való összefüggéseinek meghatározása terén egyaránt.

3.2. A másik kérdéscsoport, amelyet röviden érinteni kívánok, a nagyüzemi bányászattal kapcsolatos. Világszerte tendencia, hogy a bányászat az utóbbi évtizedekben a kisüzemi jellegű termelésről egyre inkább a nagyüzemi, tömegtermeléses módszerekre tér át. Hazánk esetében sem kell messze mennünk például: az évi 7 millió tonnás visontai lignitkölfejtés, az évi 8 millió tonna barnakősenet ígérő eocén-program, a recski tervek, ahol az évi 2 és 10 millió tonna rézérctermelés közt a legkülönbözőbb számok forognak közzsájon (és papíron), mind jól jelzik ezt. Már egy kétmillió tonnás kapacitás is tekintélyes mennyiséget jelent, öt vagy nyolc pedig még szebbet, mindenesetre eddig szinte elképzelhetetlen mennyiségeket. Az ilyen kapacitások már nemzetközi viszonylatban is figyelemre méltók, bár ott elég gyakran találkozunk 10–15 m tonnásokkal is, sőt a Szovjetunióból 45 mt kapacitásról is vannak adataink.

A bányászat tehát valóban világszerte a nagyüzemi termelés felé orientálódik. A bányászat – érezve a kutatással kapcsolatban említett egyre kedvezőtlenebbé váló földtani, bányaföldtani és bányaműszaki feltételeket – ilyen módon tudja valamelyest kompenzálni a természeti (é.: földtani) feltételek kedvezőtlenebbre fordulását.

3.2.1. A nagyüzemi termelés azt jelenti, hogy a termelés néhány munkahelyen koncentrálódik. Az óriás tömegű nyersanyagmennyiséget 2-3, legfeljebb 4-5 helyről adja ki a bánya. Ennek viszont nagyon komoly konzekvenciái vannak, s ezek a földtani kutatással szemben is minőségileg új követelményeket támasztanak. Ilyen koncentrált termelés esetén egy-egy munkahely kiesése katasztrofális következményekkel jár az egész terv teljesítésére, s a bánya létrehozóan hosszú időre szóló problémákat vet fel.

Ha azonban a termelés kevés munkahelyen koncentrálódik, s ezek kiesése ilyen komoly következményekkel jár, akkor ezeknek a munkahelyeknek a földtani viszonyait nagyon pontosan ismerni kell, mégpedig nemcsak a készlet mennyiségét és minőségét, hanem szükség van mindazoknak a tényezőknek a részletes ismeretére, amelyek a nagyüzemi termelés megbízható megtervezését biztosítják. A kőzetfizikai, hidrogeológiai, por- és gázveszélyre vonatkozóan sokkal megbízhatóbb ismeretekre van szükségünk, mint az eddigiek során megszoktuk.

Ezt az igényt csak fokozza az, hogy a nagyüzemi termeléssel nő a gépesítés aránya: egyre több és egyre nagyobb értékű az a gépállomány, amely a föld alatt, ill. a bányatérsekben dolgozik. Ezek folyamatos üzemeltetése eleve a kőzetfizikai viszonyok sokkal részletesebb tisztázását igényli, hacsak nem akarjuk a sokmillió értékű esetleges elvesztését kockáztatni.

Mivel a hazai ásványi nyersanyagkutatás egyelőre nem tesz, ill. nem tett különbséget a nagyüzemi bányászathoz szükséges és a régi módhoz végzett kutatás közt, önmagában az is nagy feladatot jelent, hogy ezeket a kutatási követelményeket kidolgozzuk. Mert megvalósítani és megkövetelni csak azután és annak alapján lehet őket. Természetesen mindenekelőtt a bányászatnak kell konkrétan megfogalmaznia, milyen tényezők tekintetében és milyen ismeretességi igényeket támaszt. Ezt kell majd a földtani kutatás nyelvére lefordítva kutatási követelményként meghatározni.

3.2.2. A kevés helyen koncentrálódó termelés másik következménye az, hogy *megszűnik a nyersanyag természetes keveredésének a lehetősége*. Amikor az üzem termelése 50–100 helyről tevődött össze, s ha – akkori méreteiben – nagy is volt a kapacitás, az a napi néhány ezer csille termelés 5–10 csillenként jött össze a fejtésekből, s mivel a munkahelyek térbeli eloszlása

az előfordulásnak szinte az egész területét képviselte, a napi termelés is gyakorlatilag jó közelítéssel az előfordulás tényleges (természetes) átlagminőségének felelt meg.

Ha azonban az előfordulás termelése csak 1-2, de akár 4-5 helyről származik, nem is várható, hogy ez az átlagminőség automatikusan kialakul – holott a tömeges felhasználást igénylő nagyüzemi feldolgozási technológiák megkövetelik az egyenletes minőséget. Ezt rendszerint csak a felszínen, utólagos dúsítással, vagy készlethányók keverésével lehet biztosítani. Ez azt jelenti, hogy sokkal inkább meg nőnek a nyersanyag minősége megismerésének pontosságával, részletességével és megbízhatóságával szembeni igények – ezt követeli meg egyébként a dúsítás, ill. felszíni keverés ésszerű megszervezése is –, de jelenti azt is, hogy a geológus munkája nem zárul le többé a bányában, hanem kiterjed a dúsítás területére is.

3.3. A nagyüzemi termeléssel kapcsolatos földtani-kutatási követelmények, ill. igények kérdése valójában automatikusan átvezet a termelési geológiai szolgálatok munkájával kapcsolatos újszerű kérdésekhez, ill. feladatokhoz.

3.3.1. A nagyüzemi termelés igénye és a kutatási körülmények megváltoztatása egészen új követelményeket jelent a bányageológus számára. A bányageológiának azzal a kellemetlen és ellentmondásos helyzettel kell szembenéznie, hogy

- a nagyüzemi termelés feltételeinek biztosítása miatt megnövekedtek az előfordulás földtani viszonyainak, a nyersanyag mennyiségének, sőt minőségének, vastagságának, települési viszonyainak stb. megismerésével szemben támasztott részletességi és megbízhatósági igények, s különös fontosságúvá vált a kőzetek fizikai állapotának tisztázása, s mindezeknek a tényezőknek az alakulását ma már nem elég csupán minőségileg tisztázni; egyre inkább szükséges a viszonyok mennyiségi alakulásának meg határozása is;
- ezzel szemben többek között épp a mélység eltolódása miatt realisan egyre kevésbé lesz mód arra, hogy az előfordulást olyan részletesen megismerjük és megkutassuk, mint megelőzően, még kevésbé arra, hogy olyan részletességgel, amelyet a nagyüzemi bányászat biztonságos üzemmenete folyamatosan megkövetelne. (Ez egyébként sem a telepítés előtti részletes kutatás feladata.) Márpedig az előfordulás minden olyan földtani jellegét és ismervét, amely a termelés folyamatosságát befolyásolja, ill. befolyásolhatja, olyan mértékben kell ismerni, hogy azok kedvezőtlenebbre fordulását előre

lehesse jelezni a termelés során, megelőzve, hogy munkahelyi katasztrófát okozzon, ill. katasztrofális következményekkel járjon. Ez önmagában is rendkívül megnöveli a *termelési kutatással* szemben támasztott követelményeket, s ezt csak fokozza a bányatelepítést megelőző kutatások említett sajátossága. Ezeknek az új követelményeknek a kialakításához, megköveteléséhez és teljesítéséhez ugyancsak az szükséges, hogy tudományosan megalapozva és a gyakorlati tapasztalatokat figyelembe véve meghatározzák őket, teljesítésüket meg is követeljék, a megköveteléshez viszont biztosítsák is az objektív feltételeket (létszám, eszköz stb.).

3.3.2. Különleges jelentőségű és felelősségű a termelési geológiának az ásványi nyersanyagok legteljesebb kitermelésében játszott szerepe. Ez magával hozza a *termelési veszteség* meghatározását, a csökkentéséért folyó szüntelen harcot, a meghatározáshoz viszont a rendszeres termelési kutatást. Enélkül a termelési veszteséget és a hígulást realisan nem is lehet meghatározni.

Ha valahol, az ásványi nyersanyagokkal való takarékoskosságot már a föld alatt meg kell kezdeni.

3.3.3. Egészen külön kérdés azoknak a „forradalmian új” bányászati, vagy inkább termelési *módszereknek* a kérdése, amelyekről mostanában annyi hallhatunk, ill. olvashatunk, de amelyek bevezetésének reális feltételei tisztázása érdekében már jóval kevesebbet teszünk.

Az ásványi nyersanyagkutatás elméletének napjainkban egyik fontos kérdése lenne az, hogy egyáltalában megvizsgálja, majd tisztázza azokat a földtani feltételeket, amelyek egy-egy ilyen „forradalmian új” bányászati módszer kialakításához, ill. gyakorlati alkalmazásához szükségesek.

Röviden érintve a három leggyakrabban emlegetett:

1. A hazai viszonyokat figyelembe véve földtani oldalról a legnagyobb fantáziát az *automatikus távirányítású*, ember nélküli földalatti termelésben látom, de ez is minőségileg új kutatási követelményeket jelent.
2. A *köszén földalatti elgázosításának* megvalósulásában egyelőre nem sok realitást látok. Nem is annyira azért, mert egyelőre a természetes földgáz árának 10, sőt 100–150-szereséért sikerült 700–1300 kalóriás gázt előállítani – elvégre a kísérleti stádiumtól nem is várható, hogy azonnal gazdaságos is legyen –, hanem azért, mert ez az eljárás olyan arányú készlet visszahagyással jár, hogy az rablóbb a legrablóbb rablóbányá-

szatnál, nem beszélve arról, hogy a keletkezett gáznak jelentős része elszökik a rétegekbe. A hazai tektonizáltság mellett ennek még fokozottabb a lehetősége, sőt veszélye.

3. Az *in situ* perkolációs módszerről annyit: nem tartom valószínűnek, hogy a hazai beépítettség sűrűség mellett egyáltalán létrehozható robbantással az az üreg, ill. fellazítás, ami ehhez eleve szükséges. Még inkább kérdéses, hogy a hazai tektonikai és hidrogeológiai viszonyok közt megvalósítható-e az a zárt hidraulikai rendszer, amely elengedhetetlen hatékony működéséhez. Ellenkező esetben ti. a hazai mélységi vízkészlet szennyeződhet olyan mértékben, hogy az a további felhasználást lehetetlenné teszi.

Ezek természetesen nem részletes elemzéssel megalapozott megállapítások, csupán szubjektív, egyéni aggályok. Az azonban már nem szubjektív vélemény, hogy meg kellene vizsgálni azokat a feltételeket, amelyek közt ezek az eljárások alkalmazhatók, és ki kellene dolgozni azokat az – egyelőre elméleti – modelleket, amelyek a hazai földtani viszonyok közt egyáltalában számításba jöhetnek. A külföldi példák és a külföldi tapasztalatok nagyon komoly előnyt jelentenek az ilyen vizsgálatokban.

4. Záró megjegyzések

Kétségtelen, hogy a vázolt feladatok megoldásához a kutatások hatékonyságát kell jelentősen növelni, ehhez viszont nélkülözhetetlen a tudomány, az új tudományos módszerek és eljárások tudatos és összehangolt alkalmazása.

Ennek során a fő feladatok

- a földtani viszonyoknak legjobban megfelelő kutatási módszerek kialakítása,
- a kutatási módszerek állandó tökéletesítése,
- a kutatás hatékonyságának és gazdaságosságának állandó vizsgálata, elemzése és növelése.

Az ti., hogy a kutatás hatékonysága a természeti feltételek kedvezőtlenebbé válása ellenére nem csökken, sőt határozottan növekszik, annak köszönhető, hogy

- nő az a tapasztalati anyag és ténybeli adatmennyiség, amelyet általánosítva a kutatás során felhasználhatunk,
- fejlődnek a kutatási módszerek,
- fejlődnek a kutatási eszközök, műszerek is, ezért egyre sokoldalúbban és egyre pontosabban tudjuk megismerni velük a kutatott nyersanyag és a kutatott terület földtani sajátosságait,
- a társadalmi tudás általánosan növekvő színvonalával párhuzamosan nő az egyéni tudásé is, hiszen az egyénre nézve is érvényes, hogy ma általánosan magasabb színvonalon végezhetjük a kutatásokat, mint tíz, húsz, harminc vagy éppen száz évvel ezelőtt. A kutatási elmélet és módszertan fejlődésének általános vonásairól szinte deklarációszerűen beszélve azonban nem szabad elfelejteni, hogy ezek a tendenciák nem automatikusan érvényesülnek. Annak érdekében, hogy valóban érvényesüljenek, tudatosan kell fejleszteni a kutatást, kell foglalkozni a kutatás elméletével, a kutatási tapasztalatok általánosításával, a kutatáshoz szükséges „kiművelt emberfők” számának és színvonalának növelésével, tudásának gazdagításával, – hogy a továbbképzés mind máig megoldatlan problémáját ne is említsem.

Ha ezek a tényezők mind együtt vannak, és hatékonyan, egymást erősítve együtt hatnak, akkor reméljük, elmondhatjuk, hogy az ásványi nyersanyag-kutatás tudományában és gyakorlatában – a kutatási módszertan tudományos és elméleti megalapozásában és fejlesztésével – az itt szerzett ismeretek elterjesztésével, gyakorlati megvalósításával, alkotó és tudatos alkalmazásával sikerült a hazai kutatásokat hatékonyabbá és eredményesebbé tenni.