

Földtani Kutatás

**Az uránkutatás története
Magyarországon**



Ezer tó országa - magyar módon



Hírek

ÚJ SOROZAT XXXIV. Évfolyam 3. szám



A szerkesztőbizottság elnöke:

dr. FARKAS ISTVÁN

A szerkesztőbizottság tagjai:

BARDÓCZ BÉLA

dr. BODOKY TAMÁS

BREZSNYÁNSZKY KÁROLY

HAVASNÉ SZILÁGYI ESZTER

HORECZKY VERONIKA

dr. HORN JÁNOS

dr. HORVÁTH TIBOR

HORVÁTH VERA

dr. PATAKI ATTILA

TÓTH JÓZSEF

Szerkesztő:

dr. SOLTI GÁBOR

Technikai szerkesztő:

UNICA ZSUZSANNA

Kiadó

a

Magyar Geológiai Szolgálat

Felelős vezető:

dr. FARKAS ISTVÁN

A folyóirat megjelenik negyedévente

Éves előfizetési ára 800 Ft

Egy lap ára 200 Ft

A befizetéshez kérsre csekket, a befizetésről pedig számlát küldünk.

Megrendelhető és megvásárolható:

Magyar Geológiai Szolgálat

1143 Budapest,

Stefánia út 14.

Tel: (1) 220-6191

Fax: (1) 251-1759

E-mail: Foldtani.Kutatas@mgsh.hu

Agroprint Nyomda, Gyál

Felelős vezető:

Tóth László ügyvezető igazgató

HU ISSN 0133 – 2422

TARTALOM

KUTATÁS

Búcsú egy nagyszabású földtani kutatástól.....	3
(Érdi-Krausz Gábor)	
A hazai uránkutatás, uránbányászat és a geológia.....	4
(Barabás Andor)	
A Mecsek hegységi uránérclelőhely kutatástörténete.....	11
(Wéber Béla)	
A Mecseki lelőhelyen kívüli uránkutatás Magyarországon.....	15
(Majoros György)	
Nemzeti kincs a Nyugat Mecsek mélyében.....	18
(Érdi-Krausz Gábor, Harsányi Lajos)	
A geofizika szerepe a hazai uránbányászatban.....	20
(Baranyi István, Berta Zsolt, Szabó János, Vados István, Várhegyi András)	
A hazai uránkutatással kapcsolatos hidrogeológiai vizsgálatok.....	24
(Koch László)	
A hazai uránérckutatók ásvány-közzettani-geokémiai laboratóriumi háttere.....	36
(Vincze János)	
A Mecseki uránércbányászat környezetföldtani helyzete és a bányabezárás utáni rekultiváció földtani vonatkozásai.....	39
(Koch László, Lendvainé Koleszár Zsuzsanna)	
Földtani és bányászati kutatás a Nyugat-Mecseki antiklinális területén, a Bodai Formációnak, mint radioaktív hulladékbefogadó kőzetösszetételnek az alkalmazhatósága vizsgálatára.....	46
(Hámos Gábor)	
Az MGSZ Ásványvagyon Nyilvántartása a hazai urán-érc vagyonról és kutatásról.....	54
(dr. Fodor Béla)	

GEOLÓGIA

Ezer tó országa - magyar módon.....	56
(dr. Halmai János)	
Jogi tallózó.....	58

HIREK

CONTENTS

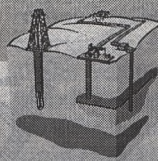
EXPLORATION AND PROSPECTING

Farewell to a grandiose geological research.....	3
(Gábor Érdi-Krausz)	
The Hungarian uranium exploration, mining and the geology.....	4
(András Barabás)	
The exploration history of uranium ore of Mecsek Montains.....	11
(Béla Wéber)	
Uranium exploration in Hungary beyond the Mecsek provenance.....	15
(György Majoros)	
The national treasure in abyss of Western Mecsek.....	18
(Gábor Érdi-Krausz, Lajos Harsányi)	
The role of geophysics in uranium mining of Hungary.....	20
(István Baranyi, Zsolt Berta, János Szabó, István Vados, András Várhegyi)	
Hydrogeological studies related to uranium exploration.....	24
(László Koch)	
Mineralogical, petrological and geochemical related to uranium exploration in Hungary.....	36
(János Vincze)	
The environmental geology of uranium mining area at Mecsek and the geological aspects of post-closure recultivation.....	39
(László Koch, Lendvainé Zsuzsanna Koleszár)	
Geologic and mining exploration on the West Mecsek Anticline-feasibility study of Boda Fm. as host rock of nuclear waste.....	46
(Gábor Hámos)	
Mineral assesment and recording of domestic uranium ore resources at the Hungarian Geological Survey.....	54
(dr. Béla Fodor)	

GEOLAW

A contry with thousand of lakes - in Hungarian way.....	56
(dr. János Halmai)	
Gleaning of provisions of law.....	58

NEWS



Búcsú egy nagyszabású földtani kutatástól

A magyarországi uránkutatás 45 éves története 1997. december 31-el gyakorlatilag befejeződik. A kormány úgy döntött, hogy a nukleáris eredetű villamosenergia-termelés alapanyagát nem a magas költségű hazai ásványi nyersanyagból kell biztosítani.

A költségeket és az árakat tekintve logikus a döntés. A világ számos pontján gondolkodnak hasonlóképpen -főleg Európában-, így aztán az uránérctermelés néhány országra korlátozódik majd: Ausztrália, Dél-Afrika, Egyesült Államok, Kanada, Kazahsztán, Namibia, Oroszország, ahol magas minőségű, jórészt külszíni bányákból olcsóbban lehet az uránt kitermelni. A monopolhelyzet, a nagy szállítási távolságok miatt azonban az ár emelkedik. És akkor feltehető majd a kérdés: nem lett volna érdemes a hazai terméket jobban megbecsülni?

45 esztendő. Az 1953-ban megkezdődött kutatások Kővágószőlős határában felszíni kibúvásban találták meg az uránércesedést, amelynek kutatása a négy évtized alatt 1500 méteres mélységig terjedt ki.

Jöttek a szakemberek: egyetemekről, technikumokból, frissen végzettek és olyanok, akiknek már volt némi gyakorlatuk -ha nem is az uránkutatásban, uránbányászatban. Geológusok, geofizikusok, bányászok, gépészek, földmérők, villamos szakemberek, fűrészek jöttek megteremtve egy hazánkban még teljesen új iparágat. Az ércfeldolgozás megkezdésével beálltak a vegyészek, radiológusok.

Az egyik legnagyobb szerepet azonban a földtani szakemberek játszották. Az uránércesedés szemmel nem láthatósága, a hihetetlen változékonyság az ércetek kiterjedésében, vastagságában, és minőségében, nélkülözhetetlenné és magasan felértékeltté tette munkájukat.

A földtan szakemberei látványosan nagyszerű munkát végeztek. A mecseki lelőhely bonyolult földtani felépítése mellett, jelentős nagy uránlelőhellyé növekedett, amelynek megismert hasznosítható ásványvagyona hosszú időre biztosította -biztosítaná- a magyar atomerőmű, atomerőművek alapanyagellátását.

Nos, ennek vége. A megismert ásványvagyont mintegy fele a Nyugat-Mecsek alatt, a mélyben marad.

A szakma azonban -megtépzva, megfogyatkozva, és főleg célját tekintve átalakulva- de megmarad. Komoly szerep jut a környezetföldtannak, és nagyon nagy szerep jut a különböző közettípusok kutatásának a radioaktív hulladékok végleges elhelyezése céljából. Geológiai kutatás várható földalatti gáztározó létesítéséhez a térségben és nem kizárt, hogy jelentőséget kap az aranykutatás.

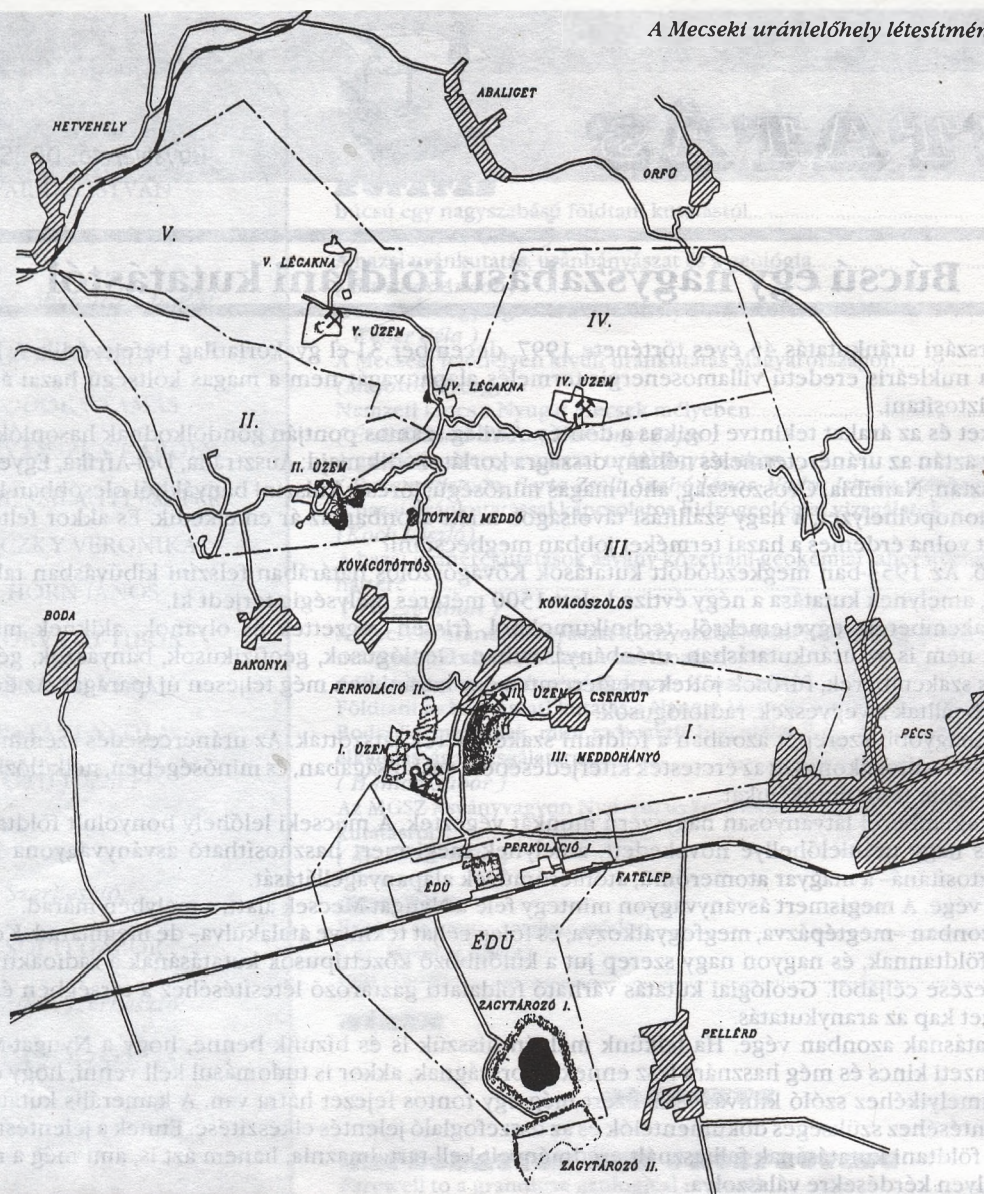
Az uránkutatásnak azonban vége. Ha lelkünk mélyén hisszük is és bízunk benne, hogy a Nyugat-Mecsek uránércvagyona nemzeti kincs és még hasznára lesz ennek az országnak, akkor is tudomásul kell venni, hogy ez már a jövő generációk valamelyikéhez szóló kihívás lesz. Ezért még egy fontos fejezet hátra van. A kamerális kutatás, a földtani kutatás zárójelentéséhez szükséges dokumentációk és az összefoglaló jelentés elkészítése. Ennek a jelentésnek nem csak az elmúlt 45 év földtani kutatásának felhasznált eredményeit kell tartalmaznia, hanem azt is, ami még a mélyben van, hol, mennyi, milyen kérdésekre válaszolva.

E lap következő oldalain pedig a kutatásban, bányászatban résztvevők mutatják be a 45 évig tartó uránérckutatás főbb fejezeit, módszereit, nehézségeit, eredményeit és örökökítik meg a nagyszámú földtani szakember érdekes, hasznos, és magas színvonalú tevékenységét.

Érdi-Krausz Gábor



IV.sz. Bányüzem 1100 m-es aknájának tornya



A hazai uránkutatás, uránbányászat és a geológia

Bevezetés

A hazai uránérctermelést az eredményes földtani kutatás tette lehetővé. A földtani kutatás – ezen belül a mecseki lelőhely kutatása és az országos uránkutatás – egészen 1989 közepéig része volt a Bauxitbánya Vállalat, majd a Pécsi Uránércbánya végül a Mecseki Ércbánya Vállalat tevékenységének. Ennek eredményeként a mecseki lelőhelyen megkutattunk közel 50.000 tonna ércet, 0,120 U% körüli minőséggel, azaz valamivel több mint 50.000 tonna fémuránt. A megkutattott terület a nagy készletű, de kis U-koncentrációjú lelőhelyek közé tartozik. Az országos uránérc kutatás kisebb ipari hasznosításra nem alkalmas eredményeket hozott, hozzájárult viszont az ország jobb általános földtani megismeréséhez.

A bányászatban alapvető mindennapi szerepe volt a geológiának és geofizikának, része volt a termelésirányításnak. Ez a termelési kapcsolat szorosabb volt, mint más nyersanyagot termelő bányák esetében. Hazánkban itt alakult meg az első bányageofizikai szolgálat. A geofizikának a radiometrikus osztályozás révén még az ércdúsításban is szerepe volt.

A kezdetektől 1958 - ig

A hazai uránkutatás a magyarországi kőzetek radioaktív elemtartalmának tudományos vizsgálatával indult.

Szalay Sándor, Földvári Aladár és munkatársaik 1947-ben kezdték ezt a munkát. Terepi radiometrikus méréseket és mintagyűjtést végeztek.

Első dolgozataik már 1948-ban megjelentek erről a témáról. Ezeket további beszámolók követték. A mecseki permében Szalay Sándor szerint néhány mérést végeztek Cserkút környékén. Alacsony értéket kaptak, amit thórium equivalentben fejeztek ki. A mórágyi gránit lényegesen nagyobb radioaktivitást mutatott.

Földvári Aladár 1952-ben közölt dolgozata szerint a mórágyi és velencei hegységi gránitok az átlagos gránit sugárzási értékek 2-2,5-szeresét mutatják. A permi homokból egy minta elemzését közli, ennek intenzitását kevesnek tartja, de további méréseket tart szükségesnek. A legnagyobb radioaktív anyag (urán) dúsulást egyes kőzetenekben találták.

A továbbiakat az 1959. májusában befejezett geológiai zárójelentésből idézzük. Ebben – Földvári A. és Szalay S. munkájának említése mellett – a következő található:

„Rendszeres uránkutatás a Magyar Népköztársaság területén 1953. év májusában kezdődött. 1952. évben a Magyar Kormány kérésére A. Sz. Bogatürjev előzetes vizsgálatokat végzett az ország kőszén lelőhelyein. Vizsgálataival igazolta a Magyar Kormány régebbi megfigyelé-

sekre alapozott véleményét, hogy az ország területén speciális urán-földtani kutatást kell végezni. Kormányközi megállapodás alapján, 1953. évben speciális földtani expedíciót szerveztek szovjet szakértők bevonásával.”

Az említett, megszerzendő speciális expedíció lett a Bauxit 2. sz. Expedíció. Ennek magyar vezetőhelyettese Gácsi Mátyás volt. A munkák kezdetén a teljes földtani szakember gárda a Szovjetunióból jött.

Az Expedíció első feladatait az ország kőszén és érclelőhelyeinek, a granitoid kőzeteknek (Velencei hegység, mecseki gránit terület) és ezek exokontaktjainak valamint az ország paleozoos és alsó triász korú kőzeteinek vizsgálatában határozták meg. A Bauxit Expedíció munkája 1953 májusában indult és gyorsan eredményt hozott. A korábban említett jelentésből idézve: "1953 júliusában a Mecsek hegységi Jakab hegy déli előterében Kővágószőlős község keleti határán végzett gamma kutatás során J. Csuprova geofizikai mérnök jelentős aktivitást észlelt a perm időszak homokkó összlet szürkészöld színű homokkó csoportjában."

1953-ban a Ny-Mecsekben csak terepi gamma kutatást végeztek és kutatóárcokat ástak. Újabb radioaktív anomáliákat találtak. A visszaemlékezők szerint a kutatóárcokkal feltárt anomáliák az urán szempontjából nem adtak jó eredményeket, mivel az általában 10 m vastag oxidációs zónában voltak, ahol az urán jó része kioldódott és nem volt radioaktív egyensúly. Csak az egyik, 1954 első felében készített kutatóárcban talált összefüggő és radioaktív egyensúlyban levő ércettest győzte meg a vezetőket is a kutatás folytatásának célszerűségéről.

1953-ban még végezték a szén és ércbányák revízióját. Az ajkai és tatabányai kőszénterület egyes részein 0,01-0,03 %-os urándúsulást is találtak. A többi bánya vizsgálata nem járt eredménnyel. 1954-től egy ideig jóformán csak a mecseki lelőhelyen volt kutatás, gyors mennyiségi növekedés mellett. A mecseki lelőhelyen és az ország többi területén végzett kutatások mennyiségi változását és egymás közti arányát az alábbi költségráfordítási táblázattal jellemezhetjük:

A táblázat ugyan önmagáért beszél, de azért megemlítjük azt, hogy a mecseki lelőhely kutatásnak állandó erősödése mellett 1956-tól újra jelentősebbé vált a lelőhelyen

	1952	1953	1954	1955	1956	1957
Összköltség (Eft)	440	1760	12580	26722	61270	68146
Ebből mecseki lelőhely (Eft)	120	820	11894	26102	53147	60041

kívüli területek kutatása. A mecseki lelőhelyen 1958-ig elvégzett kutatás gyors fejlődését és jellegének változását néhány jellemző munkafajtaival mutathatjuk be.

A következő táblázatban felsorolt néhány munkafajta-ról meg kell jegyezni, hogy a vágathajtási adatok 1956-57-ben már a beruházási munkákat is tartalmazzák.

A földtani térképezésben az 1:10000-es topográfiai alapon készült 1:25000-es pontosságú geológiai térkép egyes adatok szerint már 1954-55-ben elkészült, de az 1958. évi jelentés csak a szövegben említi, az elvégzett munkák táblázatában nem tünteti fel. Valószínűleg 1956-ban elvesztek a tartották. Az elvégzett munkák között meg kell említeni, hogy 1956-ban 14538 km² légi gamma mérés is történt. Ennek eredményei egy ideig a lelőhelyen kívüli uránkutatás egy részének megalapozásához járultak hozzá.

Az intenzív érc kutatás eredményeként már 1955-ben akkora érckészlet vált ismert-

té, hogy a Minisztertanács határozata alapján a vegyipari és energiaügyi miniszter Bauxitbánya Vállalat elnevezéssel új állami vállalat alapítását rendelte el. Tulajdonképpen a Bauxit 2.sz. Expedíció fokozatosan átalakult vállalattá.

Létrejöttek az üzemek is, az I.sz. kutatókörletből az I. üzem (Kővágószőlős), a II. és III. kutatókörletből II. üzem (Bakonya) lett 1956-ban.

A fúrési csoportból 1956 második felében Fúrási Üzem lett és 1957 elején az un. expedíciós kutatócsoportokból megalakult a Kutatási Üzem.

Már 1955 végén elhatározták egy-egy 120 m mélységű, 200 ezer tonna érc és a hozzá tartozó meddő kiszállítására alkalmas szállítóakna mélyítését. Ezek az aknák 1956 végére el is készültek.

Az É-szőlősi-cserkúti terület megkutatása 1957-ben kezdődött, 1959-ben már elegendő készlete volt ahhoz, hogy később ebből legyen a III. üzem.

A bányüzemek telepítése miatt is szükség volt összefoglaló kutatási jelentés és készletszámítás elkészítésére, hogy az érckészletek hivatalos elismerésre kerüljenek.

Az első jelentést a szovjet szakemberek készítették el az 1956. április 1-jei kutatási állapotnak megfelelően. Ez a jelentés 1956 októberére készült el, de minden példánya Budapesten volt és meg is semmisítették.

Ezután már 1957-ben elkezdődött egy földtani kutatási és készletszámítási jelentés összeállítás, ami végül is 1958. január 1-i állapotnak megfelelően készült el.

A jelentéshez szükséges geológiai anyagvizsgálati munkák egy részét a Magyar Állami Földtani Intézet végezte.

Ennek az időszaknak a földtani eredménye a bányanyitáshoz szükséges készletek megkutatása, a bányaműszaki feltételek megismerése volt.

Kutatás módszertani szempontból jellemző volt, hogy a fúrások mellett a bányászati jellegű kutatási módszerek is széleskörű alkalmazásra találtak. A külszíni fúrások alaphálózata kezdetben 50x50 m-es volt. Ezt később egyes felszínközeli helyeken besűrítették 10x25m-es hálóra. Ennek a sűrű kutatási hálónak a szerepét vették át a mélység növekedésével a bányafúrások. A települési mélység növelésével ezután a felszíni háló 100x100 méteresre, majd 200x200 méteresre ritkult.

A külszíni készletszámításban a 100x100 m-es fúrési háló területe volt a C₁ kategóriájú készlet, az enél ritkább a C₂ kategóriájú.

A részletesebben megkutatott készletek később feltárt és előkészített készletként szerepeltek.

A produktív összleten belül az egyes ércetek a rétegetek eléggé követik, de nagyságuk minőségük, településük szeszélyesen változó, ezért a kutatóknak (a korábbi táblázatban nem szereplő 60-70 m-es mélységűek is) kuta-

	1953	1954	1955	1956	1957
Magfúrás (fm)	-	3.446	17.511	40.699,5	73.480
Bányafúrás (fm)	-	-	1.278	10.234	13.812
Kutatóárok (m²)	258	5.259	4.101	3.990	3.143,2
Kisakna sekély és mély (fm)	-	282	720	642,9	450,8
Vízszintes vágat (fm)	-	462	3.192	4.214	11.618
Gamma kutatás 1:25000 (ezer pont)	-	-	378	2.416,3	-
Gamma kutatás 1:10000 (ezer pont)	-	108,8	8,5	-	-

tótárók (a bakonyai körletben), bányafúrások nélkülözhetetlenek voltak a bányatervezéshez szükséges adatok megszerzésében. Ebben az időszakban alakultak ki a lelőhely adottságaihoz igazodó bányageológiai munka alapvető feladatai és módszerei; elsősorban az I. körletben ill. I. üzemben, ahol Mikolay István lett a vezető geológus.

Általános földtani eredmény volt, hogy elkészült egy jó 1:25000-es földtani térkép a Ny-Mecsek antiklinális belső területéről (1:10000 topográfiai alapon).

Az első szakirodalmi beszámoló az 1958. szeptemberi genfi atomenergiái konferenciára jelent meg a lelőhely földtani viszonyairól és ércgenetikájáról. Szerzői Barabás A. és Kiss J. voltak.

A mecseki lelőhelyen kívüli kutatás 1956 közepén indult több területen. A korábban említett légi gamma méréseken kívül kutatás folyt a Mórággyi hegységben, a Nagykovácsi-i thóriumos anomálián, a Bükkben, Upponyi hegységben, a Balatonfelvidéken, főként Pécsely környékén. A pécselyi foszfátos-bitumenes mészkőhöz kötött anomáliáról is jelent meg cikk az említett genfi konferenciára. Szerzői Jantsky B., Kiss J., Lengyel S., Szy D. és Virágh K. voltak.

Érdekes dolog figyelemmel kíséreni a geológia-geofizika szerepének változását ebben a kezdeti időszakban.

A Bauxit 2.sz. expedíció idején a geológia, geofizika, hidrogeológia egy egységet alkotott. Az expedíció vezetőinek első helyettese a főgeológus volt. A rangsorban a harmadikként a főgeofizikus következett. Ő volt a főgeológus helyettese. A földtani szervezethez tartozott még a vegyi és radiometrikus laboratórium, valamint a geodéziai csoport is. A vállalattá alakulás idején, de még az önelszámoló bányüzemek megalakulása előtt kissé változott a helyzet, mert a főgeológus a vállalat igazgatójának és bányász főmérnökének lett alárendelve. (Ekkor indultak meg a nagy beruházási munkák.) Minden földtani tevékenység, az összes geológus, geofizikus, hidrogeológus – csoportokra osztva – a Geológiai Osztályhoz tartozott. Oda tartozott a vegyi és radiometrikus laboratórium is.

A bányüzemek tényleges megalakításának idején 1956. májusában a főgeológus már a vállalat főmérnökének volt alárendelve, és annak első helyettese. A földtani szervezet a következő módon tagolódott:

- * Központi Földtani Osztály, vezetője a főgeológus, helyettese a főgeofizikus,
- * Expedíció, kutatócsoportokkal,
- * A bányüzemek földtani szolgálata,
- * Fúrási csoport (1956 második felében már önelszámoló üzem), földtani szolgálata az Expedícióhoz tartozott.
- * Topográfiai mérőcsoport.
- * Anyagvizsgáló (kémia, radiometria) laboratóriumok és műszerjavítás.

A bányüzemek geológiai-geofizikai szolgálata állományilag, fegyelmileg az üzemvezetőnek, szakmailag a Geológiai Osztálynak volt alárendelve. Ekkor még az ércesedés geológiai-geofizikai vizsgálata és a bányageológiai módszerek kialakítása volt a fő feladat. A vállalati szervezési szabályzat szerint: "A Fúrási Üzem vezetője a vállalat főgeológusától kapott utasítások szerint irányítja és ellenőrzi a Fúrási Üzem munkáját."

A földtani munkák kiterjesztését az tette lehetővé, hogy 1956 májusában a Soproni Egyetemről gyakorlatilag egy-egy teljes geológus-geofizikus végzős évfolyamot a vállalathoz helyeztek. Előtte magyar szakmabeliek jobbára technikusok voltak. 1955 második felében Tózsér Ottó volt egyetemet járt geológus. Magyar geofizikus ekkor Müller Pál és Bujtor Béla volt.

Magam úgy kerültem kapcsolatba az Expedícióval illetve a vállalattal, hogy 1952. szeptemberétől a mecseki perm földtana volt az aspiránsi témám. A terepmunkát és anyagvizsgálatot főként 1953 - 54-ben végeztem.

Emlékezetem szerint 1954, esetleg 1955 tavaszán a térképezést végző Hahonyina N.V. és Glinszkich F.N. felkeresett Budapesten, akiknek elmondtam szakmai eredményeimet. Így érthető volt, hogy 1955. decemberében a minisztériumban felajánlották: menjek Pécsre dolgozni. Azt is közölték, hogy a szovjet szakemberek nemsokára elmennek és fokozatosan át kell vennünk tőlük a munkát.

Az előbb említett 1956. májusi geológus-geofizikus létszámnövekedés tette lehetővé a mecseki lelőhelyen kívüli kutatás megindítását is. Az 1956. júniusától a Földtani Osztály keretein belül működő új expedíciónak nyolc kutatócsoportja volt. Ezek:

- I. Csoport: Fúrási geológia,
- II. Csoport: Lelőhelyi felszíni kutatás,
- III. Csoport: Balatonfelvidék - Velencei hegység,
- IV. Csoport: Felderítő kutatás,
- V. Csoport: Bányarevizió,
- VI. Csoport: Hidrogeológia,
- VII. Csoport: Karotázs,
- VIII. Csoport: Geodézia

A kutatócsoportban ekkor még együtt voltak magyar és szovjet szakemberek.

1956 végén a geológusok egy része elhagyta az országot és elmentek a szovjet szakemberek. Ez utóbbiak közül négyen visszajöttek és 1957-ben a zárójelentés elkészítésében vettek részt (elsősorban Dmitrijev V.SZ. a készletszámításban), a vállalat egyéb tevékenységében nem volt szerepük.

1957 elején a vállalat főgeológusa Wein György, főgeofizikusa Müller Pál lett. 1957 első felében ismét jöttek geológusok a vállalathoz. Többségük a budapesti egyetemet végezte és néhányuknak több kevesebb szakmai gyakorlatuk már volt.

1957 elején a Geológiai Osztály úgy változott, hogy elsősorban a jelentéskészítés miatt központi kiértékelő csoport alakult. Létrejött az osztályon a bányageológiai csoport, de természetesen megmaradt a bányüzemekhez tartozó geológiai-geofizikai szolgálat is. A megalakulóban levő Ásvány-kőzettani laboratórium is új szervezeti egység lett. Az előbb felsorolt expedíciós kutatócsoportokat önálló Kutatási Üzemmé fejlesztették. Vezetője Barabás Andor lett. 1957. októberében a Földtani Osztály vezetőjévé Virágh Károlyt nevezték ki.

A vállalat minisztériumi felügyelete is ezekben az években alakult ki 2.sz. főosztály ill. Uránipari főosztály néven. Ennek főgeológusa 1956-tól Jantsky Béla volt. Kezdetben ennek a főosztálynak a felügyeleti tevékenysége földtani vonalon elég szorosnak ígérkezett, mert még a fúrási dokumentációkat is fel kellett küldeni a minisztériumba. Ez a szoros felügyelet azonban gyorsan enyhült.

A vállalat történetének ez az első szakasza 1958 körül lezárult. Az I. és II. üzemben 1957-58-ban megindult az érctermelés, először csak készletre, majd 1958-ban indult el az első ércszállítmányok a Szovjetunióba. Az Ércdúsító Üzem felépülése után 1964-től csak vegyi koncentrátumot exportáltak.

Az I. üzem vezető geológusa Mikolay István volt. Az üzem 1971-ben fejezte be a termelést.

A II. üzem vezető geológusai Grossz Ádám, Weber Béla, Mach Péter, Érdi-Krausz Gábor és Harsányi Lajos voltak.

Az üzem 1984-ben zárt be.

A vállalat gyors fejlődését bizonyára befolyásolta az atomhatalmi versengés. Nem kell azonban túlértékelni ebben a mecseki lelőhely fontosságát. Például ugyancsak a szocialista táborhoz tartozó Csehország és Német Demokratikus Köztársaság uránérc termelése egyenként is többszöröse volt a magyarénak. Az intenzív kutatás egy idő után a Szovjetunióban is jelentős eredményeket hozott.

Erre az időszakra vonatkozó visszaemlékezésünket kezdjük a bányageológiával.

A *bányageológia* fontos szerepe jól érzékelhető akkor, ha tudjuk, hogy az ércetek a 10-120 m vastag produktív összlet különböző szintjeiben helyezkednek el nagyjából rétegszerűen és nagyságuk néhány 10-től néhány 1000 tonnásig terjed. Ráadásul az ércetekben belül a meddő foltok aránya eléri a 30 %-ot. Az érceteket fel kellett kutatni a föld alatt, hogy a fejtési tevékenységet a megfelelő helyre irányítsák. Ennek a földalatti kutatásnak eszköze főként a bányafúrás volt, ami pénzügyi szempontból a termelési költségekhez tartozott, nem terhelte a kutatást.

1958 után is előfordult még időnként kutató vágat hajtás egyes bizonytalan ércesedésű vagy szélső helyzetű területekre. A bányafúrások általában egy-egy felállásból függőleges síkban a vízszintestől felfelé legezteszerűen készültek. Az adatokból szelvényeket, térképeket készítettek a fejtések tervezéséhez. Helyenként lefelé is fúrtak, hogy a következő szint feltárási rendszerét pontosítsák.

A bányageológiát mindig jellemezte a gazdasági optimumra törekvés. Ha elképzeljük, hogy a produktív összlet dőlésétől vastagságától, az ércetek nagyságától hogyan függ a bányafúrások hossza, sűrűsége, legjobb telepítési helye a csapás és keresztvágatok legjobb elhelyezése, stb., akkor érthetővé válik az a törekvés, hogy viszonylag kisebb kutatási-feltárási költséggel minél több fejtésre érdemes érc váljon ismertté, és az is belátható, hogy a kutatás-termelés viszonyának van gazdaságossági optimuma.

Végül is a gyakorlatban többféle bányafúrás háló került alkalmazásra 5 és 25 m között. Mivel az ércetek területe leggyakrabban néhány 100 m², ezért a leggyakoribb bányafúrás háló 12x12 és 6x6 méteres volt.

Az érc alapos vizsgálata, főleg Vincze János munkájával kimutatta, hogy az ércetek néhány m-es ún. ércmorfológiai elemekből állnak. Bodrogi Frigyes az érceteket néhány tonnás ércmorfológiai elemek sűrűbb-ritkább véletlen halmazának tekintette, amivel különböző ércesedésű területeket modellezett. Ez lehetővé tette a kutatási háló sűrűség és az elvesztő érc viszonyának praktikus vizsgálatát. A bányageológia fontos feladata volt a bányabeli, ércetekre bontott készletszámítás és készletgazdálkodás.

Általában elmondhatjuk, hogy a bányüzemek a külszíni készletszámítás jobbára C₁, ritkán C₂ vagy D készleteit megkapták, amit a készletszámítási blokkok arányában lebontottak a tervezett bányaszintekre. Ez a készlet azonban csak azt jelentette, hogy a területen összesen mennyi készlet várható. Ennek konkrét megjelenési formáját, az egyedi érceteket a bányabeli kutatásnak kellett megtalálnia.

Az ércetek készletszámításánál ismert módszert alkalmaztak, de az egyes bányüzemek a jobb vagy rosszabb ércesedésüktől függően korrekciós koefficienseket is használtak. Az egyes ércetek számított és lefejtett készlete között gyakran volt kisebb-nagyobb pozitív vagy negatív eltérés, ezek azonban összességükben kiegyenlítették egymást. Végül is az egyes bányászati szintek ércetenként számított készleteinek összege általában jó egyezést mutatott az adott bányászati szintről lefejtett, leírt és műszaki okokból veszteségként elkönyvelt érc összegevel. A bányákban a szokásos készletkategoróriák helyett feltárt és előkészített készleteket tartottak számon. Feltárt ércvagyont eleinte az volt, ha elkészült a szint főfeltárási vágata és a készlet 50x50 m-es hálóban meg volt kutatva. Előkészített készletnek az az ércet számított, amit bányavágattal három oldalról körülhatároltak. Ezek a meghatározások azonban nem nagyon váltak be.

Az 1968. január 1-jén életbe lépett bányageológiai szabályzat szerint feltárt ércvagyont az volt, ahol a szint fő-

feltárási rendszere, légvezetése elkészült és az ércvagyont a mindenkori optimális kutatóhálózattal megkutatták, az ércetekre bontott készletszámítás elkészült. Az előkészített készletekhez sorolták a feltárt készletnek azt a részét, amelyben az ércet egy részének vágattal való ipari érces átharántolása megtörtént. Ezek alapján jobban lehetett az ércvagyonnal gazdálkodni.

A készlet gazdálkodásnak nagy fontossága volt a bányüzemek életében. A folyamatosan egyenletes mennyiségű és minőségű érc termeléséhez a feltárást és előkészítést állandóan végezni kellett, hogy a gazdálkodáshoz szükséges megfelelő készlet rendelkezésre álljon. A minőségre is ügyelni kellett mert a következő években is hasonló vagy ugyanolyan minőségű érc termelése volt a feladat, a rendelkezésre álló feltárt és előkészített ércvagyonnak megfelelően. Ebben a tervszerű gazdálkodásban nagy szerepe volt a bányageológiának a földalatti kutatással, készletszámítással, készletnyilvántartással és a következőkben feltárással kerülő bányaterületek, szintek földtani-ércesedési viszonyainak előrejelzésével.

Abban az időben amikor érc került exportra 1958-63 között, az exportérc minősége jobb volt a termelés átlagminőségénél, tehát válogatott érc volt. Ez a válogatás már a bányákban elkezdődött. A maradék később az Ércdúsító Üzemben került feldolgozásra.

A megemelt minőségű érc exportja idején az elvégzett optimum számítások szerint az éves termelés 2,5-3-szorosát elérő feltárt ércvagyonnra volt szükség a válogatás miatt. Az Ércdúsító Üzem belépésével a szükséges és elégséges feltárt ércvagyont az éves termelés 1-1,2-szerese lett, az előkészített ércvagyont pedig az éves termelés 3/4 része volt. A bányageológiának foglalkozni kellett az érchígulással is. A kezdeti időkben az I. üzemből 13 %, a II. üzemből 5 % meddő hozzákeveredésével számoltak, ami alacsonyabb volt a valóságosnál. Ez a bányabeli készletszámításnál azt jelentette, hogy a termelés során a fém mennyiség egy része eltűnt. Próbáltak ezen javítani a selektív jövesztéssel, ez azonban nem volt eléggé termelékeny és precíz módszer. Végül a geológiai vizsgálatok, a minőségmegállapítás és ércválogatás összefüggő geofizikai rendszerének tökéletesedése bebizonyította, hogy az érchígulás értéke jóval nagyobb. Átlagosan 30-35 %-kal lehetett számolni, jórészt az ércen belüli meddő foltok miatt is, de ez az érték az 1980-as évek tömegtermelési módszereinél 50 % körüli volt. A reális érchígulás figyelembe vételével eltűnt a készletszámítás előbb említett problémája, és egyúttal még jobban bebizonyosodott a geofizikai ércdúsítás fontossága. A vegyi dúsításban a meddő kőzet ugyanúgy fogyasztja a vegyszert, mint az érc, ezért minél több meddőtől meg kell szabadulni a vegyi dúsítás előtt.

A bányabeli geológiai munkák tapasztalatai nyomán 1968. január 1-jén hatályba lépett egy olyan bányageológiai szabályzat ami időtállóan bizonyult és érvényben maradt 1990 végéig.

A bányageológia fent ismertetett legfontosabb feladataiból látható, hogy az uránbányászatban a hazánkban elsőként megalakult bányageofizika mellett a bányageológia is olyan fontos, a termelés részét jelentő tényezővé vált, ami más hazai bányászatban ilyen mértékben nem létezett.

A bányageológusok a szükséges szakértelemmel felvértezve, feladataiknak jól megfeleltek. A bonyolult ércesedésből következő tapasztalataikról anketokon és cikkekben számoltak be.

A *felszíni kutatás* 1957 után is része volt a vállalat tevékenységének, egészen 1989-ig. Anyagi fedezetét szovjet kamatmentes hitel biztosította. Ez a kamatmentes hitel több más célt is szolgált, csak egy része volt az uránkutatás. A hitelt a magyar állam kapta, a vállalat pedig a költségvetésből jutott hozzá a földtani kutatási munkák anyagi fedezetéhez. Ekkortájt alakult ki az az arány, hogy a kutatási hitelkeret 2/3 részét a mecseki lelőhely 1/3 részét a

lelőhelyen kívüli kutatásra fordították. Más oldalról nézve a hitelkeret nagyobbik részét általában a drága kutatási módszer, a fúrás használta fel, kisebbik részét a geológiai és geofizikai kutatás. Ezekről a viszonyokról időnként volt eltérés, de hosszabb távon átlagosan ezek az arányok maradtak.

A mecseki lelőhely fúrásos kutatásában az érckészlet növelése volt a fő feladat. Az antiklinális szerkezet miatt a szárnyakon az érces összlet egyre mélyebbre került, emiatt a kutatási háló fokozatosan ritkítani kellett. Végül egy 400x400 m-es "borítékos" hálót alkalmaztunk, mivel a négyzet közepén is lemélyült egy fúrás. (Tulajdonképpen 282x282 m-es háló volt.) A mélység növekedése miatt kevesebb fúróberendezést lehetett üzemeltetni, így számuk 25-30 körülről végül 10-12 körüli csökkent.

Külön kategóriát képeztek az ún. szerkezeti fúrások. Ezek tulajdonképpen az ércesedési szint létét, helyzetét a rétegsorban, mélységét kutatták. Ezek közül az első 4 még az előző 1958 előtti időszakban lemélyült, a többi főként az antiklinális északi szárnyának és keleti elvégződésének viszonyait vizsgálta, egymástól nagyjából 2 km távolságban. Az utolsó időben egy ilyen fúrás az antiklinális magjában is lemélyült a bodai aleurit és a cserdi konglomerátum vizsgálatára. Ezek a fúrások előzték meg a 400x400-as "borítékos" hálót.

A mélyebb érckutató fúrások jellegzetessége volt a gyökérág. Ez azt jelentette, hogy a fúrás lemélyítése után egy felsőbb részéről kiterelve újra átfúrják a produktív összletet az eredeti fúrástól legalább 15 m-es távolságban. Ennek az volt a célja, hogy a készletszámításhoz az adat-számot növeljék. A több adat nyilvánvalóan megbízhatóbbá teszi a készletszámítást, és a tapasztalatunk azt mutatta, hogy az érceloszlás statisztikus jellegei miatt nem annyira fontos a harántolások egyenletes távolságú eloszlása, ugyanakkor azonban a szelvény-szerkesztésekhez megmaradt a szabályos fúrási háló.

A külszínről megkutatott készletek bányászati igazolódása azt mutatta, hogy minél jobb a készletszámítási blokk ércesedése, annál jobban igazolódik. Ez érthető, ha tekintetbe vesszük, hogy a produktív összletben mindenhol jelen vannak a korábban említett ércmorfológiai elemek, de ahol gyérebben fordulnak elő, ott ritkábban állnak össze fejtésre érdemes ércestté. Ugyanakkor a fúrás helyenként ércet mutat ki. Összehasonlítva a külszíni készlet-számítás és a bányabeli készletigazolódás adatait, a témával foglalkozó geológusoknak sikerült a fúrási ércharántolások átlagos vastagság és minőség szorzatából (átlag mxc) függően változó várható igazolódási koefficiens alkalmazni a készletszámításban.

A fentiekből is látható, hogy rendszeresen igyekeztünk összhangba hozni a külszíni készletszámítás, a bányabeli készletszámítás valamint a bányászati igazolt készletek eredményeit. A földtani kutatás eredményeire alapozva újabb bányák telepítésére került sor.

1961-ben termelni kezdett a III. üzem. Ez még felszínközeli volt, az antiklinális tengelyéhez közel az északi szárnyon. Bezárására 1994-ben került sor. Érdekessége, hogy táróval és vakakkal tarták fel. Az üzem vezető geológusa Kővári János volt. Ezután a mélyebb bányák következtek az antiklinális É-i szárnyán.

A IV. sz. bányauzem szállítóaknája 1146 m mélységű. Egyik szintjébe bekötötték a III. üzem táróját. Azon keresztül történt az érc és meddő kiszállítás. 1973-ban kezdett el termelni, és a bányászati elrendelt 1997. december 31-i bezárásáig üzemel. Vezető geológusa ennek is Mikolaj István volt (1989-ig), mivel időközben az I. üzem befejezte munkáját. Az üzemnek maradtak lefejtetlen készletei.

Az V. sz. bányauzem is az északi szárnyon helyezkedett el. Szállító aknája 1118 m mély. Ez a IV. üzemmel lett összekötve. 1985-ben kezdett el termelni. Vezető geológusa Harsányi Lajos, aki a II. üzem befejezésével vehette át

ezt a munkát, majd a III., IV. üzemét is.

A lelőhely K-i részének kutatása már a 60-as években elkezdődött, de a nagy mélység miatt vonatottan haladt. Az érces terület legmagasabb része is 700-800 m-es mélységben volt. Kutatása végül is a 80-as évek második felében fejeződött be. Emlékezetem szerint ezen a területen volt a lelőhely legjobb érces fúrása. Az ércesedés nagy mélységben volt rózsaszín földpátos szürke homokkőben. Elkészült a terület készletszámítása, földtani szelvényei és térképei, de egy VI. üzem beruházásának megindítására nem került sor. Összességükben a lelőhely készletszámítási blokkjai a megkutatott terület nagyobbik részét lefedték a Ny-mecseki antiklinálisban.

A bevezetőben említett érckészletből mintegy 2000 tonna semmisült meg (termelés, veszteség, leírás), és bár az utóbbi években a rendelkezésre álló átlagminőségénél jobban kellett termelni, a maradék készlet minősége csak keveset romlott.

A számítógépek adta lehetőségek alkalmazása elsősorban a lelőhelyi munkákhoz kapcsolódott. Bár számítógép nem kellett hozzá, ide sorolhatjuk az egy ideig létező szegély-lyukkártyás adatnyilvántartást a kutatásnál és az ércestek korábban említett modellezését is.

A számítógépet valóban igénylő munkákat a NIM-IGÜSZI-ből rendeltük meg. Ezek eredményeit részben alkalmaztuk is, és több szakmai előadás és cikk is beszámolt róluk. A legérdekesebb témák közé tartozott az a kísérlet, hogy az ércesedésre legkedvezőbb körülményeket geológiai-geofizikai adatok alapján mutassuk ki, ne csak a konkrét ércadatokkal. Így érces fúrás is adhatott kedvezőtlen, meddő fúrás pedig kedvező eredményt. Ezzel a készletszámítás még megalapozottabbá vált volna. Ebben a témában a geofizikusok jutottak tovább, a számítás rendszerbe is állították. A geológia is jó eredményeket ért el, de a téma befejezetlen maradt.

Az érc ipari célú felkutatása mellett folyamatosan történt az ércgenesis vizsgálata, a kapott eredmények tudományos feldolgozása is.

A korábban említett első ércgenetikai cikk után Kiss János, Barabás Andor, Vincze János, Virágh Károly, Balla Zoltán, Dudko Antonyina, Szolnoky János, Fazekas Via különböző folyóiratokban megjelent egyéni vagy társszerzésben megírt cikkei foglalkoztak a mecseki lelőhely érceletkezésével. Két kandidátusi fokozat is született ezzel a témával kapcsolatban. Előbb Virágh Károly foglalta össze az addigi ismereteket disszertációjában, amit Moszkvában védett meg. Később Vincze János az érceletkezés laboratóriumi modellezésére kapott hazai kandidátusi címet.

Kiss Jánostól származik a produktív összletben jelenlévő zöld színű, illithez közelálló szerkezetű epigén króm-vanádium csillám leírása.

A vállalat mélyfúrásai tevékenységével kapcsolatban meg kell említeni, hogy az uránkutatáson kívül más célú munkáknak is része volt. Több éven keresztül dolgozott a recski rézérc kutatásban, Tatabánya tágabb környékén a szén és bauxit kutatásban és úgy 20 éven keresztül részt vett a Baranya, Tolna és Somogy megyei ivóvíz programban. A fúrások dokumentálásával kapcsolatban nagyon fontos volt az ún. fácies dokumentálás bevezetése. Ennek lényege az, hogy a fúrás dokumentáción egy megfelelően kialakított fejléc szerint grafikus jelekkel kell ábrázolni a kőzettani, szedimentológiai, tektonikai adatokat, így az összes jellegzetesség egyszerre látható és megkönnyíti a rétegsor változásainak érzékelését, a különböző fúrások rétegsorainak összehasonlítását, a fáciesek meghatározását.

Ennek volt egy olyan célja is, hogy egy vezető szint nélküli, állati ősmaradványokat lényegében nélkülöző rétegsorban megkíséreljünk rétegtani szinteket megállapítani. A korszerű dokumentáció és a vállalatnál kidolgozott földtani ciklus és ritmus rendszer segítségével Barabásné

Stuhl Ágnesnek sikerült ezt megoldania.

A Ny-mecseki antiklinálist felépítő kőzetek kora so-kaig vitatott kérdés volt. A Jakabhegy oldalában feltárt kő-zeteket, Böckh J. triászkn tartotta. Ugyanezeket Vadász E. a permbe sorolta. A jakabhegyi homokkó alatti kőzetek korára a perm vált elfogadottá. A nézetkülönbségek főként a jakabhegyi homokkó kora körül csúcsosodtak ki. Az állás-foglalások általában kőzettani és diasztrofikus érveken ala-pultak. A vitát végül Barabásné Stuhl Ágnes bizonyító erejű palynológiai vizsgálatai döntötték el. Eszerint az alsó és felső perm egyaránt jelen van. A triász-perm határ a Kővá-gószőlősi homokkó felső, un. lilakavicsos homokkóvének aljánál húzódik. A jakabhegyi homokkó az alsó triász felső részében kezdődik, de a formáció felső része már átnyúlik a középső triászba.

A Magyar Állami Földtani Intézet Mecsek hegységi 1:10000-es méretarányú földtani térkép kiadási program-ja-hoz csatlakozva, de a vállalati földtani kutatás érdekében is a vállalat kutató geológusai a kisebb területet felölölő 1:25000-es méretarányú geológiai térkép után elkészítet-ték az egész Ny-i Mecsek 1:10000-es méretarányú, előí-rásosan dokumentált földtani térképét is. Ebből néhány térképlapot a MÁFI nyomtatásban kiadott.

A régebbi ismeretekkel szemben 1953-ban ismertté vált a bodai aleurolitnak nevezett, de több argillitet tartal-mazó formáció. Arra szoktak hivatkozni, hogy ezt már az 1892-ben mélyített KT-1 fúrás ismertté tette. Ezzel szem-ben a valóság az, hogy Vadász E. szerint ez köszénkutató fúrás-ként indult a szürke homokkóból és végig ugyanab-ban a képződményben, tehát homokkóben haladt. Egybe-függő vastag argillites képződményt sehol sem említ, ha-nem azt írja, hogy esetenként vörös palás agyagréteg köz-betelepülések is vannak a homokkóben, és ezek a főkong-lomerátum felé közeledve viszonylag gyakoribbá válnak. (Saját tapasztalataink szerint inkább az a jellemző, hogy a főkonglomerátum alatt durvul a szemnagyság.) Minden olyan megállapítás, hogy ez a fúrás a bodai aleurolitba jutott, az 1954 után átértékelések eredménye.

A bodai aleurolit felismerése Barabás A. 1953-as terep-munkájának, majd ezután a hasonló időben készült 1:25000-es geológiai térképezésnek az eredménye.

Az 1960-as évek elejétől a perm bodai aleurolitnál idő-sebb üledékes kőzeteit is sikerült kimutatni. A Bükkösi völgy K-i oldalán a cserdi konglomerátum vált ismertté, a völgytől Ny-ra ezen kívül a korpádi homokkó is. Egyúttal tisztázódott a gyűrűfői kvarcporfir rétegtani helyzete. Ezekről a képződményekről a bodai aleurolittal együtt Jámbor Áron írt ma is helytálló összefoglaló jelentést.

Említeni kell még a homokkóvek mennyiségi ásvány-tani összetételének mikroszkópos vizsgálatát. Ezzel töb-ben foglalkoztak: Barabás A., Fazekas V., Prantner E., de a Földtani Intézettel kötött 1957-58. évi anyagvizsgálati szer-ződésben is szerepelt. Legeredményesebb művelője Faze-kas V. volt. Ez a módszer nemcsak a perm és alsó triász kő-zetek származására tartalmazott utalást, hanem az össze-tétel változásai alapján általában azt is meg lehetett monda-ni, hogy melyik formáció melyik részéről van szó.

Az előző néhány szakmai eredményen túl sok jelentés és publikáció foglalkozik a lelőhely földtani viszonyaival. Ezek összefoglalása más cikk feladata.

A hidrogeológia a mecseki lelőhelyen főként a klasszi-kus feladatokkal foglalkozott, az ország más területein pe-dig a források, ásott és fűrt kutak radiohidrogeológiai vizs-gálatával. A mecseki lelőhelyen a bányák várható vízhozam-ának előre jelzése volt az egyik feladat. Ez különösen azoknak a bányáüzemeknek az esetében volt fontos, ahol a magas fedőben triász karsztvíz van. Végül is ez nem oko-zott problémát, mert a mészkő alatti vízzáró rétegek meg-óvták a bányáüzemeket a karsztvíztől.

A mélységi és felszíni vízviszonyoknak, a depressziós tölcserék alakulásának, a mélységi és felszíni vizek egész-

ségügyi-környezetvédelmi ellenőrzésének megoldására hidrogeológiai megfigyelő hálózatot alakítottak ki, rész-ben mélyfúrások felhasználásával. Ez a hálózat több mint 300 vízszint vízhozam és közel 400 vízminőség észlelő pontból állt.

A meddőhányók léte, a zagytározó elhelyezése és mű-ködése az ércosztályozásból kikerülő alacsony urán kon-centrációjú kőzetek perkolációja főleg környezetvédelmi szempontból igényelt rendszeres hidrogeológiai munkát és figyelő hálózatot.

A hidrogeológiával összefüggő jó megoldás volt a bá-nyavizek összegyűjtése és uránmentesítése, ezután pedig ipari vízként történő újrahasznosítása. Így elkerültük a bá-nyavíz környezetszennyező hatását, és kevesebb vizet kel-lett vásárolni a városi vízművektől. A hidrogeológiai mun-kákat 1961-től Németh László, 1975-től Koch László vezette.

A Ny-Mecsekben *más hasznosítható anyagokkal* is tö-rődünk. Erre 1962-ben az egész országra kiterjedő enge-délyt is kaptunk a Nehézipari Minisztériumtól. Érdekes, uránnal együtt járó rézdúsulást kaptunk a kővágószőlősi homokkó alján levő tarka homokkóben. Erről Vincze János később kimutatta, hogy más genetikájú, mint följebb lévő uránérctelep. Ezen felül rézdúsulást tapasztalunk az alsó perm korpádi homokkóben és a jakabhegyi homokkó zá-rórétegében. Aranyra is végeztünk vizsgálatokat a fekü szürke homokkóben és a produktív összletben neutron aktivációs analízissel két alkalommal is, de csak egy kovás fatörzs adott pozitív eredményt (korábban Barabás A. disszertációjában 1 adat).

Vizsgálatok voltak az érces összletben vanádiumra, rézre, szelénre, szkandiumra, ritkaföldfémekre, de ezek elsősorban kémiai munkákat jelentkeztek, bár voltak ezekkel kapcsolatban ásványtani feladatok is.

A Mecsek hegységi korábban alsó, ma pedig középső triászba sorolt gipsz-anhidrit előfordulás 1957 évi felis-merése is a MÉV kutatási tevékenységének eredménye.

Ez azután általános elterjedésének bizonyult a tiszai szerkezeti egységben. A Bükkösd melletti miocénkori lig-nit kimutatása is a vállalat kutatási tevékenységéhez kap-csolódik. Az elvégzett sokoldalú munka eredményeként nemcsak a vállalati feladatok teljesültek, hanem sok szak-mai előadás és cikk is született a Ny-Mecsekről. A földtani viszonyokra vonatkozó ismeretek közül azonban sok ered-mény nem került nyilvánosságra és ma is kéziratnak neve-zett vállalati anyagként szunnyad.

A mecseki perm mellett a balatonfelvidéki, a Velencei hegység környéki permbe is végeztünk kutatást. Így ért-hető, hogy az Akadémiai Rétegtani Bizottság Permi albi-zottságának összefogását a MÉV kutató geológusaira biz-ták, természetesen bevonva máshol dolgozó, permrel fog-lalkozó geológusokat is.

Végül is a mecseki lelőhely kutatása és hosszú ideig a bányászata is sikeres volt. Dehát a műrevaló ércnek gazda-ságossági feltétele is van, ami a bányászati mélység növeke-désével egyre inkább leromlott. Ezért kell befejezni a bá-nyászatot akkor, amikor az érc fele sem került leművelésre. Szokták emlegetni, hogy a geológiai kutatás nem alkotó munka, mert csak azt találja meg, ami a természetben meg- van, nem tud ércet, vagy legalább jobb ércet csinálni. De akik így tréfálkoznak, azok sem tudják elintézni, hogy az érc magától jöjjön fel a föld alól.

Uránkutatás az ország területén

A mecseki lelőhelyen kívüli kutatás 1956-tól 1989-ig végig része volt a MÉV tevékenységének. Színes sokrétű szakmai munka volt. A kutatási módszerek széles skáláját alkalmaztuk a légi geofizikai méréstől a különféle felszíni geofizikai és geológiai módszereken, kutató fúrásokon ke-resztül a kutatóaknáig és kutatótáróig. Egy időben még

szeizmikus kutatást is végeztek geofizikusaink. A szükséges szeizmikus kutatások jelentős részét és egyes geoelektromos méréseket a Geofizikai Intézet végezte el a MÉV részére. Az említett kutatási módszerekből is látható, hogy az anomáliakutatás mellett a földtani megfontolásokon alapuló perspektivikus kutatás is nagy szerepet kapott.

A sok területen elvégzett sokféle kutatási munka ismertetése önmagában is hatalmas munkát jelentene, emiatt csak néhány nagyobb, tartósabb kutatást említek meg.

Az 1957-60-as időszakban a Balatonfelvidéken a péceslyi foszfátos anomália és a perm vizsgálata volt nagyobb munka, valamint a Budai hegységben Nagykovácsi környékén egy thóriumos, ritkaföldfemes anomália kutatása. Ez utóbbi kutatásról később Wéber Béla írt szakmai ismertető cikket. Az érdekes eredmények ellenére ezt a kutatást abba kellett hagynunk, mert tóriumra nem volt igény.

1961-1965 között folytatódott a balatonfelvidéki kutatás, de már kiterjedt a Velencei hegység környékére is a perm és a benne esetleg előforduló uránércesedés felderítésére. Ez tehát földtani megfontolásokon alapuló perspektivikus kutatás volt. A permet és a karbont több fúrásban sikerült kimutatni. A Velencei hegység környékén a balatonfelvidéki folyóvízi keletkezésű permtől eltérő gipszes, lagunás tengeri permet találtunk. Az addigi eredményekről Majoros György írt egyetemi doktori disszertációt.

A földtani megfontolásokon alapuló perspektivikus kutatás jellemezte a Móráglyi hegység környékét érintő bányászati, szilagy-martonfai kutatásokat, a Villányi hegység É-i előterében és a Mecsek hegységtől É-ra, Szaltnak, Alsómosolád körül végzett munkánkat. Részben csak jakabhegyi homokövet, a Villányi hegység É-i előterében pedig alsó permet, kvarcporfirt és jakabhegyi homokövet találtunk, éppen a Mecsekben ércartalmú felső perm hiányzott.

A perspektivikus kutatások elősegítésére a radiometriai, elektromos és mágneses módszerekkel kívül a geofizikusok saját kivitelezésű szeizmikus méréseket is végeztek egy ideig. Ekkor indult el az országos rendszeres radiohidrogeológiai kutatás is, Németh László és Elsholz László munkájával. 1962-ben készült egy tanulmány, ami az akkori ismeretek tükrében elemezte az uránkutatási perspektívákat. Javasolta azt, hogy a lelőhelyi bányászat mélyülése miatt helyezünk nagyobb súlyt a lelőhelyen kívüli esetleg kisebb mélységben előforduló ércesedés kutatására.

1965-ben újra megindult az ország légi gamma és légi mágneses felmérése szovjet műszerrel és tanácsadóval, de egyébként hazai munkával. Az ezzel kapcsolatos geológiai munka az anomáliák földi azonosítása, a radioaktivitási térképek és geológiai térképek összevetése Wéber Béla irányításával történt. A radioaktív csatornák eredményeit a MÉV, a mágneses mérések eredményeit a Geofizikai Intézet dolgozta fel. A légi geofizikai mérések egészen 1969-ig folytatódtak.

A kutatási feladatokban változás történt. 1968-ban a vállalat vezetősége a kutatás javaslatára úgy határozott, hogy mielőbb újabb, már nagyobb mélységű bányát telepítenének, meg kell vizsgálni a lelőhelyen kívüli területek eredményei alapján egy kisebb mélységben levő bányázás telepítésének lehetőségét.

Erre akkor a Balatonfelvidéken volt remény. A litéri anomális terület után a Köveskál-Kövágóórs környéki fúrások adtak kedvező eredményeket ezért a lelőhelyről is át-helyeztünk fúrási kapacitást az említett területre, de más területekre is. A Balatonfelvidék - Velencei hegység környékén kívül fúrásokat is igénylő kutatás folyt a Soproni hegységben a Villányi hegységtől É-ra, a K-Mecsektől É-ra, de anomáliakutatott fúrások voltak már a Bükk, dél-gömöri, csereháti területen is, és Kolontár-Nyirád környékén a miocénben.

Végül is ez a fokozott kutatás csak azt bizonyította be, hogy a kutatott területeken több helyen van urándúsulás, de az érc mennyisége bánya telepítéséhez nem elegendő.

A kutatások a vizsgált területeken jelentős földtani eredményeket hoztak. A baranyai jakabhegyi homokkőről Kassai Miklós egyetemi doktori disszertációt írt. Ebben az időszakban eldőlt, hogy a kőszeneben levő urán vizsgálatát nem érdemes folytatni, mert a gazdaságos kinyerési technológia nincs megoldva.

Az 1970-es években a fúrási tevékenységben ismét a mecseki lelőhely túlsúlya érvényesült, de a geológiai-geofizikai kutatás máshol változatlan erővel tovább folyt.

1970-ben egyedi esetként fordult elő, hogy nem öt, hanem csak három évre hagyták jóvá az állami költségvetésben a kutatási keretet. Ennek oka a kis mélységű lelőhelyek felkutatásának sikertelensége, a lelőhelyen pedig már csak a nagy mélységű bányatelepítés lehetősége volt, ami rontotta a termelés gazdaságosságát. 1973-ban azután megadták a keretet a további évekre.

Eleinte a Sopron környéki kutatás igényelte a legnagyobb erőt, de más területeken is folyt kutatás (pl. Bükk-szentkereszt, Balatonfelvidék, Velencei hegység környéke) 1973-tól a bükk hegységi, dél-gömöri, Sárospatak környéki perm kutatása fokozatosan előtérbe került.

A Sárospatak környéki kutatást az is indokolta, hogy a szlovák oldalon volt érces fúrás. Ez utóbbi területeken a közvetlen irányítást Szabó Imre végezte. Dél-Magyarországon a Jugoszláv határ közelében Kunbaja és Madaras térségében is mélyítettünk perm kutató fúrásokat. Ércutatási eredményként érdekes volt, hogy a Bükk hegység É-i oldalán urándúsulás jelentkezett, néhány mintában elég jó minőséggel. Ugyanezen a területen szulfidos ércesedés is volt, de az urántól eltérő viszonyok között. A Sárospatak környéki kutatás karbont, alsó permet és kvarcporfirt talált, ami a Villányi hegység és közelebbi környékének viszonyaira hasonlít, de nagyon eltér a Ny-mecseki és a később megismert Máriakémet környéki kifejlődéstől. A Duna-Tisza közí dél-magyarországi kutatás csak jakabhegyi homokövet talált, perm nem.

A '70-es évek második felében Kaposvártól DK-re Gálósfán lemélyített fúrás mecseki típusú permet talált nagy mélységben.

A kezdetektől a '70-es évek végéig végzett perm-kutatások kimutatták a Balatonfelvidéktől a bükki - dél-gömöri permig terjedő különféle fáciesek kapcsolatát.

A Mecseki és a Villányi hegység permi képződményeiről a vállalati jelentés után Kassai Miklós írt monográfiát. A jelentésben leírt földtani helyzettel – például azzal, hogy a villány-szaltnaki töréstől K-re nem lehet perm – sem a belső bírálók (Barabásné Stuhl Ágnes és Szabó Imre), sem a szakmai vezetés nem értett egyet. Folytattuk a kutatást és az említett töréstől K-re Máriakémet-Somberek térségében a Dunáig nagy területen lényegében mecseki típusú permet találtunk, ipari minőségű és attól gyengébb ércel, és nagy mélységben.

Az 1982-ben lemélyített bólyi fúrás nagy vastagságú homokkőves, agyagkőves, márgás kréta rétegsort is harántolt, majd a máriagyüdi fúrás átfúrta a villányi hegységet a kristályos kőzetig. Részletes vizsgálatát a MÁFI végezte el. A Mecsektől D-re eső területen végzett utóbbi és a korábbi munkák eredményeit Barabásné Stuhl Ágnes foglalta össze jelentésében.

A Mecsektől É-ra lemélyített vajtai fúrás a fedő képződmények alatt csak alsó permet talált.

Érdekes volt a nyugat-mecseki miocénben egy MÁFI térképező fúrásban a miocénben talált anomália is. Ez végül is egy 35 m körüli mélységben elhelyezkedő, 50x80 m területű ércestet. Ezt az ércestet földalatti kilúgzásos kísérletekre használtuk.

Az 1980-as évek közepén változott a lelőhelyen kívüli területen a kutatási koncepció. Áttértünk a harmadidőszaki képződményekben lehetséges infiltrációs telepek kutatására.

1986-ban új, helikopteres légi geofizikai radiológiai és

mágneses mérésekre került sor az ország néhány területén elsősorban a Mecsek körüli harmadidőszaki képződményeken, mivel új, korszerűbb műszertől jobb eredményeket vártunk. A munkát a bolgár uránkutatóktól rendeltük meg. Megjegyezzük, hogy a mérések egy része a csernobili katasztrófa idején történt, ez azonban a számunkra végzett mérések megbízhatóságát nem befolyásolta.

Az infiltrációs telepek kutatásához új kutatási módszert is kidolgoztak geofizikusaink és geológusaink. A neve komplex mélységi radiológiai kutatás (KMRK) lett.

Hálózatos telepítésű 50 m mélységű fúrólukak fura-dékának és talpról vett magmintájának vizsgálatából, komplex karottásából, vízmintavételből és elemzéséből, alfa sugárzás érzékeny nyomdetektorok lehelyezéséből majd vizsgálatából állt. Hozzá tartozott a rendszerhez néhány nagyobb mélységű fúrás is. Ennek a munkának a geológusa Barabás András volt.

A munkát a Mecsek környékén kezdtük. Bátaszék környékén a pannonban találtunk is olyan infiltrációs urándúsulást, ami földalatti kilúgzásra (perkolációra) alkalmasnak mutatkozott és alaposabban megkutattuk, de az uránkutatás 1989-es befejezése miatt a földalatti perkolációs kísérletekre már nem került sor.

Az uránkutatáson kívül 1989 elejétől különböző vállalati szakemberek kezdeményezésére kezdtünk foglalkozni a lelőhelyen a radioaktív és más veszélyes anyagok elhelyezésének lehetőségével a bodai aleuolitban. A kőzet geológiai sajátosságai első megközelítésben alkalmasnak mutatkoztak az említett cél elérésére. Ennek kutatása, vizsgálata 1989 után is folytatódott.

Az előzőekben főként a perm kutatásával foglalkoztam, mivel ebben értük el a legnagyobb eredményeket, de más képződményeket is kutattunk a permről függetlenül. A perm kutatása is hozzájárult más képződmények ismeretéhez a perm fedőjében vagy fekéjében. Összességében nézve a vállalat földtani tevékenysége az érckutatási eredmények mellett hozzájárult az ország jobb földtani megismeréséhez. Az országos földtani kutatás részeként más földtani szervezetekkel kapcsolatban voltunk.

A Központi Földtani Hivatallal különösen Fülöp József elnöksége idején rendszeres és jó kapcsolatunk volt. Minden évben egyeztetünk kutatási terveinket a KFH-val.

A Magyar Állami Földtani Intézettel is sokszor együttműködtünk már 1957-től. Gyakran kötöttünk éves együttműködési megállapodást, vagy rendeltünk egymástól munkákat (geológiai értékelés, anyagvizsgálat, fúrás).

Az Eötvös Loránd Tudományegyetem Közöttani-Geokémiai és Ásványtani Tudományi Tanszéke főként anyagvizsgálatot végzett a MÉV részére, de a MÉV az egyetemi hallgatók nyári gyakorlatához nyújtott sokszor segítséget.

Nem a szorosan vett geológiához tartozik, de meg kell említeni itt is, hogy nagyon jó és rendszeres kapcsolatunk volt a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézettel, akik többféle kutatást végeztek a MÉV részére. Volt eset, hogy még sekélyfúrásokat is rendeltünk tőlük.

Más geológiai kutatással vagy bányageológiával is foglalkozó szervezetekkel általában alkalomszerű, rövidebb-hosszabb ideig tartó szakmai kapcsolatunk volt.

A geológia MÉV-en belüli 1958 utáni szervezeti változásairól is kell néhány szót ejteni. 1959-ben az addig egyéges földtani osztály szétvált geológiai és geofizikai osztályra. A geológiai osztály vezetője Virágh Károly maradt. Később a bányauzemekben is szétvált a geológiai és a geofizikai szolgálat. 1961-ben összevonták a Kutatási és a Mélyfúró Üzemet. Az összevont üzem neve: Kutató-Mélyfúró Üzem. Vezetője Suha Ferenc, fúrási főmérnöke Kovács István, kutatási főmérnöke Szabó Imre lett. A Kutatási Üzem vezetője a geológiai osztályra került központi kutatásvezetői címmel. 1964-ben megalakult a Kutatási Osztály, vezetője Barabás Andor. Feladata a Kutató-Mélyfúró Üzem irányítása. A Geológiai Osztály vezetője Virágh Ká-

roly. Feladata a lelőhelyi kutatás és bányageológia összefogása. Mindkét osztály a vállalati főmérnökhöz tartozott. 1965-ben a Kutatási Osztály az igazgató irányítása alá került és az osztály vezetője lett a vállalat geológiai képviselője külső szervek felé. A Kutató Mélyfúró Üzemből 1965-ben Elek István geofizikus lett a kutatási főmérnök. Ezzel egyidejűleg kutatócsoportok helyett geológiai és geofizikai üzemegységeket szerveztek a fúrási üzemegység mellett. Emellett azonban a távolabbi területek kutatására az üzemegységek tagjaiból hosszabb-rövidebb időre komplex csoportokat is alakítottak.

Az utolsó átalakulás a vállalat központjában a Földtani Főosztály létrehozásával járt. Ez a műszaki vezérigazgatóhelyettes alá tartozott. Főosztályvezető Barabás Andor lett. A fúrási főelőadó átkerült a műszaki Főosztályra.

A Földtani Főosztályon belül volt Földtani Kutatási Osztály, vezetője Virágh Károly, a Bányageológiai csoport vezetője Bodrogi Frigyes lett. Mindhárman 1989. évi nyugdíjazásukig beosztásukban maradtak.

A Kutató-Mélyfúró Üzem vezetője 1973-tól Tirkala Ferenc geofizikus volt. Az üzem kutatási főmérnöke Majoros György lett, aki azután 1989-ben átvette a főgeológusi teendőket. A geológiát érintő szervezeti változtatások bizonyos mértékig a vállalat fejlesztési koncepciók igényeit követték. A minisztériumi felügyeletet tekintve az 1970-es évek elejétől az akkori un. Uránipari Titkárságon megszűnt a főgeológusi állás, utána a minisztériumi bányász főmérnök: Szabó László foglalkozott a geológiával, az ötéves és éves kutatási tervekkel.

Összefoglalásként megállapíthatjuk, hogy a Mecseki Ércbányászati Vállalatnak a geológiai munkák széles skáláját végző földtani szervezete az adott időszakban fontos szerepet töltött be nemcsak a vállalat életében, de az országos földtani kutatásban is. Az érckutatási és termelésgeológiai feladatok ellátásán túlmenően részese volt az országos földtani kutatásnak is. Munkája nélkül ma hézagosabbak lennének geológiai ismereteink az országról.

Köszönetnyilvánítások helyett azzal fejezem be visszaemlékezésemet, hogy elnézést kérek mindazoktól a kollégáktól és munkatársaktól, akiket név szerint nem említettem, pedig hosszabb-rövidebb ideig dolgoztak a vállalat földtani szervezeteiben.

A terjedelem és az idő azonban korlátozott. Úgy érzem, hogy az elvégzett geológiai munkák szakmai eredményességét a maga idejében a MÉV léte és az idő igazolta. Akik részt vettek ebben a munkában, másokhoz hasonlóan mondhatják, hogy tettek valamint. Szép lenne, ha ezt mások is így látnák.

Barabás Andor

A Mecsek hegységi uránérc-lelőhely kutatástörténete

Magyarország egyetlen művelt uránérc lelőhelyének története valójában 1952-ben kezdődött, mert ekkor született szakvélemény és elhatározás az országos méretű uránkutatásról. A szakvélemény A.C. Bogatürjev nevéhez kapcsolható, aki a magyar kormány kérésére előzetes értékelést adott az urán előfordulási lehetőségeiről és kutatások megkezdését javasolta.

Bizonyítékkal szolgáljon az a tény, hogy az adminisztráció a mecseki területet 1952-ben már 120 eFt., máshol 150 eRbl költség ráfordítással terhelte.

A kutatások megkezdésére vonatkozó döntés mögött a világpolitikai helyzetet, az urán katonai-gazdasági stratégiai jelentőségét és az ország természeti erőforrásainak

feltárására irányuló iparpolitikát kell feltételezni.

A Ny-Mecsekben a rendszerezett terepi uránkutatások 1953-ban kezdődtek. A munkák üteme, az érchordozó rétegek kedvező szerkezeti helyzete és a megkutatott kőzetek mennyisége 1961-ig már három termelőüzem működését tette lehetővé. A lelőhelyet befogadó boltozat É-i és ÉK-i szárnyán nagyobb mélységben lévő érc kitermelésére szolgált a negyedik (1971) majd ötödik (1983) bányüzem. A Vegyi Dúsítómű 1964. évi indulásától élt az rendszer, amely a földtani prognózistól a szállításra kész végtermékig (Ca-diuranát) egy vállalaton belül működtette a hazai uránipart.

A Mecsek hegységi uránlelőhelyre települt ipari háttér tette lehetővé, hogy Magyarország jelentős nagyságú területein olyan maradandó értékű földtani adatokhoz jussunk, amelyek megszerzésére - belátható időn belül - másként nem lett volna lehetőség.

A Mecsek hegységi uránlelőhely léte azt is jelentette, hogy hazánkban a barnaköszén, a fekete-köszén, a földgáz és a kőolaj után, a világon mindmáig stratégiai értékű energiahordozóként számon tartott urán is előfordul, ipari mennyiségben és minőségben.

A I. sz. és II. sz. bányászati tervezési feladataiban az 1957. 01.01. Hatállyal szereplő érc- és fémkészletek azt bizonyítják, hogy a magyar uránbányászatot az 1956. 10.20-ig végzett kutató munkák alapozták meg. Ezeket a munkákat az akkori Szovjetunióból jött -geológus, geofizikus, bányász- szakemberek irányították és végezték, magyar geológusok, geofizikusok (mérnökök és technikusok) közreműködésével. Szakmai munkájuk közvetlen eredményeit dokumentációk tanúsítják.

A Nyugat Mecsek perm időszakos rétegeiben a radioaktív anomáliák 1953 évi felfedezése után a földtani - geofizikai kutatás, a művelésre érdemes lelőhely meghatározása, a hidrogeológiai hálózat kiépítése, a laboratóriumi háttérképzés létrehozása és működése, az érctermelés és a kapcsolódó beruházások alapjául szolgáló kategorizált érckészletek folyamatos biztosítása a mélyfúrások eszközeivel 1989-ig, 1989-től az első bezárási döntéstől kezdve nem történt több mélyfúrásos uránkutatás. A befogadott és a saját tapasztalatokra épült tudományos ismeretek megjelenése és alkalmazása képezi a lelőhely kutatásának történetét.

Radiometriai kutatás

A Ny-Mecsek perm korú rétegeinek előfordulási területén az első anomális (a természetes háttérsugárzást többszörösen meghaladó) radioaktivitást 1953. júliusában, Kővágószőlős falu K-i szélénél, homokkőben mérték. Az észlelő I. D. Csuprova volt.

A kedvező jelek nyomán kiterjesztett felszíni kutatás során további gammasugárzás és (É-D irányú szelvények szerinti) emanációs (a talajlevegőben a ^{226}Rn és/vagy a ^{222}Rn mennyiségének kimutatását szolgáló) méréseket, valamint földtani bejárásokat végeztek. Az ismert mérési területek földtani helyzete azt mutatja, hogy kizűzésük az addig (1954) szerzett együttes radiometriai és földtani tapasztalatok birtokában történt.

A felszíni radiometriai kutatások eredményeként -a zöld, zöldesszürke, szürke (redukált) és a vörösszínű (oxidált) permi homokkő rétegek érintkezése mentén fedezték fel az anomális, "ércesedett" területeket. Térképi dokumentációk szerint, a boltozat metszetét tükröző csapásvonal menti felszíni kibújásokban és közvetlen felszínközeli helyzetben, 13-14 ilyen minőségű, kisebb-nagyobb területet különítettek el. Ezeket a vörös homokkő alatti - később "produktív összetnek" elnevezett- redukált homokkő rétegeket ma felsőperm korúnak minősítik.

A radiometriai mérésekkel felkutatott anomáliák

hatóinak, forrásainak feltárása, kutató árkok mélyítésével, még 1953-ban megkezdődött. A munka később sekély kutató aknáknak és 1954-ben már kutató fúrások mélyítésével folytatódott. A felszínen és felszínközelen végzett feltáró munkák során kezdetben -a mállási és oxidációs övben az urán bomlástermékeinek javára tapasztalt egyensúly eltolódás miatt- a kutatás további eredményessége kétségessé vált.

1. Az első ércesedést a legnagyobb felszíni kiterjedésű, Kővágószőlőstől D-re talált, "N°1", "Déli" anomália területen fedezték fel, 1953-ban. A részletes kutatás még ennek az évnek a végén megkezdődött. Tény, hogy N.V. Hahonyina - a terepi földtani munkákat közvetlenül irányító és abban résztvevő geológusnő -1954-ben olyan (ÉNy - DK irányú) földtani szelvényt (M=1:200) szerkesztett, amelyen a III. sz. kutatóaknában 10-12 m között harántolt magas radioaktivitású (11,2 m-ben max. "5000 ") réteg szerepel. A szelvényen kutatóárkok földtani dokumentációja és a felszínen mért radioaktivitás mértéke (15-20-ás háttér mellett max. 230) is látható. A munkák ütemét és az ércesedés minőségét jellemzi, hogy ezen a területen (később az I. sz. Bányászati) 1954 - 1956. 10. 20-ig külszíni fúrásokkal és bányászati kutatással 711 000 m² területen 1 512 197 t C. és 1 406 346 t C. kategóriába tartozó ércet kutattak meg.

2. A "N°2", "Nyugati" területen (Bakonya községtől É-ra, később a II. sz. bányászati) 1954. májusában felszíni gammasugárzás mérésekkel észleltek először két anomáliát. Az anomália területeket további részletező mérésekkel, majd emanációs mérésekkel határolták le. A "zöld" homokkőben, a zöld és a (fedő-) vörös homokkő határán lévő radioaktív anomáliák feltárása, az érchordozó rétegek kutatása, még 1954 közepén árokszással, tárók kihajtásával és M=1:2000 méretarányú földtani térkép készítésével folytatódott. A morfológiai és szerkezeti viszonyok miatt a bányászati kutatási módszerek (árkok, táróvágatok és ezekből rövid fúrások) alkalmazása erre a területre különösen jellemző volt. 1956. 10. 20-ig itt 149 420 t C. és 1 182 581 t C. kategóriájú érc megkutatása vált lehetővé.

3. A "N°3", "Totvar", "Ciganszkij" anomália terület szintén 1954-ben vált ismertté. Továbbkutatása 1955-ben M=1:2000 méretarányú földtani térképezéssel kezdődött. Emanációs méréseket is végeztek, árkokat és sekély aknákat mélyítettek. A részletes érckutató kutatás 1955 augusztusában, 100x100 m-es hálóba fúrt magfúrásokkal kezdődött. 1956. 10.20-ig 231 080 m² területen 897 453 t ércet kutattak meg. Ez a terület később a II. sz. bányászati részévé lett.

4. A "N°4", "Vasztocsnij", "Szevernij" anomália területet 1953-ban, Kővágószőlős községtől K-re és É-ra, felszíni radiometriai mérésekkel találták meg. 1954-ben három kutató aknát mélyítettek, amelyek közül az egyikben ércettestet harántoltak. 1955-ben kutató árkokat és további kutató aknákat mélyítettek. M=1:2000 méretarányú földtani térkép is készült. 1955 harmadik negyedévében már külszíni magfúrások 400x400 m-es háló szerinti telepítését tervezték, amelyek lefűrésére később került sor.

1956. 10. 20. Előtt megkutatott (?) ércről készlet-számítási adatokat még nem ismerünk. Ez az anomália- terület a későbbi III. sz. bányászati határain belül van.

5. A felsőpermi rétegek boltozatbeli csapásiránya szerint, a 2. pontban említett "Nyugati" anomália területtől tovább Ny felé 1,3 km., 2,3 km és 4,3 km-re (Hetvehely község irányába), a felszíni radiometriai mérésekkel még három kisebb anomália területet fedeztek fel. Ezeket "Dalnij" néven kezelték.

A közelebbit (1,3 km) még 1953-ban találták meg. A területen 1956-ban M=1:10000 és M=1:2000 méretarányú földtani térkép készült. 1956-ban 9 db fúrás mélyítése kezdődött meg. 1956.10.20-ig 3 db fúrás mélyült le. Az egyik "ipari", a másik "nem ipari" minősítésű ércet harántolt.

Néhány adat az 1956 végéig elvégzett radiometriai kutatások nagyságrendjének érzékeltetésére: felszíni gammaintenzitás mérés 2912 ezer ponton, emanációs mérés 838 ezer ponton történt.

Ismereteink szerint a Nyugat-Mecsek perm korú rétegeinek elterjedési területén a nagyobb arányú területi felszíni radiometriai mérések 1956-ban befejeződtek. Radiometriai méréseket azonban a további földtani kutató munka minden fázisában és módszerében (pl. térképezés, kutatóárkok dokumentálása, mintagyűjtés stb.) végeztek.

A kialakult kutatói munkastílusra a földtani és geofizikai módszerek egymásra utalt használata olyan mértékben jellemző, hogy az a nyugat-mecseki lelőhelyen kívüli kutatásokban is bárhol, a legutóbbi időkig észrevehető.

Külszíni kutatás mélyfúrásokkal

Az anomália területeken végzett kutatásokkal felismerték a lepusztulási felszínen megtalált magas radioaktivitású és "érces" rétegek mélységi folytatásának lehetőségét. A rétegdőlési, más szerkezeti, felszínmorfológiai stb. okok miatt ezek követése külszínről indított fúrásokkal célszerűbbnek látszott, mint a csak bányászati kutatás folytatása.

A fúrások mélyítése 1954 nyarán kezdődött és még ebben az évben 26 db fejeződött be, 2646 fm összesített hosszúságban. Különböző jelentések adatai szerint 1956. végéig mintegy 290 db fúrás készült el, kb 72000 fm összesített hosszúságban. A fúrások több mint fele a "Déli" anomália területen mélyült, megkutatóva az I. sz. bányászati kezdő ércvagyonát. A kisebbik hányadot elsősorban a tagoltabb morfológiájú "Nyugati" területre, ugyancsak a bányászati kutatás kiegészítésére, telepítették. 1957-től kezdődően a termelési, tervezési és beruházási alapokat szolgáló érckészletek megkutatásában a külszínről történő mélyfúrások kutatás folyamatosan növekvő szerephez jutott. Az érchordozó "produktív ösztet" egyre nagyobb mélysége és a szerkezeti vonalak tulajdonságainak nélkülözhetetlen ismerete miatt később csaknem kizárólagossá vált.

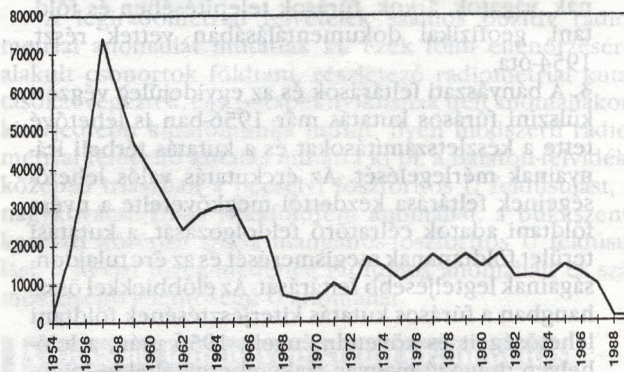
A földtani, az ércesedéssel kapcsolatos ásvány-kőzettani, radiometriai-karottázs tapasztalatok és vizsgálatok lehetővé tették a felderítő kutatási fázis 400x400 m-es ideális fúrási hálózatának kialakítását. A részletező fázisban az alapháló az átlók metszéspontjába telepített fúrásokkal egészült ki.

A fúrások kezdetben csaknem teljes egészében magfúrások voltak, ami az érchordozó rétegek jobb megismerése, a még nem nagy kutatási mélység és az alkalmazott technológia miatt a legkedvezőbb volt. A nagyobb mélységek felé eltolódó kutatási igény (már 1956-57-ben) azonban technológiai váltást követelt, mert a korábbi fúrási módszer sem a magigényt, sem a ferdeségi követelményeket nem elégítette ki. Ugyanakkor a mélyfúrások ércadataira alapozott készletszámítások biztonsága is a "produktív ösztet" többszöri harántolását tette szükségessé.

A változások első jelentős eredményeként 1963-ban megkezdődött a fúrási alapágakból a "bokorágak" kitevelése, ami az "egy fúrás - több harántolás" gazdaságosabb gyakorlatát vezette be. Az 1983-ig többé-kevésbé folyamatos fejlesztés lehetővé tette a biztonságos nagymélységű kutatást, a triász magasfedő teljesszelvényű átfúrását, az irányított terelést valamint magvételt és szükség szerint

az általánosan magas arányú (80-100%-os) magkihozattal. Ez utóbbi az ércek esetében különösen fontos volt, mert az Ásvány-Kőzettani Laboratórium vizsgálatain keresztül pl. az ércfeltárás -dúsítás technológiáját is befolyásolta.

Az ismert adatok és a rendelkezésre álló dokumentációk szerint a nyugat-mecseki uránlelőhely kutatási területén belül (amelyet megközelítően: D-en a 6-os út, Ny-on a Boda-Bükkösd-Gorica, É-on a Hetvehely-Okorvölgy-Abaliget-Orfű vonal, K-en pedig a Mecsek Tubes magaslati pontján áthaladó É-D-i vonal határol), 1954-1989 között 1228 db alapági külszíni kutató fúrás (12 db "szerkezetkutató" fúrás) mélyült le. Az érckutató fúrások összes hosszúsága kb. 720 000 fm. A szerkezetkutató fúrások összes hosszúsága 17833,8 fm. A legtöbb érckutató fúrást (350db, 74067 fm) 1957-ben fúrták. A befejezett alapági fúrások átlagmélysége az 1958 évi 305 m-ről (kisebb ingadozásokkal) 1982-ben 1736 m-re nőtt, majd 1988-ra 853 m-re csökkent. A lelőhelyen fúrt legmélyebb (2114,4 m) folyamatos magfúrás a Boda községtől Ny-ra telepített XV. sz. szerkezeti fúrás volt. A fúrási tevékenységet időben a 1.sz. ábra szemlélteti. Az 1968-1972 évek közötti mennyiségi visszaesés összefüggésben lehet azzal a határozattervezettel (1968), amely -a termelési költségek és az elérhető árbevétel miatt- az uránbányászat 1980 évi befejezésével foglalkozott. A vállalati rendszeren belül a lelőhelyi külszíni fúrások érckutatás a Kutató Mélyfúró Üzem feladata volt, amely 1989-ben fejezte be ilyen irányú tevékenységét. A visszafejlesztés azonban már 1984 után, az utolsó "külszíni" készletszámítást (magyarürögi terület, VI. sz. üzem?) követően megkezdődött.



1. sz. ábra

A Nyugat Mecseki urán lelőhelyen lemélyített fúrások mennyisége (fm) évenként 1954-1989 között.

Földtani megismerés

A Nyugat Mecseki uránlelőhely kutatástörténetére jellemző gyors kezdeti felfutásban nyilvánvaló szerepe volt annak, hogy - közvetlenül Böckh J. és Vadász E. munkái nyomán - az alapvető földtani-kőzettani és szerkezeti körülmények ismertek voltak.

A földtani viszonyok ipari célú feltárása azonban az uránkutatáshoz kötődik.

1. Az anomália területek radiometriai kutatásához szorosban kapcsolódó földtani bejárásokkal készültek el a korábban már említett M=1:2000 vázlatos földtani térkép részletek. Az eddig ismert egyetlen példány alapján feltételezhető, hogy ezek csak a legalapvetőbb kőzettani adatokat (pl. szürke - zöld - vörös - homokkő) és -határokat tartalmazták.

A fenti munkákkal párhuzamosan, felnagyított és részben (36 km-en) helyesbített topográfiai alapon, már 1954-ben megkezdődött a perm (-triász) rétegek elterjedési területének rendszeres (M=1:10000 méretarányú) földtani térképezése. A meglévő dokumentációk (feltérési és fedetlen földtani térkép) szerint a kiemelt területen

minden természetes feltárást pontszerűen rögzítettek, dokumentáltak, szükség szerint mesterséges feltáráásokat létesítettek és a közettani adatok mellett a szerkezeti (pl. rétegdőlési) adatokat is felvették.

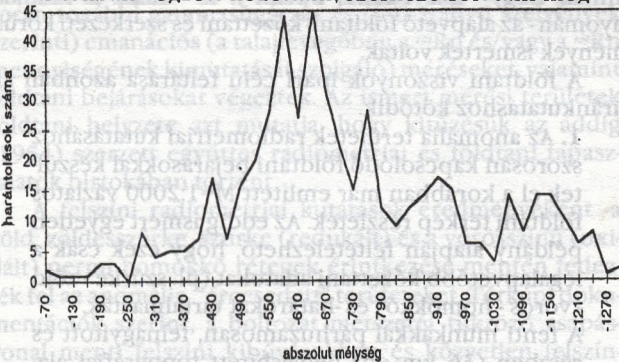
Kisebb területen (6 km²) M=1:25 000 és (3,4km²) M=1:1000 méretarányú földtani térképezést is végeztek. Ezen munkák eredményeként a radiometriai anomália területek 1955-ben már olyan M=1:10000-25000 méretarányú kéziratot térképeken jelennek meg, amelyek általánosított földtani tartalma a mai ismeretekkel jól összehasonlítható. Az urántartalmú rétegek földtani helyzetére vonatkozó kutatás addigi eredményeit a 2. sz. ábrán látható rétegoszlop (1956?) foglalja keretbe.

2. A nyugat-mecseki urán lelőhelyen folyó terepi földtani kutatásokban a magyar földtani szakemberek 1956-ban már érdemi módon vettek részt. Földtani térképezést (M=1:10000) végeztek a boltozat Ny-i szárnyán. A bakonyai erdőszél és a Bükkösi völgy közötti területen 593 db feltárást írtak le és egyidejűleg radiometriai mérést is végeztek. Munkájuk során a térképezett területen ismertté vált egy 450-480-ás anomália. Földtani térképezést végeztek a perm-i rétegek legnyugatibb előfordulási területén, Dinnyeberki-Gyűrűfű térségében is. Itt, egyidejű radiometriai mérések mellett, 182 db feltárást írtak le.

A bakonyai-tótvári "Nyugati" és elsősorban a "Déli" anomálián, de más lelőhelyi területen is kutatóknak, vágatok, árkok, fúrások telepítésében és földtani, geofizikai dokumentálásában vettek részt, 1954-óta.

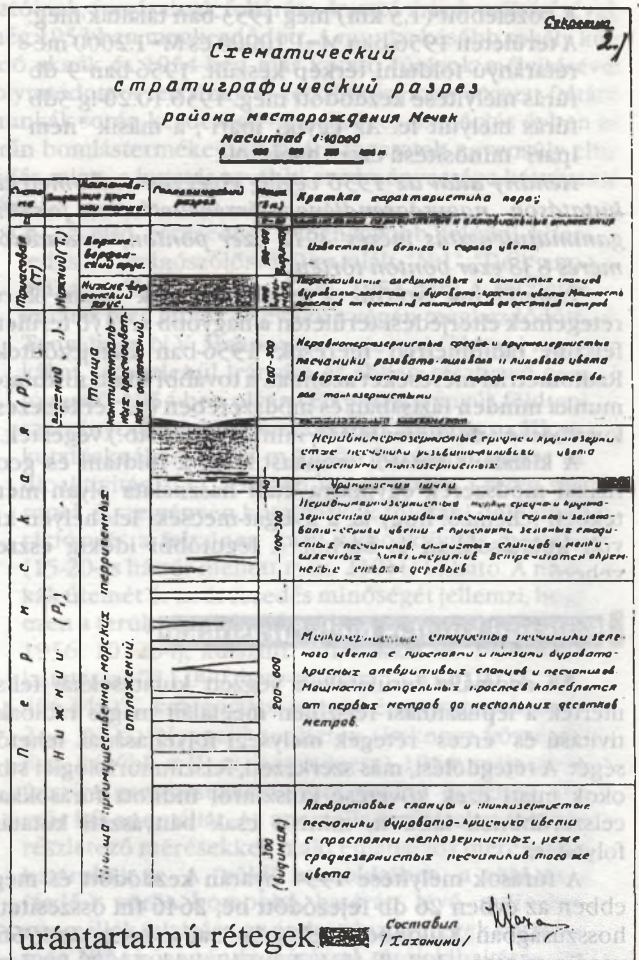
3. A bányászati feltárások és az egyidejűleg végzett külszíni fúrások kutatás már 1956-ban is lehetővé tette a készletszámításokat és a kutatás térbeli irányainak mérlegelését. Az érckutatás valós lehetőségeinek feltárása kezdettől megkövetelte a nyers földtani adatok célratörő feldolgozását, a kutatási terület földtanának megismerését és az érc tulajdonságainak legteljesebb feltárását. Az előbbiekkkel összhangban a fúrások kutatás kiterjesztésének földtani lehetőségeit és követelményeit, 1956 után, a lelőhelyen dolgozó magyar szakemberek által kidolgozott több alapvető földtani - geofizikai dokumentáció fogalmazta meg.

Az aktív és a perspektivikus kutatási terület földtani viszonyainak teljes megismerését célzó program, már jó M=1:10000 méretarányú topográfiai alapon 1960-ban megkezdett földtani térképezéssel indult. A felvétel módszere minden korábbinál jobb és teljesebb volt. A természetes feltárásokban és kutató árkokban végzett közettani, szerkezetföldtani meg-



3. sz. ábra

Az ércharántolások számának megoszlása 0 és -1300 m. (Tszm) mélység között, a Nyugat Mecseki uránérc lelőhely bányászatiilag érintetlen ÉK-i, és DK-i szárnyán (magyarürögi terület, 511 harántolás alapján)



2.sz. ábra
Urántartalmú rétegoszlop

figyelések mellett olyan üledékföldtani adatokat is tartalmazott, amelyek a fáciesre és pl. az üledék-szállítás irányára utaltak. Mindezek az adatok, kiegészülve a magfúrásokra kidolgozott "fácies dokumentálás" földtani eredményeivel, a laboratóriumi közettani-ásványtani és őslénytani vizsgálatokkal, valamint a bányabeli megfigyelésekkel, lehetővé tették a perm-alsótriász formációk ősföldrajzi, üledék földtani, közettani és rétegtani viszonyainak felderítését. Ennek a földtani keretnek a megismerési folyamatába illeszkedik az urán felhasználásában döntő szerepet játszó infiltrációs folyamatok és a szerves anyag szerepének felismerése. Végül ebben a földtani keretben jelenik meg a nyugat-mecseki felsőpermre érvényes egységes geokémiai modell, az urán ércesedésének, az ércesedés feltételeinek, geokémiai jellegének és morfológiájának eddigi legteljesebb elemzése, laboratóriumi modellezése és leírása.

A földtani térképezés, a bányabeli földtani dokumentáció és a kutató fúrások adataiból levezetett szerkezeti vonalak alapján a lelőhely és az egész Nyugat Mecsek szerkezetföldtani ismeretében jelentős előrehaladás történt. A tapasztalatok egy része az ércesedés folyamatának földtani időrendje, egyes ércmorfológiai típusok és szerkezeti (pl. töréses) elemek, általában a jelenlegi érceloszlás és a szerkezet viszonyának vizsgálatában eredményezett előmenetelt.

4. A földtani megismerés helytállósága az érctermelemben és a kutatás eredményességében lemérhető. Az érctermelek számára folyamatosan biztosított készletekről ennek a lapnak egy másik írása

nyújt hiteles adatokat. A távlatokat biztosító lelőhelyi kutatás eredményességét pedig az 3.sz. ábra jellemzi. A lelőhely földtani határai ismeretlenek maradtak.

Irodalomjegyzék helyett

A Nyugat-Mecseki uránlelőhely kutatásának valós történetét az a földtani-geofizikai-laboratóriumi szervezet írta, amely a felszíni és bányabeli kutatás (termelés irányítás) során, az adatok millióinak folyamatos feldolgozásával, képes volt a bányászatot szolgáló termelési, a beruházások alapjául szolgáló ércutatást és ércvagyon gazdálkodást programok kidolgozására. A kezdetektől jelen volt tudományos gondolkodás és igényesség természetes módon hatott és épült be a kutatás folyamatába. A bizonyítékul szolgáló sok száz munka a MÉV Adattárban megtalálható.

Wéber Béla

A Mecseki lelőhelyen kívüli uránkutatás Magyarországon

A hazai radioaktív ásványi nyersanyag-kutatás kezdetei

A cím a mecseki lelőhelyen kívüli uránkutatás bemutatását ígéri, de éles különválasztása a mecseki kutatásoktól, különösen a kezdetekben aligha lehetséges.

A mecseki uránlelőhelynek 1953 nyarán történő felfedezése után a mecseki kutatás volumenében, módszerében kezd egyre inkább elkülönülni az egyéb területeken folyó munkáktól, ezért ez az időpont egyfajta szakasz váltás is lehet.

Mindemellett a mecseki lelőhelyen és tágabb környezetében a Délkelet-Dunántúlon történő uránkutatási tevékenység szervezetében, módszerében és sok egyéb vonatkozásban számos ponton összefügg az ország egyéb területeinek a kutatásával.

Kutatási elvek, módszerek

A hazai radioaktív ásványi nyersanyagok kutatása elsősorban az ország urán fém érceinek, másodlagosan a thórium érceinek és azzal gyakran társuló ritkaföldfémeknek kutatására irányult.

Az urán érceinek kutatásánál, a kutatási területek kiválasztásánál, rangsorolásánál, mint bármely más érc esetében, ugyan úgy az uránkutatásánál is felhasználják a fém előfordulására, feldúsulására vonatkozó földtani, geokémiai, metallogéniai, teleptani stb. ismereteket a prognosztikus kutatási fázisban. A fentiekben túlmenően az uránkutatásnak van egy speciális sajátága is. Az uránércnek, mint radioaktív fém érceinek, a fémtartalmával arányos radioaktivitása van, ami nagymértékben segítheti, meghatározhatja földtani kutatási módszertanát.

A radioaktivitás mérésére kialakított különböző rendszerű és módszerű radiométerek az urán fémnek közvetett vagy közvetlen gyors, nagy érzékenységű és viszonylag olcsó kimutatását teszik lehetővé terepi és laboratóriumi körülmények között egyaránt.

Ez a különleges "analitikai" lehetőség a kutatási módszerek és módszer kombinációk egész sorát hozta létre a II. világháború utáni évtizedek során világszerte.

Úgy hiszem a magyarországi kutatásoknál ezek jelentős részét mi is használtuk, sőt a magyar kutatók önállóan is kifejlesztettek módszereket, mint amilyen pl. a **Komplex Mélységi Radiometriai Kutatás (KMRK)** volt.

A hazai uránkutatás perspektivikus és felderítő szakaszában lényegében mindvégig, a fentiekből következő, két kutatási elvet alkalmaztunk

Az uránelőfordulásokra vonatkozó prognosztikus kutatási elvek és módszerek alapján jelöltünk ki az ország földtani képződményeiből számos kőzetösszetétel, formációt, ahol felderítő földtani terepmunkákra került sor, radiométeres mérések, sok esetben különböző módszerű szisztematikus radiométeres felvétel kíséretében.

Ezen a területeken rendszerint radiohidrogeológiai felvétel is történt, a felszíni, vagy kismélységű kutakból gyűjtött, vízminták U, Th, Ra, Rn tartalmának meghatározásával. Ilyen elvek alapján került sor valamennyi hazai kontinentális fáciesű vörös tarka perm (karbon) előfordulás kutatására, a hazai gránit területeknek, a soproni hegység paleozóos képződményeinek kutatására, a szénelőfordulások első vizsgálatára, és a szénbányák vágatfalainak radiometriai mérésére (bányarevizió), Dél-Dunántúl hegységperemi neogén képződményeinek a MÉV kutatás által kifejlesztett komplex radiometriai (KMRK) kutatására, hogy csak a legnagyobb volumenű munkákat említsük ebből a sorból.

A radiometriai anomáliák kimutatására irányuló radiometriai kutatási módszer átfogó, kiterjedt alkalmazása leginkább a légiradiometriai méréseknél valósul meg.

Magyarországon két ízben 1956-ban és 1965-68 között került sor országos felvételekre. Az elsőről csak kevés adat maradt meg. A második felvétel az ország teljes hegyvidéki és medenceperemi területei felett történt, korszerű un. **Gamma spektrometriai** módszerrel, 1:25000 méretarányban megfelelően.

A légiradiometriai felvételek számos pozitív radiometriai anomáliát mutattak ki. Ezek földi ellenőrzésére alakult csoportok földtani, részletező radiometriai kutatásokat végeztek, és a perspektivikusnak ítélt anomáliákon kiterjedtebb kutatómunka indult. Ilyen módszerű radiometriai felderítő kutatás mutatta ki pl. a Balaton-felvidéki középső triászban a pécselyi foszforitos U feldúsulást, a nagykovácsi Th-os ritkaföldfém anomáliát, a bükkszentkereszti középső triász mangános-foszforitos U feldúsulást, a hévizi tőzeg-medence rádiumos anomáliáit és számos kisebb jelentőségű U anomáliát.

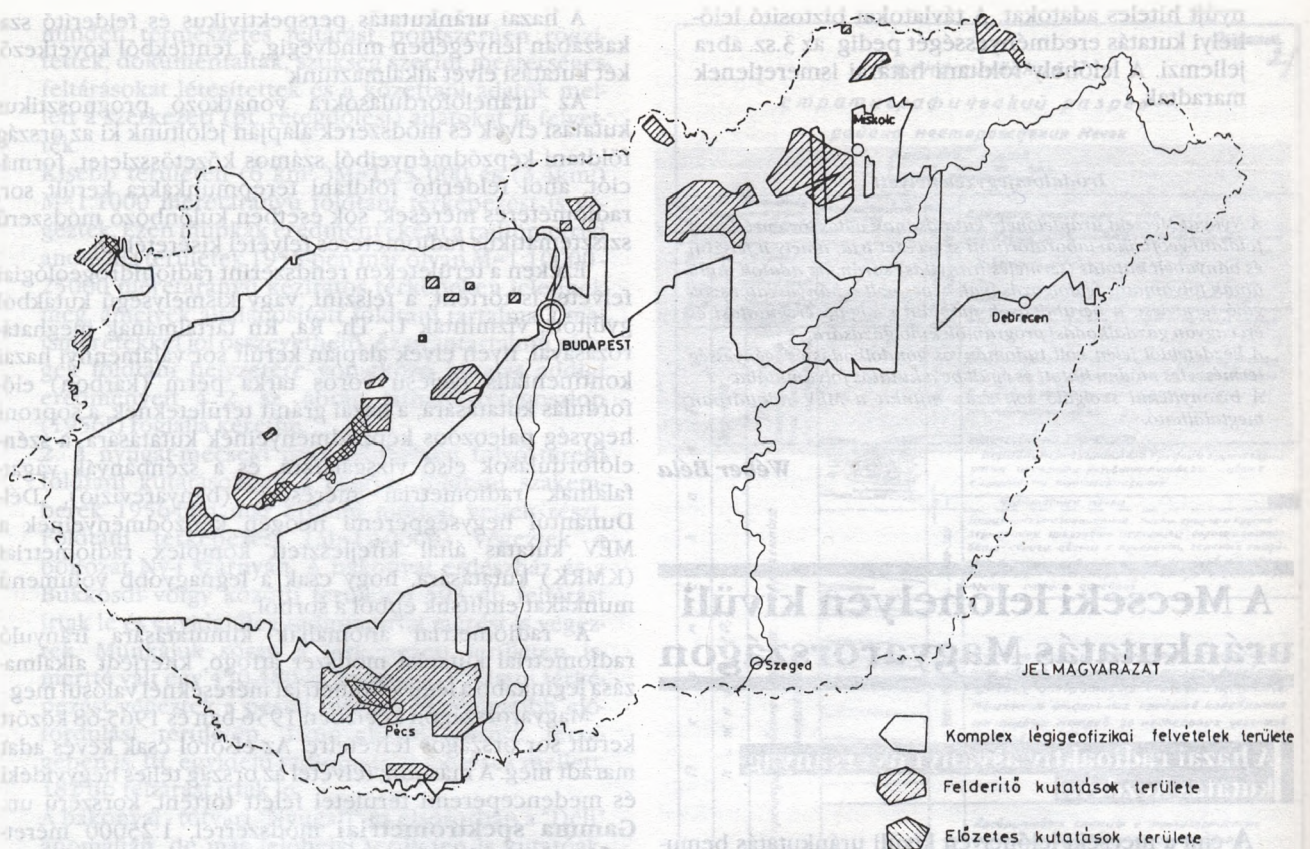
A Mecseki lelőhelyen kívüli uránkutatás súlypontjai, fontosabb eredményei

A több mint 35 évig tartó, kiterjedt tárgyú és módszerű uránkutatási munkáknak még csak a felsorolása is meghaladná e rövid ismertető kereteit. Ezek mindegyikéről részletes beszámoló, munkaközi és zárójelentések találhatók a MÉV kővágószőlősi adattárában. Beszámolómnak ebben a fejezetében azokat, a tárgyában és kutatási volumenében is kiemelkedő jelentőségű uránkutatási programokat szándékozom vázlatosan ismertetni, amelyek megítélésem szerint talán a mecseki lelőhelyen kívüli hazai uránkutatás súlypontjait jelenthetik.

Kontinentális vörös tarka perm képződmények kutatása

Elsőként kell említeni a hazai kontinentális vörös tarka törmelékes perm képződményekben végzett uránkutatási munkákat a **Balatonfelvidéken**, a **Bükk** és a **Villányi heységben**, valamint a szlovák határ mellett **Sátoralja-újhelyen**.

A vörös tarka molassz jellegű perm homokkő összeállítások elsődleges perspektivikusságát elsősorban a mecseki permben felfedezett világviszonylatban is jelentős uránlelőhely adta, de példával szolgált a környező alp-kárpáti, észak-nyugat-európai térségekben talált un. Exodiagenetikus homokkő típusú perm lelőhelyek sora.



Magyarországi uránkutatók áttekintő térképe

A magyarországi permi képződmények kutatása gyakorlatilag végigkísérte a hazai uránkutatót, 1955-1985 között mintegy harminc évig, több szakaszban végrehajtva.

Balatonfelvidék

A legnagyobb volumenű kutatómunka a Balatonfelvidéken valósult meg. Már 1955-ben megindult itt a kutatás, és a legutolsó fúrások 1982-ben mélyültek.

Mindvégig működött egy kutatócsoport Balatonfüreden. A munka kezdetén 1:10000 méretarányban feltérképeztük a perm és paleozoikum kibúvási területét, radiometrikus méréssel egybekötve. A térképezéshez kapcsolódva számos kutatóárok, kutatóakna készült, és sok szerkezetkutató fúrás is mélyült. Jelentős U anomáliákat és ércindikációkat mutattunk ki a Balatonfelvidéki permi homokkőben. Ezek feltárására kutatófúrások és kutató tárók is készültek.

Összességében két típusú ércesedést ismertünk meg. A badacsonyi típusú pirites, szürke, kovás homokkőhöz kapcsolódó uránoxidos jellegű, ahol a legnagyobb U koncentrációk a néhány 0,1%-ot is meghaladták.

A litéri típusban zöld, szenesedett, növénymaradványos, agyagos homokkőhöz kapcsolódott az U indikáció. A fő uránásvány itt is uránoxid volt.

Ebben a típusban az U felhalmozódás kisebb mértékű volt, csupán néhány 0,01%-os.

Az ércindikációk kibúvási területén szulfátos, arsenátos, másodlagos U ásványok is előfordulnak.

A Balatonfelvidéki permiben iparilag hasznosítható uránfeldúsulást végül is nem sikerült kimutatni.

Bükk hegység

A Bükk hegység permi képződményeinek uránfeldolgozási kutatására is több szakaszban került sor. A munkamódszer alapvetően terepi radiométeres méréssel egybekötött felderítő terepbejárás reambulációs földtani térképezés. E munkák során 1975-ben jelentős U feldúsulást

mutató anomáliát sikerült találni a Bükszentléleki Homokkőben, melyhez jelentősebb Ag tartalom is járult.

Az anomália továbbkutatására koncentrált térképező, feltáró munka indult és számos érckutató fúrás is lemélyült 1975 és 1980 között. Az ércesedés bonyolult ásványtani felépítésű, környezetében metasomatikus jellegű szulfidosodás is kimutatható volt. A kiterjedt oxidációs övben a fő ércásvány a kasolit és uranofán (U⁶⁺-szilikát). Végül is iparilag hasznosítható mértékű U feldúsulást nem sikerült kimutatni.

Mecsek - Villányt hegység

A mecseki uránlelőhely dél felé történő esetleges folytatásának és a Villányi hegység fúrásokkal elérhető, nem túlságosan mélyen települő esetleges permi képződményeinek kutatására több szakaszban kiterjedt fúrás kutatási program valósult meg 1968 és 1983 között.

A kutatási munkák során több nagy jelentőségű kutatófúrás mélyült. Ezek nagy része átfúrva a villányi mezozoikumot, a kristályos aljzatig hatolva a hegység különböző részén eltérő típusú permet tárt fel. A perm legteljesebb kifejlődését a máriakémei vonulatban sikerült megismerni. Az itteni perm a mecsekivel egyező kifejlődésű, amit az is bizonyít, hogy a mecseki lelőhely produktív összletével azonos módon a Kővágósözlői Homokkőben U érc indikáció mutatkozott.

Ez az ércesedés azonban jelenlegi adataink szerint nem bír ipari jelentőséggel. Az uránelőfordulások foszforral társuló teleptani típusával összefüggésben az országos radiometriai felvétel során több foszforitos, apatitos urán indikációt ismertünk meg.

Foszforitos, Apatitos urán előfordulások

A sort Balatonfelvidéken Pécsely környékén a középső triászba sorolható foszfatit felfedezésével kell kezdeni. Már az első 1955-ös légi geofizikai felvétel jelentős anomáliát mutatott Pécsely és Vászoly községek mellett a kö-

zepső triász képződmények területén. Az anomália felde-
rítő kutatása során 1956-58 között földtani térképezésre,
kutatóárkok, fúrások mélyítésére került sor, sőt egy kuta-
tótórá is készült. A megismert bitumenes foszfátos kőzet fő
ásványa a karbonátos fluorapatit, amely közvetlenül a kö-
zepső triász Meleghegyi Dolomitra települ. P.O. tartalma
25% körüli, átlagos U tartalma azonban 0,01% körüli, így
csak érc indikációnak minősül.

Terepi radiométeres felvétel során Fertőrákos mellett
az osztrák-magyar határ közelében jelentős radiometriai
anomáliát mutattunk ki 1969-ben, amely a kutatóárkokkal
történt feltárás során urántartalmú kloritosodott apatitos
csillámpalának minősült. Az anomália kutatására kiterjedt
program keretében 1969-1975 között került sor. Ennek
keretében geofizikai mérések, kutatóárkok, kutatóakna,
számos mélyfúrás készült. A feltárt anomália alapvetően U
tartalmú fluorapatit-hoz kapcsolódik. Az apatit testek a
kloritosodott ópaleozóos csillámpala palássági síkjai men-
tén települnek, amit a radiometriai anomália sávos elren-
deződése is bizonyít. Minden valószínűség szerint a tengeri
fáciesű U tartalmú foszforitos ópaleozóos kiindulási kő-
zet több fokozatú metamorfózis során átalakult, albito-
sodott, szulfidos érceledési folyamatok is kapcsolódtak
hozzá, de U tartalmú apatitos jellegét megtartotta.

A kőzet P.O. tartalma eléri a 20-25%-ot, U tartalma
néhány 0,01%. Az urános kőzettestek a kibúvási területen
néhány másodlagos U ásvány (autunit, salecit) is kimu-
tatható volt. Az U előfordulás kis U koncentrációja és
területi elterjedése folytán ipari jelentőséggel nem bír.
Meg kell említenünk, hogy az urános csillámpalák határon
túli folytatásáról az osztrák szakirodalom is beszámol.

Az országos légi radiometriai felvétel során Bükk-
szentkereszt környékén a bükki ladini savanyú vulkani-
tokhoz kapcsolódóan kisebb radiometriai anomáliákat
mutattak ki. Ennek földi radiometriai - földtani részlete-
zése során a kvarcporfir összlet tufájában foszfátos-
mangánoxidos Be és U tartalmú kőzettestek váltak ismer-
té. A kutatóárkokkal, kutatóaknával, fúrással feltárt érce-
sedés 15-30% P.O. tartalommal, maximálisan 60% körüli
Mn tartalommal, 100-300g/t Be és 100-400g/t U tartalom-
mal volt jellemezhető. A foszfátos, mangános U tartalmú
kőzettestek a préselt kvarcporfir tufában kisebb lencsék-
et alkotnak. Az előfordulásnak ipari jelentősége nincs.

Urán, Thórium és Ritkaföldfémek indikációi

Az uránnak thóriummal és ritkaföldfémekkel alkotott
jól ismert teletípusai folytán a hazai radiometriai felvé-
telek és egyéb uránkutató munkák néhány ilyen feldű-
sülést is feltártak. Ezek közül legjelentősebb a Soproni
hegység metamorf sorozatából és a Pilis-Budai hegység-
ben Nagykovácsi környékén kimutatott thóriumos és
ritkaföldfém feldúsulások.

A Soproni hegységi anomáliák már 1956-ban ismertté
váltak, amikor a kristályos pala területén terepi radiomet-
riai mérések során Sopron városától DNY-ra az országhatár
közelében fél köbméteres diszténes kvarcit görgetegeket
találtak, amiknek jelentős Th és Ritkaföldfém tartalom
volt. A későbbi évtizedek során több szakaszban végrehaj-
tott kutatás alkalmával számos kutatóárok és feltáró fúrás
mélyült, különböző geofizikai mérésekre is sor került. E
munkák eredményeként a szálbanálló anomáliát is feltár-
ták. A kutatások és anyagvizsgálati munkák a kristályos
palákban települő és a görgetegben talált diszténes kvarcit
lencsékben: flencit, monacit, tórit, apatit ásványparage-
nezist tártak fel. A ritkaföldfém és a thórium koncentráció
igen változó, de a legdúsabb mintáknál több százalékot is
elérhet. Mindemellett az előfordulás kis mérete az ipari
hasznosítást nem teszi lehetővé.

Az uránkutató munkák során ismertté vált másik jelentősebb
thórium-ritkaföldfém előfordulás a Pilis-Budai hegység-

ből, Nagykovácsi környékéről ismert. Már az első, 1955-ös
légi geofizikai felmérések alkalmával kiderült, hogy Nagy-
kovácsi mellett a Nagykopasz hegy környékén jelentős ra-
diometriai anomália található. A földi ellenőrzés azt mutat-
ta ki, hogy ez az anomália thóriumos jellegű.

Az anomália megkutatása és feltárása 1956-59 között
történt, melynek során földtani térképezés, különböző
geofizikai mérések, kutatóárkok és kutatófúrás mélyült.

A kutatások eredményeként megállapítható volt, hogy
a thórium feldúsulás a felső triász dolomit és mészkő repe-
déseit, tektonizált öveit kitöltő vörös agyaghoz és környe-
zetéhez kapcsolódik. A thórium egyes mintákban több
százalékot is elért, de ehhez csak 0,003% körüli U tartalom
csatlakozott. Fontos körülmény amely a genetikára is utal-
hat, hogy a Th mellett rendszerint Sc, Y, La, Ce is kimu-
tatható volt. Az összes ritkaföldfém tartalom 0,03-0,5 %
között változott.

Urántartalmú szénelőfordulások

A magyarországi szénelőfordulások radioaktivitásá-
nak vizsgálata és szeneink U tartalmának meghatározása a
magyarországi uránkutató egyik jellegzetes fejezete volt.
Mint láttuk, a hazai uránkutató Szalay Sándor kezdemé-
nyezésére a szénmedencékben indult. Az ezt követő szer-
vezett kutatás során 1980-ig minden szénbányában, azok
meddőhányóin un. revíziós radiometriai mérések történ-
tek, de a légi radiometriai felvétel is kimutatta számos szén-
meddő, vagy salak hányó radioaktivitását. A szénkutató
fúrások radiometriai karotázsa is számos radiometriai ano-
máliát eredményezett. Az U-Th tartalomra megelemzett
szénminták száma is minden bizonnyal meghaladhatja a
tízezret. Ezek a vizsgálatok azt mutatják, hogy számos terü-
leten, az egyéb kőzetekkel összehasonlítva, viszonylag ma-
gas a szenek urántartalma. Legnagyobb urántartalma az
ajkai kréta kőszeneknek van.

A kőszenterület egyes részein a legalsó telepek urán-
tartalma elérheti a 0,1%-ot, azaz 1000g/t értéket. Általában
azonban néhányszor 100g/tonna. Ennél kisebb, de a többi
kőzetekhez viszonyítva még mindig magasnak mondható a
Dunántúli-középhegység eocén kőszeneinek urántartal-
ma, amely átlagosan néhány 10g/t, de a maximális értékek
elérhetik a 300-1000g/tonnát is.

A mecseki liász kőszenek 10g/t körüli viszonylag ala-
acsony átlagú urántartalmukkal is eltérnek a fenti karszt-
kőszén medencék szeneitől. Ezek az uránkoncentrációk
azonban még mindig magasabbak mint a miocén és pan-
noniai barnaszén és lignit néhány g/t urántartalma.

Minden különbségek oka az egyes különböző korú kő-
szén felhalmozódások eltérő ősföldrajzi-földtani körülmé-
nyeiben keresendők. A szenekben, de különösen elége-
tésük során a hamuban feldúsuló, jelentős U tartalom ki-
nyerésének gazdaságos technológiája számos kiterjedt kuta-
tás ellenére mindmáig megoldatlan. Az elmúlt évtize-
dekben néhány tervezet készült; speciális erőművi szén-
elégetéssel együtt a salak urántartalmának kinyerésére,
legutoljára például az eocén programhoz kapcsolódóan.

Hidrogenetikus, infiltrációs előfordulások

A 80-as évek környékén egy új lelőhely típus, a fiatal
laza vízáteresztő homokos kőzetekben kialakuló un.
Hidrogenetikus urán előfordulások intenzív kutatása kez-
dődött el világszerte. A hidrogenetikus vagy infiltrációs
lelőhelyek nagy előnye, hogy letermelésük nem igényel
drága bányászati műveleteket, hanem fúrólukakon ke-
resztül megfelelő oldószer betáplálásával a helyszínen
kilúgozható az urán (In situ leaching = ISL).

Az ISL lelőhelyek termelésbe vonása az U világgia-
ci árának csökkenésében is jelentős szerepet játszott. Az ISL
uránlelőhelyek hazai kutatásának földtani megalapozását,

a prognóziskészítést az 1980-as évek elején kezdtük el. Ekkor terepi kutatómunkák még nem folytak, hanem korábbi ilyen jellegű kutatási adataink és külső intézmények által végzett kutatási munkák adatainak összegyűjtésére, új kutatásméleti szempontok szerinti értékelésére került sor. 1982-től kezdtük el a Mecsek környéki miocén képződmények ilyen kutatását s ez a munka megközelítően 1985 végéig tartott.

A fenti idő alatt kidolgoztunk egy **Komplex Mélységi Radiometriai Kutatási** módszert (KMRK), és ennek alkalmazásával 1986-tól kezdődően megindult a perspektivikus területek szisztematikus kutatása. A kutatási munkák a Mecsek hegységet körülvevő miocén és pannonai képződményekre irányultak és számos radiometriai anomáliát eredményeztek. A leginkább perspektivikus Bata-szék környéki anomália, (a Mórági hegység déli előtere) felderítő kutatását is elvégeztük. A kutatások anyagi fedezete 1989-ben megszűnt, így a munkák tovább nem folytathatók.

Az uránkutatás néhány eredménye a hazai földtani megismerés szolgálatában

Talán nem ér bennünket a szerénytelenség vádja, ha az alábbiakban számba vesszük a 35 éves szervezett hazai uránkutatás azon néhány általános földtani eredményét, amelyek talán leginkább szolgálták Magyarország földjének jobb megismerését:

- ♣ A magyarországi perm és szárazföldi karbon minden hegységre kiterjedő megismerésében való meghatározó szerepű részvétel. Ezen képződmények litosztratigráfiájának megalkotásában, biosztratigráfiája alapvető kérdéseinek megoldásában való meghatározó közreműködés.
- ♣ A perm-karbon aljzatát adó metamorf ópaleozoikum és a fedő alsó triász képződmények megismerésében litosztratigráfiájának megalkotásában való jelentős részvétel, különösen a Délkelet-Dunántúlon és a Dunántúli-Középhegységben.
- ♣ A Soproni hegység és a Fertőrákosi palasziget ópaleozoikuma alapvető rétegtani, szerkezeti kérdéseinek megoldásában való meghatározó részvétel.
- ♣ A Délkelet-Dunántúl és a Balatonfelvidék szerkezeti viszonyai alapvető kérdéseinek kutatásában és megoldásában való jelentős részvétel.
- ♣ A nyugat-mecseki paleozoós-mezozoós képződmények és a neogén megismerésében, rétegtani, szerkezeti viszonyainak feltárásában, alapvető kérdéseinek megoldásában való meghatározó közreműködés.
- ♣ A Mecseki Ércbányászati Vállalat kővágószőlősi adattárában több mint kétezer jelentős, több ezer fúrás dokumentáció, nagyszámú térkép, földtani szelvény és egyéb rajzos anyag található, amely ma már az Országos Földtani Geofizikai Adattár (OFGA) részeként pótolhatatlan információ tömeget jelent a földtani megismerés számára.
- ♣ Az uránkutatás során a MÉV számos nagy értékű szerkezetkutató fúrást mélyített, amelyek közül nem egy addig ismeretlen képződményeket, rétegorokat tárt fel kezdve az Északi-Középhegységtől a Balatonfelvidéken, a Soproni hegységben, a Mecseken át a Villányi hegységig. Ezeknek a magfúrással mélyült fúrásoknak egy része sajnos megsemmisült, nagy részük azonban a MAFI területi mintaraktárába került megőrzésre és további feldolgozásra. Csak remélni lehet, hogy ezek valóban megőrződnek a későbbi felhasználás számára is.
- ♣ 1965-69 között került sor a MÉV finanszírozásában a légi gamma - spektrometriai felvétellel. A légi gamma - spektrometriai felvétel során 37000 km² területen a felszíni képződmények U (Ra) Th és K tartalmát regisztrálták a műszerek. A mérésekről 150 db 1:25000 és 1:50000 méretarányú radiometriai eloszlási és izovonalas térkép készült, amely ma már a légi mágneses mérési anyaggal együtt az

ELGI tulajdonában van, sőt tudomásunk szerint az RTZ Mining Ltd közreműködésével korszerű, digitális feldolgozásuk is megtörtént. Ezeknek a térképeknek sokirányú felhasználhatósága a környezettudománytól, a mezőgazdaságon keresztül az ásványi nyersanyag kutatásig nyilvánvaló.

Majoros György

Nemzeti kincs a Nyugat-Mecsek mélyében

Az 1953-ban megindult uránium-kutatás szinte az egész országra kiterjedt. A hidegháború éveiben stratégiai anyagnak tekintett uránium minél nagyobb mennyiségét akarták megtalálni.

Való igaz, hogy több helyen -Balatonfelvidék, Sopron, Bükk- találtak jelentős anomáliákat, sőt fúrások kutatással némely helyen iparinak minősülhető ércesedést.

Az is tény, hogy abban az időszakban a gazdaságosság nem játszott szerepet. Mégis, nagy valószínűséggel a mecseki lelőhely egyre bővülő ércvagyonának figyelembevételével kizárólag a mecseki uránércesedésen alakult ki az ipar, mind bányászat, mind feldolgozás területén.

A mecseki uránércesedés egy összefüggő ásványi nyersanyagtelepnek tekinthető, ahol a bányászat időrendiséget figyelembevétele déli, keleti, majd északi részét vette művelés alá. Ez a sorrend a mélység felé húzódó ércesedést követte, hiszen a déli szárny (I. üzem, II. üzem) 120 méteres aknáin után az északi üzemek (IV. és V. üzem) már közel 1200 méteres aknákkal tudták elérni az ércsedés fekéjéhez szükséges mélységet.

A tér bővülésének eredményeképpen a földtani kutatás által megtalált ásványvagyon az üzemek sorrendjében egyre bővült:

I. üzem	II. üzem	III. üzem	IV. üzem	V. üzem	VI. üzem
3097,9	3840,7	6259,3	9078,0	12027,9	12995,1

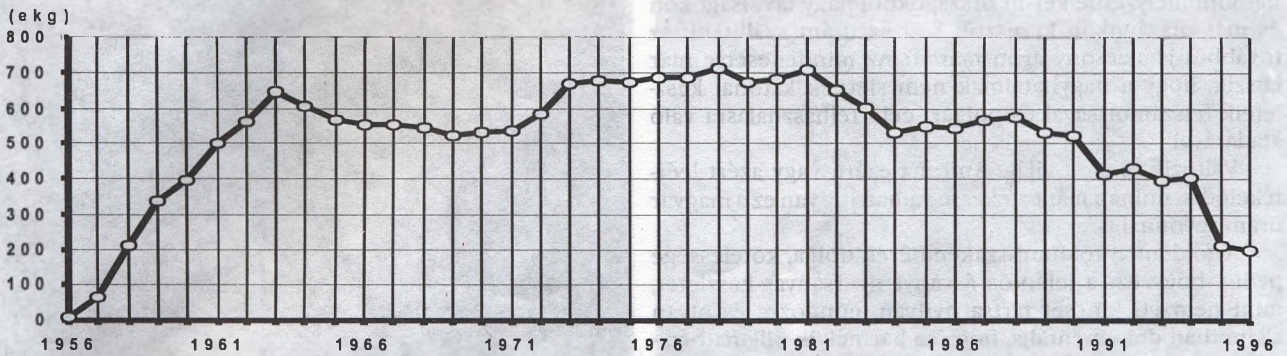
Összesen tehát 47298,9 tonna urániumot adott át a felszíni földtani kutatás bányalétesítés és művelés céljára.

Az uránércesedés foltos-lencsés jellege azonban megkövetelt egy folyamatos, nagyvolumenű földalatti kutatást. Erre azért volt szükség, mert a felszíni fúrások kutatás által meghatározott tömbök valóban tartalmazták az oda becsült, számított ásványvagyonot, de ez a vagyon több ezer kisebb-nagyobb, vékonyabb-vastagabb, alacsonyabb és magasabb minőségű (fémvagyonú) érclencséből tevődött össze. Ezeket kellett pontosan helyileg meghatározni, geometrizálni, vastagságukat, kiterjedésüket, minőségüket pontosan ismerni.

A földalatti kutatás legyezőszerűen történt az alapvágatok (feltáró vágatok) hossz tengelyére merőleges szelvényeken. A kezdeti időszakban 50, majd 25 méterenként volt egy-egy fúrási szelvény, de az ércesedés bonyolultsága és változatossága miatt ez a távolság későbbiekben lecsökkent 12,5, majd 10 méterre. A legyezőn belül a fő érces rétegszintre vonatkoztatva pedig 10 méter volt a legyező fúrásainak távolsága egymástól.

A bányászati műveletek sok esetben még a 10x10 méteres fúrási adatsűrűséget sem találták kielégítőnek. Egyes, nagyobb változékonyságú helyeken 5 méterre csökkentették a legyezők egymástól való távolságát és 5 méterre a legyezőn belüli sűrűséget.

Természetesen az ércetek pontos helyének, kiterjedésének, formájának, vastagságának, és minőségének bá-



nyafúrásokkal történő meghatározása sok fúrást és ennek következtében sok pénzt igényelt. Voltak évek, amikor 3-400 000 folyóméter bányafúrást mélyítettek a Mecseki Ércbányászati Vállalatnál.

A külszíni fúrások által meghatározott tömbök (blokkok) néhány adat alapján megfelelő óvatossággal számított ásványvagyonot tartalmaztak.

Ez a vagyon a bányabeli kutatás által az esetek túlnyomó többségében bővült. Készletbővülés U-tonnában:

I. üzem	II. üzem	III. üzem	IV. üzem	V. üzem
-298,9	+2401,8	+1591,3	+3220,4	+1262,0

A geológusok érdekes megfigyeléseket tettek: a fúrási háló sűrítésével -a 10x10 méteresig- bővült a korábban 20x10, 25x10, vagy főleg az 50x10 méteres hálójával megkutatott ásványvagyon. Ugyanakkor a 10x10 méteres hálónál sűrűbb kutatás már nem befolyásolta az ásványvagyon minőségében, vagy mennyiségében, kizárólag az ércetek formájában hozott változásokat.

A megkutatott és megismert uránvagyon a megnyitott öt bányüzem közül négyben jórészt leművelésre került. Az I.-II.-III. üzemekben a művelésre érdemes készletet kitermelték és az üzemeket bezárták. Az V. üzemet -ásványvagyonának legnagyobb részével- 1996-ban, a bezárási határozat ismeretében, költségcsökkentés céljából otthagyták. A IV. üzem egyedül termel 1997. december 31-ig, hátrahagyva megismert uránkészletének mintegy harmadát. A VI. bányüzem, felszínről megkutatott vagyonával csak a tervezőasztalon létezik. Az 1953 óta tartó uránkutatás által megismert 47 298,9 U-tonnából 1997. január 1-jéig letermelésre került:

I. üzem	II. üzem	III. üzem	IV. üzem	V. üzem	Összesen Uto
2.558,4	5.337,4	4.364,3	6.426,8	1.776,2	20.463,1

A letermelésre került ásványvagyon minősége 125 gU/érceto volt ami, figyelembe véve a IV. üzem kiemelkedően magas átlagminőségét és azt a tényt, hogy ennek csak mintegy harmadát termelték le, tökéletesen illeszkedik a lelőhely eredetileg becsült 130 Ug/érceto minőségéhez. A bányászati műveletek közben omlások, veszélyhelyzet, az üregek nem teljes letisztítása során művelési veszteségek is keletkeznek. Ezek aránya a több mint 40 éves termelési tevékenység során 7,0 % volt, ami egyrészt magas minőségű munkát jelez, másrészt azonban bizonyítja annak az elvnek gyakorlatát, hogy kerül, amibe kerül, de minden iparinak minősülő ércet le kell termelni. Az utolsó 6-7 évben azonban előtérbe kerültek a gazdasági kérdések is, így megkezdődött a válogatás az ércetek között és a művelési veszteség elérte a 20 százalékot is.

Hasonló képet mutat a gazdaságossági okok miatt leírásra kerülő ércvagyon is, összegében 9 %-a a bányászati igazoltnak (termelés + veszteség + leírás), de itt is érvényes az a megállapítás, hogy a 60-as, 70-es években másképpen lett elbírálva egy ércet, egy lencsecsoport "leírása", mint a 80-as, 90-es években. 1997. január 1-ig tehát a következőképpen áll össze a bányászati igazoltnak készlet a mecseki lelőhelyen:

Termelés	Művelési veszteség	Leírás	Bányászati igazoltnak
20.463,1 Uto	1.691,4 Uto	2.195,9 Uto	24.350,4 Uto

Látható tehát, hogy a lelőhely az "érett férfikor derekán" tart, azaz az ismert ásványvagyon több mint fele a Nyugat-Mecsek mélyében maradt. Érdemes néhány számot összevetni egymással. A kitermelt uránium mintegy 15 százaléka a vegyi feldolgozás folyamán veszteséggé válik. Ugyanakkor perkolációból (heap-leaching), azaz a gyenge minőségű ércekből felhalmozott prizmák többszöri, lassú átmosásából, és víz uránmentesítéséből évente mintegy 10-15 to uránium származik. 1956 és 1996 között a mecseki uránlelőhelyről 21000 to urániumot bocsátottak ki, kezdetben uránérc, 1964 után uránkoncentrátum formájában.

A paksi atomerőmű 4 blokkja, összesen 1840 MWe teljesítménnyel dolgozik. Nem beszélve az első, üzemenyagyal való feltöltésről, az éves fűtőelem pótlás mintegy 400 to urániumot igényel. Ez az egyetlen atomerőmű 45 százalékat képviseli a hazai villamosenergia-termelésnek, 14,0-19,0 TWh mennyiséggel.

A nukleáris eredetű villamos energia költségében az alapanyag -az uránium kitermelése és koncentrártumá történő feldolgozása- mintegy 8-11 százalékot képvisel. Az urániparban dolgozók kíváncsian várják, hogy a drága magyar urán kiváltása után milyen nagyságú árcsökkenést alkalmaz az MVMT?!

Tény és való, hogy a Nyugat-Mecsek mélyében lévő ismert uránium-készlet nemzeti kincs. Az a világszerte eluralkodó pánik, amellyel politikai (Németország, Szlovénia, Csehország, Bulgária), gazdasági (Magyarország), egyéb olcsó beszerzési lehetőség (Franciaország) okokból sorra zárták be a bányákat, hiányt keltett a kínálati oldalon és aggodalmat az igénylő oldalán.

Azok a tapogatózások, melyekkel több ország közép- és hosszútávú szerződésre törekszik 1998 utánra, olyan árakra -tehát elismert költségekre!- szólnak, amelyek tükrében akár át is lehetne értékelni a megmaradó magyar uránvagyon.

Európában gyakorlatilag megszűnik az urántermelés. Jelenleg Spanyolország és Románia termel, Németország a rekultiváció során kötelező uránmentesítésből nyer minimális uránt. Ugyanakkor Oroszország, Ukrajna, Kazahsztán, Üzbegisztán látványosan fejleszti uránbányászátát. Kanada ugyanezt teszi, Ausztrália pedig újrainyit néhány

otthagytott uránlelőhelyet. Ki meri azt állítani, ha ezekből a monopolhelyzetbe került országokból nagy távolságokon és más országokon keresztül kell az uránt szállítani, az továbbra is alacsony áron marad? Az mindenesetre már látszik, hogy a nagyhatalmak nem sietnek katonai készleteik felszámolásával és polgári célú felhasználásra való átadásával.

Változik tehát a világ. Ami ma ezért, vagy azért leértékelődik, holnap már értékessé válhat. Így van ez a magyar uránvagyonnal is.

A földtan, a földtani szakemberek dolga, kötelessége pedig, hogy ezt a jelentős ásványi nyersanyag-készletet, mint nemzeti kincset tartsa nyilván, gondozza és olyan állapotban dokumentálja, hogy az bármelyik pillanatban talán nem is olyan sokára kinyerhető legyen.

Érdt-Krausz Gábor, Harsányi Lajos

A geofizika szerepe a hazai uránbányászatban

Bevezetés

A magyar hasadóanyag-kutatás terepi módszerekkel és külföldi szakemberek bevonásával 1953-ban kezdődött. 1954-ben Kővágószőlős térségében ipari jelentőségű ércdúsulást tártak fel. Megalakult a Pécsi Bauxitbánya Vállalat (későbbiekben Mecseki Ércbányászati Vállalat, MÉV), amelynek alapvető feladata a mecseki uránérc kutatása, feltárása, művelése, dúsítása és értékesítése volt.

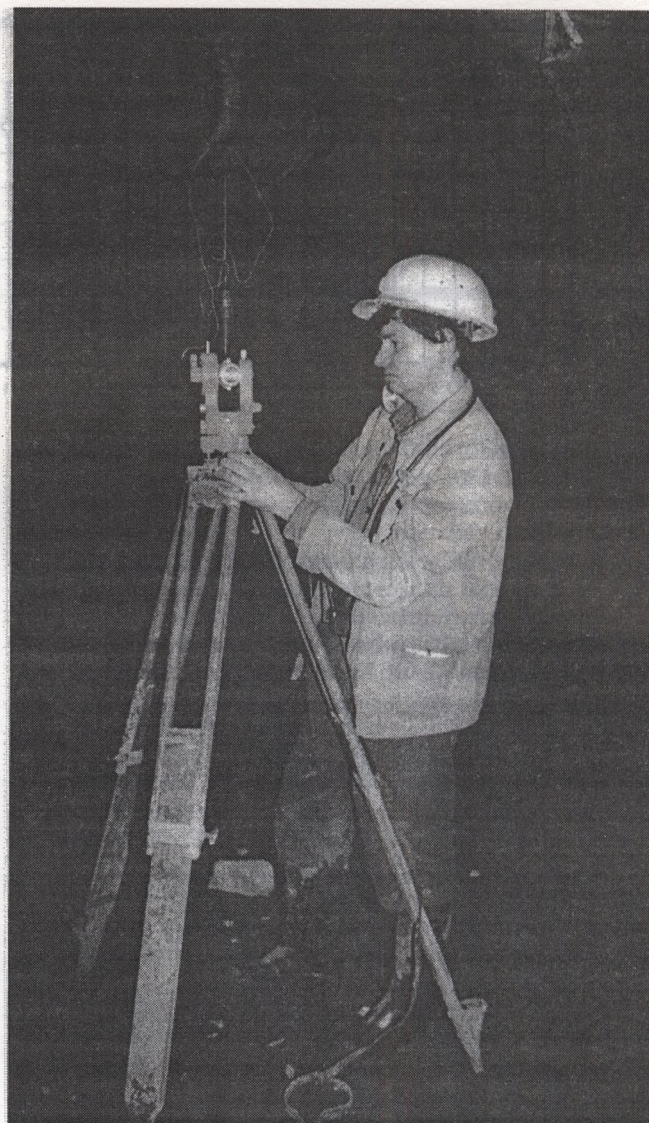
A vállalat a mindenkor rendelkezésre álló legmodernebb módszerekkel és eszközökkel továbbra is folytatta újabb lelőhelyek felderítését, nem vesztve el a reményt felfedezésükre. E reményt mindvégig táplálta újabb és újabb ércnyomok megjelenése, amelyek azonban csak a magyar földtan ismeretanyagát gazdagították.

Amit magyar urángeofizikának hívtak és hívnak az sokmillió tonna kőzet vizsgálatában, ércre, perkolációs anyagra, meddőre stb. bontásában, dúsításában, végeredményében az utódokra hagyott rekultivációs gondokat okozó hányókban és üregekben valamint a jelentős földtani ismeretanyagokban, sok-sok ezer ember tartósan biztos megélhetésében fejeződött ki.

A geofizika szerepe a MÉV termelés-irányításában

A mecseki uránércet a befogadó kőzettől alapvetően egyetlen tulajdonsága különbözteti meg, a fémtartalmával arányos radioaktív sugárzása. Ez az arány azonban a radioaktív egyensúly függvényében eltolódhat. Befolyásolja az aktív bányászati és ércfeldolgozási tevékenység is, ezért szükséges a radiometriai és a vegyi adatok rendszeres egyeztetése, mely a *radiometriai laboratórium* feladatát képezi. Ugyancsak fontos a hitelesítő etalonsorok való értékeinek a szavatolása ahhoz, hogy a fémelszámolás egyértelmű, megbízható és folyamatos legyen.

Az érc által kibocsátott radioaktív sugárzás alfa, béta és gamma komponensei közül a mecseki lelőhelyen a gamma-sugárzás mérésén alapuló módszereket dolgozták ki és alkalmazzák. A gamma-sugárzás intenzitását mérik a feltáró vágatokból mélyített bányafúrásokban, a feltárt, előkészített és művelés alatt álló üregek falán valamint a robbantólyukakban. Az intenzitás-görbékből határozzák meg az *ércesedés vastagságát, minőségét*, amelyek alapján szerkesztik az érceteket és a művelési térképeket, dokumentálják az ércesedés változékonyságát és



Munkában a bányamérő

meghatározzák a művelés irányát. Ezek alapján szolgáltatják a készletszámítás adatait.

A mindennapi radiometria következő fázisa a csillékbe került kőzet minősítése és feldolgozási osztályokba sorolása. Mindez a *radiometriai minősítő állomás* feladata, amelyeknek műszerei ugyancsak a gamma-intenzitást mérik és a bánya egész termelvényét csapatonként, körletenként dokumentálják, alapját képezve az előző fázis adataival egybevetve az érchígulás és egyéb bányatechnológiai paraméterek számításának.

A meddőnek minősített kőzet a hányóra kerül, míg a további feldolgozásra alkalmas urántartalmú kőzeteket az Ércdúsító Üzem területén lévő *gépkocsi minősítő állomásra* szállítják, ahol a mennyiség és a minőség meghatározásán túl feldolgozási csoportonként osztályozzák és irányítják a gépkocsik rakományát. Ugyanitt minősítik a feldolgozóművet elhagyó összes kőzetanyagot is, amelyet urántartalmának megfelelően vagy a meddőhányóra, vagy - a viszonylag alacsony uránkoncentrációjú érceket - a perkolációs dombokra viszik. A perkolációs eljárás során a gyenge minőségű ércekből olcsó, szabadtéri kilúgozási eljárással nyerik ki az uránt.

A radiometriai dúsítóba a magas urán- illetve alacsony meddőtartalmú érc-kategória és a perkolációra kerülő kőzetek közötti minőségű ércek kerülnek. Ezek meddőtartalma *radiometriai osztályozás* eredményeképpen lényegesen csökkenthető. Az osztályozás hatékonyságát rendszeresen az ún. kontraszt-görbék felvételével ellenőrzik, amelyek az osztályozás tervezésének alapjai.



Robbantólyuk fúrása uránérc-lencsében

Az ércdúsító jellemzőit és a bányák adatait a feldolgozási paraméterekkel együtt az ún. **fémmerleg** tartalmazza, amely az összetevékenységek legfőbb tükrö.

Eredeti ismereteink szerint az uránércesedés helyére és kiterjedésére az ún. produktív összleten belül semmi-féle egyéb közettani, fizikai paraméter nem utal. Ez azonban nem zárta ki olyan jellemzők kutatását, amelyek esetleg biztonságosabbá tehetnék az érclencsék felderítését és behatárolását, kisebb ráfordítások mellett. Sajnos ezen kísérleteink kevésbé bizonyultak eredményesnek, nem úgy a kőzetmozgásokkal kapcsolatos vizsgálataink, amelyek a további geofizikai megfigyelő rendszer kialakítását alapozták meg.

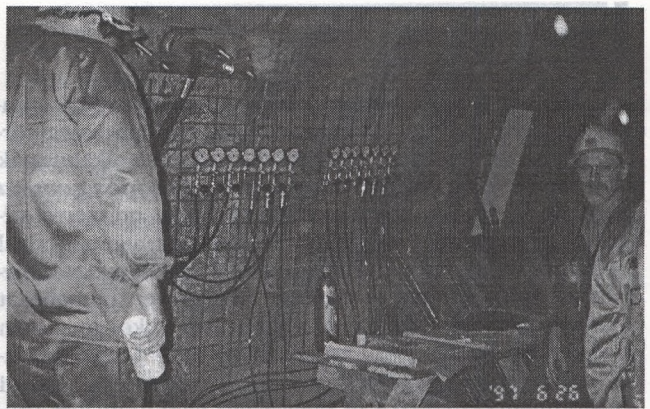
A vállalati termelésirányítás geofizikai eszközeinek és a hasadóanyag kutatás műszereinek biztosítására műszerfejlesztő és -gyártó részleg alakult a vállalatnál. A MÉV-nél gyártott nukleáris műszerek nemcsak a helyi feladatok ellátását biztosították, de bőven jutott belőlük a hazai és külföldi (elsősorban KGST) piacokra, megalapozva az itteni szakembergárda tekintélyét a nukleáris műszergyártás területén. A gyártott berendezések műszaki paramétereinek megadása, ellenőrzése és gyakorlati alkalmazhatóságuk vizsgálata szintén a geofizika feladata volt.

Ugyanakkor az is természetes, hogy az urániparban szerzett tapasztalatainkat más bányáknál is igyekeztünk hasznosítani. Szakembereink sikeres kísérleti méréseket végeztek vasérc-, szinesérc- és szénbányákban, radioaktív izotópok felhasználásával, az uránérc-bányákban alkalmazottakhoz hasonló módszerek kidolgozására. Tapasztalatainkat és eredményeinket külföldi uránbányákban is hasznosították.

Bányageofizika az uránbányászatban

A bányászati geofizika leglényegesebb elemei az uránérc bányászatában az érc helyének, minőségének és egyéb paramétereinek a megállapítása. Ehhez kapcsolódott a későbbiekben ritkuló fúrásos kutatás miatt az ércesedés kiterjeszhetőségének, azonosításának a problémaköre. A bányászat mélyülésével előtérbe került a kőzetmechanikai, kőzetfizikai problémák megoldhatóságának a vizsgálata is.

Bányabeli fúrásokat a bányüzem nyitása után a részletező kutatási fázisban végeznek. A kialakított kutatási rendszer végső célja, hogy a megtalált ércestek minimum 6x6m-es hálóban ismertek legyenek. A **bányabeli karotáznál** döntő többségben felfelé irányuló fúrólukokban természetes gammasugárzás mérést és lyukferdeség mérést vezettek be minden fúrásban. Esetenként kőzetmechanikai célból elektromos karotázst valamint gamma-spektrometriai és szelektív gamma-gamma méréseket végeznek. Az adatokat számítógépes kiértékelés után adatbázisba rendezik, amely alapul szolgál a bányaműveletek tervezéséhez. Az adatbázist állandóan pontosítják az érc leművelése során mért adatokkal. A pontos minőségmeghatározás érdekében a fúrómagokat laboratóriumi vizsgál-



Robbantólyukak geofizikai-radiometriai mérése szondával

latoknak vetik alá: U koncentráció, radioaktív egyensúly, emanációs koeficiens stb. meghatározására. A bányafúrásokból nyert információ alapján megtervezett bányatér-**sége**ekben folyamatosan **fal- és kutatólyuk méréseket** végeznek. Ezzel pontosítják az érc térbeli helyzetét, meghatározzák a minőségét. A kialakult irányítási gyakorlatban **a geofizikai szolgálat** intézkedik a minősített ércet és a mindenkori gazdasági mutatók alapján az érchez jövesztendő meddőkörzet mértékéről. Az ún. tömbfejtések és védőpillérek környezetében kőzetmechanikai célú geoelektromos, szeizmikus, szeizmoakusztikus és ultrahangos méréseket is végeznek. A bányából jelzeten kikerülő minden csille súlyát és gammasugárzását mérik. Számítógépes adatrendszeren keresztül folyamatosan minősítik a termelési tevékenységet és korrigálják a készleteket.

Radiometriai laboratórium

Jelentős szerep jutott a geofizikai-radiometriai feladatok teljesítésében a mecseki uránlelőhelyi kutatások megindulásakor létrehozott, és azóta is az országban egyedülálló **radiometriai laboratóriumnak**. Alapvető tevékenysége elsősorban arra irányult, hogy az in situ végzett radiometrikus meghatározások megbízhatóságát, valamint a minőségmegállapító rendszer zavartalan működését elősegítse. Mindezek érdekében a következő részfeladatokat látta el:

- * A vállalat geofizikai szolgálata által igényelt elemzések, vizsgálatok és kísérletek lefolytatása.
- * Bányüzemek érces, valamint a földtani terepi kutatás anomális mintáiból az uránkoncentráció, radioaktív egyensúly és emanációs koeficiens meghatározása.
- * Újonnan feltárt bányaszintek és ércestek radiológiai jellemzőinek megállapítása.
- * Terepi földtani kutatás kőzetmintáinak analitikai vizsgálata, az U, Ra, Th és K tartalmak megadása, a vízminták U, Ra és Rn koncentrációjának valamint a szükséges izotóparányoknak a meghatározása.
- * Geofizikai szolgálat radiometrikus műszereinek időszakos ellenőrzése, kalibrálása és az átszámítási koeficiens megállapítása.

A laboratórium szakmai területébe tartozó, vállalati célokat szolgáló kutató-fejlesztő munkát is végzett. Ezek főleg vizsgálati módszerek kidolgozását, a meglévők tökéletesítését, egyszerűbb és gyorsabb megoldását ill. újabb paraméterek meghatározását biztosították. Hasonló fejlesztések külső megrendelésre is történtek, amelyek pl.; szenek hamutartalmának meghatározására, nem radioaktív elemtartalmak nukleáris metodikával történő mérésére vagy speciális radiometrikus módszer kidolgozására terjedtek ki.

1953-56 között a hasadóanyag felderítő-kutató munkák kizárólag radiometrikus módszerek alkalmazásával történtek. A radiometrikus felvétel két változatát alkalmazták (kezdetben főleg szovjet szakemberek). Az *autós gamma* felvételt 36 db GM-csövet tartalmazó önirós műszerrel végezték a perspektivikusnak ítélt területeken, a gépkocsival bejárható úthálózat mentén általában 1:25000 méretarányban. Az autós gamma módszerrel kimutatott anomáliákat *gyalogos gamma* felvétellel részletezték ekkor még igen alacsony érzékenységgű (1 imp./nGy/h) UR-4M és PGR típusú műszerekkel. Mindkét esetben közvetlenül a felszíni képződményekben (0,5 m mélységig) lévő urán(Ra), thórium és kálium összgamma-sugárzását regisztrálták, hiszen a módszer csak a felszínre is kijutó anomáliákat mutatta ki. A munkák meggyorsítása érdekében 1956-ban *légtgamma-felvétel* történt az ország területén mintegy 14 200 km²-en, 1 : 25 000 méretarányban. A kimutatott légi anomáliákat autós és gyalogos gamma módszerekkel ellenőrizték, részletezték. Így 1961. végéig gyakorlatilag befejeződött az ország hegyvidéki területeinek terepi gamma módszerekkel történő átvizsgálása.

1965-től lehetővé vált a *légt gamma-spektrometriai felvétel*, amely már külön-külön regisztrálja a felszíni képződmények U (Ra), Th és K tartalmát. 4 év alatt összesen 37000 km² területen végezték el a méréseket 1:25-50 ezres méretarányban. Az alkalmazott berendezés egyúttal lehetővé tette a légimágneses felvételt is. A légi úton kimutatott anomáliákat *terepi gamma-spektrométerekkel* ellenőrizték és a korábbi gyalogos gamma módszernél lényegesen több információt nyújtó *térképjegyzőkönyves* felvételi módszerrel részletezték 1:2000 méretarányban, a MÉV által gyártott, az eddig alkalmazottaknál 150-200-szor érzékenyebb műszerekkel.

A légi anomáliák ellenőrzése és részletezése után az 1970-es évek közepére világossá vált, hogy Magyarországon gyakorlatilag megismerésre került az összes jelentősebb felszínen kimutatható radioaktív anomália, és a további út a külszínen nem jelentkező mélységi anomáliák kutatása lehet. A nagyobb kutatási mélység biztosítása érdekében már 1975-től alkalmazásra kerültek az ún. *nyomdetektoros integrál radonfelvételek*, azonban ennek nem egyértelmű eredményei egy új, komplex kutatási eljárás kidolgozására készítették a vállalat szakembereit. Az urán árának erőteljes csökkenése és a nemzetközi uránbányászati tendenciák változása az 1980-as évektől új geofizikai kutatási módszerek kidolgozását tette szükségessé. Világossá vált, hogy gazdaságos uránbányászat csak az ún. *ISL (in situ leaching)* telepek leművelésével lehetséges, amelynek során az uránt fűrőlyukakon keresztül, vegyi reagensek segítségével termelik. Az ilyen típusú ún: hidrogenetikus uránércesedések előfordulása szempontjából Magyarország hegyvidéket övező medenceterületei perspektivikusak ugyan, de a hagyományos radiometria módszerek nem vezetnek eredményre, mert az ilyen típusú ércesedéseknek még a geokémiai szóródási udvara sem jelenik meg a felszínen.

Fenti lelőhelyek kutatására 1983-tól a MÉV geofizikus szakemberei a világon elsőként kifejlesztették az ún. *komplex mélységi radiometriai kutatómódszert (KMRK)*. Ez a kutatómódszer földtani (fűrőlyuk), geofizikai (karotázs és emanációs), hidrogeológiai és geokémiai kutatási elemeket foglal magában. A *KMRK* fő terepi műveletei a következők:

- * 50-100m-es sekélyfűrőlyukok mélyítése a talajvízszint alá legalább 20-30 m-rel. A fűrőlyuk teljes szelvényrel mélyültek, a furadékat a helyszínen geológus minősíti.
- * A fűrőlyuk komplex karotázs vizsgálata (SP, faj-

lagos ellenállás potenciál és gradiens ellenőrzéssel, természetes gamma és mágneses szuszceptibilitás).

- * A fűrőlyuk kiképzése radiológiai mérőhelyé. Ennek során a fűrőlyuk kitisztítása kompresszorozással és perforált műanyag beléscső (drén-cső) elhelyezése a fűrőlyuk teljes hosszában.
- * Radio-hidrogeológiai mintázás, a redox viszonyok, az oldott U és Ra tartalom meghatározása és teljes vízkémiai elemzés céljából, valamint az uránnal társuló nyomelemek kimutatására.
- * Mélységi emanációs felvétel, azaz a fűrőlyuk radonprofiljának felvétele nyomdetektoros technikával, mind a vízszint feletti, mind az alatti szakaszon. Az ily módon elvégzett emanációs mérések mélységi lehatolása kedvező esetben elérheti a 100 m-es nagyságrendet.
- * Végül a fűrőlyuk eltömődékelése a felszínalatti vízbázis védelme céljából.

1986 - 89 között a Mecsek hegységet övező, neogén üledékekkel feltöltött medence kutatása során mintegy 2500 km² területen kerekén 1000 db KMRK fűrőlyuk 1600m-es négyzethálóban. A kutatások ipari értékű uránfeldúsulás felfedezéséhez vezettek Bátaszék térségében, azonban a részletező kutatásokra az állami kutatásfinanszírozás megvonása után már nem került sor.

Egyéb geofizikai módszerek alkalmazása a MÉV-nél

1954 tavaszán a mecseki lelőhelyen beindult fűrőlyuk kutatási tevékenységgel egyidőben kezdődött meg és épült ki a *karotázs szolgálat*. Kezdetben (1954-59) a mérések csupán természetes gamma pontmérésre (5-10cm-es észlelési közlel) és ferdeségmérésre korlátozódtak, de már e szűk módszerkomplexumnak biztosítania kellett a fűrőlyukkal átharántolt érclelencék térbeli helyzetének, vastagságának, uránkoncentrációjának és egyéb szükséges paramétereinek kellő pontosságú meghatározását, amelyek a készletszámításhoz szükségesek.

A mecseki lelőhely bonyolult geológiai adottságai, az ország egyéb területein folytatott rendszeres uránkutatás, a revíziós és bérmmérések nagy száma valamint a külföldi és hazai karotázs műszerfejlesztések eredményei már 1960-tól lehetővé tették a karotázs komplexum, és így a karotázsmérések alapján nyújtható földtani információ spektrumának jelentős kiszélesítését.

1960-tól a lelőhely fűrőlyukaiban alkalmazott karotázs mérési komplexum: természetes potenciálmérés, látszólagos fajlagos ellenállásmérés (normál és laterál szondákkal), természetes radioaktivitásmérés folyamatos szelvényezéssel (produktív öszletlen belül pontmérés is), lyukbőség szelvényezés, ferdeségmérés, esetenként hőmérséklet és áramlás mérés. Az urán karotázs szolgálat modern műszerezettségének kialakításában és fejlesztésében igen fontos szerepe volt a MÁELGI-nek: szállított egyes karotázs berendezéseket kifejezetten a MÉV megrendelésére, pl:

K-500, K-1500, K-3000, MOLE. Mindez az 1980-as években a felsoroltakon kívül tovább szélesítette karotázs vizsgálati lehetőségeinket: gamma-gamma sűrűség, neutron-gamma, gerjesztett polarizációs, mágneses szuszceptibilitás és akusztikus szelvényezési eljárások. A közvetlen uránkutatási célú fűrőlyuk szelvényezésén és kiértékelésén kívül a MÉV karotázs szolgálata 1990. évi megszűnéséig az ország különböző területein több, mint 2300 db fűrőlyukban végzett revíziós jellegű (a fűrőlyuk természetes gamma szelvényének átvizsgálása hasadóanyag feldúsulási szempontból) mérést ill. bérmmérést (bauxit, színesérc, szén, víz stb).

Ezen kívül más karotázs csoportok által az ország különböző területein szelvényezett közel 12000 db fűrőlyuk MÉV-nek eljuttatott (revíziós) karotázsszelvényét vizsgálta

át és rendszerezte egységes szempontok szerint.

A **geoelektromos kutatási módszerek** alkalmazását önálló szervezeti egységgel a MÉV 1958-ban kezdte meg. 1990-ig az ország különböző vidékein mintegy 80 területre szét kb. 1500 km összhosszúságú szelvény mentén végzett különböző modifikációjú geoelektromos méréseket. A MÉV-nél végzett geoelektromos mérések feladatait általában két nagyobb csoportra lehet osztani: különböző földtani képződmények mélységi kutatása (alaphegység mélységének és közettani összetételének meghatározása), valamint földtani térképezés (felszínközeli, eltérő litológiai összetételű képződmények térképezése, kőzetkontaktusok, vetők, szerkezeti zónák, telérek stb. kutatása).

A mélységi kutatásokat VESz módszerrel végezték AB=4000m terítési távolságig a konkrét földtani viszonyoktól (alaphegység mélység) függően. A földtani térképezések során a horizontális elektromos szelvényezés különböző változatainak széles spektrumát alkalmazták (egyes kétlehatolású szimmetrikus szelvényezés, kombinált és dipól szelvényezés, közbülső gradiens módszere). Ezek a mérések elsősorban a mecseki lelőhelyre és környezetére, a Balatonfelvidékre és Észak-Magyarország hegyvidéki területeire összpontosultak.

A MÉV a saját célú geoelektromos méréseken kívül a 60 -as, 70 -es években nagymennyiségű mérést végzett a Bauxitkutató Vállalat és az Országos Érc- és Ásványbányászati Vállalat megrendelésére különböző nyersanyagok kutatására (pl. Magyaralmás: bauxit, Velencei hg.: színesérc, Cserszegtomaj: festékföld és tűzálló agyag, Székesfehérvár: apfit, Tokaj-hegyalja: kaolin stb.).

A színesérc kutatásánál a már említettekén kívül egyéb geoelektromos módszereket is alkalmaztak: természetes potenciál méréseket, speciális telérkutató módszereket, töltött test módszerét, gerjesztett polarizációs módszert stb.

Módszertani fejlesztés területén a MÉV-nél sokirányú laboratóriumi modellezés történt a geoelektromos mérések bányabeli alkalmazhatóságának tisztázására. Jelentős az itt kidolgozott "geoelektromos szelelés" módszere, amely differenciál módszereken alapul és vastag fedővel borított földtani szerkezetek kimutatását célozza.

1960-1982 között több **földmágneses mérést** is végeztek részben a geoelektromos szelvények mentén, részben önállóan. Egyes jelentősebb mágneses anomáliák a hatószámítások elvégzése után fúrással is megkutatásra kerültek (pl. Helesfa: szerpentinit, Irota: pirrhotin, Gyód: amfiboloit stb.).

Az 1960-as évek elején mindössze néhány évig működött a MÉV-nél önálló **szeizmikus csoport**. Működése alatt a Mecsek térségében, a Balaton-felvidéken és Lovasberény környékén végeztek nem nagy volumenű refrakciós méréseket. A továbbiakban a MÉV a feladataihoz szükséges szeizmikus kutatást a MÁELGI-nél rendelte meg.

A gyakorlati geofizika jelenlegi helyzete

Már 1990-től a Kutató-Mélyfúró Üzem bezárásától, az Ércdúsító Üzem szervezeti átalakításán át a műszergyártás fokozatos megszüntetéséig a fent vázolt tevékenység jelentősen szűkült ill. átalakult. Megszűnt az uránkutatás lelőhelyen kívüli és a lelőhelyen végzett külszíni része.

Gyakorlatilag szintén megszűnt a geofizikai módszerek, módszerek fejlesztése, amely korábban a világszínvonal közelébe tornázta ezt a tudományterületet.

Kényszerűségből jelentős számú kiváló szakember hagyta el úgy a vállalatot, hogy korábbi tevékenységének összegzését, kutatási részeredményeinek kiértékelését nem tudta befejezni. Az uránérc világgiazi árának alakulása és a hazai tökehiányos gazdasági helyzet egyenes következményeképp (többszöri módosítással ugyan) kila-

lakult az urántermelés megszüntetésének menetrendje. Ezen tevékenységre való felkészülés a geofizikus szakemberek számára is új feladatokat teremtett. Szerencsére a geofizika területén sikerült elébe menni a várható problémáknak. Részben a bányászati tevékenységhez kapcsolódó biztonsági feladatok, részben a korábbi környezetvédelmi megfigyelőrendszer kiépítési tapasztalatai révén már 1989-ben kidolgoztunk egy olyan **geofizikai monitoring rendszert**, amely a tényleges bezárást követő fejlesztések után eleget tehet a korábbiakhoz képest lényegesen megszigorodott környezetvédelmi előírásoknak.

Meghatározó volt, hogy ezen a területen még sikerült hasznosítani (a közös munka révén) az urángeofizika létrehozásánál bábáskodó szakemberek tapasztalatait is.

Természetesen a geofizikai monitoring része a több elemből álló hidrogeológiai, kőzetmechanikai és geodéziai megfigyelőrendszernek, amelynek jó néhány komponense (a műszer- és számítástechnika fejlődése miatt) már nem választható szét tudományterületekre. Fejlesztésük, korszerűsítésük és főként értelmezésük közös szakmai feladat a társtudományok szakembereivel. Korábban a bonyolult szervezeti felépítés és döntési mechanizmusok is gátolták a ma már létfontosságú együttműködést.

Először 1983-ban, majd 1989-ben merült fel a hulladéktárolás szempontjából nagy kincset érő Bodai Aleurolit Formáció kutatásának igénye, amely világviszonylatban is egyedülálló képződmény. A különböző buktatókon és finanszírozási problémákon napjainkig átjutva, a nagyaktivitású hulladéktároló potenciális elhelyezési lehetőségének vizsgálati szakaszában a geofizika, ha nem is a kellő hangsúllyal, de jelentős szerepet kapott. A külszíni uránkutatás és a bányászattal kapcsolatos kőzetmechanikai jellegű geofizikai tevékenységek a módszerek olyan tárházat jelentik, amelyek – kiegészülve a nagyon fontos mérés-technikai tapasztalatokkal – felhasználhatók a földtani megismerés, a közettani alkalmasság és a hosszútávú biztonsági követelmények kielégítése szempontjából is. Csak példaként kiragadva az a **geodnamikai monitoring** (szeizmológiai hálózat és mélyszerinti extenzométer), amelyet elsősorban bányabiztonsági feladatok céljából hoztunk létre, most megfelelő fejlesztés esetén, a környezetvédelem és a hulladéktárolás kutatási feladatai számára is alkalmas lehet.

Mindkét új feladatnál nagy értéket jelent a már 1990 óta meglévő és folyamatosan bővülő adatállomány.

A kutatás többi területén az egyik legsikeresebb mérés-technikai elem a **folyamatos adatgyűjtés**, amit először geofizikai mérésekhez kapcsolódóan hoztunk létre (hőmérséklet-, nyomás- és radon-detektálás). Ma már a többi mérőrendszer (hidrogeológiai, kőzetmechanikai stb.) sem nélkülözheti ezt.

A következő, előttünk álló feladatcsoport tulajdonképpen a múltban gyökerezik. Az uránérc kutatása – sajátos hazai előfordulása és a sugárzás fizikai tulajdonságai miatt – sohasem fejeződhet be a akármilyen részletes külszíni kutatással. A kutatás döntő fázisa a földalatti tevékenység során valósult meg.

A bányaműveletekkel feltárt földtani elemek és az ércelőfordulások geofizikai adatai folyamatosan pontosították (olykor teljesen megváltoztatták) a külszínről megkutatott ércföldtani képet. A különböző modellek (hidrogeológiai, tektonikai stb.) megalkotása is csak a részletes, bányaművelés során nyert adatok alapján lehetséges. Mindez azt jelenti, hogy a geofizikai, földtani és egyéb adatok teljes körű, a különböző adatok értékét is megállapító elemzése csak a bányaművelés befejezése után valósítható meg.

Kötelességünk, csupán a társadalom eddig felhasznált milliárdjai miatt is, a hazai uránlelőhely(ek)ről egy komplex **földtani, kutatási zárójelentést** készíteni, amely magába foglalja, elemzett módon, az összes itt megszerzett információt, tapasztalatot. Az említett fokozatos leépítési,

bezárás (I., II. és III. bányüzem) időszakok miatt, a már korábban befejezett tevékenységek összegzése, elemzése sem teljes. Ezen hatalmas munka jó minőségű elvégzése, az utókor számára maradandó formába (számítógépes adatbázisok stb.) öntése többé meg nem ismételt feladat. Célja a még föld mélyében rejlő ásványkincs esetleges későbbi gazdaságos kinyerésének biztosítása, a térség egyéb ipari hasznosítási feltételeinek megteremtése. Ez nem csupán a szakemberek, hanem a régió és az ország gazdasági érdeke is. Ugyanakkor alapja bármely hatékony környezetvédelmi tevékenységnek is.

A jövő feladatai: rekultiváció, környezeti monitoring, földalatti tárolóterületek kutatása

Az az ipari tevékenység, amely több mint 16 millió m³ kőzet kibányászása révén több mint 20000 tonna uránfém-tartalmú koncentrátum létrehozását eredményezte, nyilván nem járhatott környezeti következmények nélkül. A környezeti hatások pontos feltérképezése, nyomon követése és az ennek alapján végrehajtott rekultiváció az összes érintett szakember közös feladata. Szerencsére ezt munkát nem most kell kezdeni, hiszen a már kialakított monitoring és a közelmúlt radiometriai felmérései szolgáltatnak kiinduló adatbázist, amelyet csak néhány területen kell pontosítani. A geofizikus szakemberek, felkészülve a jövő feladataira, módszereket fejlesztettek ki a radiometriai környezetvizsgálatok szinte minden területén. A zagytároló és a perkolációs terek környezeti hatásainak vizsgálatát nagyban elősegíti a mérnökgeofizikai szondázás célszerű adaptálása és módszertanának továbbfejlesztése. Ez példa volt arra is, hogy szükség esetén új módszerek bevezetésével sem szabad késlekednünk. A radiometriai laboratórium műszerparkjának tervezett megújítása után, a bőséges szakmai tapasztalatok birtokában világszínvonalon képes ellátni ezt a feladatot.

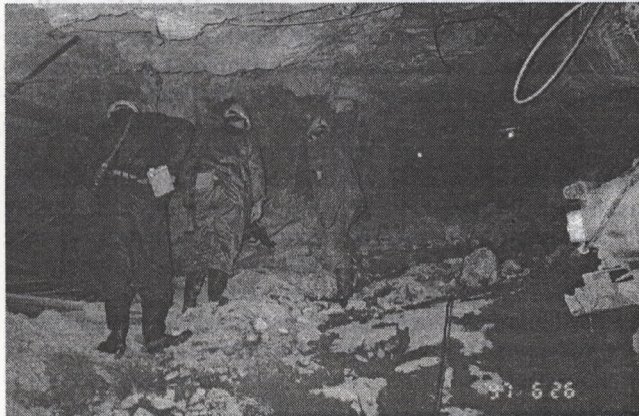
A bányabezárás koncepciótervben körvonalazott **környezetvédelmi monitoring** szerves egységben tartalmazza a radiometriai, hidrológiai, geodéziai, kőzetmechanikai és a geodinamikai megfigyelőrendszereket.

A régió érdeke, hogy ezek mindegyike korszerű műszerparkkal, kiváló szoftverekkel és lehetőleg nemzetközi kapcsolatrendszerrel rendelkezzen.

Mivel a jól képzett és nagy tapasztalatokkal rendelkező szakemberekből álló csapat adott, nem engedhető meg, hogy műszereink esetleges korszerűtlensége miatt kiszoruljunk erről a területről. Természetesen nagyon szoros együttműködés szükséges a hazai és nemzetközi obszervatóriumi hálózattal, hiszen a kölcsönös adatcsere közös érdek.

A környezetvédelem és a rekultiváció nem öncélú, önmagát igazoló tevékenység. A Nyugat-Mecsek hazánk egyik legjobban megkutatott, megismert földtani régiója.

Komoly nemzeti kincset jelent ez az ismeretanyag, mert az ipari felhasználás számos területén kínál lehetőséget: a már említett hulladéktárolás, egyéb tárolási fel-



adatok stb. A jól végrehajtott rekultiváció megnyitja az utat ezen tevékenységek előtt és lehetőséget teremt a meglévő infrastruktúra egyéb hasznosítására is. Nem lényegtelen, hogy egy ilyen jelentős tevékenységet végző szakemberekből álló (a megfelelő színvonalú műszerpark birtokában) piacépítő csapat legyen, hasonló környezeti tevékenység elvégzésére is: kis és közepes aktivitású hulladéktároló kutatása, szennyeződések felderítése, mozgásveszélyes, bányakáros területek vizsgálata, ipari tevékenységek szennyezés vizsgálata stb. A feladatokat számbavéve bízunk abban, hogy geofizikus szakembereink a **megújulás** motorjaként tovább öregbíti a hajdani urángeofizikusok által kivívott szakmai hírnevet.

Baranyi István, Berta Zsolt, Szabó János, Vados István, Várhegyi András

A hazai uránkutatással kapcsolatos hidrogeológiai vizsgálatok

A vízföldtani környezet kutatása

A Mecsek hegység vízföldtani viszonyainak vizsgálata tudományos szinten Böckh János 1876-ban kiadott munkájával: "Pécs város környékének földtani és vízi viszonyai" kezdődik. Ez a kétségtelenül alapvető mű azonban a hidrogeológiai kérdéseket elsősorban a vízbeszerzés szempontjából vizsgálta, de nem teljes körűen, hanem elsősorban a Tetteye karsztforrásra és a déli lejtő régióit használó kisebb hasadékok, karszt-, és átbukó forrásaira vonatkozóan.

Ezt követte Vadász Elemér monográfiája "A Mecsek-hegység" 1935-ben. A hidrogeológiai kérdések közül Ő is a Tetteye forrást vizsgálta. A későbbiek folyamán is elsősorban a valóban nagy jelentőségű Ny-mecseki karszttal és a karsztvízzel foglalkozik a geomorfológus dr. Szabó Pál Zoltán 1950-1960 között. A Mecsek, elsősorban nyugati részének komplex, minden területre és képződményre kiterjedő hidrogeológiai vizsgálata a hazai uránkutatással és bányászattal kapcsolatosan jött létre. Ez tulajdonképpen két fő ágra bontható:

- * Radiohidrogeológiai kutatás,
- * Általános hidrogeológiai kutatás

A kezdet 1954 - 1956

1954 november - 1955 szeptembere között Baranyin Sz. A. szovjet hidrológus, magyar közreműködéssel a mecseki antiklinális területén Cserkút, Kővágószőlős körzetében 60db forrást vizsgál meg. Eredményeiről katasztert és térképeket készít. A szokványos hidrogeológiai jellemzők mellett vizsgálta a fakadó vizek radioaktív elem-tartalmát is. Ez az időszak nevezhető a magyar radiohidrogeológiai és a mecseki lelőhely hidrogeológiai kutatás első lépcsőjének.

Az 1954 nyarán kivitelezett I. üzemi kutató aknából és a bakonyai (későbbben II. üzemnek nevezett) I. sz. táróból már feljegyzések és dokumentációk olvashatók az észlelt hidrogeológiai, jelenségekről, vízhozamokról. 1955-56 folyamán indult meg a terepi megfigyelő (monitoring) rendszer kialakítása, amelyben források, ásott kutak, vízfolyások kijelölt pontjai szerepelnek. A rendszeres észlelés kiterjed a vízhozamra, vízszintre, és a vízminőségre. 1955. július 1-jén létrejön a Pécsi Bauxitbánya Vállalat (fedőnév!), ezen belül 1956-ban a Fúrású üzem Csath Béla vezetésével. Eközben az ismert magyar geológus dr. Wein

György megírta "A Mecsek hegység hidrogeológiája" c. szakcikkét (Földrajzi Értesítő 1. évf. 1952. 2. Füzet), majd kimondottan az uránkutatás és bányászat céljaira és felhasználására "Pécs környékének hidrogeológiája" c. munkáját, mely első és alapvető megállapításokat közöl a perm homokkő ill. a nyugat-mecseki antiklinális felszín alatti vizeiről, a déli előtér pannon rétegvizeiről, elválasztja egymástól a Tertyogói és a Pellérdi részmedencét is.

Munkája alapján indult meg később a Pécsi Vízmű fejlesztése, a Pellérdi vízműterület beindítása. Elsőként említi a déli előtér veszélyeztetettségét ill. érzékenységet a vízminőség romlására vonatkozóan. Már bizonyos kutatási és bányászati vizsgálati eredmények birtokában 1964-ben Német László írja meg a bányászat színterét és szempontjait figyelembe vevő cikkét: "A mecseki perm antiklinális repedésvizei" címmel (Hidrologiai Közöny 1964. 8. sz.).

A hősor 1956-1980

Az 1956-os forradalom alatt rengeteg változás történik, sajnos sok eredeti dokumentáció el is veszt.

1957-ben megalakul a Kutatási Üzem dr. Barabás Andor vezetésével és egy külön Mélyfúró Üzem. A Kutatási Üzem egyesíti a geológus, geofizikus, geodéta szakembereket és ide tartozik természetesen a hidrogeológia is.

Kialakítanak 8 kutatócsoportot, ebből 5 területi elv szerint egyesíti a különböző szakembereket ill. módszereket. A VI. csoport a hidrogeológiai, ez végzi szakmai munkáját minden csoport kutatási területén és a lelőhelyen is. A vidéki munkák radiohidrogeológiai jellegűek. Kijelölt területeken meglevő, esetleg kisebb számban a kutatás során lemélyített fúrásokból, fúrt kutakból vesznek vízmintákat és vizsgálják radiológiai paramétereit. Ez kiterjed a víz U term., Ra²²⁶, Rn vizsgálatokra.

Az elemzések, zömét helyben mérik ill. határozzák meg kémiai és radiometriai módszerekkel. A vidéki radiohidrogeológiai kutatások időpontjai és helyszínei tükrözik a földtani kutatást is. A VI. csoporthoz ekkor még a lelőhelyi feladatok is hozzá tartoznak. A csoport vezetője Németh László, akit a MÁFI-tól helyeztek át népgazdasági érdekből. Előzőleg részt vett a Schmidt Eligius Róbert által szerkesztett "Magyarország vízföldtani atlasza" készítésében. A munkák földtani irányításában még 1957-ből részt vesz Elsholtz László geológus, aki az ország több területén vezet a geológiai, geokémiai, hidrogeológiai munkákat.

1964-től megszűnik a "klasszikus" csoportbeosztás, a lelőhelyi hidrogeológiai ezután az ahhoz az újjalakult IV. sz. lelőhelyi kutatócsoporthoz tartozik, melynek vezetője Szederkényi Tibor lett.

A radiohidrogeológiai vizsgálatok az alábbi helyeken történnek:

- 1957 Bakony, Balatonfelvidék
- 1958 Hévízi medence, Bakony, Zempléni hg. déli része (Tolcsva)
- 1959 Soproni és Velencei hg.
- 1959 - 60 Mecsek nyugati területe
- 1960 Kőszegi hg.
- 1960 - 62 Zempléni hg. északi része
- 1961 Fazekasboda - mórágyl rög
- 1964 Ajka, Halimba, Városlód (részben bányabeli revíztó)
- 1966 Balatonfelvidék - Káli medence
- 1968 - 70 Velencei hg. környéki tőzegmedencék, kutató-fúrások
- 1976 - 79 Upponyi hg., Darnó vonal (Elsholtz L.)
- 1974 - 78 Bükk (Elsholtz L.)
- 1966 - 71 között országos program indul, "Vízadó mélyfúrási kutak országos radiohidrogeológiai felvétele" címmel, a MÁFI kútnyilvántartása alapján
- 1969 - 71 A Körösök törmelékűpja fúrásainak vízmintavétele
- 1978 - 80 Dny.-Dunántúl, Kisalföld Duna-Tisza köze déli része, Békés, Szolnok, Heves megye egyes fúrásainak vízmintavétele
- 1971 - 80 Dk.- Dunántúl egyes területek fúrásai

1980 után a külső hidrogeológiai munkák esetlegessé válnak és azt általában a lelőhelyi hidrogeológia szakemberei végzik el.

Térjünk vissza a lelőhelyre ill. Pontosabban a Ny-Mecsekre és környezetére. A lelőhelyi hidrogeológia az általános, a bányá-, és a fúrás, valamint a (mai szóhasználat) környezet-hidrogeológiai munkákat végzi. 1957-től az abban az évben beindult I. és II. sz. bányauzemből már rendszeresen mért, regisztrált vízmennyiségi és vízminőségi adatok ismertek. 1958-ban ide érkezik Plotnyikov N. I. szovjet hidrogeológus professzor, hogy véleményezze a Pécsi medence pannon üledékeire elgondolt zagytározó tervét. Szakértői jelentésében felhívja a figyelmet ennek veszélyeire, illetve az I. bányauzem és a Tertyogói medence esetleges, összefüggéseinek kölcsönös egymásra hatásának lehetőségére. Később 1962-ben ismét visszatér és újra valóban értékes tanácsokat ad, megállapításokat tesz.

Még 1958-ban szintén a zagytározó tervezéséhez előzetes tanulmányt rendelnek meg a budapesti Földmérő és Talajvizsgáló vállalatától, mely hat kötetes jelentésében komplett és komplex képet rajzol a feladatuknak megfelelően elsősorban a déli előtérrel. "A Pécsi medence víz-háztartása" c. tanulmány 1960-ban készült el.

Tulajdonképpen 1957-ben indul egy területi ellenőrző tevékenység, melynek során a Mecsek északi peremétől a Drávaig tartó terület nagy kutatóforrásait a fontosabb felszíni vízfolyások kijelölt pontjait, ezek mentén néhány ástott kutat, a Pécsi Vízmű pellérdi és tertyogói vízműkútjait rendszeresen, negyedévenként vizsgálja, elsősorban radioaktív elemtartalmukat, újabban főbb kémiai paramétereit is. Ez a klasszikusan, és korát messze megelőzve valóban környezetvédelmi program ma is él, éspedig ugyanazon szakember, Lendvai László hidrogeológus technikus által.

A 60-as években a lelőhelyi fúrások kutatás nagymértékben megerősödik. Szinte hihetetlen, de azóta csaknem valamennyi fúrás mélyítéskori, hidrogeológailag értékelhető jelenségét dokumentáltuk, a befejezőkor pedig-általában kanalizással és visszatöltődés mérésel-hidrogeológiai vizsgálatokat végzünk. A fúrások jelentős része hidrogeológiai megfigyelő pontként fennmarad. A bányászat fejlődésével (I., II., III. üzem) megnovekszik a bányahidrogeológiai, szolgálat szerepe. Kezdetől fogva tevékenyen részt vesz a munkákban Rónaki László, a bányahidrogeológiában segítségül van Ádám Imre hidrogeológus technikusok. 1960-tól Matvejeva Tamara szovjet hidrológusmérnök is bekapcsolódik a munkába, ő elsősorban a bányászat depressziós hatásait vizsgálja 1985-ig, nyugdíjazásáig.

1961-ben a Kutatási és a Mélyfúró üzemet összevonják, ez koncentrálja a szakmai erőket. A fúrások kutatás egyre inkább északabbra torlódik a mai IV-V. üzem területére. A fúrások egyre mélyebbek és kisebb sűrűségűek. Hidrogeológiai szempontból igen lényeges, hogy a kezdőpontok már a Ny-Mecsek északi lejtőjére, később a középső-triász mészkő karsztos területére esnek. Ez egy sor környezet (vízvédelmi) szempontot is felvet, hiszen a hegység peremi karsztforrások (Abaliget, Orfű) vizét kommunális célokra igénybe veszik. A bányászkodás észak felé és egyre mélyebbre hatol. Az 1000m-es mélységet megközelítő vagy meghaladó aknáknak már építéskor is jelentkeznek hidrogeológiai problémák. A IV. üzemi szállítóaknában 1965-66-ban bekövetkezett tektonikus zónából származó vízbetörés (max. 2m³/min), pontosabban a mintegy 250m hosszúságú vizes szakasz ráirányítja a figyelmet a hidrogeológiai fontosságára és a szakmai kérdések előzetes megoldásának szükségességére. Ezután már minden akna mélyítése előtt készül egy hidrogeológailag, geológailag és közetmechanikailag részletesen vizsgált aknatengety fúrás. Ezért is történik meg, hogy mivel az V. üzemi légakna eredetileg kijelölt helyét a vizsgálatok nem tartják

alkalmasnak, a tervet módosítva egy új aknatengelyfúrás után mélyül a javasolt, új, mai helyén. Ekkor (1967-ben) kerül az I. bányauzemből a hidrogeológiai csoportba Koch László geológus, aki 1976-tól 1994-évig nyugdíjazásáig a hidrogeológiai csoport vezetője.

Még 1959-ben, amikor az Északi táró elindul, a fölötté levő ásott kutak elapadnak. Ezért a község az uránbányától vezetékes ivóvízellátást kap.

Később, 1968-ban már igen nagy nyilvánosságot (újság, TV) kap a cserkúti kutak vízszintsüllyedése és kiapadása. A Keleti táróból indított mélyebbszínti fejtésrendszerrel való kapcsolat hidrogeológiai módszerrel kimutatható volt, így a község szintén vezetékes vízellátásban részesült.

Az északi szárnyon problémát jelent a karsztos összlet azért is, mert tulajdonképpen ugyan a perm-triász homokkőves-rétegvizes összlettől vastag vízzáró képződményekkel el van zárva, de mégis csak a bányászat fedője.

Meg kell tehát azt is vizsgálni, hogy mélyen a karsztvízszint alatt működő bányászatot nem fenyegeti-e karsztvízbetörés, különösen mivel a perm kőzetekben létrejött depresszió miatt, a természetestől eltérően negatív hidraulikus gradiens alakul ki. Megjegyezzük, hogy az ÁBBSz karsztvízbetörés kérdésében meglehetősen a Középdunántúli Középhegység bauxit és barnakőszénbányászat viszonyaihoz kötődik, elsősorban a medenceperemi tektonikákhoz és a feküoldalhoz köti a veszélyességét.

A felszíni térképezés és a geomorfológiai felvétel mellett az évek során létrejött egy a karsztot vizsgáló sekélyebb fúrások és belőlük kiképzett karsztvízmegfigyelő fúrások hálózata. Ez azt igazolja, hogy nincs regionális karsztvízátáramlás a perm homokkő összlet vizébe. Ennek csak lokális lehetősége van meg nagyobb szerkezeti zónák mentén. Erre valószínűleg a IV. üzemi szállítóakna mélyítés közbeni vízbetörései és kimagaslóan magas vízhozamai utalnak.

1972-ban az I. üzemben a művelés befejeződik. Már előzetesen részletes vizsgálat alá kerül a további folyamatos szivattyúzás, az (akkor) +62 m-es max. üzemi vízszintet tartó depressziós állapot fenntartásának szükségességét. A Bányaműszaki Felügyelőség ezt meghatározatlan ideig el is rendeli a tortyogói vízműkutak védelme érdekében. Az üregekben felhalmozódó víz ugyanis veszélyt jelenthet a déli előtér pannon rétegvizeinek minőségére. Mindez lehetővé teszi azt is, hogy a depressziós tölcseről északra kialakítsák a 2. sz. perkolációs rendszert, ahol a felhalmozott gyenge ércből szódás áztatással az urántartalmat kinyerik. Az itt esetlegesen bekövetkező szennyeződés mozgása mindenképpen a depressziós tölcser felé irányul. Hasonló a helyzet a III. üzemi meddőhányóval is. E területen a évek során igen sűrű hidrogeológiai megfigyelő hálózat alakul ki, ennek működtetése ma is tevékenységünk egyik fő köre.

1974-ben egy országos program keretében a csoport részt vesz Baranya megye vízföldtani térképének elkészítésében. Ez természetes is, hiszen a nyugat-mecseki hidrogeológiai adatok döntő többségét a MÉV kutatási eredményei biztosítják. A megyében másutt is igen sok szerkezetkutató fúrás mélyül, ezek adatai is jól használhatók (pl. Turony, Csarnóta, Máriagyűd, Diósvizlő, Máriakéménd, Somberek, stb.) alaphegység (medencealjzat), szerkezeti, prognózis térképek szerkesztésében és értékelésben.

A Kutató Mélyfúró Üzem kezdettől fogva, de eleinte csak alkalmasszerűen foglalkozik kútfúrással is. 1980-ban kezdődött egy öt éves állami program a "Közegészségügyileg veszélyeztetett települések vízellátása fúrt kúttal" címmel. Ebben az üzem és természetesen a hidrogeológiai csoport is tevékenyen részt vesz. Működése folyamán egyébként az üzem bér munkaként 1989-ig 159 db fúrt kutat mélyített. Itt említjük meg, hogy a fúrások

kutatás során több helyen tártunk fel hévizet, melyeket részben hasznosítanak (Szigetvár, Magyarhertelend, Újpetre), másutt kész kutak állnak bezárva (Ellend, Mágocs, Himesháza), végül pedig néhány kutatófúrás megvan ugyan, de pénzre és átépítésére, kiképzésre vár (Bóly).

A befejezés 1980 - 1997

A hidrogeológiai csoport tevékenysége a 80-as évektől egyre inkább a környezet (felszín alatti vízvédelem) felé fordul. A MÉV a 60-as években a tortyogói kutakból átvett vízmennyiség pótlására a pellérdi medencében több kutat fúrt a város vízellátása érdekében. A bányavállalat által felhasznált nagy mennyiségű ivóvíz ára a 70-80-as években már igen jelentős. Ennek elkerülése érdekében lépések történnek saját vízkészleteinek felhasználására. Elsőként a szórta fakadó, de az Északi tárón át koncentráltan kiemelt bányavíz (2500-3000m³/nap), illetve az I. üzemből környezetvédelmi okokból folyamatosan kiemelt és tisztított víz (1800-2200m³/nap) kerül felhasználásra ipari vízként a bányauzemekben és az ércdúsítás technológiájában.

Megindul azonban a lehetőségek feltárása a bányauzemekben fakasztható tiszta víz irányába is. Erre leginkább a III., IV., V. üzemekben van mód.

A tevékenység arra irányul, hogy egy zárt, visszaforgatásos ipari vízgazdálkodási rendszer alakuljon ki. Ebben fontos feladatot kap a hidrogeológia. A vízminőség vizsgálata, a vízhozamok mérése, a vízmérleg készítése tartozik a csoporthoz. Sajnálatos, de persze tény, hogy a visszaforgatás azért nem jelent teljesen zárt kört, mert a mindenkor fakadó víz mennyisége valahol kilép a rendszerből. Ez a pont a két zagytározó, ahol, mint a vízgazdálkodási végponton a víz eltávozik (elpárolog, vagy elszivárog). Ez utóbbi jelentős környezetkárosodást, a felszín alatti vizek elszennyeződését okozza.

A zagytározók hatásának kérdése a 80-as évek második felében kerül a hidrogeológiai vizsgálati körbe. Addig is történtek vizsgálatok a hidrogeológiai alapok figyelembevétele nélkül, bár rendszeresen, de csak vízkémiai paraméterek nyilvántartásával folynak. Az eredmények feldolgozása azonban csak egy alkalommal készül el, holott a rendszeres értékelés vezethetne az idő- és térbeli törvényszerűségek felismerésére. 1989-től végre e téma is a hidrogeológia kezébe kerül. A feldolgozások során felismerjük az elkülönülő talaj-, és több rétegvízrendszert, melynek elszennyeződése nagyságban, térben és időben meglehetősen eltérő. Természetesen a talajvíz károsodása a nagyobb mértékű és területű, időben is gyorsabb mint a rétegvizeké. A zagytározók okozta elszennyeződés elsősorban nem a radioaktív, hanem a normál főelemekre terjed ki.

Ugyancsak a 80-as évekre tehető egy világszerte új uránkinyerési módszer, illetve az erre alkalmas típusú ércek kutatása. Ez a fiatal porózus üledékekben lekötött, esetenként kisebb tömegű és gyengébb minőségű un. hidrogenetikus ércesedés. E típusú ércek in situ fúrólyukakon keresztül kitermelhetők. Egyes fúrólyukba beadott (általában savas) oldószer, más fúrásokból kiemelt magas urántartalmú oldat a termelés két végpontja. A kiszivattyúzott vízből a fémurán kinyerhető. Nyilvánvaló, hogy ebben a módszerben a földtani felépítésnek és főleg a rétegsor hidrogeológiai tulajdonságainak kiemelt jelentősége van. A rétegek vízvezető- és tárolóképessége alapvetően befolyásolja az urán kioldás és kinyerés lehetőségeit, mennyiségi paramétereit és gazdaságosságát.

A Mecsek nyugati előterében levő Dinnyebérből, miocén agyagos, homoklisztes, gyenge vízáteresztőképességű kőzetekben a 80-as évek elején sikerült kimutatni egy kisebb hidrogenetikus érclencsét. Ennek in situ kinyerésére kísérleti termelést végeztünk. Az uránbányászat befejezését szolgáló határozatok után a kísérletet be kellett

fejezni. Mindenesetre a felszámolás jelentős környezetvédelmi kérdéseket vetett fel és a helyreállítás nagy pénzügyi ráfordításokat igényelt.

Még 1987 - 89 között gyakorlatilag az egész Mecsek fiatal, porózus üledékeiből felépített előterét 800x800m-es hálózattal fedjük. A fúrásokban földtani karotázs, radiológiai, hidrogeológiai kutatásnak (KMRK) elnevezett módszer világszínvonalú, biztató eredményeket is produkál elsősorban a kelet-mecseki gránit és a perm homokkövek korelációs üledékeiben, de a tevékenység az uránbányászat befejezésére hozott kormányhatározat után megszűnik.

A 90-es években a hidrogeológiai csoport munkája három kérdés körül összpontosul:

- * Környezetvédelem, elsősorban a zagytározók, meddőhányók, a perkoláció és a bányavizek káros hatásait tekintve
- * Radioaktív hulladékok eltemetése
- * Bányabezárás és rekultiváció.

Összefoglalóként megállapíthatjuk, hogy a Ny-Mecsekben működő hidrogeológiai csoport alapvetően a lelőhely hidrogeológiai viszonyainak megismerését tűzte ki célul.

E végből tevékenysége és jelentései az alábbi főbb szakmai szempontok szerint csoportosíthatók:

- * A lelőhely általános hidrogeológiai viszonyainak megismerése:

- kutatófúrások vizsgálata
- vízszínhálózat észlelései
- depressziós állapot vizsgálata
- hidrogeológiai térképezés

- * Bányahidrogeológiai vizsgálatok:

- fakadó és kiemelt vizek mennyiségi adatai
- fakadó és kiemelt vizek minőségi vizsgálata
- bányatervezés, vízhozam előrejelzés
- bányabezárás hidrogeológiai feladatai
- bányavíz (karsztvízbetörés veszély) védelem
- ipari vízgazdálkodás
- bányakárok (vízelvonás)

- * Környezetvédelmi (1980-as évektől) feladatok, hatásvizsgálatok:

- bányák és egyéb létesítmények víznek hatása
- felszíni vízfolyások a Mecsek északi peremétől a Dráváig
- ázott kutak vizsgálata (településeken)
- fúrt kutak vizsgálata
- a zagytározók hatása a felszín alatti vizekre
- a perkolációk hatásait a vizekre
- a meddőhányók hatásait a vizekre
- üzemi folyamatos depresszió tartás vizsgálata
- az észak-mecseki karszt védelme
- a déli előtér rétegvizetnek védelme

- * Bányabezárás és rekultiváció:

- alapadatok és értékelések
- koncepcionális kérdések
- műszaki tervek

Mint látható a hidrogeológiai csoport munkája komplex, szerteágazó, a szakma rendkívül sok kérdésére terjed ki.

Végül meg kell említeni, hogy a hidrogeológiai csoport dolgozói mindig aktívan részt vettek a MTE SZ és más tagegyesületek (Magyarhoni Földtani Társulat, Magyar Hidrológiai Társaság, Magyar Karszt és Barlangkutató Társaság).

Emellett részt vállaltak városi és megyei szervek által létrehozott szakmai bizottságok munkájában. Részt vettünk a Pécsi Akadémiai Bizottság szakközvettségének tevékenységében.

Külön kiemelendőnek tartom a földtani természetvédelem területén végzett munkát: Jakabhegy, Havihegy, Tettye, Kálváriadomb, Szársomlyó, valamint a Pécsi Bányászati Múzeum tervező és kivitelezői munkában való részvételt (Koch László). A mecseki karszt- és barlangkutatásban kiemelkedő tevékenységet végzett és ma is dolgozik Rónaki László.

Általános és eredeti (természetes, primer, bányászat előtti) vízföldtani állapot

Felszíni vizek

A Mecsek, ezen belül a tárgyalat Ny-Mecsek földtani és geomorfológiai értelemben szigetehegység, amely meghatározza a legfontosabb vízföldtani paramétereket, elsősorban a felszínalatti vízmozgásra vonatkozóan.

A Nyugat-Mecseken keresztül kelet-nyugat irányú fő vízváltató vonal húzódik végig. Ezt figyelembe véve a felszíni vízfolyások elnyúltan sugárirányúak. Déli irányban folynak a szempontunkból legfontosabbak: Zsid, Kajdács, Bicsérdi patakok. Az északi oldalon a legjelentősebbek a nyugat felé irányuló Sás és Nyáras patakok, észak felé tartanak a Körtvélyesi és a Szuadó patakok. A fentiek közül az utolsó kettő a Kapos, a többi a Dráva vízgyűjtőjéhez tartozik. Közvetlen befogadók a déli oldalon a Pécsi víz, nyugaton - délnyugaton a Bükkösi patakon keresztül a Fekete víz.

A rétegsor hidrogeológiai értékelése

A Nyugat-Mecseket felépítő földtani rétegsor határai egyben vízföldtani határok is, de általában több, földtanilag elkülönített képződménycsoport alkot egy vízföldtani egységet. A perm Bodai Aleurolit vízzáró. Felszínközeli mállási zónájában talajvizet tárol. Mélységben csak egyes szerkezeti zónáknak van csekély víztartó és vízvezetőképessége. A felszínközeli zóna és a mélyégi tektonikus zónák szivárgási tényezője $K = n \cdot 10^{-4}$ m/h, az ép kőzetek gyakorlatilag kifejezhetetlen, $K < n \cdot 10^{-10}$ m/h.

A perm Bodai Aleurolittól a középsőtriász (régebben szeizi) aleurolit közötti tarka, szürke, szürkészöld és vörös homokkőes rétegcsoport mintegy 1500-1600m vastagságú. Magában foglalja a bányászat által érintett fehérszürke, zöld produktív és fedővörös képződményeket és a közismert alsótriász főkonglomerátumot, felső részén a jakabhegyi vörös homokkőes összletet is. Vízvezető és tározóképessége a repedezettségtől (másodlagos porozitás) függ. Ez a legerősebb a felszínközeli aprózódási mélységben és a tektonikus elemek zúzott zónájában.

A regionális repedezettség ugyan a kőzetminőségtől és a tektonikai igénybevétel mértékétől változó, de a teljes rétegcsoportot összefüggő perm-triász repedészvezes összletnek nevezzük. Szivárgási tényezője a főkonglomerátum alatt $K = n \cdot 10^{-10}$ m/h, a jakabhegyi homokkőben $K = n \cdot 10^{-10}$ m/h, a felszínközeli és tektonikus zónákban egy nagyságrenddel nagyobb.

Az összlet felső 100-150m-es szakasza átmeneti réteges-repedészvezes képződmény, mert az alján elhelyezkedő 10-30m vastagságú, regionálisan nyomozható vízzáró aleurolitréteg elzárja az alatta levő összlettől. Ez az ún. "tavi fácies". Fölötte az aleurolitrétegek gyakoriak, bár rétegtanilag nem mindig kitartók. Az átmeneti összlet vize a tavi fácies vastagságánál nagyobb elvetésű szerkezeti elemek mentén tarthat kapcsolatot a perm-triász összefüggő repedészvezes összlettel. Ennek hiányában esetenként elkülönült vízrendszerként viselkedik.

Az erre települő középsőtriász vörösbarna aleurolit, bányászati szempontból vízzáró, a felszínhez közeli aprózódási zónában talajvíztároló. Vastagsága 100-150m szivárgási tényezője $K = n \cdot 10^{-6} - 10^{-7}$ m/h, teljesen ép állapotban azonban gyakorlatilag nulla.

A következő összlet a középsőtriász (régebben alsókampili) gipszes-anhidrites dolomitmárga. Vízzáró. Vastagsága 150-200m. A kisebb tektonikák az összlet plasztikussága miatt benne elhálnak, illetve az anhidrit gipsszé alakulásával a repedezettség elzáródik. Felső zónájában a település által létrehozott vízmozgás irányítottság miatt esetenként gipszkarsztosodás jöhet létre. Ép állapotban

tökéletesen vízzáró, nincs víztartalma, felszínközeli aprózódási ill. a tektonikus zónákban, gipszkarsztban szivárgási tényezője $K = n \cdot 10^1 - 10^0$ m/h. A rátelepülő középsőtíriász (régebben felsőkampili) lemezes mészkő 100m vastagságú. Egyes rétegeit vékony agyagrétegekcskék választják el egymástól. Ezért az egyes rétegek repedésvizeit csak a harántoló tektonikák kötik össze egymással. Meghatározása: réteges repedésvíz. A fentiek miatt nem karsztosodik. Szivárgási tényezője $K = n \cdot 10^1 - 10^0$ m/h zúzott zónákban $K = n \cdot 10^0$ m/h. Az összlet a rétegzettségére merőlegesen gyakorlatilag vízzáró.

A középsőtíriász (anizuszi emeletbeni) mészkő és dolomitösszlet rétegtani vastagsága 700-800m karsztosodásra hajlamos, különösen vastagpados mészköves tömegei. A karsztosodás kapcsolatot mutat a harántoló tektonikus zónák irányával. A jelenkori karsztosodás mértéke a fedőüledék vastagságától is függ. Jelentős tömegű karsztvizet tartalmaz. A kőzet ép állapotban vízzáró, de a repedezettség mentén kialakult karsztosodás miatt szivárgási tényezője $K = n \cdot 10^1 - n \cdot 10^0$ m/h, tehát rendkívüli mértékben változó. A barlangokban turbulens vízáramlás van, 1000 m/nap nagyságrendű sebességgel.

A déli előtér pannon törmelékeny összlet pórúsvizet tartalmaz, mely a vízzáró agyag, aleurolit közötti homokos, kavicsos rétegekhez kötődik. Tipikus rétegvizes összlet. A vízzáró képződmények szivárgási tényezője $K = n \cdot 10^1 - 10^0$ m/h, a víztartóké $K = n \cdot 10^1 - n \cdot 10^0$ m/h.

Az északi előtér üledékei zömében a miocénba tartoznak, ezek alapvetően inkább vízzárók vagy kevés vizet tározók.

A regionális hidrogeológiai kép

A kelet-nyugat irányú ferde tengelyű antiklinális lepusztulásának következtében a különböző földtani képződmények, és a fentebb vázolt vízrendszerek nyugat felé nyitott ovális elrendeződést mutatnak.

A lelőhely nyugati területén viszonylag kis foltokban található a felszínen a vízzáró Bodai Aleurolit, mely a felszínhez közeli zónában talajvizet tárol.

Ezt öleli körül a perm-triász repedésvizes összlet, keleti irányban mintegy 7-7,5km, a felszínen északra 3, délre 2 km szélességben. Ez a víztípus a Nyugat-Mecsek teljes középső részét magában foglalja. Ide tartozik a Jakabhegy és a nyugat-mecseki települések területe. A déli oldalon az összletet a hegységperemi szerkezeti rendszer elvágta, és az a mélységbe zökkent az előtér medencealjzatát képezve. A felszínközeli aprózódási zóna talajvize a repedéshálózat ritkulásával lefelé fokozatosan megy át a mélységi repedésvízbe. A szerkezeti zónák által megnövelt víztartalom és vízvezetőképesség főleg a déli peremen, kisebb mértékben a lelőhelyet DNy - ÉK irányában átszelő szerkezeti rendszer mellett észlelhető. A talajvizes és tektonikus zónákban viszonylag nagy a víztartalom, gyors a vízmozgás, ez az intenzív vízcsere színtere, szemben a mélyebb, alig mozgó, szivárgó, csaknem pangó, lényegesen kisebb mennyiségű, de nagyobb térfogatú tározókban levő víztömeggel.

A perm-triász repedésvizes összlet a dőlésszögnek és iránynak megfelelően mélyen alányúlik a fedő vízzáró képződmények alá, és ahol már fedik a vízzáró képződmények, onnan már a fekvő vízzáró Bodai Aleurolit miatt egy nagy vastagságú, nyomás alá kerülő repedéses-rétegvizes összletként fogható fel. Ez a nagymélységű kapcsolat tisztánlátása céljából fontos.

A vízzáró középsőtíriász aleurolitos és gipszes - anhidrites márgaösszlet nyugat felé nyitott ovális ívbén fogják körül a repedésvizes összletet. Felszíni előfordulásuk 1000-1500m széles. A délnyugati oldalon szerkezeti okok miatt az összlet nincs a felszínen. Más irányokban 20-25°-os dőléssel fedi a perm-triász összletet és választja el a rá-

települő karbonátos képződmények vizeitől. Hasonló elrendeződésű, de mindössze 250 - 300m széles sávot alkot a felszínen a középsőtíriász lemezes repedésvizes összlet.

A lelőhely északi szárnyán és kelet felé már nagyobb távolságban a legfontosabb felszíni hidrogeológiai egységet a középsőtíriász, karsztvizet tartalmazó mészkő és dolomitösszlet alkotja. Ide tartozik a Jakabhegy északi lejtőjének középvonalától Orfú-Abaligetig tartó terület illetve keleten a Misina-Tubes vonulata.

A Nyugat-Mecsektől északra elterülő, zömében miocén üledékekkel feltöltött rétegvizes, de vízben szegény medence található. Az alaphegységtől, elválasztó határvonal szerkezeti eredetű, de nem egyenes vonalú, több medenceüledékkel kitöltött öblözet belenyúlik a fő hegység-tömegbe (Abaligeti és Orfú medence), illetve a medencealjzatot képező karsztos anizuszi mészkő tektonikus rögei sasbércszerűen kiemelkednek a miocén üledékekből (Abaliget: Kőhegy, Orfú: Kalaphegy). A hideg és meleg karsztvizet a medencealjzatot elérő kutakból hasznosítják: Orfú, Abaliget, Magyarhertelend, Sikonda.

A déli oldalon a 200 - 300m-t is meghaladó vastagságú pannon üledékekkel kitöltött Pécsi medence már éles és egységes tektonikus rendszerrel határolódik el a hegység fő tömegétől. A rétegvizes rendszer Pécs vízellátásában fontos szerepet játszik. Mintegy 90 működő kút a felső pannonból 20 -25000 m³/nap vizet szolgáltat. A medence nyugat felé nyitott, délre a kristályos Görccsönyi hátság zárja el. Középső részén, éppen a MÉV I. zagytározója alatt egy a felszínt mindössze 40-50m-re megközelítő kristályos rög található, amely két, a vízművesítésben élesen elkülönítő területre, a Pellérdi és a Tortyogói medencére osztja.

A geomorfológia hatása a vízföldtani képre

A vízföldtani képre jelentős hatást gyakorol a geomorfológiai helyzet. A Nyugat-Mecsek tulajdonképpen egy asszimmetrikusan megbillent miocén tönkfelszín, melynek déli oldala meredek és önmagában egy, az eróziós hatásokkal felszabdalt szerkezeti zóna, mely mentén a Mecsek kiemelkedett. Az északi hosszabb és lankásabb lejtő maga a tönkfelszín. A Pannon tengerből kiemelkedő szigetszerű ősi Mecseket a tengeri hullámverés támadta, és több, különösen a déli oldalon szembetűnő abráziós terraszt formált ki. Ezek mélyen benyúlnak a lelőhely középső részébe (Cserkút, Golgota - Tótvár - Bakonya).

Az abráziós terraszokat a déli oldalon az általános lejtésiránynak megfelelően ún. konzekvens völgyek szabdalják szét, melyek zöme tektonikus preformáltságú (Zsid, Kajdác, Bicsérdi patak). Az északi és a keleti területen a környezeténél puhább középsőtíriász aleurolitba a szelektív denudáció következtében szintén mély völgyeket vágta a patakok (Sás, Égervölgyi, Magyarürögi patak). A karsztba erős tektonikus preformáltsággal vágódott be a Nyáras, Körtvélyes és a Szuadó patak.

A vízdomborzat

A perm-triász repedésvizes összlet felszínalatti vízének domborzata az általános vízföldtani törvénynek megfelelően lesimitottan, kiegyenlített, de követi a felszíni alakzatot. Ez esetünkben egy centrális maximális magasságot jelent a Jakabhegy körzetében, ahol a vízszint abszolút magassága a +550m-t is meghaladta, innen a kelet-nyugat irányban megnyúlt vízdombtól tulajdonképpen sugaras irányban csökkenő magasságot ért el. A déli hegységperemen a perm - triász repedésvizes szintje mindössze +160 - +170m volt, ill. helyenként ma is ennyi. Az alacsonyabb térszíneken a repedésvizes szintje beleesett a felszínközeli aprózódási zóna talajvizes rendszerébe, és megközelítette a 2-5m mélységet is. A magasabb területek (pl. Jakabhegy) felszínhez közeli víztömegei nem a nagy

rendszerbe tartoznak hanem inkább a Jakabhegyi Homokkő felső részében, a "tavi fácies" fölött gyakori aleurolit-retegek által visszatartott "lebegő talajvizek". Az elfogadható eredeti repedésvíz szint itt 40-60m mélységben volt. A fentieknek megfelelően a regionális vízmozgás ez összletben sugárirányú, bár ettől helyileg nagyon sok esetben van eltérés.

A réteges repedésvíz felszínalatti domborzata a keskeny előfordulási sáv miatt csak fúrásokban volt észlelhető, +280 - +300m fölötti magassága meghaladta a karsztvizet. A vízmozgás a dőlésnek megfelelően északi ill. Keleti.

A nyugat-mecseki karsztvíz a lelőhelyi területen a hegység északi lejtőjén +260-+280m magasságban indult és innen egyenletesen lejt északi irányban a hegységperemi források (Orfú - Abaliget) kilépési szintjéig (+220-+230m). A Misina-Tubes vonulat karsztvize a Tettye forrás vízgyűjtőjéhez tartozik. A vízmozgás az első területen északi, a Tettye vízgyűjtőjén délkeleti irányú.

Hidrodinamikai viszonyok

A perm-triász repedésvíz szintje nagyjából, a Nyugat-Mecsek középső és déli részén nyílttükrű, a felszín felől nem védett és nincs nyomás alatt. Ez az utánpótlódás területe. Északi és keleti irányban azonban az összlet az egyébként a dőlésviszonyoknak és a domborzatnak megfelelően alacsonyabb helyzetű vízzáró fedőrétegsor alá kerül, így vize leszorított tükrűvé, nyomásalattivá (piezometrikussá) válik. Az északi szárnyon a kutatófúrások mindig a fedőközet fekszfintjénél magasabb szintű, tehát nyomásalatti vizet tártak föl, sőt a kedvező morfológiai helyzetből, a völgyekből kiindulók kifolyó, pozitív vizet produkáltak. Ez egyben a középsőtriász aleurolit és gipszes összletének vízzáróságát is igazolja. Ilyen terület a Sás, Nyáras, Magyarürögi, Szentkúti völgy, Abaliget.

A perm-alsótriász repedésvizes és a középsőtriász karbonátos összletek között vastag vízzáró képződmény települt.

A középsőtriász lemezke mészkő az anizuszi mészkő alatt hasonló képet produkál. Az anizuszi karsztos mészkő összlet ugyanis egy kevésbé karsztosodó, tehát vízrekesztő határdolomittal és egy márgás zónával indul. Ez biztosítja a réteges repedésvíz elkülönülését a karsztvíztől. Egyébként a réteges repedésvíz szintje általában néhány méterrel magasabb a karsztvíznél, amely szintén a fentieket bizonyítja. A karsztvíz a nyugati Mecsek nagy részén fedetlen. Az V. üzem és Abaliget körzetében van kisebb területén 50-200m vastag miocén fedőüledék, amely egyébként egy nagyobb üledékfelépítés eróziótól megkímélt maradéka. A karsztvíz tehát általában nyílttükrű. A terület zöme lefolyástalan, a ráhulló csapadékot a felszíni karsztos formák (víznyelők, dolinák) elnyelik, és az állandóan vízzel kitöltött üregrendszerű karsztos tömegekbe vezetik. E helyen a karsztvíz nincs nyomás alatt. Az északi peremeken azonban a karsztvíz jelentős része a lezökken, medencelajzati mészkőtömegbe áramlik át és itt nyomásalattivá válik. Mélyebb helyzetben a karsztvíz hévízzé melegszik fel (Sikonda, Magyarhertelend).

A déli előtér pannon rétegvizei utánpótlásukat jelentős részben a perm - triász repedésvízből kapják (kapták). Az utánpótlási terület magasabb hidrosztatikai nyomásánál fogva, a pannon rétegvizek nyomásalattiak, sőt pozitívak voltak. Erre utal a névadó, egykor nagy hozamú, ma már kiapadt Tortyogó forrás, mely ezen összletből származott, és az első tortyogói és pellérdi kutak pozitív, kifolyó vize. Mára ez a helyzet a vízműkutak szivattyúzása következtében kialakult depresszió miatt megszűnt.

A hegységbelseji és a medencékbeni alluviális talajvizek természetüknél fogva nyílt víztükrűek, nem nyomásalattiak. A felszíni vízfolyásokkal közvetlen kapcsolat

latot tartanak. A déli előtérben szintjük ma magasabb, mint a pannon rétegvizeké. Ez a Pellérd-tortyogói vízműkutak depressziójának kialakulása előtt még fordítva volt.

A felszín alatti vizek kilépése a felszínre, a források

A perm-triász repedésvizes területen a déli irányítottágú lejtőkön a tektonikus preformátságú mélyre bevágódó völgyekben igen sok hasadékforrás fakadt, amelyek létrejöttében azonban az egyes rétegek különböző vízáteresztő képessége, adott esetben torlaszoló hatása is szerepet játszott: György kút, Sepse kút, Szerkő forrás, Cserkút forrás. Sok esetben a völgytalpi alluviális források is áttételeseken így kapták vizüket (Cserkút, Kőbánya völgy forrása), másutt tisztán alluviális, törmelékforrás is létrejött, mint például az északi szárnyon a Bögrés kút. A Jakabhegy északi lejtőjén a perm-triász összlet felső, átmeneti zónájának vízzáró aleurolit rétegei fölött felfogott csapadékvizek általános időszakos, vagy igen erősen ingadozó hozamú forrásokat hoztak létre. A vízzáró középsőtriász rétegek déli határvonalánál a feltorlaszoló hatás miatt gyakoriak az átbukó rétegforrások: Pipás, Pali, Petőc forrás, Pálos kút.

A vízzáró középsőtriász képződmények a felszínközeli aprózódási zónában csak talajvizet tartalmaznak, amely a mélységbe leszivárogni nem tud, de minden kis torlaszoló hatás vagy orográfiai változás, ill. tektonika esetén forrásként a felszínre bukik. A vízzáró képződmények felszíni elterjedési területein ezért a leggyakoribbak a források. Ilyen terület a Magyarürögi és a Szentkúti, a Sás patak déli mellékvölgyeinek forrásai, valamint a Gégen, Remete, Tixi, Szuadó forrás.

A lemezke mészkő repedésvize csak néhány mély völgytalpon jut ki a felszínre, ilyen a Bagoly és a Laci forrás, Szentkút, Kismélyvölgyi források. Átbukó jellegűek a Sás völgy északi oldalának kisebb forrásai: Órás forrás, Fúrós kút.

A középsőtriász mészkő vize elsősorban a hegységperemi nagy hozamú karsztforrásokon keresztül jut a felszínre, részben a miocén üledékek torlaszoló hatására, amely tektonikus helyzetéből ered. E nagy hozamú karsztforrások részben az országos jelentőségű, kiemelt üdülőkörzet idegenforgalmi objektumait táplálják (Abaligeti cseppkőbarlang, Orfú tórendszer - Vízfő forrás), részben vízellátásra hasznosítottak: Abaliget - Kisaplika forrás, Komló - Kőlyuk, Pécs - Tettye forrás.

Az északi szegély miocén üledékes medencében sok kis rétegforrás ismert. A déli pannon medencéről már volt szó, de itt még megemlítendő a Bicsérdi patak mentén ma is vizet adó rétegforrás. A hegység belsejében sok völgyben fakadnak az alluviumból kisebb törmelék-források (Zsid patak, Sás patak, Bicsérdi patak, Töttösi patak oldalvölgyei). A felsorolt források nem képeznek teljeséget, inkább csak példák.

A víztípusok közötti kommunikáció

A perm-triász repedésvíz a karsztvizes összlettel el van különítve. Mélységi kapcsolatait erősen korlátozza, sőt valószínűleg lehetlenné teszi, hogy az összekötő tektonikus zúzott zónák a gipszes összletben már ismertetett módon elzáródnak. Felszín alatti kapcsolat csak a repedésvizes összlet felől a vízzáró összlet felszínközeli aprózódási zónáján át lehetséges, ha ezt a morfológiai viszonyok lehetővé teszik. Ezek szerint ez csak a Jakabhegyről észak felé kiindulva történhet meg, nyugat felé már nem, mert ott a köztes, mélyen bevágódott Magyarürögi völgy, illetve a Misina - Tubes magas helyzete ezt kizárja. A felszínen azonban más a helyzet. A Jakabhegy felől a felszínre jutó átbukó források vize ugyanis összegeződve a homokkőfelszínről a karsztra

átfolyó felszíni vízfolyásokkal ill. összegyűlő csapadék-vízzel már eljuthat a karsztra, elsősorban a völgyekbe, ahol a völgytalpakon levő víznyelők a vizet elnyelik és a karsztba vezetik. Rónaki L. vizsgálatai szerint az Orfűi Vízfő forrás 15,3km² vízgyűjtő területéből mintegy 24%, az Abaligeti barlang 6,4km²-éből 42% nem karsztos, zömében a perm-triász törmelékes, repedésvízes összlet felszínéről jut be a karsztba.

A másik kommunikációs lehetőség a perm-triász repedésvizek és a pannon rétegvizek ill. a rátelepülő talajvizek között áll fenn. A déli lejtőn ugyanezen irányban áramló talajvíz jellegű repedésvizek szintje az aprózódási zónába esik. Mivel pedig a perm-triász homokkövekre felfekvő pannon üledékek a peremi sávban nagyon gyakran durva törmelékesek, tehát jó vízvezetők, az átáramlás természetes állapotban akadálytalanul megtörténhet. Az előzőkhöz hasonló a helyzet a felszíni vizekkel, mert a hegységből eredő patakok vízének jelentős része, kis hozam esetén teljes mennyisége a peremi sávban beszívárog és a talaj ill. a pannon rétegvizeket táplálja.

A medence belsejében is ismerünk olyan, főleg kis esésű szakaszokat ahol ugyanez megtörténik (Bicsérdi patak, Kajdács patak, Zóki csatorna).

A különböző víztípusok természetes vízminősége

A természetes állapotra vonatkozóan felszíni és felszínközeli természetes vagy antropogén létesítményekből származó vízminták adnak felvilágosítást (források, ásott kutak).

A perm-triász repedéses talajvíz kémiaiailag a kalcium-magnézium-hidrokarbonátos típusba tartozik.

Keménysége általában magas 20-25nk°, össz. oldottanyag tartalma az intenzív vízmozgás, vízcserre következtében alacsony, 300-400mg/l. Radioaktív elem tartalma változó, általában U term.=1-5µg/l. Ez a magyarországi 1-2µg/l-t általánosságban alig haladja meg, de mindenesetre anomális. Az oxidált vörös homokkőből származó vízminták oldott urántartalma igen alacsony 1µg/l körüli, ez a geokémiai állapotnak felel meg. Ezzel szemben a magas szórt urántartalmú fekuszürkébe mélyített kutak v. onnan származó források vize 5-10µg/l U term. értékű.

A produktív összlet felszíni kibúvási zónájában az esetlegesen érces zónából származó vizek 90-100µg/l U term.-et is tartalmazhat, amiből egyébként a felszínközeli oxidációs zóna kialakulása is igazolható, mert az eredeti állapotban levő érceket átjáró víznek ennél lényegesen magasabb oldott urántartalma van, mint ezt később a bányabeli vizsgálatok is megmutatták.

A fenti értékek messze az ivóvízre megengedett vagy ajánlott határok alatt maradnak. A vizek oldott rádium-tartalma mindenütt alacsony 0, 1-2,0*10⁻⁴ Bq/ml. A lemezemeszű vízminősége a karsztvizekéhez hasonló.

A karsztvíz magas keménységű, 20-35nk°, 500-600mg/l össz. oldottanyag-tartalmú, kalcium-magnézium-hidrokarbonátos típusú, oldott U term. tartalma 1-2µg/l, Ra tartalma 1*10⁻⁴ Bq/ml alatti.

A déli előtér pannon rétegvizeinek keménysége 15-25nk°, össz. oldottanyag-tartalma 400-700mg/l, kalcium-magnézium-hidrokarbonát típusú, helyenként magasabb, 100mg/l-t megközelítő, vagy azt kissé meghaladó szulfát-tartalommal. Oldott természetes U term. Tartalma 1-5g/l, a pannonba áthalmazott permi fekuszürke vagy érces anyagból származóan. Ez tehát bizonyos mértékig természetes anomália. Az oldott Ra tartalom 0,2-2*10⁻⁴ Bq/ml.

Az eredeti, bányászat előtti monitoring rendszer

A kezdeti adatok az 1950-es évek közepéről, végéről származnak, és jelentős részben uránkutatói, radiohidrológiai feladatuk volt.

Emellett a komplex adatfelvétel miatt a Nyugat-Mecsek általános hidrogeológiai viszonyainak jobb megismerésére is alkalmasak voltak.

A vizsgált objektumok egy része természetes volt: források, felszíni vízfolyások. Jelentős részük, a lakótelepülésekhez kötötten, tehát foltszerűen sok és sűrű adattal más célra, leginkább egyedi vízellátásra készített műtárgyak, ásott és kismélységű fűrt kutak voltak.

A természetes állapotot jól megközelítik a bányászatiilag még igénybe nem vett területeken lemélyített kutató fúrásokban végzett hidrogeológiai vizsgálatok, mérések. Ezek a kutatás első területéről, Bakonya - Kővágószőlős környékéről fokozatosan terjedtek észak és kelet felé Abaliget-Orfűig ill. a Misina-Tubes vonulatig. Így pl.; az eredeti állapotot tükröző vízdomborzati térkép nem egyidejű vízszint adatok alapján készült, hanem a fokozatosan terjeszkedő kutatás első mérési eredményeiből. Hasonló a helyzet az első bányászati létesítményeknél is.

A Nyugat-Mecsek általános hidrogeológiai viszonyainak megismerése ma már lehetőséget ad bizonyos visszakovertetésekre is az eredeti állapotra vonatkozóan.

A bányászat által okozott vízföldtani változások (Szekunder állapot)

Az uránércbányászat kapcsolata a földtani, szerkezeti viszonyokkal

A bányászati tevékenység számos vízföldtani paraméterben mélyreható változásokat okozott, melyek a területi, regionális vízföldtani képből is jelentős eltéréseket hoztak létre az eredeti állapothoz képest.

A vízföldtani viszonyok változása a földtani helyzettel és a feltárási rendszerrel szoros kapcsolatban álló bányászat geometriájától függ.

Az I. bányauzem az antiklinális déli szárnyán helyezkedik el (1., 2.sz. ábra), egy +170m magasságból induló 120m mély a produktív összletet is harántoló aknával.

Két vakaknával és több léggurítóval jutott le a -202m mélységben kiképzett 15. szintig.

A III. üzem az antiklinális északi szárnyán helyezkedik el. A +219 m magasságból indított, a produktívot harántoló vágatból, az Északi tőről indított 2 vakaknával érték el a produktív mélyebb tömegeit. A szinten befejezett II. bányauzem a III. üzem csapásmenti nyugati folytatása.

A IV. bányauzem a III. üzemtől északra, dőlésmenti folytatásként nagy mélységben helyezkedik el.

Az V. Bányauzem a IV. üzemtől nyugatra csapásirányban, a II. üzemtől dőlésben északra és lefelé helyezkedik el. A IV. és V. üzem üreghálózata sok vágattal és fejtéssel össze van kötve, egységként kezelhető. Tervek szerint 1997. dec. 31-ig üzemel.

Az Északi tőro vagy a belőlük kiinduló alapvágatok +220-+237m-es szintek között összekapcsolják a II. üzemet (ereszkével), a IV. szállító és légaknára, az V. szállítóaknára rályukasztanak. E szinten megvan a kapcsolat a III. üzemmel is, mert a vakaknák és a siklók innen indulnak ki.

A tőro a vállalat földalatti szállításának fő útvonala, Kővágószőlősnél (III.üzem) ér a felszínre. Az I. és a III. üzem nem függ össze, mert köztes területen az antiklinális tengelyében az ércesedés gyenge, emellett Cserkút léte megnehezítette volna az alatta folyó bányászatot.

Az I., II., III. üzem a nyílttűkrű perm-triász repedésvízes területen helyezkedik el. A IV.-V. üzem északi pereme már átnyúlik a vízzáró magasfedő alá, sőt a karsztvízes összletet is megközelíti. A perm-triász repedésvízes összlet vastagsága azonban itt 500-600m a produktív fölött, s a karsztól pedig teljesen elkülöníti a 350m vastag vízzáró összletet.

A bányavízkiemelés vízföldtani hatásainak megértéséhez az alábbi fakadó vízhozam adatokat ismertetjük:

- I.üzemből+65m-es üzemi vízszinten kiemelt víz (1995) 2400 m³/nap
- a bányabezárás előtt kiemelt 1800-2100 m³/nap

Az I. Üzem mai nagyobb vízhozama azzal magyarázható, hogy pillanatnyilag az S-2, S-3, S-4, és Pk-4 fúrásokon keresztül a bányáüregekbe jelentős mennyiségű bányavíz ill. meddőhányó alól fakadó vizet vezetnek be.

- a II.-III.-IV.-V. üzemből együtt kiemelt víz (1994 előtt) 2500-3000m³/nap

Ez időben a II. üzem ugyan bezárt, de működése alattval azonos fakadó vízmennyiség az V. üzembe leveztésre került. A III. üzem ekkor még működött.

- jelenleg a II.-IV.-V. üzemből kiemelt víz 1600 m³/nap
- a III. üzem társzint fölött fakadó és gravitációsan kifolyó víz 500-600m³/nap
- a III. üzem mélysztínein fakadó víz saját üreghálózatát tölti fel, (szivattyúzás megszűnt) 900 m³/nap

A vízhozamok különbségét a feltárt 1km²-es területre eső fajlagos fakadó vízhozam is mutatja:

I. üzem	II. üzem	III. üzem	IV. üzem
m ³ /nap/km ²	m ³ /nap/km ²	m ³ /nap/km ²	m ³ /nap/km ²
1052	234	123	147

Az I. üzemi fajlagos vízhozam kiugró értékét nem csak a domborzati, bányászati, vízföldtani okokra visszavezethető nagyobb beszivárgás, hanem a déli szerkezeti rendszer közelsége is okozza, melynek következtében az I. üzem kőzetanyagának töredezettsége és vízadóképessége más, mint a többi üzemeké.

A bányászati tevékenység vízföldtani jellemzése

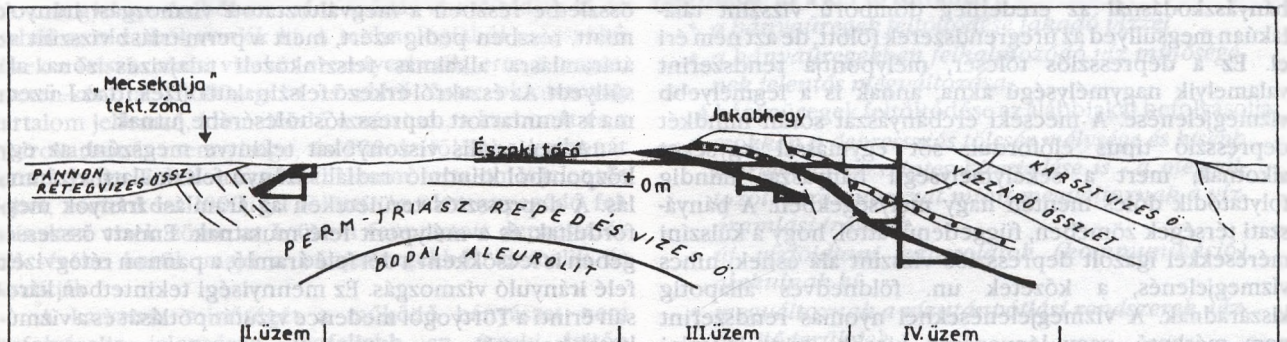
A mecseki uránércbányászat a magyarországi harmadkori kőszén és a bauxitbányászathoz viszonyítva vízben szegénynek minősíthető. Annak ellenére, hogy az északi szárny peremén az uránérc-bányászat a karsztvízszint alatt folyik, mivel a karsztos képződményektől vastag vízzáró réteg zárja el, nem minősíthető karsztvízveszélyesnek. A fentiek miatt nem állt fenn vízbetörésvészély, s az itt mért maximális, egy helyen (a IV. ü. szállítóaknájában) észlelt 2m³/min hozam másutt megszokott, nem különleges érték.

A bányában fakadó vizek a kőzetek repedezettségéhez kötődnek, amelyek vagy egy tektonikus elem zúzott zónája, vagy egy környezeténél kőzetmechanikai okok miatt jobban töredezett réteghez, kőzettömeghez kapcsolódnak. A fakadó vizek általában gyenge vízfolyással, csöpögéssel, vízszivárgással voltak jellemezhetők. Jelentősebb hozamú lehetett (10-20 l/p) egy-egy tektonikus zónát harántoló bányafúrás. A vágatokban és fejtésekben általában nem egy koncentrált helyen, hanem nagyobb felületeken (hosszabb vágatszakasokban, nagyobb fejtésekben) jelentkezett a víz. A bányában fakadó vizek hozama



1.sz. ábra
A Mecseki ércbányászat környezet-földtani helyzete, földtani térképvázlat

minden esetben hosszabb, rövidebb idő alatt lecsökken vagy teljesen megszűnt, ami a tározórendszer leürülésére és korlátozott utánpótlódására utal. Ugyanez észlelhető nagy méretekben is. Miután a bányászati tevékenység az 1950-es évek végén 1960-as évek elején megkezdődött, a kiemelt fakadó víz hozama ezzel párhuzamosan növekedett 1965-ig, majd ezután 3000 m³/nap körül ingadozott, kvázi stabilizálódott, és ez független volt attól, hogy az évente kitermelt kőzettömeg még 1977-ig nőtt, illetve a feltárt terület egészen napjainkig egyre nagyobb lett. Így tehát a bányászati tevékenység és a fakadó vízhozam 1965



2.sz. ábra
A Mecseki ércbányászat környezet-földtani helyzete ÉD irányú földtani szelvényvázlata (A-B)

után egyensúlyi helyzetet vett fel. Hasonló helyzet alakult ki az antiklinális déli szárnyán elhelyezkedő I. üzemből, de itt az általános repedezettség ill. a kőzetek víztartalmának magasabb értéke miatt lényegesen kisebb feltárt területről fakadt 1800-2100 m³/nap vízmennyiség. A különbséghez az is hozzájárult, hogy az északi bányüzemek közül a II.-III. üzem részben (a mélyszintek) és a IV.-V. üzem teljes egésze a nagymélységű, alig repedezett, lassú vízmozgású és vízcserejű, alacsony víztartalmú zónába esett, szemben az I. üzem szerkezetileg igen erősen igénybevett, töredezett területével. Vizsgálataink szerint a magasabb vízhozamú időszakok mindig valamilyen akna mélyítésének idejére estek, mint pl. 1965 körül a IV. üzem, 1975 után az V. üzem szállítóaknája mélyült, s mindkettőben a felső egyharmadban tektonikus eredetű (viszonylagosan) magas hozamú vízbetörések voltak. Ez egyébként természetes, mert egy rétegsort harántoló akna tulajdonképpen mélyfuratú kútként működik, melynek készítése során sokkal nagyobb a valószínűsége és lehetősége a nagy hozamú víz megjelenésének, mint a vízszintes vágatok, vagy a nagy horizontális kiterjedésű, ugyanazon rétegben kihajtott fejtések esetében.

Mindez azt jelenti, hogy aknamélyítés nélkül a fakadó víz hozama meglehetősen stabil, és a befejezés után feltelés (részleteiről később) során egyenletes, pontosabban egyenletesen csökkenő vízhozáfolyás várható.

A bányavízkiemelés hatását

A mélybányászat során fakadó vizet a földalatti tevékenység végzése érdekében természetesen ki kell emelni.

Az északi bányüzemek közül a már bezárt II. és a zárás előtt álló IV. - V. üzem fakadó vizei a IV. üzem szállítóaknán kerültek és kerülnek ma is kiemelésre. A víz az ún. Északi tárón vezetve jut a felszínre, 1995-ben mért átlagos mennyisége 1500 m³/nap. A még működő III. bányüzem átlagos vízhozama régebben szintén ekörül mozgott. Ez a 3000 m³/nap körüli kiemelt vízmennyiség jelentős változásokat okozott a vízföldtani környezetben. 1995 óta a III. üzem bezárása után, a III. üzemi vízkiemelés megszűnt, a mélyszintek azelőtt kiszivattyúzott vize az üregrendszer feltöltésére fordítódik. Az Északi tárón gravitációs kifelé magasabb szinti fakadó bányavíz mennyisége már kevesebb, de ez erősen függ a csapadéktól. Mennyisége 500-800 m³/nap. A ma felszínre jutó összesen 2000-2300 m³/nap vízmennyiség a stabilizálódott helyzet miatt a régebben kialakult vízföldtani állapotot fenn tudja tartani.

A vízkiemelés a vízföldtani törvényszerűségeknek megfelelően mindig és mindenütt az eredeti vízdomborzat megváltozásához vezet a bányászati üregrendszer fölött. A vízszint ilyen esetben mindig lesüllyed, ez a jelenség a depresszió. Kisebb bányászati mélység esetében a vízszint az üregrendszereket is eléri, nagyobb mélységű bányászatkodásnál az eredetileg domború vízszint általában megsüllyed az üregrendszerek fölött, de azt nem éri el. Ez a depressziós tölcser, mélypontja rendszerint valamelyik nagymélységű akna, annak is a legmélyebb víz megjelenése. A mecseki ércbányászat során mindkét depresszió típus előfordul, sőt egymással egységet alkotnak, mert a sekélymélységű bányászat mindig folytatódik dőlés mentén nagy mélységekben. A bányászati térségek zömében, függetlenül attól, hogy a külszíni mérésekkel igazolt depressziós vízszint alá esnek, nincs víz megjelenés, a kőzetek ún. földnedves állapotig kiszáradnak. A víz megjelenéseknél nyomás rendszerint nem mérhető, vagy lényegesen kisebb, mint külszíni fúrásokban mért hidrosztatikai állapot, mert a szűk repedéshálózatban mozgó víz nyomását (helyzeti energiáját) a súrlódás leköti. Mérhető és értékelhető víznyomás csak a IV. és az V. üzemi szállítóakna elő és csapolófúrásaiban volt mérhető a teljesen nyitott vízadó repedéshálózat követ-

keztében. A mecseki uránércbányászat működése során, két depressziós tölcser alakult ki. Az egyik az antiklinális északi, a másik a bányászati teljesen különálló déli szárnyon jött létre. A déli szárnyon az I. bányüzem működése során kb. 2,5 km² nagyságú depressziós tölcser alakított ki. A bányászat befejezése óta (1974) a feltelő üregekből +65 tszf (kb. 110 m a felszíntől) magasságban folyamatos szivattyúzással tartják fenn a depressziót a toryogói vízműutak védelme érdekében. Így ugyanis sem a bányatérsegekben felhalmozódó szennyezett víz, sem az egyéb bányászati (esetenként felszíni) objektumokból származó víz nem juthat a pannon rétegvízbe. Ilyen létesítmények a perkolációs rendszer, a vállalati (III. üzemi) meddőhányó. A bányaművelés befejezése óta a depressziós tölcser nagysága is valamelyest lecsökkent.

Az északi szárnyon az egymással összefüggő üregrendszerű II., III., IV., V. bányüzemek egyetlen nagy, mintegy 42 km² nagyságú depressziós tölcser alakított ki, melynek mélysége a felszíntől 100-400 m, a maximumok az aknák körül jöttek létre. A kelet-nyugat elnyúltságú depressziós tölcser alakja összefügg az itt feltárt nagy szerkezeti rendszer irányítottságával is. A depressziós vízszint egy szabálytalan felületű tálalakú süllyedék, amelynek északi, nagyobb területű része magasan az üregrendszerek fölött helyezkedik el. Az északi peremsáv már a nyomásalatti perm-triász repedésvíz tömegét foglalja magában, itt jelenleg is piezometrikus a vízszint, vagyis még mindig a fedő vízáró összlet talpszintje fölé emelkedik, de a pozitivitás már többnyire megszűnt.

A depressziós területeken lényeges vízföldtani változások jöttek létre. A perm-triász repedésvízes összlet felszíni elterjedési területén számos forrás elapadt. Ilyen területek a Jakabhegy déli előtere (Kővágószőlős, Cserkút, Kővágótőttős zártkertjeiben), az északi területen a vízáró összlet peremén átbukó források főleg a Jakabhegy északi lejtőjén. A Jakabhegy magasabb részein kialakult lebegő víztömegekből származó források megmaradtak, bár hozamuk lecsökkent vagy időszakossá váltak. Az itt levő középkori pálos kolostor ásott kútjában ugyanezen okból maradt meg a víz. A felszíni vízfolyások felső szakaszai a középső területeken kiszáradtak, vagy hozamaik lecsökkentek. Ilyenek a Zsid, Kajdác patakok felső szakaszai illetve itteni mellékágaik. Az alsóbb szakaszokon fokozottabbak a vízhozam ingadozások, gyakoribbak és hosszabbak (időben és térben) az időszakos kiszáradások. Viszonylagosan nagyobb arányúak a perm-pannon peremsávon bekövetkező beszivárgások. Összességében és abszolút mértékben azonban lecsökken a perm-triász felszínről a pannon medencetérzínre lefutó vízmennyiség és csökken az itteni beszivárgás. Az I. üzemi depressziós tölcser mintegy 2 km-es kelet-nyugat csapásirányú sávjában a távolabbi északi terület felől érkező repedésvizek nem jutnak át a felszínközeli talajvízes zónában a pannon rétegvízbe részben a megváltoztatott vízmozgási irányok miatt, részben pedig azért, mert a perm-triász vízszint az átáramlásra alkalmas felszínközeli talajvízes zóna alá süllyedt. Az északról érkező felszínalatti vizek itt az I. üzem ma is fenntartott depressziós tölcserébe jutnak.

A regionális viszonyokat tekintve megszűnt az egy központból kiinduló radiális irányú felszínalatti vízáramlás. A depressziós területeken az áramlási irányok megfordultak és a mélypont felé mutatnak. Emiatt összességében is lecsökkent a dél felé áramló, a pannon rétegvizek felé irányuló vízmozgás. Ez mennyiségi tekintetben károsan érinti a Toryogói medence vízutánpótlását és a vízműutak hozamát.

A depresszió jelentős bányakárokat, vízfelvonást okozott néhány településen. Kővágószőlős alatt húzódik az Északi táró, Cserkút északi részét pedig megközelíti a Keleti táró és egy érces blokk fejtési rendszere. Mindkét községben az ásott kutak jelentős része elapadt. A kárpót-

lasként bevezetett vezetékes víz a vízellátási problémákat megoldotta, de a még megfelelő ásott kutak vízért mezőgazdasági célokra hasznosítják.

A depresszió kialakulásával megfordultak a nyomás (vízszint) viszonyok az északi szárnyon a perm-triász piezometrikus és az anizuszi mészkő karsztvízszintje között. Jelenleg a perm-triász nyomásszint alacsonyabb, így elméletileg, de csakis így, a lehetséges kommunikációs kapcsolat iránya is megváltozott, tehát jelenleg a karsztvíz juthatna be a perm-triász repedésvizes összletbe ill. a bányáuregekbe. Ezt azonban a vastag vízzáró összlet éppúgy megakadályozza, mint az eredeti állapotban a fordított irányú vízmozgást. Mivel a karszt fölötti források zöme kiszáradt, a felszínen a karsztba jutó patakok időszakossá váltak, mert csak csapadék és hóolvadás idején vezetik át a kiszáradt patakmedrek a vizet a karsztos völgyekbe és a víznyelőkbe.

A bányászat hatása a vízminőségre

A bányászat jelentős változásokat hozott a vízminőségben. A mélybányászat során feltárt természetes állapotú perm-triász repedésvizek, lassú szivárgásuk és hosszú benttartózkodási idejüknel fogva eltérnek a felszín közeliektől. Ezt a felismerést a bányászat tette lehetővé. Kémiaileg ezek is kalcium-magnézium-hidrokarbonátos típusúak, de gyakran magas a szulfát, esetenként a nátrium tartalmuk is. Az összes oldott anyag mennyisége 500-800mg/l. U term. tartalma változó, az ércből származó igen magas, 1000 µg/l fölötti, a produktívból és a feküszürkéből fakadó is anomális, általában 10-100 µg/l közötti. A fedővörösből származóké itt is alacsony. A Ra tartalom 0,2-5*10⁻⁴ Bq/ml közötti. A kiemelt bányavíz ettől lényegesen eltér, mert a fakadó vizeket általában ipari vízként is felhasználják, s az érces fejtéseken, vágatok csorgáin végigfolyó vizek sok anyagot oldanak fel.

Ezért a kiemelt bányavizek össz. oldottanyag tartalma 700-1500mg/l. Keménysége 25-35nk°. Oldott U term. tartalma 500-2800 µg/l, Ra tartalma 2-30*10⁻⁴ Bq/ml.

Ez a víz esetenként már meghaladja a szabványok, rendeletek által meghatározott elengedhető víz kémiai és radiológiai paramétereit.

A fentiek a működő bányák fakadó és kiemelt vizeire érvényesek. A perm-triász összlet bányatérsegeken kívül, de közeli területeken mozgó felszín alatti vizei a bányászati tevékenység következtében elszennyeződtek: a régebben szabadon elfolyó bányavizek beszivárgó hányada, az anomális urántartalmú fejtési meddőt tartalmazó hányón átszivárgó vizek által, melyek elsősorban a radioaktív elemtartalmat növelik (II. üzemi bakonyai és III. üzemi vállalati, és I. üzemi, kővágószőlősi meddőhányók).

Az I. üzemtől északra elterülő perkolációs térség szintén a perm-triász repedésvizes összletre esik. Az itt felhalmozott gyenge ércből az uránt szódás vízzel oldják ki és ebből az oldatból vonják ki. A technológiából megszökő vizek a felszín alatti vizeket szennyezhetik, erre a magas, esetenként a 10000mg/l-t is elérő össz. oldottanyag tartalom jellemző, kiemelkedő a nátrium, a karbonát és a hidrokarbonát mennyisége, és 200nk° fölötti a karbonát keménysége. Emellett az oldott U term. tartalom is jelentős lehet, esetenként 1000µg/l fölötti. Az elszennyeződő felszínalatti vizek zöme az I. üzemi fenntartott depressziós tölcserébe kerül, majd a bányáuregekből kiemelik és tisztítják.

A karsztvíz minőségét a működő bányászat nem befolyásolja jelentősen, legfeljebb az északi lejtőn elhelyezkedő IV.-V. üzemi felszíni létesítményeit leöblítő és észak felé lefolyó csapadékvizek útján. Hasonló a helyzet a lemezes mészkő vizeivel is.

Az északi miocén terület rétegvizeiben nem történik minőségi változás.

A déli előtér pannon rétegvizeit az I. üzemi depressziós tölcserébe a nyugati oldalon részben megkerülő, perkoláció által szennyezett vizek károsíthatják.

A lelőhelyről délre elfolyó bányavízből vagy egyébtől szennyezett felszíni vízfolyások vize hasonlóan beszivároghat pannon összlet peremén vagy a medencebelsőben. E hatásokat különböző intézkedésekkel 1994-95-ben gyakorlatilag sikerült megszüntetni. A legnagyobb káros hatásokat okozó, a zagytározókból elszivárgó sós oldatok veszélyeztetik leginkább a pellérdi és a tortyogói vízműkutakat, ez azonban egy külön, másutt tárgyalandó kérdés-komplexum.

A működő bányáüzemekkel és egyéb létesítményekkel kapcsolatosan több részben már említett környezet és felszínalatti vízvédelmi kérdést vet fel. Ezek megoldása részben a kiemelt bányá-, és egyéb vizek tisztítása, másrészt egy olyan, csaknem teljesen zárt ipari vízgazdálkodási rendszer kialakítása, amelyből csak a végponton, a zagytározókból van vízkilépés. Ezek a részben már megoldott problémák nem tartoznak szorosan vett bányabezárás kérdéskomplexumba.

A bányászat során létrehozott vízföldtani monitoring rendszer

A hidrogeológiai monitoring rendszer létrehozása kezdettől fogva tervszerűen történt. A meglévő objektumok mellett létrehoztunk egy rendszeres, visszatérő megfigyelésekre alkalmas hálózatot. A fő mért vízföldtani elemek: vízszint, vízmennyiség és vízmintavétel, vízvizsgálat kémiai és radiológiai célból. A mérések gyakorisága változó, 1 naptól 1 évig terjed.

A monitoring rendszer jelenleg a következő elemeket tartalmazza:

- * bányászati objektumok (tárók, aknák stb.)
- * források
- * felszíni vízfolyások
- * ásott kutak
- * hidrogeológiai megfigyelésre kiképzett földtani kutatófúrások (főleg a bányaterületek peremén)
- * hidrogeológiai megfigyelő fúrások (speciális hely és célokra)

A bányászat befejezése és a bányazárás után (tercier állapot) létrejövő hidrogeológiai változások

Általános kérdések

A bányabezárás egyet jelent a vízkiemelés megszüntetésével. Ez két olyan alapvető folyamatot, változást indít meg, amely a többi vízföldtani jelenséget, helyzetet megváltoztatja. Ez a két fő folyamat :

- * a bányáüregek feltöltődése fakadó vízzel
- * a bányáüregekben felhalmozódó víz minőségének jelentős megváltozása.

A bányáüregek feltöltődése az alábbiakat befolyásolja:

- * csökken a depressziós tölcseré mélysége és kisebb mértékben vízszintes kiterjedése is - a megváltozott vízdomborzat miatt megváltoznak a vízáramlási irányok,
- * új vízföldtani kapcsolatok (kommunikáció) alakulnak ki,
- * megváltoznak a vízutánpótlási rendszerek, vízgyűjtő területek,
- * mivel a felhalmozódó bányavíztömegben a hidrosztatikus nyomás szabadon érvényesül, megindulhat a felszínalatti vízkiáramlás oldalirányban és lefelé, ezt a kérdést azonban még vizsgálni kell,

- * ahol erre a természetes viszonyok, vagy a bányászati objektumok lehetőséget adnak, egy idő után megindulhat a bányavíz kiáramlása a felszínre,
- * a depresszió peremi részein a vízszintemelkedés következtében újra megjelennek a források, a vízfolyások, az ásott kutak egy részébe pedig visszatér a talajvíz.

A bányáuregekben felhalmozódó víz minőségváltozása:

- * a változás annak következtében történik, hogy a víz hosszan tartózkodik a bányáuregekben, hosszú az oldásra alkalmas idő,
- * a felszínre kifolyó bányavízben olyan elemek, és oly mértékig feldúsulhatnak, hogy az indokolatlan figyelembe vehető szabványnak nem felelnek meg,
- * a bányavizet ezért esetenként tisztítani kell, így lehetőség van elengedni, vagy másutt ipari vízként felhasználni,
- * biztosítani kell a vízszivattyúzás újbóli megindításának lehetőségét, ha valamilyen vízminőségi probléma áll elő,
- * a feltelt bányáuregekből kifolyó vizeket minden esetben, és várhatóan igen hosszú ideig tisztítani kell.

A MÉV bányáinak bezárása után kialakuló vízföldtani helyzet

E kérdésben külön kell választanunk az I. illetve a II.-III.-IV.-V. üzemet, mert földtanilag, vízföldtanilag és bányászatiilag egyaránt eltérő tulajdonságúak, s bezárásuk nem egyforma hatást gyakorol környezetükre.

Az I. bányáüzem az antiklinális déli szárnyán helyezkedik el. 1974 évi bezárása, illetve mióta vízszintje elérte a +65 m-t, folyamatos szivattyúzás folyik benne, a kiemelt vizet pedig tisztítják. A felhagyott bányáuregekben a fejtési porból és törmelékből, az összetöredezett szálbanálló kőzetanyagból különösen a radioaktív elemek jól kioldódnak, mivel állandóan vízben áznak. Az urántartalom a mélységgel együtt növekszik, ezt a vakaknából vett mélységi vízminták elemzési eredményei mutattak. A vizsgálat a mai állapotban nem ismételhető meg, mert az akna már nem járható.

A kiemelt víz minőségi paraméterei: összkeménység 50-70nk, összoldott anyag 2000-3500mg/l, különösen magas a nátrium és a szulfáttartalom. Oldott U term. 6000-12.000 µg/l, Ra 1-6,2*10⁴ Bq/ml, magasabbak a megengedettnél, ezért tisztítani kell.

Az I. üzemi depresszió fenntartásának célja a tortyogói vízműkutak védelme, pontosan annak megakadályozása, hogy a bányáüreg-rendszerben felhalmozódó magas radioaktív elemtartalmú víz szintje ne emelkedhessen a pannon összletbe az átszivárgást, kommunikációt lehetővé tevő felszínközeli mállási-aprózódási zónáig. Emellett a fennmaradó depressziós tölcser felfogja a tőle északra elhelyezkedő perkolációs prizmákból megszökő szódás, radioaktíván szennyezett talajvizet, és megakadályozza átáramlását a pannon vízrendszerbe.

Ugyanez történik a III. üzemi meddőhányón átszivárgó vizekkel, amelyek elsősorban radioaktíván szennyezettek. A hányó részben az I. üzemi felszínre lyukadó, vagy azt megközelítő felső zóna üregrendszer területére települt, ez a beszivárgást megkönnyíti. Hasonló a helyzet a reaktivált I. üzemi meddőhányóval.

Vizsgálataink szerint a szivattyúzás kezdete óta a vízminőség nem változott lényegesen, inkább csak ingadozott. Nem találunk összefüggést a kiemelt víz hozamával.

Kutatófúrásaink adatainak értékelése során kiderült, hogy a tálalakú lapos depressziós tölcser horizontális kiter-

jedése elsősorban a bányáüreg (vágatok) kiterjedésétől függ, gyakorlatilag nem mutat kapcsolatot az üzemi vízszint mélységével ill. ezzel összefüggően a kiemelt vízhozammal.

Ugyanez kimutattuk, hogy létezik egy ún. kettős depresszió, vagyis a normális, tálalakú depresszió alatt a vízzel töltött üregrendszerben létezik egy, a szivattyúzás üzemi vízszintjével megegyező nyomásszint, amely azonban csak akkor realizálódik, ha egy külszíni fúrással behatolunk az üzemi szint alatti vízzel töltött repedérendszerbe vagy bányáüregbe. Ezek szerint a felső depresszió lebegő víztökr és víztömeg.

A két rendszer eltérő minőségű és hidrodinamikai helyzetű. Ezen új szakmai felismerés jelentős az északi bányáüzemek bezárása után bekövetkező hidrogeológiai állapot megítélésénél is.

A fentiek miatt lehetőségét láttuk annak, hogy az I. üzemi vízszintet feljebb engedjük, vagy pulzáltassuk, mert ezzel a tortyogói kutakat nem veszélyeztetjük, de az üregrendszer tisztulása gyorsabbá válik. Az I. üzemi állapot referenciaként használható az északi bányáüzemek bezárását követő helyzet előrejelzéséhez és megítéléséhez.

Az északi bányáüzemek, amelyek az antiklinális északi szárnyán helyezkednek el, az eddig hangoztatottakkal lát-szólag ellentétesen, két részre oszthatók. Az 1995-ben bezárt III. bányáüzem társzint alatti területeit az innen indított vakaknákkal, a fölötté lévő ércesedést pedig síklókkal közelítette meg. A III. üzemi mélyszintjei már feltöltődés alatt állnak, a víz már elöntötte a -14 szintet. A társzint fölötti üregrendszerben fakadó víz lefolyik a táróra és gravitációsan hagyja el azt 500-600m³/nap mennyiségben. A mélyszintek feltelése a számítások szerint 2033-ra történik meg, ekkor a vakaknákon keresztül is megindul a víz kifolyása, várhatóan 200m³/nap hozammal. A feltelt víztömeg szinte zsákként lóg dőlésben a IV. üzemi üregrendszer felett.

A II.-IV.-V. üzemi feltelése várhatóan 2000-ben fog megkezdődni. A szivattyúzás befejezésének időpontja függ a Bodai Aleurolitban jelenleg is folyó radioaktív hulladékéltelhelyezést célzó kutatási munkáktól, tudniillik az üregek összefüggése miatt a szivattyúzást addig kell folytatni a IV. üzemi főszivattyútelepével, amíg az aleurolit-kutatás folyik. Ugyanis a bányában megjelenő víztömeg vagy átfolyik az aleurolit-kutatás területére, vagy ha vízgátakkal meg is kísérelnék az elválasztást, akkor a végén 14 millióm³ kb. 100 bár nyomású víztömeg megtartása nem volna biztosítható. A katasztrofális vízbetörés veszélye fennállna. Ugyanez egy új rendszerrel biztosítani kellene a vízkiemelést a Bodai Aleurolit-kutatás térségeiből.

A 2000-től tervezett felhagyás után a II.-IV.-V. üzemi együtt fog feltöltődni az összefüggések miatt, és a vízszint várhatóan szintén 2033-ra fog megjelenni az Északi táróban 350m³/nap hozammal.

Az itt várható kifolyó víz átlagos mennyisége:

- * 2000-ig: 2010 m³/nap
- * 2000-2033 között: 500 m³/nap
- * 2033 után: 1050 m³/nap

Ezek átlagértékek, amelyekből becslésünk szerint 20%-os eltérés lehetséges. A társzinti vágatrendszer nagy területi kiterjedése biztosítja az Északi táróra való átbukás +237m (IV. üzemi légakna) üzemi szintjének regionális érvényesülését. Ez az összeköttetések révén mind a három északi üzemben egyenletes szinttel következik be és áll be, természetesen azután, hogy a mélyebben fekvő IV.-V. vízszintje eléri a II. üzemi legalsó szintjét. Az egységes vízszint egyébként azért követelmény, hogy a kifolyás az Északi tárón következzen be, ne legyen visszaduzzasztás, amely a feltelt bányavizek magasabb szintű, szétszórt, ellenőrizhetetlen felszíni megjelenéseit eredményezné.

Az aknákat az ÁBBSz szerint a felszínig tömedékelni

kell. A tömedékanyag káros mennyiségben oldható kémiai és radiológiai anyagokat nem tartalmazhat.

Az uránbányászat aknáí közül egyedül az V. légakna harántolta a karsztvizes összletet. Alsó határán ezért az aknaszelvényben és a falazaton kívüli töredezett zónában beton dugóval és cementinjektálással kell megakadályozni a felemelkedő bányavíz átáramlását a karsztba.

A beton dugó fölött különlegesen tiszta agyagos tömedéket kell használni. A felemelkedő és az aknákon kifolyó vizek a Északi táron keresztül hagyják el a földalatti üregrendszert. A táró összeomlás esetén is drenázs-rendszerként fog viselkedni és a vizet kivezeti.

Visszaduzzasztás itt sem kedvező. Ezért lehetséges a táróvágat előzetes átépítése vagy speciális tömedékelése.

A lebegő víztömegű táralakú depresszió az üregrendszer fölött alig kisebb horizontális méretben és mélységben fog fennmaradni. A depressziós vízszint legmélyebb pontjai az aknáknál fognak igazodni ill. kapcsolódni a feltelési üzemi vízszintjéhez.

A depressziós tölcser északi sávjában, ahová már nem nyúlnak át a tárószinti vágatok, a depressziót csak az alatta levő üregrendszerek szabályozzák, erősebb lesz a depressziós szint emelkedése. A déli sávban a felsőbb szintű (de nem a tárószint fölötti) üregrendszerek és a táró vágathálózata együttesen befolyásolja a lebegő depressziós víztömegeket, melynek hatása alacsonyabban stabilizálódó vízszint lehet. Így nagy valószínűséggel az északi bányüzemek feltelése után a felszínalatti vizek felső, lebegő zónájában nem egy centrikus hanem egy dél felé irányuló vízmozgás fog kialakulni. Ez minősége miatt nem okozhat környezetvédelmi problémát.

A feltelt bányüregből nem szennyeződhet az északi oldal karsztvize. Egyrészt, mert a depressziós tölcser nem fog oly magasra visszaemelkedni, hogy a felszínen újból megjelenjenek a perm-triász összletből származó átbukó források. Másrészt a felszíni és felszínalatti átáramlás csak akkor jelenthet veszélyt, ha az a feltelés üzemi vízszintjén (+237m) történik. Itt ugyanis lehet szennyezett víz, feljebb nem. Ezen absz. magasságban azonban a középső triász aleurolit-gipszes összlet már tökéletes vízzáró, mert mélyen a felszín alatt van. Emellett a karsztvízszint absz. magassága a déli peremen +260-+280m, tehát az átáramlás hidrodinamikailag sem lehetséges.

A feltelt északi bányüzemekből megindulhat a felszínalatti vízármlás dél felé. Ennek nagy része az I. üzem fenntartott depressziós tölcserbe fog jutni.

Ennek ellenőrzésére vízszint és vízminőség megfigyelő fúrások szükségesek az északi bányüzemek déli előterében. Szükség esetén ezek szivattyúzhatók, védő kútsorként is alkalmazhatók.

A bányüregék feltöltődése és a depressziós tölcser szintjeinek megemelkedése a déli előtér talajvizes zónájában a tárószint (+219) abszolút magassága nem fog lényeges változásokat okozni.

Nem várható sem Kővágószőlős, sem Cserkút kútjaiban vízszint visszaemelkedés.

A depressziós vizelvonás mai mértéket a Kővágószőlős középvonala alatt kihajtott Északi táró, illetve a Cserkút északi szegélyét megközelítő Keleti táró hozza létre. Mivel pedig e tárók fenn fognak maradni és vagy nyílt szelvényben, vagy drenázszerűen fogják kivezetni a kifolyó bányavizeket, saját depressziós hatásuk nem fog megváltozni. Cserkúttal kapcsolatban megjegyzendő, hogy kútjainak vízszintcsökkenését a Keleti táró közeli szakaszának kihajtása indította meg, de a katasztrófális helyzetet a táró szintje alatt 20 m-rel megindított vágat és fejtés-rendszer hozta létre. Ennek felhagyása és a tárószintig való visszatöltődés után az elapadt kutak jelentős részébe a víz visszatért és a község nevét adó forrás kifolyása is megindult. Ez a visszaváltozás sem állította vissza teljesen az eredeti természetes állapotot.

A cserkúti vizek minőségében a bányából származó víz a szintkülönbségek miatt sohasem tudott változást létrehozni.

A feltelt bányüregéből származó víz a táró szintje alatt kedvező morfológiai helyzetben okozhat kismértékű vízszintemelkedést vagy víz megjelenést, de ez a szűrt víz minőségben csökkent mértékben káros, egyébként pedig túlnyomó többségben az I. üzemi depresszió felé fog mozogni.

A kifolyó bányavizek az I. üzeméhez hasonló minőségben várhatók.

Ezek szerint mind só, mind radioaktív elem tartalma miatt tisztítani kell. A javaslat szerint a kiemelt és kifolyó bányavizeket egy helyre vezetnék csövön keresztül, ez valószínűleg a zagytározók környezete lenne.

Itt koncentrált víztisztító üzem épülhet vízkémiai és radiológiai tisztításra. Mivel az I. üzemi vízkiemelés mennyiségének tisztítására már helyben megvan a technológiai rendszer és az északi üzemekből kb. 33 év múlva fog megjelenni a bányüregék felteléséből származó víz, a megfelelő módszer kialakítására és a tisztítómű kiépítésére még van idő.

A víz tisztítására mindenképpen szükség van, mert az egyenesen valamilyen felszíni vízfolyásba vezetett tisztítatlan, feltöltött üregrendszerből származó víz hosszú sávban beszivárogva bejuthat a felszínalatti vizekbe, a felszíni vízfolyásokon keresztül pedig a Drávaig eljuthat.

A külszíni bányászati objektumok (fejtési meddőt tartalmazó hányók, perkolációs prizmák) részben már a bányabezárás előtt rekultivációra kerülnek.

E folyamat jelentős mértékben lecsökkenti a ráhulló csapadék átszivárgását. Az átszivárgott víz egy része az objektumok peremén a felszínre lép, mert az alatta levő alapkőzet szivárgási tényezője minden esetben kisebb, mint a laza örmelékes anyag. E szempontból külön kiemelendő a II. üzemi meddőhányó, mely meredek lejtőre települ, így a peremen nagyobb a kifolyás lehetősége. Ennek radiológiai leginkább szennyezett részét a perkoláció uránmentesítőjébe vezetik. Az I. és a III. üzem meddőhányóján átszivárgó víz, különösen az utóbbi esetben jelentős részben az I. üzem üregrendszerébe jut, mert rátelepültek annak felszakadt, fellazult fedőkőzet-tömegeire, melynek jó a vízáteresztő képessége, emellett a lejtőszög is kisebb.

A környezetvédelmi szempontból legfontosabb külszíni létesítmények, a fejtési meddőhányók és a perkolációs prizmák a felszíni és a felszín alatti víztömegekre gyakorolt káros hatásai az alábbi folyamatokkal csökkenthetők:

- * *áthalmazás, átformálás*
- * *takarás, lefedés vízzáró anyaggal*
- * *talajtakarás*
- * *növényesítés*

A kialakítandó monitoringrendszer és feladatai a bányászat bezárása után

Bár a meglévő vízföldtani megfigyelő hálózat sok kérdésre adhat megfelelő szakmai választ, a célirányos fejlesztés elengedhetetlen. Érdekes módon ez éppen a bányüregék fölötti területhez kapcsolódik.

Ennek az az oka, hogy a bányászati depressziót megfigyelő e célra kiképzett kutatófúrások éppen a bányászat fölött és miatt sorozatosan tönkrementek és inkább csak a peremeken vannak megfelelő vízszintmegfigyelő fúrások.

Ez azt jelenti, hogy éppen a depressziós tölcser belsejéről nincsenek, vagy elvétve és véletlenszerűen vannak adataink. Ez működő bányüzemek esetén megengedhető, de a bezárás után már nem.

E területeken egyébként a megfigyelő fúrások nagy mélységigénye megnövelte volna a magas költségeket,

amit akkor nem lehetett kellőképpen indokolni.

A kisebb költségű fúrásztitások nem hozták meg a kívánt eredményt.

Más területeken (perkoláció, III. meddőhányó, zagytározók) a kismélységű megfigyelő kúthálózat már vagy elkészült, vagy a tervek készen állnak a megvalósításához.

A monitoring hálózatot tehát szakmai szempontok szerint fejleszteni kell. A fejlesztett hálózatnak választ kell adnia a bányabezárások során és után felvetődő vízföldtani kérdésekre, problémákra.

Ezek a következők:

a.) Hogyan következnek be a bányauregek feltelése

- időben

- térben egységesen

- vízminőségben

b.) Bekövetkezik-e felszínalatti víz megjelenés a feltöltődő bányauzemekből?

c.) Hogyan változik a depresszió a bányauregek fölött a feltöltődés következtében?

d.) A perkolációs prizmák és a meddőhányók hatása a környezet felszínalatti vizeire.

e.) A hálózatnak feleletet kell tudnia arra a kérdésre, hogy vízszint emelkedése, vízkifolyás megjelenése mikor fog megtörténni és a vízminőség megváltozása miatt milyen beavatkozásra van szükség

f.) Meddig kell folytatni a kiemelt vagy kifolyó víz tisztítását?

g.) Fel lehet használni ipari vízként a tisztított bányavizeket?

A monitoringhálózat működtetése hosszú időn át, mindenképpen több tíz, vagy esetleg több száz éven keresztül szükséges. Ehhez nyilvánvalóan biztosítani kell szükséges gazdasági, személyi és műszaki feltételeket.

A víztisztítás során keletkezett fémurán kereskedelmi forgalombahozatala csökkentheti a költségeket.

Koch László

Fazekas Via (1961-1989), Elsholtz Lászlóné (1959-1963), Horváth István (1963-1965), Krasznai Olivér (1959-1965), Somogyi János (1966-1984), Fúzy Tibor fotótechnikus (1960-1968), Kovács Miklósné (1972-1980, a KMÜ állományában), csiszolatkészítőként dolgoztak: Bojcsév Péterné (1959-1960), Kapronczai Lajosné (1972-1985), Varga Gézané (1985-1989), Rafajlovics Vidor (1961-1971).

A KMÜ csiszolóműhelyében részben a labor részére dolgoztak: Kapronczai Lajos, Csikos Józsefné.

Laboránsként dolgoztak: Pápai Józsefné (1962-1965), Eichinger Sándor (1966-1972), Jankovics Jenő (1973-1983), Hartung Gyuláné (1975-1980), Tóth Béláné (1981-1989). A laborvezető 1959. október 1-jétől Vincze János volt.

Létesítésének célja a földtani kutatás számára szükséges ásvány-kőzettani anyagvizsgáló munkáknak vállalaton belüli folytatása és megoldása volt. Feladata a KKAÜ létrejöttével kibővült a bányászati műszaki fejlesztési feladatok megoldásához tartozó bányaföldtani problémák bányabeli- és laboratóriumi munkáival, valamint az ércfeldolgozási technológia folyamatos fejlesztése ásványkőzettani kérdéseinek vizsgálatával. E feladatokat - amelyek a vállalat működésének egész vertikumát (távlati- és mecseki lelőhelyi földtani kutatás, bányaföldtan, ércfeldolgozás) érintették - szerény személyi és tárgyi (eszköz) feltételek szabta keretek között oldotta meg.

A néhány fős kutatócsoportnak ismernie kellett (vólna) az anyagvizsgáló módszerek olyan széles skáláját (kőzet-, érc- és kőszén mikroszkópia, szedimentológia, DT, Rtg, stb., valamint az urán- és ritkafém ásványok vizsgálata), amelyet kutatóintézetekben specialisták önálló laborokban végeznek, továbbá a megoldandó kutatási témák sokrétűsége megkövetelte, hogy egy-egy kutató egyidejűleg több témával is foglalkozzon. Az elindulásához jelentős módszerbeli segítséget kaptunk Barabás Andortól (aki akkor a Földtani Kutató Üzem vezetője volt), továbbá Lomonoszov Egyetem meghívott professzoraitól (N.M. Sztrahov, V.I. Dancsev, V.T. Frolov, 1961, 1965), majd a SZU-ban uránérckutatóval foglalkozó intézetek specialistáitól (V.Sz. Karpenko, K.N. Csernyecova, illetve ezen intézetekben való tanulmányutakon kapott szóbeli közleményekből (Omeljanyenko, Plusesev, Zsukov), valamint a KGST országok és a jugoszláv uránkutatók tapasztalatcseréi során. A hiányos műszerezettség az anyagvizsgálókat a különféle fénymikroszkópi eljárásokra, valamint arra a néhány speciális módszerre amelyek az uránásványtani vizsgálatokhoz nélkülözhetetlenek voltak (kontakt lenyomatok, autoradiográfiák, lumineszcencia) szűkítette le.

A mikroszkópi technika minőségét (Zeiss NU-2, Amplival-pol, Palmi-A, MIN-8, SM-xx típusok) és kiépítettségét (opak illuminátor, fáziskontraszt, infravörös, lumineszcens, mikrofotó, mikrofotométer, mikrokeménysegmérő, ELTINOR-pontszámoló, VIDIMET-II. képelemző) folyamatosan fejlesztettük. Munkánkat a társlaborok nagy kapacitású radiometriai - (béta-gammaelemzés, négy- és sokcsatornás nukleáris analizátorok, Li/Ge félvezető detektor, röntgen-spektrométer), vegyi- és optikai színképelemző (spektrofotométerek, lángfotométer, fluiméter, termométer, polarográf, prizma- és rács spektrográf) háttérrel támogatták.

De csupán ezekre alapozva megoldhatatlannak bizonyult néhány ásványdiagnosztikai feladat, - éppen az urán és ritkafém-ritkaföldfém ásványokat illetően.

Ezért már 1969-től halaszthatatlanná vált, hogy külső intézményekkel megbízásos alapon végeztessünk röntgen-diffrakciós elemzések (MÁFI, BKI Petrográfiai Osztálya, Sopron) vagy felvételeket (FÉMKUT), majd 1978-tól a jelentősebb kutatási témákhoz elektron-mikroszondás (ELTE Kőzetan-Geokémiai Tanszék), elektronmikroszkópos (ELTE Ásványtani Tanszék) ill. komplex anyagviz-

A hazai uránérckutatók ásvány-kőzettani-geokémiai laboratóriumi háttere

Történeti áttekintés

A mecseki perm uránércmintáinak első ásványtani és technológiai vizsgálata szovjet intézetben készült. A Pécsi Uránércbánya Vállalat részére a MÁFI és az ELTE Ásványtani Tanszéke 1957-1961 között sokoldalú és nagy volumenű anyagvizsgálatot végzett, melynek eredményeit száznál több kéziratban dokumentáció és kutatási jelentés valamint hat publikáció tartalmazza (Barabás A., Kiss J., Méhes K.).

A vállalaton belüli anyagvizsgálatok a Radiometriai és a Kémiai Analitikai Laboratóriumok munkájának beindulásával (1957-1958) kezdődtek el. Az Ásvány-kőzettani Laboratórium (továbbiakban: labor) 1959-ben létesült, a vállalat akkori geológusának (Virágh K.) felügyeletével. 1962-ben fél évig a Vegyi Dúsító Műhöz (VDM) tartozott, a Kísérleti-Kutatási és Automatizálási Üzem (KKAÜ, későbbi nevén Kutató-Fejlesztő Üzem - KFÜ) részlegeként működött 1989 végéig. Kezdeti létszáma 5 fő, legnagyobb létszáma 8 fő.

Működésének 30 éve alatt a laborban dolgozott kutatók és technikusok: Vincze János (1959-1989) - Selmeczi Béláné korábban Klariánka Ferencné (1959-1985),

gálati megbízásokat kötöttünk. A kapott külső vizsgálati eredményeket - egybevetve saját vizsgálatainkkal - adaptáltuk a megfelelő kutatási témákhoz. Közvetlen segítséget nyújtott az ásványos összetételek meghatározásához 1966 és 1974 között az Analitikai Laboratóriumnál működő derivatográf, amellyel Selmeczi B. dolgozott és technika- ilag - módszertanilag továbbfejlesztett; valamint 1981-től 1985-ig az ARF-6 tip. Rtg-spektrométeres elemzéseket kiegészítő Bebye-Sherrer kamera. Az 1988-ban kapott modern ARL-Rtg spektrométer, valamint az 1989-ben kapott Rtg-diffraktométer érdemi hasznosítására már nem volt lehetőség. A MÉV sajátosságaiból következően szovjet kutatóintézetek is végeztek az ércmintákból komplex ásvány-kőzettani, kémiai és technológiai vonatkozású vizsgálatokat (VNIHT/Moszkva/, VSZEGEI/Leningrád/, a SZU Tud. Akad. 2. sz. Intézete/Moszkva/).

A labor tevékenységének sajátos vonása, hogy nem elemzési adatszolgáltató munkát végzett, hanem a területi földtani kutatáshoz a komplex anyagvizsgálati adatokat (ásvány-kőzettani, radiometriai, stb.) geokémiailag értel- kelve kutatási jelentések, anyagvizsgálati dokumentációk alakjában fel is dolgozta, amely munkák ércprognosztikai és kutatási ajánlásokkal is kiegészültek. A témákhoz a vizs- gálandó minták többségét saját maga gyűjtötte, a rendel- kezésre álló eszközeivel vizsgált, a szükséges elemzésekh- ez előkészítette, dúsította, az elemzéseket a társlaborok- nál megrendelte, végül a saját- és a kapott adatokat együt- tesen használta fel. A kutatások eredményeit 1962-től 1989-ig témánként összefoglaló, ill. kivonatos módon a vállalati műszaki fejlesztés éves zárójelentései (a MÁFI éves jelentéseihez hasonló, kéziratos -nem publikált- év- könyvek), részleteiben pedig az önálló kutatási (idő- szakos, összefoglaló, záró) jelentések, dokumentációk tartalmazzák. az utóbbiakból mintegy 90 készült.

A kutatási eredmények áttekintése

Módszertani fejlesztés

Az urán, ill. ásványai kőzetbeli eloszlásának láthatóvá tételére bevezettük és továbbfejlesztettük a **lumin- eszcenciás, kontakt lenyomatos és radiográfias** mód- szereket, így például az UV-fényben nem lumineszkáló ásványok "láthatóvá" tételére a "**mesterséges lumin- eszcenciás**" módszert (1960-63). Utóbbi (nem publikált) bányabeli alkalmazásának eljárása jelenleg is egyedülálló.

A kezdeti gamma-makro-, majd a nukleáris alfa- emulziós mikroautoradiográfiák alkalmazása után az ATOMKI-ban (Debrecen) Somogyi Gy. és munkatársai által kifejlesztett **szilárdtest alfa-nyomdetektoros** nukleáris technikára alapozva -1976-tól velük együttműködve- bevezettük annak vékony- és felületi csiszolatokra való **makro- és mikro autoradiográfias** alkalmazását a sugárzóanyag tartalom, ill. hordozó ásványai eloszlásának vizsgálata és azonosítása céljából. A VIDIMET II. Képanalizátor felhasználásával az U és Th tartalmak finom válto- zásai is számolhatók. A Kutató-Mélyfúró Üzemmel közösen (Gerzson I.) megvalósítottuk a terepi alfa-nyomdetektoros kutatás filmjeinek nagy sorozatú értékelését. Az ércfel- dolgozási technológiához kapcsolódóan 1965-1967 között Szolnoki J. (MTA Geokémiai Kutatólabor) irányításával az üzem Technológiai Üzemegységével közösen -világvi- szonylatban is úttörőnek tekinthető- **baktériumos urán- kilügzési kísérleteket** kezdtünk a kénsavas intenzív- és főképpen a perkolációs feltárási technológiák fejlesz- téséhez. Mivel a vállalatnál a gyakorlatban a szódás perkolációt vezették be, a semleges (és lúgos) közegekben aktív baktériumműködést kezdtük vizsgálni, amely munkát 1989-ig önálló mikrobiológiai laborban Czakóné Vér K. folytatta. E kísérletek másik ágával (baktériumos urán- redukció, -kicsapás) együtt értékes információkat kaptunk

az uránérctelep képződés genetikájához is.

Újításként, majd szabadalmazott találmányként kifej- lesztettem (1985-1990) az **interferenciás stabilizált polarizációs mikroszkópi technikát** és kőzetmikrosz- kópi alkalmazását. Elkészült a műszer kísérleti típusa.

Az urángeokémiai kutatások igényeihez a társlaborok- ban az urán és ritkafém, ritkaföldfém elemzési módszerek fejlesztése segítette munkánk sikerét.

A területi földtani kutatáshoz kapcsolódó ásvány-kőzettani, geokémiai, és ércteleptani eredmények.

A mecseki permt lelőhely anyagvizsgálata

"Az uránércesedés teleptani törvényszerűségeinek vizsgálata" c. kutatási témakör -a mecseki permet illetően- végigkísérte a labor egész tevékenységét. E tematikusan és módszertanilag is összetett alapfeladat magába foglalta az ércet hordozó kőzetek üledékföldtani-, faciális-, ásvány- kőzettani összetétele térbeli változásainak, valamint ércsáv- ványtana, nyomelem együttese, teleptana (az ércesedés morfológiája) és azok összefüggéseinek különböző lép- tékű tanulmányozását, - a regionális méretektől a fúrási rétegsorok vizsgálatán, a bányaföldtani dokumentációs munkán keresztül az ásványos fázisösszetételek és elemi összetételek mikrométerű meghatározásáig.

A munkát a MÁFI-ban a vállalat részére készített anyag- vizsgálati dokumentációs anyag feldolgozásával kezdtük, majd saját dokumentációs és anyagvizsgáló munkával foly- tattuk. A témakörben elvégzett sokoldalú kutatómunka legnagyobb szabású összefoglalása 1965-ben készült, há- rom kötetes zárójelentésként. A jelentésben összegezett kutatási eredmények mindvégig alapvető forrásanyagot képviseltek (röviden "bibliának" hívták) úgy a lelőhely külszíni mélyfúrások továbbkutatása, mint a bányaföldtani kutatás számára (pl. "ércmorfológiai elemek" "fácieslép- cső" elmélet), de az ércfeldolgozási technológia akkori fejlesztéséhez is fontos információként szolgáltak (ércsáv- nyok és azok szöveti megjelenése, redox típusok).

A bányászatnak a mélyebb szintekre való fokozatos áthelyeződése, új, mélyebb bányák létesítése, azok ércva- gyonához tartozó telepszerkezetek, ásványos összetételek, a várható technológiai tulajdonságok összehasonlító vizs- gálatát követelte meg azok beruházási programjainak teljesítéséhez, leművelésük tervezéséhez, a bányaművelés és az ércfeldolgozás technológiájának továbbfejlesztésé- hez, ill. az általunk előre jelzett romló technológiai tulaj- donságok mellett a korábban elért feltárási határfok szin- ten tartásához. Így folyamatosan végeztük a külszíni mély- fúrásokkal harántolt érctestek, a bányabeli magfúrások, résminták komplex anyagvizsgálatát, - prognosztikai cél- ból. Ily módon a bányászat beindulása előtt tájékozódó képet kaptunk a IV., az V. és a (csak) tervezett VI. bányá- üzemek, az egyes bányatérsegek ércesedéséről, a techno- lógia számára kedvezőtlen ásványos összetételbeli, kőzet- szöveti (U⁺-szilikát, karbonátok pászttás feldúsulása, az oxidos érc redukciós fókának és a kőzet tömörségének a mélységgel való lassú növekedése) változásokról. Az ásványtani vizsgálatok magukba foglalták a feltárt (kilügzött) ércmaradék urántartalma ásványos mibenlétének és eloszlásának tanulmányozását.

A nyomdetektoros radiográfiák és az elektron-mikro- szondás-, elektronmikroszkópos vizsgálatok (ELTE) révén lehetővé vált korábban alig vizsgálható, de nehezen feltá- ródó urán-titán ásványok (brannerit, leukoxén, rutil) tanulmányozása - elsősorban a feltárt ércék dúsítma- nyaiban, továbbá a hidrocillámos-agyagásványos kötő- anyag, a szénült növényi anyag, a szulfidásványok és vasoxidok U-tartalmának és U-eloszlásának beható tanul- mányozása.

A mélyszinti bányüzemekben (IV-V. üzem) 1967 és 1983 között folyamatosan végzett bányaföldtani dokumentációs munka az összefüggőbb és a "foltos" ércesedések szintjeinek prognosztizálásával elősegítette a fejttési technológiák fejlesztését, a bányaföldtani kutatás számára pedig a célszerű hálósűrűség megválasztásának kidolgozását. A lelőhely mélyszinti- és peremi területei (különösen a Deindol-donátusi terület, vagyis a tervezett VI. üzem) külszíni mélyfúrásos rétegsorainak átfogó redox-fációs vizsgálata révén lehetővé vált a Kővágó-szőlősi, homokkő formáció további megkutatásához új kutatásméleti koncepciót képviselő, ún. redox-fációs ércesedési modell kidolgozása. Meghatároztuk a formáció réz-urán fációsének (az ún. alsó tarka határfációsnek) az ásványparagenezisét.

A lelőhely tanulmányozását 1976-1985 között végzett modellkísérletekkel egészítettük ki, melynek keretében, többek között a szurokércsképződés kollomorf kiválásainak képződési feltételeit vizsgáltuk, továbbá a megépített üledékes rétegmolekkelben azok kezelése során végbenment "ásványosodási" folyamatokat.

A permi és permo-triász rétegsor egészét átfogó anyagvizsgálatokat az alsó-triász -Várszegi K. által leírt-rézércindikációkkal kezdtük, majd az anyagfeldolgozás kiterjedt a jakabhegyi homokkő formációra, a bodai aleuolittra és az alsópermi cserdi- és korpádi homokkő összletekre. Vizsgálati eredmények arra mutatnak, hogy a fúrásokkal harántolt U (Cu) indikációk kiterjedése itt is összefügg a reduktív fációsnek megjelenésével és kiterjedésével.

A távlati (országos) földtani kutatás anyagainak vizsgálata

A Mecseken kívüli kutatási területekre anyagvizsgálataink 1967-től fokozatosan terjedtek ki. A mecseki permi urános fációs elterjedési lehetősége, vagy annak kizárása ekkor napirendre tűzte a Mecsek és a Siklós-Villányi-hegység közti terület (a Villányi-h. É-i előtere), majd a Máriakémond-Báta-i vonulat mélyfúrásainak komplex anyagvizsgálatát, melynek eredményei a Szava 1. fúrás gránitporfirjában és környezetében szulfidos rézércesedést jeleztek, a Máriakémond 3. és a Somberek 1. mélyfúrásokban pedig a mecseki permben megismerthez hasonló uránércindikációkat igazoltak. A szulfidos ércindikációk a Diósvizsló - 1. fúrásban is megjelennek.

A Mecsek É-i előterében a Szalatnak - 3. fúrás ópaleozoós rétegsorának vizsgálata volt jelentős volumenű munka. A távlati kutatások anyagvizsgálatában a preferált helyet a törmelékes permi formációk foglalták el. Sajnos a balatonfelvidéki perm ércindikációit ásványtanilag érdemben nem vizsgáltuk, mivel azok megkutatása azon időszakban történt (1956-1964), amikor még kizárólag a mecseki permel foglalkoztunk, később pedig az éppen napirenden levő területi kutatások anyagvizsgálatát végeztük. Szerencsére ez sem maradt "fehér folt", mivel Balatonfüreden akkoriban Majoros Gy. jól működő uránteraplort létesített, ahol megoldották a kutatási terület mintáinak ásvány-közettani vizsgálatát.

Az É-bükki perm ércindikációinak sokoldalú anyagvizsgálatát (kötetösszetétel, ércásványtani, nyomelem, stb.) már a terepi kutatásokkal (Szabó I.) párhuzamosan végeztük (1975-1981), külszíni ércmintákból (Bánvölgyfő, Bácsóvölgy) és mélyfúrásos rétegsorokból. Meghatároztuk az ércesedés ásványtani jellegét (U^{6+} -szilikátos típus: kasolittal, cerusszittal és az elsődleges U-oxidos- és titanatos ércesedés maradványaival). Ez azt jelzi, hogy a kutatások másodlagos dúsulásokat tartalmazó, kiterjedt oxidációs övben, ill. szóródási udvarban folytak.

Az ércásványtani eredményekhez hozzájárultak az ELTE Közéttan-Geokémiai Tanszékén 1978-1983 között végzett elektron-mikroszondás elemzések.

Az NV-1010 fúrás metasztatikus szulfidos ólom-cink ércettestet harántolt, de tisztázatlan maradt ennek kapcsolata az "elsődleges" hasonló uránércesedés lehetőségével. Az anyagvizsgálatokból készült összefoglaló jelentésnek a továbbkutatásra vonatkozó ajánlásai a valamikori újrazedés egyik alapjául szolgálhatnak.

Az észak-magyarországi fúrások több helyen harántoltak -urán meddőnek, vagy enyhén anomálisnak bizonyult- törmelékes permet, ill. paleozoikumot (pl. a Tokaj-Zempléni helységben, valamint Tornakápolnánál), amely rétegsorok közötti vizsgálatával szintén foglalkoztunk. A külszíni kutatások és mélyfúrások az Upponyi hegységben, valamint Irota környékén enyhén metamorf ópaleozoós rétegsorban tártak fel urán-anomáliákat - elsősorban a vasfoszfátos (kingites) rétegekben, amelyek anyagvizsgálatával hozzájárultunk az anomáliák értékeléséhez.

A permkutatások fúrásos rétegsoraiban a Mecsek-Villányi hegységek körzetében, a Balaton felvidékén, a Bükk hegységben, a Tokaj-Zempléni hegységben jelentős rétegtani egységek a paleo- és mezozoós savanyú vulkanitok (riolitok és tufák).

Ezek közötti jellegét, urán és nyomelem tartalmát, uráneloszlását, ércesedési perspektíváit szintén megvizsgáltuk és összehasonlítottuk. Az anomális típusok (pl. a Sátoraljaújhely-8. fúrásban) a törmelékes üledékek számára potenciális uránforrást képviselnek.

A bükkszentkereszti mezozoós riolit (kvarcporfir) tufák - 1971 és 1974 között végzett vizsgálataink szerint - metasztatikusan ércesedtek (mangánoxid ásványok+foszfátosodás: apatit-kollofán), mely metasztatikok berillium tartalmú uránércindikációkat tartalmaznak OTKA-pályázat keretében 1986-1989 között az ELTE Közéttan-Geokémiai Tanszékén végzett anyagvizsgálat a Be dúsulását illetően további új eredményeket hozott.

A Soproni-hegység kristályos palasorozatában - Kósa L. irányításával - megkutatott (1969-1976) és általunk vizsgált ércindikációk típusa thórium-ritkaföld ásványosodást (florencit, monacit, apatit, Mg-Al-hidrofoszfátok) képvisel (Füzesárok-Házgyegy), másik része thórium-ritkaföldfém tartalmú uránércindikáció, diafloritósodott (apatitosodás + kloritosodás + albitosodás) csillámpala, amfibolit-amfibolpala sorozatban (Fertőrákos) - jelentős Cu, As és egyéb szulfidásványosodásokkal. Az U, Th és a RF-ek hordozó ásványa részben az apatit, részben finom-diszperz U (Ti) ásványok. A külszíni feltárásokban az érc autunitesedett. Jelenleg -szintén OTKA forrásból pénzelve a szulfid-ércesedés mikroszondás elemzése hoz újabb ásványtani eredményeket (Nagy B.)

A 80-as években foglalkoztunk -a KMÜ-vel (Kósa L.) együttműködve - a kristályos alaphegységhez tartozó granitoid kőzetek közül a mecseki permi U-lelőhely környezetében lévők vizsgálatával, mivel egyrészt -a riolitokhoz (kvarcporfirokhoz) hasonlóan a perm számára potenciális uránforrások, -másképp az önálló "elsődleges" ércesedés lehetőségének eldöntése céljából. A Ny-mecseki granitoidokban az anomális urántartalmakon kívül coffinit és U-oxid tartalmú karbonát mikroteléreket találtunk (9017 sz. mélyfúrás), amelyet a mikroszondás elemzések Gál Mné (ELTE Közéttan-Geokémiai Tanszék) is igazoltak. Az anyag korszerű közettani feldolgozását Buda Gy. (ELTE Ásványtani Tanszék) végezte el.

A Budai-hegység Th-RF ércindikációinak kutatásához (Weber B.) különféle kiegészítő vizsgálatokkal járultunk hozzá. A fiatal (miocén-pannóniai) üledékekbe áthalmazott uránércdúsulások közül a dinnyeberki törmelékes miocén ércesedését tanulmányoztuk részletesen (1982-1984) - figyelembe véve annak földalatti perkolációs kísérleteit is. Az uránt a szervesanyag tartalmú üledékek és a környezetükben lévő limonitos üledékek, valamint riolit (kvarcporfit) "kavicsok" hordozzák.

A cserépváraljai szérelt ritkaföldfém tartalmú homokból (Nyári P.) 1971-1972-ben -további dúsítás után- vizsgálataink hordozó ásványként a cirkonon és biotiton kívül ortitot mutattak ki.

A szénült növényi anyag uránfelhalmozó szerepével nemcsak a mecseki perm ércesedését illetően foglalkoztunk, hanem részletesen tovább vizsgáltuk először az ajkai felsőkréta kőszenek, szénhamuk (1965-1966), majd a Tatabánya környéki (Csordakút-Nagyegyháza) eocén kőszenek és hamuik uránkötését és eloszlását -különös tekintettel a dúsíthatósági és kinyerési lehetőségekre

Az utóbbiak korszerű eszközökkel való vizsgálatát (mikroszonda, elektromikroszkóp) az ELTE Közvetlen-Geokémiai és Ásványtani Tanszékei végezték el.

Izotópgeokémiát uránérc kutatás

1965-66-ban úttörő munka volt - a KFKI-val (Opauszky L.) közösen - a mecseki permi uránérc szulfidásványaiból végzett tömegspektrométeres kénizotóp arány vizsgálat és annak ércgenetikai értékelése.

A felderített urán-anomáliák és ércindikációk gyakorlati értékének, továbbkutatási perspektíváinak eldöntéséhez 1976-tól -a KMÜ-vel együttműködve (Elek I., Baranyi I.)- folyamatosan végeztük azok ólom- és urán-izotóp összetételének vizsgálatát és értékelését.

Az elemzések volumenét és célját illetően - 1500 ólomizotóp színképelemzés (Nyevszkij Expedíció, Leningrád), 120 tömegspektrométeres ólomizotópelemzés (ELTE Fizikai-Kémiai Tanszék, Kaposi O.), 300 uránizotóp elemzés (MÉV, Sebessy L., Bálint Gy.) - a legnagyobb hazai izotópgeokémiai munka volt (1979-89).

A munkát először a permi ércesedésekre (Mecsek, Balatonfelvidék, Bükk) végeztük el 1985-ig, amely munka 1986-tól folyamatosan a somberekai fúrás permje, majd a többi kutatási objektum (Bükkszentkereszt, Uppony, Soproni h., Budai h., Csóvár-nézsai szigetrgök, granitoidok, riolitok /kvarcporfírok/, kőszenek, stb.) teljes, vagy részleges értékelésével egészült ki.

Vincze János

A Mecseki uránércbányászat környezetföldtani helyzete és a bányabezárás utáni rekultiváció földtani vonakozásai

Bevezetés

A cikk kizárólag a Ny-Mecsek földtani felépítéséből fakadó, az uránbányászattal kölcsönhatásban álló jelenségeket vizsgálja. Nem foglalkozik radiológiai kérdésekkel. Más esetekben azonban óhatatlanul hidrogeológiai kérdéseket is felvet, azonban ezek részletesebb tárgyalása a hidrogeológiai cikkben történik meg.

A környezetföldtan és a bányászat néhány általános kérdéséről

A földtani felépítés és a bányászat között természetesen szoros kapcsolat van. Ez abból is fakad, hogy a hasznosítható anyagok keletkezésére visszavezethető előfordulási, megjelenési módok, illetve ebből következő geo-

metriai viszonyok, a kiterjedés, vastagság, mélység, csapás és dőlésirány alapvetően meghatározzák a bányászat lehetséges módszerét, beleértve a feltárás, előkészítés, lefejtés jellemző pontjait, vonalvezetését és a fejtési rendszert. A földtani kép komplexitása még bonyolultabbá teszi a kérdést. A szerkezeti mozgások hatására bekövetkező változások, a rétegek felgyűrődése, a töréses szerkezeti elemek megjelenése, az ásványi nyersanyag telepek folyamatosságának megszakadása, elkülönülő földtani blokkok kialakulása az eredetileg nyugodtabb helyzetet megváltoztatja, s ez a bányászatra általában kedvezőtlenül hat. Ugyancsak fontos szerepet játszanak a geomorfológiai viszonyok is, mert a lepusztulás formája, nagysága, a létrejött felszíni formák, lejtők, lejtőszögek, domborzati viszonyok a hasznosítható ásványi telepek eredeti mélységi helyzetét megváltoztatják, s egyben befolyásolják a megközelítés (feltárás) optimális módját is.

Természetes, hogy a bányászati tevékenység is visszahat a földtani környezetre. A földtani környezetvédelem egyik nagy problémája azonban az, hogy szemben az élővilággal, az okozott változásokat a természet nem heveri ki, a földtani kép az átalakulás, pusztulás után nem újul meg. A kibányászott kőzetanyag nem nő vissza, mint egy fa. Az okozott változásokat kezelni, javítani lehet, de az eredeti állapot többé vissza nem áll. A bányászat emberi léptékben óriási beavatkozás a szilárd kőzetöv felszínközeli zónájában, vagy magán a felszínen, a természet tér-, és időarányait tekintve azonban elenyésző. Néhány év-millió múlva a mai bányáüregek, meddőhányók, alakváltozások csak egy különleges, szűk körű földtani jelenségcsoport lesz csupán. Nekünk azonban a most követhető néhány száz, vagy ezer évet figyelembe véve kell a kérdést vizsgálni.

A bányászat okozta károsodás legjellemzőbb formái eseti nagyrészt visszavezethetők a földalatti üregrendszer kialakítására. A föld- és teleptani viszonyoktól és az ezzel összefüggésben választott feltárási, fejtési módszertől függ az üregrendszer mélysége, nagysága, horizontális ill. vertikális kiterjedése (alakja), kapcsolatai. A fennmaradás ill. összeomlás (felszakadás) ideje, időtartama ezen kívül elsősorban a kőzet minőségének függvénye, és pedig a kőzet korával és típusával összefüggő szilárdsága, vagy szemcsézett ill. plasztikus volta, ép vagy töredezett (tektonizált) állapota, hidrogeológiai helyzete befolyásolja. Amennyiben az üregek felszín közeliek, akkor beszakadások, süllyedések jöhetnek létre. Nagy mélységből ilyen hatásuk nincs. A bányák üregeiben fakadó vizek kiemelése lesüllyesztí a vízszintet, depressziót hoz létre, ezáltal a felszín alatti vizek mozgásiránya megváltozik, a felszíniek esetleg elnyelődnek, vagy hozamuk lecsökken, a források elapadnak. A bányászat befejezése után az üregek vagy feltelnek vízzel, vagy magas helyzetben továbbra is üresek maradnak, de továbbra is csapolják és vezetik a vizet. Mindamelllett kétségtelen, hogy van a bányászatnak szokványos ipari jellegű környezetkárosító eredménye is, amelyet közismert módon kell kezelni. Ez elsősorban a bányászat külszíni, ipari jellegű létesítményeiből származnak. Ilyenek pl. a talaj és bizonyos vízszennyezés, zajkár okozás. Ezek a bányásztkodás során kezelhetők, befejezése után egyszerűen megszüntethetők. Más külszíni létesítményeknek, mint pl. a meddőhányóknak, zagytározóknak hosszú ideig tartó környezetkárosító hatásuk van.

Úgy is fogalmazhatnánk, hogy a bányászat az atmoszférában, a bioszférában és a pedoszférában olyan szokványos károsodásokat okoz, amelyek a működés időszakában és a befejezés után viszonylag könnyen kezelhetők és megoldhatók. Ezzel szemben a lithoszférában (tehát a földtani környezetben) létrehozott változások, már a működés során is problematikusabbak, és speciálisan a bányászatra jellemzők. Ezek általában a föld alatti üregképzésre és felszíni meddőhányó vagy zagy felhalmozásra vezethetők vissza, melyek fennmaradása a bányaművelés befejezése

után is hosszú ideig környezetkárosodást okozhat. Emellett létük olyan, hogy az eredeti állapot vissza nem áll és nem is állítható, sőt folyamatos gondozást, ellenőrzést, szükség esetén pedig műszaki beavatkozást igényel. Ilyen károk a felszínen a felszakadások okozta süllyedések, horpák, a meddőhányók domborzati változásai, melyek a felszíni vízhálózatra is visszahathatnak. A felszín alatt az üregek fennmaradása, mely a hatásidőt rendkívüli módon meghosszabbítja, a mechanikai hatásokon kívül elsősorban a felszín alatti vízszint, vízáramlás, víztározó képesség, vízminőség kérdéseiben okoz hosszantartó változást. Itt érkeztünk el a bányászat legfontosabb környezetkárosító hatásához, amelyet hidroszféra a felszíni alatti és a felszíni vizekben egyaránt okoz. Főbb vonásairól már tettünk említést. Itt most annyit emelnénk ki, hogy a vízszint süllyedés (depresszió), a felszín alatti vizek domborzata és áramlási irányainak megváltozása táró, lejtakna feltárás esetén hosszú ideig (emberi léptékben örökké) fennmaradhat, mert a befejezés után feltöltődő üregrendszerből a víz bányászat kezdőpontját jelentő tárónyílás át kifolyik és ennek magassága meghatározza a későbbi hidrodinamikai jellemzőket. Függőleges aknás feltárás esetén a megváltozott vízszint visszaemelkedhet természetes vagy azt megközelítő állapotába. Minden esetben megváltozik a felszín alatti víztározó rendszer, mert az üregek térfogata, akkor is, ha összeomlanak, a víztárolóképesség lokális megnövekedését illetve a vízmozgás jellegének megváltozását hozza létre. Ha az üreg össze is omlik, a felszakadási zónában kialakult hasadékrepedés térfogat azonos lesz vele, kivéve, ha felszíni süllyedések is jelentkeznek, mert akkor ennek térfogatával az üreg (hasadék) rendszer által tárolt vízmennyiség csökken. Az üregekben és nyitott hasadékokban mozgó víz nem szivárgó, hanem turbulensen áramló lesz, mozgási sebessége nő, szűrőképessége lecsökken. Tény, hogy a működés közben kiemelt, vagy a felhagyás után az üregekben felhalmozódó bányavíz sok oldott, esetenként káros anyagot is tartalmazhat és messze túllépheti a különböző felhasználási kategóriák határértékeit. A kiemelt, vagy a kifolyó víz elsősorban felszíni vízfolyásokba kerül. A bennük lévő szennyező anyagok rajtuk keresztül igen gyorsan eljuthatnak más területekre és kapcsolataik révén más földtani képződményekbe is. A bezárt bányák üregrendszerében felhalmozódott víz a hidrogeológiai viszonyoknak megfelelően a felszín alatt is kimozdulhat, természetesen lényegesen lassabban, de a mozgás nagyobb arányú, folyamatos és hosszú időtartamú. Az elszivárgó bányavizek bejuthatnak más víztartó képződményekbe is, a vízminőségben káros változásokat okozva. Mindenképpen az a véleményünk, hogy a bányászat elsősorban a hidrogeológiai környezetre hat ki károsan, lévén a víz a szennyező anyagok kiáramlásának és szét-szórásának fő eleme.

A Ny-mecseki uránérc bányászat környezetföldtani helyzete

Bevezetés

Környezetföldtani szempontból a Ny-mecseki uránérclelőhely három tulajdonsága kiemelkedő jelentőségű a bányászattal való kapcsolatában.

- * A Mecsek hegység geomorfológiailag szigethegység, középhegységi szintmagaságokkal (+400m-+600m) emelkedik ki környezetéből, amely délen feltöltött síkság (+110m - +120m), északon dombvidék (+220m - +250m).
- * A Mecsek hegység földtani szempontból is szigethegység, vagyis idős (paleo-, mezozoos) képződményekből épül fel, és fiatal (zömében miocén és pliocén-pannon) laza üledékek övezik, miközben az idős képződmények környező me-

dencealjzatban tovább folytatódnak.

- * A Ny-Mecsekre a kelet felé dőlő tengelyű pertriász üledékekből felépített antiklinális szerkezet jellemző, amelynek lepusztulása egy nyugat felé nyitott ívelésű földtani térképbeli megjelölést eredményez. Az antiklinális felszíni magjától (Boda) É, K és D-i irányban a képződmények fiatalodnak. Az antiklinális déli szárnyának jelentős részét a Mecsekalja szerkezeti rendszer elvágja.

A földtani felépítésre és a szerkezetre vonatkozó részletesebb leírások más cikkekben találhatók meg.

A környezetföldtani jellemzésből, mint talán legfontosabbakat kiemelem az alábbi hidrogeológiai szempontokat:

- * A Jakabhegyen keresztül húzódik K-Ny irányban a felszíni fő vízáramlás;
- * A felszíni vízáramlás egyben a felszín alatti is (volt, eredeti állapotában);
- * A Ny-Mecsekben ennek megfelelően a vízáramlások kissé elnyúltan ugyan, de radiálisok. Ez a felszíni és a felszín alatti vizek egyaránt vonatkozik;
- * Ennek megfelelően alakult ki a felszíni vízfolyás (völgy) rendszer;
- * Vízellátási szempontból a bányászat színterület szolgáló perm kőzeteknek nincs jelentősége, annál inkább a déli előtér vastag felsőpannon, rétegvizeket tartalmazó üledéksornak, amelybe a Pécsi Vízmű mintegy 100 db kútja mélyült.

A bányászat lokalizációja és a bányaművelés felszínre gyakorolt hatása

A ferde tengelyű antiklinális szerkezet lepusztulási felületén a mintegy 50 - 100 m vastag produktív összlet (is) nyugat felé nyitott ívet alkot. Az északi szárnyon nyugat felé messze kifut, de a déli oldalon a szerkezeti helyzet miatt sokkal rövidebb a felszíni és a mélységi megjelenés. Ennek megfelelően a bányüzemek is hasonló elrendeződést mutatnak. A déli szárnyon elkülönülve helyezkedik el az I. bányüzem. Az antiklinális északi szárnyán található a III., tőle nyugatra a II. bányüzem. Az III. üzemnek dőlésben folytatása a IV., a II-nek az V. üzem, de az üregkapcsolatok szerkezeti és érteleptani okokból nem túl jelentősek. Az antiklinális boltozati részén nincs bányüzem, mert a Cserkút község alatt található gyenge érceledés lefejtése nem lett volna gazdaságos, ugyanis a település áthelyezését is szükségessé tette volna, emellett a cserkúti árpádházi korabeli templom rendkívüli műemléki értéke a pillérben teljes utólagos tömedékelést tett volna szükségessé.

Bár a produktív összlet a felszínen folyamatosan észlelhető, a legfelsőbb bányászati szintekről alulról felfelé haladó fejtések viszonylag ritkán lyukadtak a felszínre. Ennek oka elsősorban geokémiai, nevezetesen az, hogy a közvetlen felszínközeli oxidációs zónában az uránércben eredetileg meglevő U-Ra egyensúlyi arány a Ra felé eltolódik, az urán oxigéndús vízben feloldódva lefelé szivárgott, sok helyen igen kiváló tepletni tulajdonságokkal rendelkező cementációs zónát hozva létre. Így a fejtések a felszínt megközelítve általában (bár nem mindig!) leálltak, és csak utólag szakadtak fel a felszínre.

A felszínt megközelítő fejtésüregek az északi szárnyon nemigen okoztak problémát. A II. üzemiek oly meredek és ellenlejtésű felszín alatt helyezkednek el, hogy a biztonságos, boltívhátas kialakításra alkalmas kőzetvastagság igen rövid távolságon belül létrejön, mindemellett ez az 1954-60 között rövid tárókkal megközelített bányamező lakatlan (erdő) terület alatt foglal helyet. A III. üzemi felszínközeli fejtésüregek már kisebb dőléssel, enyhébb

Jelenleg a Keleti táró kezdeti, mintegy 50m-es szakasza acél elemekkel van átbiztosítva és nem képez veszély a fölötti húzóó Kővágószőlős - Cserkút közötti közútra. Egyébként a Keleti táró, pontosabban egy belőle DK felé mintegy 20m-rel mélyebb szintű vágatfejtés rendszer kialakítása során 1968-ban Cserkút község ásott kútjainak jelentős része kiszáradt. Mivel a vágat és fejtésrendszerből kiinduló szerkezeti zónák a község felé mutattak, ezek okozták a jelentős bányakárt. Egyébként ezért Cserkút is vízvezetékét kapott. Jelenleg a tárószint alatti üregrendszer feltelésével a kutak egy részében ismét megjelent, illetve kissé megemelkedett a víz szintje. A víz minősége sem akkor, sem jelenleg nem mutatja a bányászat hatását, csak a szokványos magyarországi talajvíz összetételt, tehát nitrát, ammónia, detergens, stb. tartalmú.

Az uránbányászat felszíni létesítményeinek kapcsolata a környezet-földtani viszonyokkal

Az uránérc bányászat felszíni létesítményei a bányászati üzemek külszíni építményei, a meddőhányók, a perkoláció, az ércszállító út zömében a Ny-Mecsek déli lejtőjén, a zagytározók pedig a pannon üledékekkel feltöltött déli előtér, a Pécsi medence felszínén helyezkednek el. Ez egyben a felszíni, eredeti, részben pedig a jelenlegi felszín alatti vízáramlási irányokat alapvetően befolyásolja. Ezért az a Cserkút vonalától Bakonya vonaláig húzóó terület a legveszélyeztetettebb. A szennyező anyagokat elsősorban oldva, lebegtetve, vagy görgetve elsősorban a felszíni vízfolyások szállítják el akár nagy távolságokra is.

A hidrogeológiával és a vele kapcsolatos környezetvédelmi kérdésekkel külön cikk foglalkozik.

E részben is meg kell azonban jegyezni, hogy a lelőhely déli lejtőjén természetesen szintén délre, alsó szakaszukon nagyjából párhuzamosan, felső szakaszukon szétágazó mellékvölgyekkel kezdődő vízfolyásoknak van egy igen jellemző tulajdonsága. A szelektív denudációnak megfelelően a perm-alsótriász homokkő felszínén határozott völgyek alakultak ki, míg a pannon medence peremére érve gyakorlatilag csak egy kis meder marad a vízfolyás számára. Mivel azonban az itt lerakott törmelékűpok és az alatta elhelyezkedő pannon öszlet e peremi sávja porózus és vízáteresztő, a patakok vize kis és közepes hozamnál általában teljesen elnyelődik és csak nagy eső, hóolvadás idején vagy idegen víz (pl. bányavíz) betáplálás esetén van továbbfolyás. Erre legjellemzőbb, hogy az általunk Rókás pataknak nevezett vízfolyás, valamint a Bicsérdi és az új mederbe terelt Kajdács patak, melyek hosszabb szakaszon, de a peremen elszívárognak vagy hozamuk lecsökken. A leginkább terhelt Zsid patak kiszive a Pécsi medencébe messze behatolva zsidvárog el. Ez ugyan a pannon öszlet vízutánpótlásának egyik normális módja, de az uránbányászat által szennyezett víz elnyelése már okozhat problémákat, annál is inkább, mert a tortyogói vízműkutak által a pannon rétegvizes öszletben kialakított depresszió a leszivárgási hányadot és a szakasz hosszát megnöveli. Az az álláspontunk, hogy jelenleg a Zsid patak a déli előtér szennyeződésének fő kapuja, alárendelten azonban a többi patak is a potenciális szennyeződések vonala. Az újabb intézkedések ezeket a káros hatásokat lecsökkentik, vagy meg is szüntetik.

A víz a szennyeződés széthordásának legfőbb közege. A radioaktív és az egyéb szennyeződések egy része a **meddőhányókból** származik. Az uránércbányászat meddőhányói közül három (az I., II., III. üzemi) tartalmaz fejtési meddőt is, amely természetesen magasabb urántartalmat jelent. Ezek valamennyien a déli lejtőre, hidrogeológiai szempontból kiemelt helyen kerülnek el. A II. üzemi a Bicsérdi patak felső és fő oldalágának (Nyistári árok) északi lejtőjén és a betorkolló ki mellékvölgyekbe került felhalmozásra. Ennek során eltemetődött néhány forrás is,

ezért a meddőhányó alól kisebb hozammal fakadó vizek magas radioaktív elemtartalmúak. Ma csöbe fogják és tisztítóba vezetik. Az 50-es évek végén, a 60-as évek elején, amikor még csak ércosztályozás és nem dúsítás létezett, az exportfeladatok megoldása érdekében gyenge minőségű érc is kikerült a meddőhányóra. Az I. üzemi, már rekultivált meddőhányót a Kajdács patak elszívárgási helyétől kissé északra, még perm homokkő felszínre halmozták fel. A felszíni vízfolyásnak teljesen új medret kellett építeni, amely kikerüli a leginkább szennyező létesítményeket, illetve csak a bányavíz egy részét fogadta be az elmúlt időkből. A III. üzemi meddőhányó a Zsid patak völgyébe, inkább annak nyugati lejtőjére települ, de növekedése során egyre délebbre és keletebbre nyomult. Mára teljesen elzárta a Zsid völgyét. Így a pataknak, amely a meddőhányótól északra levő területről (Kővágószőlős zártkeretek) származik és innen szennyezetlen vizet vezet le, a keleti lejtőn egy új kerülő medret kellett kialakítani.

A három meddőhányó közül kettő, az I. üzemi (640 ezer m³ térfogatú) és a II. üzemi (2,2 millió m³) már rekultiválásra került, a III. üzemi (6,8 millió m³) még addig működik, amíg a bányászat folyik majd (1997. december 31.), illetve ide szállítják a perkolációs prizmáktól (részletesebben erről később) áthalmazott anyagot. A III. üzemi meddőhányó jelentős részét már rekultiválták. E három meddőhányó eredeti állapotában tömegénél fogva befolyásolta a terület morfológiáját (domborzatát), a ki-, és rálátást és a felszíni vízhálózatot.

A III. üzemi meddőhányó legmagasabb pontja +232m, ugyanezen ponton az eredeti felszín, a Zsid patak völgye +195m magasságú volt.

Az uránbányászat többi meddőhányója lényegesen kisebb, ezért kevésbé üt ki környezetéből. Ezek általában egy-egy akna mellett a mélyítés során halmozódtak fel. Mivel ezek a produktív öszletet nem minden esetben harántolták, vagy ha ez mégis bekövetkezett, az ércet elszállították, így anyaguk általában inaktív. A IV. üzemi szállítóakna 1146 m hosszából mindössze 50 m volt a produktív öszlet, ennek nem érces anyaga elenyésző a meddőhányó tömegében. A négy jelentősebb, 1000 m mélységet is megközelítő, tehát viszonylag jelentősebb kőzetösmeg hányóban felhalmozó akna a IV. üzem lég-, és szállító, az V. üzemi lég-, és szállítóaknák. Ezek valamennyien az antiklinális északi szárnyán és a Mecsek északi lejtőjén mélyültek. Csak az V. üzemi légakna harántolja a karsztvízes öszletet, a többi annak fekjéből indul. A szállítóaknák mellé települnek az üzemek kiszolgáló létesítményei (irodák, műhelyek, fürdők, konyhák, stb.). Ezek nem, vagy csak bármilyen üzemhez hasonló mértékben, szokványosan befolyásolják a környezet állapotát. Mindkét üzem külön szennyvíztisztítót üzemeltet. Az V. üzem tisztított szennyvize a Sás patakba, a IV. üzemé egy környezetkárosító olajszenyezés elhárítása után, mely a Nyíras patak egy víznyelőjén keresztül az Abaligeti cseppkőbarlangot és a tavakat veszélyeztette, csövön az Északi tárón keresztül került elvezetésre. A Ny-Mecsek északi lejtőjét zömmel felépítő középső-triász (anizuszi) mészkő és karsztvíze így már nincs veszélyeztetve. A meddőhányókon átszivárgó víz sokáig különleges problémát jelentett, mert a minőségi paraméterek értéke oly magas volt, hogy az környezetszenyezést okozhatott. A II. üzemi meddőhányó peremén megjelent kis hozamú víz oldott urántartalma meghaladta a 22 000 g/l-t is.

A meddőhányó peremi vízmegjelenések annak következményei, hogy a porózus, jó vízvezetőképességű meddő törmelékűtömegben a lefelé mozgó víz, elérve az eredeti, rosszabb vízvezetőképességű kőzetekből felépített felszínt, erőteljes vízszintes mozgásvektort vesz fel. A III. üzemi meddőhányó esetében kedvező, hogy alatta található az I. üzemi, esetenként felszakadt üregei, így a beszívárgás ezek irányába történik. Másutt, bár ugyancsak

a III. üzemi meddőhányó területén a völgytalpi agyagos, közettörmelékés alluvium akadályozza a víz beszivárgását. Az I. üzemi meddőhányó teljes egészében a depressziós tölcser területére települ, ennek hatásai kedvezők. A többi, fejtési meddőt nem tartalmazó meddőhányó nem okoz jelentős vízminőségi problémát. Az utóbbi időben végrehajtott és megoldást hozó rekultivációs módokról később lesz említés.

A **perkolációs tevékenység** ugyancsak veszélyt jelent a környezetre, elsősorban a hidrogeológiai vonatkozásokban.

Perkolációnak nevezzük azt a folyamatot, melynek során műanyagfóliával bélelt medencékben felhalmozott tört, gyenge minőségű ércprizmákat szódás oldattal áztatnak. A medencék zsompjaiban összegyűjtött szódás (10-15g/l oldott só), magas urántartalmú (4-6000 µg/l) oldatokat speciális műgyanta granulátummal feltöltött szorpciós oszlopokon átáramoltatnak. Ennek során az oldott urán a műgyanta szemcséken megkötődik. Innen a vegyi dúsítás folyamatában leoldható. Két perkolációs terület van. Az egyik az Ércdúsító Üzemben a felső-pannon összletre, a másik az I. üzemtől északnyugatra a feküszürke homokkőösszletre települ. Mindkét perkoláció (1. és 2.sz.) környezetében jelentős oldott urán és össz. sótartalom anomáliát észleltünk a rendszert körülvevő vízminőség megfigyelő fúrásokban. A felszín alatti víz szennyeződése származhat a fóliaaljzat elyegedésére visszavezethető szakadásból, technológiai felülméretlenségéből, valamint az óhatatlanul bekövetkező szórt felületi szennyeződés bemosódásaiból. Az I. Üzem melletti, un. 2.sz. perkolációból megszökő szennyezett felszín alatti vizek délies irányokba mozognak. A víz oldott urántartalma közvetlenül a szennyezés kiinduló pontjánál esetenként az 5000 µg/l-t, oldott anyagtartalma a 10 000 mg/l-t is elérheti. Ezen értékek mára az újabb intézkedések során jelentősen megjavultak. Egyébként a már beszivárgott víz elmozdulás során felhígul és oldott anyagtartalma geokémiai okok miatt is lecsökken. Ez horizontálisan és vertikálisan egyaránt adatszerűen kimutatható. A szennyezett víz jelentős részét elnyeli az I. üzemi depressziós tölcser, délnyugat felé azonban egy határozott szennyeződési front nyomul a Törtgyogi vízműmedencé fúrt kútjai felé. Ezen okok következtében a legújabb elhatározások szerint mindkét perkolációs prizmarendszer anyagát áthallmozzuk a III. üzemi meddőhányó keleti peremére, ahonnan a teljes beszivárgott vízmennyiség bejut az I. üzemi depressziós tölcserbe ill. az üregrendszerbe, Innen az alább ismertetett módon a vizet kiemeljük és uránmentesítjük, majd ezután a Kajdács patakba engedjük.

Az 1972-ben befejezett **I. üzemből** ugyanis a lelőhely déli szárnyán bányahatósági rendelkezésre környezetvédelmi célból tovább folyik a bányáüregekben felhalmozódó víz kiemelése és uránmentesítése. A bánya (különösen a fejtés) üregrendszerben bejutó és ott hosszabb ideig tartózkodó víz a visszamaradt érces falak, pillérek, kisebb lencsék, a fejtésekben maradt érces por és törmelék anyagából az uránt kioldja. Ezért a bezárt bányáüzemek üregeiben felhalmozódott víz kiemelkedően magas oldott U term. tartalmú (5000-12000µg/l). A 0/6 aknából és egy fúrólyukon át a 6/11 vakaknából kiemelt vízből az itt felállított szorpciós oszlopokon vezetjük át, ezáltal urántartalmát lekötjük. A felhasznált műgyanta granulátumból az ércdúsítás technológiája során oldják le az uránt. Ez nem csak környezetvédelmi szempontból, hanem gazdaságilag is eredményes. Nyilvánvaló, hogy a bányáüzemek bezárása után a kiemelt v. kifolyó vizek tisztítása környezetvédelmi okok miatt addig kell folytatni, amíg az üregrendszerből a sokszoros átszűrődés során az urántartalom kioldódik és a kiemelt vizek minősége már a megszabott határérték alatt marad. A megengedett max. üzemi vízszint jelenleg +65m. Ez alacsonyabb, mint a délebbre fekvő Törtgyogi medence

pannon rétegvizeibe mélyített kútjainak üzemi vízszintje. Így a szennyezett víz déli átáramlása még a kommunikáció egyéb feltételeinek megléte esetén sem volna lehetséges A kapcsolat egyébként csak a perm-triász homokkőösszlet felső, mállási-aprózódási zónájában volna lehetséges, de az üzemi vízszintek ezt lehetetlenné teszik. Egyébként a depressziós tölcser maga felé irányítja az I., III. üzemi meddőhányóból, részben a 2. perkolációból származó magasabb szennyezettségű vizet.

Legnagyobb környezet-hidrogeológiai problémát az ércdúsítás végfolyamatából származó 2 db **zagyártározó** jelenti. Az ércdúsítás jelentős mennyiségű vegyi anyagot használ fel. A zagyártározók a felső pannon üledékekkel feltöltött Pécsi medence felszínén települnek. Az I. zagyártározó egy kb. 50m felszín alatti magasságig kiemelkedő alaphegységi sasbérc fölött helyezkedik el, a másik ettől délre. A sasbérc a medencét két részre tagolja: a keleti a Pellérdi, a nyugati a Törtgyogi medence. E területeken a Pécsi Vízmű mintegy 90 fúrt kútja működik, jelenleg "csak" 20-25 000 m³/nap minőségű vizet szolgáltatva Pécs számára. Az alaphegységi kiemelkedés fölött a fácies viszonyok miatt nem voltak kutak, ez is szerepet játszott a hely kiválasztásában. Noha a zagyártározók tervezésénél már szó esett a felső-pannon üledékek és a vízműkutak védelméről, az építéskori intézkedések nem voltak eléggé hatásosak. A zagyártározók aljának elgondolt "szigetelése" (meszes kémiái gát) nem volt megfelelő. A lerakott zagyából építetgátak egyre magasodtak. A tározó tetején, mivel az lefolyástalan, a technológiai vízből és a csapadékból tó marad vissza. A víz nagy részét returvízként a technológiai folyamatba visszavezetik, a veszteséget bányavízzel pótolják. Így a víz körforgalma nem teljes. 1996-ra a 2 db zagyártározóban 16,2 millió m³ laza porózus anyag halmozódott fel. A benne levő porózus víz sótartalma 18-19 g/l. A tó vize 10-12 g/l össz. oldott sót (zömében Na, Ca, Mg, Cl, SO₄ ionok) és 50-100µg/l össz. oldott uránt tartalmaz. A felszínen levő tóból és a zagy porózusvízből nagy mennyiségű sós víz szivárog az eredeti felszín alá, elsősorban a talaj, ennek közvetítésével a rétegvizekbe. A víz oldott urántartalma alacsony, hiszen ezt a technológiában kivonják. A víz magas sótartalma jelenti az igazi veszélyt. A kérdés megértésében és megítélésében a földtani felépítésnek és a hidrogeológiai viszonyoknak fontos szerepe van. A legjelentősebb felismerés az volt, hogy a Pécsi medence felszínén levő 8-10 m-es átszűrött, réti lösz alatt egy pleisztocén durva homokos, kavicsos, közettörmelékés lepel van. Ez tartalmazza a talajvizet.

Az alatta levő, több száz métert is elérő vastagságú felső-pannon, homokos, aleuritos, agyagos képződményekből álló laza porózus üledék több rétegeben nagytömegű artézi vizet tartalmaz. Ezt hasznosítják a Pécsi Vízmű kútjai. Az eredetileg pozitív vizű kutak a víztermelés hatására kialakult depresszió következtében negatívvá váltak és ma már alacsonyabb nyugalmi vízszintűek, mint a talajvízé. Így tehát az eredetileg pozitív hidraulikai gradiens negatívvá alakult, amely a mélységi vizek veszélyeztettségében kedvezőtlen, mert a felülről lefelé történő vízárnyalást teszi lehetővé. Vizsgálataink szerint a legnagyobb mértékű (területre és minőségre egyaránt) károsodást a talajvizek szenvedték. A legkényesebb helyeken, Törtgyogi irányában a zagyártározóból származó víz hatása már több mint 2000m távolságban kimutatható. Kisebb területen és kisebb mértékben szennyezettek a rétegvizek, és pedig természetesen minél mélyebb helyzetűek, annál kevésbé. A zagyártározók alatt a szennyeződés az alaphegységig lehatolt. Mozgása csak részben történik horizontálisan, vagyis a vízadó rétegben, mert a különböző hidrogeológiai minősítésű rétegek kiékelődnek, egymásba újszerűen összefogazódnak. Így a felső talajvíztartó rétegekből is mintegy "ablakokon" keresztül a rétegvizekbe is leszivároghat az oldott anyag. A szennyeződés horizontá-

lisan határozottan frontszerűen nyomul előre, bizonyos irányokba kitüntetetten. Ezt a közetminőségen (vízvezetőképességen) túl elsősorban a Tortyogói medencében mélyített vízműkutak által létrehozott depresszió befolyásolja. Eddig mindössze egy vízműkútból jelent meg a megengedett ivóvízhatásnál nagyobb mértékű oldott sótartalom. Ezt a nagy átmérőjű modern kavicsolt kutat már zagytározók működése után telepítették, szakmailag nem eléggé átgondoltan. A nagy hozam szinte berántotta a zagytározóból származó sós oldatot és a környékbeli kutaknál is észlelhető azóta emelkedés néhány vízkémiai jellemzőben.

1997-ben a rendszeres vizsgálatok során az inkriminált kút vizének bepárlási maradéka 1,65-3,26 g/l között volt, miközben a természetes érték 0,5-0,6 g/l. Az oldott U-term. tartalomban 2-2,5 µg/l, ami még az átlagos értéknél is alacsonyabb. Tájékoztatásul jegyezzük meg, hogy a zagytározó körüli talajvizek össz sótartalma 0,45-18,8 g/l, az oldott U-term tartalom 2,5-645 µg/l között változott, természetesen úgy, hogy a magasabb értékek közvetlenül a zagytározó gátjánál, a kisebbek a szélső megfigyelő kutakban voltak észlelhetők. Ugyanezen jellemzők a rétegvíz megfigyelő kutaknál 0,38-4,5 g/l, illetve 1-12,5 µg/l voltak. A változás tendenciája itt is ugyanaz mint a talajvíznél. A zagytározók által okozott környezetkárosodás a rekultiváció egyik legnehezebb és legösszetettebb problémája. Részleteiben az ezt tárgyaló fejezetben lesz róla szó, de annyit megjegyeznünk, hogy a szennyeződés környezet-hidrogeológiai szempontok szerint jellemezhető, a várható megoldás is ebben az irányban halad.

Megemlítünk még néhány olyan kérdést, melyek jellemzőknek fogva ugyan természetesen kapcsolatban vannak a földtani felépítéssel is, de tárgyalásukat inkább a hidrogeológiai témájú cikkben tesszük közzé. Ezek ugyanis, véleményünk szerint szorosabban kapcsolódnak a három állapotban (eredeti, bányászatkodás alatti, befejezés utáni) vizsgált hidrogeológiai képhez. Ezek a kérdések:

- * A bányavíz kiemelés mennyiségi és minőségi adatai;
- * A bányüzemek fölött kialakult depressziók;
- * Az északi szárnyom elhelyezkedő karsztvíz esetleges veszélyeztetettsége.

Az uránbányászat rekultivációja

Rekultiváció alatt valamely tevékenység részleges vagy teljes befejezés utáni helyreállító tevékenységet értjük. Ennek keretében az eredeti, vagy azt megközelítő, a természeti viszonyoknak megfelelő, abba beleillő, a társadalom által elfogadott és jogszabályok által meghatározott állapotot kell kialakítani, amely megszünteti vagy minimálisra csökkenti a lakosságot és a természetet érintő káros hatásokat. A mecseki uránércbányászat megszüntetésének teljeskörű koncepcióterve 1996-ban elkészült. Cikkünk ennek főbb megállapításaira támaszkodik.

A föld alatti bányáüregrek rekultivációjára tulajdonképpen nincs lehetőség, szó szerinti értelmezésben nem is nagyon van rá szükség. A bányászat felhagyása után természetesen indokolt a napszintre nyíló aknáknak feltömedékelése, hiszen pl. a IV. üzemi szállítóakna 1146m mélységű, 7m átmérőjű, mintegy 44 000m³ térfogatú üregének, akár többszáz év múlva is bekövetkező összeomlása a felszínen tragédiát is okozhat. A tömedékelésnek vízvezetőnek kell lennie. A tárók sekély mélységű szakaszait az omlások felszíni hatásai miatt tömedékelni kell, különösen ha az mint pl. az Északi táró, település (Kövágószőlős) alatt húzódik. Mivel a bányáüregek felhagyásuk után feltöltődnek vízzel, s ez a tárószintet elérve itt fog kifolyani, a tömedékelésnek speciálisnak kell lennie, mert biztosítani kell a vízvezetést. Az uránércbányák föld alatti üregeiben, főleg a fejtésekben a radioaktív bomlás eredményeképpen a radongáz összegyűlik.

Repedésrendszerek, elsősorban tektonikus zúzott zónák mentén felfelé migrál. A felszínen hamar felhígul és elbomlik. Folyamatosan zárt térbe, pl; lakóházakba kerülve azonban káros mértékben halmozódhat fel. Mivel lakott területek alatt fejtésüregrek nem található, ez a veszély, legfeljebb érintheti Cserkút északi szegélyét, vagy Kövágószőlős táró alatti néhány épületet. Ezek ellenőrzése folyik. Már szó volt a vízzel történő feltöltődésről. Ez bizonyos idő múlva (számításaink szerint a bányabezárást követő 30-33 évben) kifolyó vízként fog megjelenni. Mivel a fejtésüregekben sok repedezett érc, ércpor található még a befejezés után is, a feltelő vízben több radioaktív anyag van oldva, mint egyébként a normál bányászat során kiemeltben. A vízkiemelés várhatóan 2000-re meg fog szűnni az északi üzemekből, ezért hozama csak a tárószint fölött fakadó, gravitációsan kifolyó mennyisége fog csökkenni. Várható, hogy 2030-33 között a III., IV., V. üzem egyaránt feltelik.

A bányavíz zömét ma leadják az I. üzem üregrendszerébe, itt telítődik, kiemelésre és tisztításra kerül. Ez a módszer addig fennmarad, míg az I. üzem át nem mosódik és vize ki nem tisztul. Az északi üzemekből kifolyó víz csak 2000 és 2030 között lesz kishozamú, utána fog megnőni a víz mennyisége a feltelő vízből. Tisztítására csak 2030 után kell gondolni. A hely még nem eldöntött, de valószínűleg a zagytározók környékén lesz egy központi víztisztító telep, ahol a radioaktív anyagok és a sok kinyerés egyaránt lehetséges lesz. (Bányavíz mennyiség és minőségi adatok a hidrogeológiai cikkben.) Az elengedhető víz határértékei jelenleg: urán 2 mg/dl, Ra²²⁶-ra 1,1 Bq/dl, egyéb anyagok az érvényes szennyvízrendelet szerint, az össz. technológiai eredetű sótartalom 1500 mg/l. Hogy a kifolyó bányavíz minél kevesebb káros anyagot tartalmazzon, felhagyás előtt a vágatokat, föld alatti műhelyeket ki kell takarítani, elsősorban az olajtartalmú szennyeződések, gépeket ki kell szállítani.

Más a helyzet az uránbányászat *felszíni létesítményeivel*. Ezekből a sugárzó anyagok gáz, oldat, szilárd anyag (por) formájában egyaránt eltávozhatnak, s ez károsítja a környezetet. Másrészt befolyásolhatják a táj képét, ezért esetleg le kell bontani (épületek), vagy különböző eljárásokkal a tájba kell illeszteni őket (meddőhányók).

A *meddőhányók rekultivációja* a tájba illesztéssel, a megfelelő forma kialakításával kezdődik. A lejtőszögeknek, a domborzatnak hasonlóknak kell lennie a környezetéhez. Sem a rálátás, sem a róla való kilátás esetében ne tűnjön ki környezetéből. Radiológiai szempontból azon a meddőhányók jelentenek problémát, melyek fejtési, erősen anomális anyagot tartalmaznak. Ilyenek az I., II., III. (de vállalati feladatokat ellátó) nagy meddőhányók. A rekultiváció során az infiltráció (beszivárgás), a gammasugárzás, a radonkiáramlás, a kiporzás és az erózió csökkentése a fő cél. Ezért a formai átalakítás után 1 m vastagságú konszolidált talajtakaróval fogjuk beborítani. Ez a talajvastagság biztosítja a lágyszárú és fás, mesterséges indítású növénytakaró önfenntartását. Erre vonatkozóan a talajjal borított meddőhányókon kísérleti telepítéseket hoztak létre a következő elemekből: mezei juhar, virágos kőris, rezgő nyár, mezei szil, orgona, cserszömörce, molyhos tölgy, varjú-tövis, benge, ostorménfa, csertölgy, ezüsthárs, fagyal. A végleges telepítés a kísérleti eredmények alapján fog történni. A meddőhányóról lefolyó, vagy abba bejutó, de a peremeken újra a felszínre törő vizeket óvárokrendszerrel fogjuk össze. Állandó, rendszeres vízminőségi vizsgálatok szerint lehetővé válik (vagy már jelenleg is úgy van) elvezetésük víztisztítóhoz. A talajtakarónak természetesen radiológiai szerep is van. Nevezetesen csökkenti gamma sugárzást és lecsökkenti a radongáz kiáramlását. Erre vonatkozóan az OSSKI állapított meg olyan paramétereket, melyek a normál háttérértékek 2-3-szorosát jelentik.

Ezek a következők:

- * gammadózis intenzitás: 200-400 nGy/h
- * radon koncentráció: 20-40 Bq/m³
- * radonexhaláció: 0,7 Bq/m³/sec

A talajjal borítás után radiológiai mérésekkel ellenőrizzük a megfelelő hatást, Szükség esetén növelni lehet a talaj vastagságát, általában azonban az 1 m bőven elegendő. A nem fejtési meddőt tartalmazó, általában az aknamélyítésekéből származó kisebb meddőhányóknál radiológiai problémák nincsenek. Ezek közül többet (Tótvár, V.ü. Légakna) elszállítottunk a III. üzem meddőhányó morfológiai alakítása céljából.

A **perkolációs** eljárásnak alávetett érces közettömbben mozgó szódás oldat szintén veszélyezteti a környezet felszín alatti vizeit. Az 1.sz. perkoláció az Ércdúsító üzem területén a pannon rétegvizes összlet felszínére települ, a 2.sz. perkoláció pedig az I. üzem depressziójától északra permi "fekeszürke" homokkőre. A fóliás medenceszigetelés ellenére is mindkét területről megszökő oldatok (a 2.sz. perkolációnak csak a nyugati részéről) veszélyeztetik a pellérdi és a tortyogói vízbázist. A szilárd anyag mintegy 60 g/to mennyiségben tartalmaz uránt, de a pórusokban mozgó (esetleg megszökő) víz 10-20 mg/l U és 15 g/l össz. oldott anyag tartalmú.

Végleges megoldást, több lehetőség vizsgálata (takarás, védőszivattyúzás, stb.) után, a hidrogeológailag legvédehetőbb területen való elhelyezés, tehát a teljes áthalmazás jelenti. Erre lehetőséget ad a III. üzemi meddőhányó, melynek keleti oldalán a Zsid patak mederátelhelyezése után mindkét perkolációs térség közettömege (összesen közel 4 millió m³) elhelyezhető. Az itt elhelyezett meddőhányóból beszivárgó víz teljes egészében az övárókba, és/vagy közvetlenül az I. üzemi depressziós tölcsérbe jut, majd innen az üregekből kiemelik és uránmentesítik. Mivel a perkolációs tömeg az áthalmazás után a meddőhányó része lesz, azzal azonos módon és határértékek tartásával fog történni a rekultiváció.

A takarással és növényesítéssel természetesen erőteljesen le fog csökkenni a beszivárgás, így a perkolációs közettömbben levő szennyező anyagok (elsősorban szóda és radioaktív elemek) bezáródnak és konzerválódnak. Az áthalmazás után a perkolációs medencék ill. területek eredeti felszínét várhatóan 1 m vastagságban el fogjuk távolítani és azonos vastagságban talajjal fogjuk borítani. Így tulajdonképpen korlátozottan mezőgazdasági felhasználásra kerülhetnek. A perkolációs területek megfigyelő hálózatát ellenőrzésképpen tovább fogjuk működtetni, már csak azért is, mert a fúrások egyben az I. üzemi depressziós tölcsér geometriájának, változásának ellenőrző pontjai is.

Az elszívagott oldatok hatására a környező felszín alatti vizek folyamatosan szennyeződnek. A szennyeződés horizontális kiterjedése a víztartó rétegek mélyebb helyzete szerint csökken. A szennyeződés előrenyomulása frontszerű, mértéke és távolsági hatása irányok szerint változó. A legnagyobb előrenyomulási irány és sebesség DNy-Ny felé észlelhető. A maximális távolság meghaladja a 500 m-t. A szennyeződés elsősorban az oldott só tartalomban jelentkezik. A tortyogói medence vízműkútjai által létrehozott depresszió a front előrehaladás irányát és sebességét befolyásolja.

A **zagyártározók** rekultivációját három fő irányban jelölhetjük meg:

- * a zagyártározók tájba illesztése,
- * az oldatok kiszivárgásának megszüntetése vagy csökkentése,
- * a felszín alatti vizekbe már kijutott só tartalom visszanyerése.

Az egyes megoldási módok többirányú változást, javulást okozhatnak, egymással szorosan összefüggenek.

A zagyártározó morfológiai átalakítását a tájba illesztés is indokolja, hiszen az I. zagyártározó ugyan sík terepre települ, de a közeli pellérdi dombok (pellérdi szőlőhegy)

miatt nem tájidegen. A II. zagyártározó ennek északi lejtőjére fekszik fel, de szó van ennek anyagának áthalmazásáról és éppen az I. számúra. Ez ugyanis jelenleg gátakkal körülvéve homorú felszínű, ebben helyezkedik el egy kis, igen magas só tartalmú tó. Ez jelenleg lefolyástalan terület, amely a csapadék beszivárgását megnöveli. Így viszont megnövekszik a sók oldódása és a sóoldatok tovább migrálása. Ez kedvezőtlen. Ezért a zagyártározók alakját domborúra kell formálni. Emellett az átformált tározót szintén legalább 1 m vastagságban agyagos talajjal kell borítani.

Ezt növények telepítése követi. Mindkét megoldás csökkenti a csapadék beszivárgását és az oldatok felszín alatti vízbe jutását. Ugyanekkor gyakorlatilag megszűnik a kiporzás is, amely viharos szél vagy tornádó jellegű helyi szelek alkalmából jelenleg igen nagy mértékű lehet.

A finomszemű zagyából keletkező porfelhők ma még nagy távolságra is eljuthatnak, a védőerdő övezetek nem képesek teljességgel felfogni. A növények telepítése a tájba illesztés is elősegíti.

A zagyártározó közvetlen fekéje átmosott, réti lösz. Ennek vízvezetőképessége kisebb, mint a porózus, homokos, iszapos kiülepedett zagyé. Ezért a peremen a gátak (vagy a domborulat) szélén mindig lesz vízkilépés, ha mennyisége a jelenlegihez képest le is csökken. Ezek felfogására övárókrendszert alakítunk ki. A csurgalékvizeket tisztító művön keresztül vezetjük a befogadó Pécsi vízbe. Ez a felszíni vízfolyás, függetlenül az uránércbányászattól gyakorlatilag szennyvíz minőségű. A tisztított víz bevezetése javítani fogja a vízminőséget.

A felszín alatti szétáramlás megakadályozására sok lehetőség került megvizsgálásra. Ilyen volt például a szád-falazás kérdése, amelyre vonatkozóan két mélység jön számításba. 30m mélységig a talajvíztartó rétegek elzárását klasszikus réselőgépes-árkos-vízáróanyag tömítéses eljárással lehet megoldani. A rétegvíz-tározó mélyebb fekvésű tömegeit sűrűn telepített mélyfúrásokba préselt injektáló anyagból képzett függönyfallok lehetne elzárni. Mindkét technológia sikeres alkalmazási feltétele az a földtani adottság, mely lehetővé teszi a záró szerkezet beültetését olyan, nagy területen összefüggő, azonos minőségű vízzáró agyagba, mely a függőleges, lefelé irányuló szivárgást meg tudja akadályozni. A zagyártározók körüli fúrások feldolgozása alapján úgy látszik, hogy ez a feltétel a zagyártározók alatt nem teljesül. Így a sikeres szivárgást korlátozó létesítménynek nincs biztos esélye.

Más megoldásként egy, a zagyártározókat körbefogó szivattyúzott kútsor, ha az a megfelelő mélységet eléri, még szóba jöhetne. Az ilyen kutak azonban nemcsak a szennyeződés felőli oldalról vonják el a vizet, hanem ellenkezőleg is. Ezt egy külső oldali szád-falazással lehetne csak megakadályozni. Mindez óriási tömegű és a jelenleginél felhígultabb vízmennyiséget jelent, melynek tisztítása rendkívül nagy költséget jelentene. A védőkutas módszernek egy speciális lehetősége van e területen. A tortyogói kutak termelése előtt a rétegvíznek pozitív voltak, nyomásszintjük a felső talajvízszintnél magasabb volt. Ez a pozitív hidraulikus gradiens felfelé irányuló áramlást és kommunikációt tett lehetővé a vízrendszerek között.

Mára a helyzet megfordult. A rétegvizes összletben a víztermelés következtében kialakult depresszió mértéke miatt jelenleg a talajvízszint magasabb, mint a rétegvizek nyomásszintje. A hidraulikus gradiens tehát negatív. Erre alapul a hidrogeológiai rekultiváció. A módszert a Bányászati és Környezeti Mérnöki Irodával együtt végzett numerikus modellezéssel dolgoztuk ki. Eszerint 18db védőkút évi 400 ezer m³-es víztermelésével a zagyártározók környezetének nagyobbik részén meg lehet fordítani a jelenleg lefelé mutató szivárgási helyzetet. A kutak a talajvízre mélyülnek, azt emelik ki és alakítanak ki benne egy olyan depressziót, melynek következtében a rétegvizek kevésbé depresszionált nyomásszintje újból magasabb lesz.

Így igen lassan újra pozitív hidraulikus gradiens alakul ki, és a szennyezettebb talajvíz nem fog átszivárogni a rétegvízbe. A kiemelt víz tisztításával a már a rétegekbe kijutott oldat kiemelhető, a víz tisztítható és elengedhető. A transzportvizsgálatok szerint ahhoz, hogy a szennyezett felszín alatti vizek össz. sótartalma 15 év alatt 5000 mg/l alá csökkenjen, 33 kút lesz szükséges. Ennek következtében a zagytározók alatti terület 88 %-án megindul a felfelé áramlás és a lassú tisztulás. A 400 ezer m³ víz a tortyogói és pellérdi vízbázisnak mindössze 3,3 %-át teszi ki.

A fenti módszer még részletes kidolgozást igényel. Sikeréhez az is hozzájárulhat, ha kémiai beavatkozásokkal a zagytározóban levő oldatok minőségét befolyásoljuk.

Üzemi területek, épületek szintén problémát okozhatnak. Méréseink szerint egyes területek, épületek, szerkezetek radioaktivitással szennyeződtek.

Az eredmények alapján az ÁNTSZ adja ki az inaktívva nyilvánító határozatot, vagy el kell végezni a területek, épületek kontaminálását. Adott esetben talajcserét, bontást kell végrehajtani. A bontási anyagok a zagytározóban helyezhetők el. Ezek után a területek épületek ipari, kereskedelmi célokra is felhasználhatók. Nagy előnyt jelent a teljes infrastruktúra.

Kétségtelen, hogy az uránércbányászat környezetében jelentős változásokat, esetenként károkat, környezetszennyeződést okozott. Különösen jellemző volt ez a régebbi időkre, amikor az uránbányászatra vonatkozó titkosság és politikai irányzat megnehezítette a hatóságok ezirányú működését. Annak idején persze egyáltalán nem volt általános a környezetvédelmi szemlélet.

Kétségtelen azonban, hogy az uránbányászat közelebbi és távolabbi környezetének felemelkedését jelentette. A bányászat biztosította a munkaalkalmat, az infrastruktúrális fejlődést. Mára nem egy kis község kihalt volna az uránércbányászat nélkül. Megfelelő és igazságos mérlegelés bizonyára az uránércbányászat hasznosságát igazolja.

Koch László, Lendvai né Koleszár Zsuzsanna

Földtani és bányászati kutatás a Nyugat-Mecseki antiklinális területén, a Bodai Formációnak, mint radioaktív hulladékbefogadó kőzetösszletnek az alkalmassága vizsgálatára

A kutatástörténet áttekintése

Az 1980-as évek első felében a Paksi Atomerőmű reaktor blokkjainak üzembe helyezése (1982-ben helyezték üzembe az I. blokkot) szükségessé tette az Erőmű tevékenysége által képződött kis- és közepes ill. a későbbiekben a nagyaktivitású radioaktív hulladékok elhelyezési lehetőségeinek vizsgálatát.

Ehhez kapcsolódóan a nyugat-mecseki térség földtudományi és bányászati szakemberei 1983-ban egy előzetes tanulmányt készítettek. A Magyar Villamosipari Tröszt megbízásából megvizsgálták, mintegy 60000 m³ térfogatú, kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladék végleges elhelyezési lehetőségét a Mecseki Ércbányászati Vállalat

(továbbiakban: MÉV) felhagyott bányatérsegeiben és annak környezetében, illetve a Nyugat-Mecsek egyéb térségeiben. A térségben felhalmozódott nagy mennyiségű földtani és bányászati ismeretekre építve *nem javasoltnak* minősítették az uránércbányászati területeket és annak közvetlen földtani környezetét (MÉV, 1982), ugyanakkor tanulmányozásra ajánlották az ún. Bodai Aleurolit formációt. A Bodai Aleurolitra vonatkozó földtani ismeretek elmaradtak az uránércet tartalmazó, fedő homokkő összetekétől, de elegendőek voltak ahhoz, hogy jogosan felvetődjön a rétegoszszlet hulladéktárolásra való hasznosításának gondolata.

A továbbiakban a Paksi Atomerőműhöz közelebb eső, Ófalu és Feked községek körzetében 1983-ban megindított kutatások miatt háttérbe szorult ez a javaslat. Az ófalu program sikertelen lezárása után (1988) a MÉV újra javasolja a Bodai Formációt az atomerőmű kis- és közepes radioaktív hulladékainak és esetleg toxikus veszélyes hulladékok elhelyezése céljából.

A Mecseki Ércbányászati Vállalat 1989-ben a bodai aleurolitban egy többcélú mélységi hulladéktároló kialakításának vizsgálatát kezdeményezte és számos egyeztetési és módosítási fázis eredményeként engedélyt kapott arra, hogy saját eredménye terhére megindítsa a kutatást.

A vizsgálandó formáció térbeli helyzete, a MÉV és a belőle később létrejött vállalkozások (Pl. Mecsekurán Kft, Rotaqua Kft stb...) infrastruktúrája lehetővé tette, hogy minimális költség- és időráfordítással a terület kutatása megkezdődhessen, illetve a minősítés szempontjából nélkülözhetetlen adatok tömegét eredményezze (Kovács L., 1997). Első fázisban sor került az uránérc kutatás és -termelés során felhalmozott információknak és adatoknak az új szempontok szerinti összegyűjtésére, rendszerezésére.

Ezek alapján kezdtek meg a továbbkutatási lehetőségek tervezését. A megindult kutatások (1989-től) egyidejűleg folytak a külszínről (elsősorban mélyfúrásos módszerrel) és az V. sz. bányüzem -700 mBf-es szintjén (1000-1100 méteres felszín alatti mélységben.).

A kutatási program legfontosabb elemei a geológiai mélytárolókra vonatkozó általános nemzetközi tapasztalatok és ajánlások figyelembevételével az alábbiak voltak:

- * *speciális geológiai, geotektonikai, hidrogeológiai térképezés,*
- * *a térség szeizmológiai, geodinamikai vizsgálata,*
- * *2 db 1200 m mélységű külszíni (BAT-4, BAT-5) és 1 db 350 fm-es (Alfa-75) bányabeli kutatófúrás mélyítése a széleskörű, kapcsolódó vizsgálatokkal,*
- * *1000 m hosszú, az aleurolitot megközelítő, illetve feltáró kutatóvágat kihajtása az ércbánya meglévő főfeltáró rendszeréhez kapcsolódóan,*
- * *a kutató létesítményekből gyűjtött kőzetminták széleskörű laboratóriumi vizsgálata, a geotechnikai és bányaműszaki előfeltételek vizsgálata,*
- * *a szociális előfeltételek meglétének vizsgálata, a hatósági és társadalmi elfogadtatás megalapozása (MÉV, 1993).*

A kutatási munkák mintegy 60%-os késztséget értek el, amikor 1991 januárjában anyagi fedezet hiánya miatt megszakadtak. Az addig elkészült munkák eredményeinek összefoglalására és a legszükségesebb kiegészítő munkák elvégzésére a MÉV egy OMFB pályázat keretében kisebb összegű támogatást kapott. E szakasz eredményeit összefoglalva készült el a "Jelentés a javasolt Mecseki Mélységi hulladéktároló 1989-1992 között végzett földtani kutatásának eredményeiről" című zárójelentés (MÉV, 1993).

E jelentést azóta több hazai és külföldi szakértő, illetve szakértő intézmény (pl. E.H. Rooseboom, US Geological Survey, USA és S. Wisbey, AEA, UK) megvizsgálta, értékelte, ellenőrizte. Valamennyien állást foglaltak a kutatá-

sok további folytatása mellett, és az eredmények alapján, -figyelembe véve a PA RT (Paksi Atomerőmű Részvénytársaság) kiégett fűtőelemeivel kapcsolatban kialakult helyzetet is - felvetették, hogy a formáció számításba jöhet akár a nagyaktivitású radioaktív hulladékok végleges elhelyezésénél is (Kovács L., 1997).

A 90-es évek elején a Paksi Atomerőmű Rt működése során keletkezett nagyaktivitású radioaktív hulladékok (HLW) Szovjetunióba (Oroszországba) való visszazállítása bizonytalanná vált. Középtávú megoldásként az atomerőmű telephelyén megindultak egy száraz technológiával működő, bővíthető közbenső kiégett fűtőelemtároló (KKFT) építési munkálatai. A végleges megoldással kapcsolatos elemzések szerint a jelenleg ismert fűtőelem-ciklusok végén nem kerülhető el a hulladékok bizonyos mennyiségének végleges elhelyezése.

A fent leírt okok miatt a bodai kutatások témaköre 1993-ban bekerült az "Atomerőművi radioaktív hulladékok kezelésének és végleges elhelyezésének megoldására" 1992-ben létrehozott Nemzeti Projekt feladatai közé. A munkák ezt követően kifejezetten a nagyaktivitású radioaktív hulladékok végleges elhelyezésének kutatására irányultak (Kovács L., 1997).

1993 ősze és 1995 tavasza között megtörtént a bodai aleurolit rétegeinek mélyszerinti feltárása és megkezdődött a részletes in situ és laboratóriumi módszerekkel végzett földtani, hidrogeológiai, közetmechanikai és geokémiai tanulmányozása. Ennek eredményeit a PA Rt és a MÉV között létrejött Vállalkozási Szerződések keretében 1995-ben elkészült "ÖSSZEFOGLALÓ JELENTÉS" rögzítette. Jelentős mértékben megnövekedett a Bodai Formációra vonatkozó ismeretanyag az 1989-1995 közötti időszakban, amelynek során a továbbkutatást kizáró adatok, megfigyelések nem merültek föl. Ennek ellenére a nemzetközi ajánlások és a nemzetközi kutatási gyakorlat tanulmányozása alapján egyértelmű volt, hogy a jelenleg ismert információk mértéke nem elegendő az alkalmasság megítéléséhez.

A fentieket felismerve a PA Rt felkérésére a kanadai Atomic Energy of Canada Limited (AECL) és a magyar szakemberek bevonásával elkészült egy hároméves kutatási koncepcióterv a hosszútávú program függelékéket. A terv ("APPENDIX 1: Short-term program for further characterization of the Boda Claystone Formation") egy hároméves időszakon belül elvégzendő, az aktuálisan elérhető technológiák alkalmazásával reálisan elvégezhető kutatásra tesz javaslatot, amelyből a legnagyobb hatásfokkal nyerhetők a formáció minősítéséhez használható, legfontosabb információk (MÉV, 1995).

A koncepcióterv kiindulási alapja összhangban volt és van az időközben megszűleltetett a hazai uránércbányászatról rendelkező kormányhatározattal, mely szerint az uránbányászati tevékenység 1997. dec. 31-i befejezéséig folytatni kell a Bodai Formáció kutatását.

A MÉV szakemberei a PA Rt megbízására elkészítettek a koncepcióterv ajánlásainak figyelembevételével egy a magyar viszonyokat, lehetőségeket reálisan felmérő kutatási tervet. Ez a szakmai bírálatok és egyeztetések után átdolgozva 1995 őszen került véglegesítésre és elfogadásra (MÉV, 1995. 09. 29.). A kutatási program végrehajtása feszített ütemben több, mint két éve folyik, 1996 nyaratól egy öttagú szakértői bizottság ellenőrzésével. Ebben a munkában, kutatásban a MÉV és a Mecsekurán Kft szakembereinek koordinálásával és a kanadai AECL közreműködésével a hazai szakirányú kutatási intézmények, vállalkozások széles köre közreműködik.

A jelenleg folyó kutatások elsődleges célja, hogy a rövidtávú program végén elvégzendő biztonsági analízisbe illesztendő azon kritikus tényezők, paraméterek vizsgálata valósuljon meg, amelyek -kedvezőtlen eredmények esetén a formáció "alkalmatlan" minősítéséhez vezetnek. A terület alkalmasságát eleve kizáró tényezők vizsgálatát min-

denképpen a rövidtávú program során szükséges végrehajtani. Ez a nagy anyagi kockázattal járó hosszútávú program megindításának feltétele (MÉV, 1995. 09. 29.).

A radioaktív hulladék elhelyezési célú kutatások előtti időszak földtani ismeretel a Bodai Aleurolit formációról

A mai ismereteink szintjén szinte hihetetlennek tűnik, hogy a Bodai Formációnak, mint elkülönült réteg- és közet-tani egységnek felismerésében és kutatásában az 1950-es évekig, a magyar uránbányászathoz kapcsolódó kutatások megkezdéséig érdemi eredmények, leírások, megfigyelések nem születtek. Ebben szerepet játszott a nyugat-mecseki térség "hagyományos ásványkincsekben" (kőszén, érc, építőipari nyersanyagokban) való meddősége, közet-tani-földtani felépítése.

Jellemző, hogy az első fúrás, amely nagyobb hosszban érintette a formációt kőszénkutató fúrás volt (Az 1892-ben mélyített Kt-1 jelű fúrás, Kővágóttócs és Cserkút községek között, 129,2-750,0 méteres mélységközben.). Ezt azonban Barabás Andor 1955-ös kandidátusi értekezéséig nem ismerik föl. Ő megállapítja, hogy az alsó permis réteg-csoport legalább 600 méternek mutatkozik, mivel a fekvését nem érte el.

Vadász Elemér 1935-ös Mecseki monográfiájában és Magyarország Földtana című kötetében (1960) zavaros a perm felosztása, s még nem válik el világosan a Bodai Formáció elkülönítésének ténye.

A Bodai Formáció közetösszetételének önálló földtani egységként való felismerése legelőször Barabás A. 1955-ös kandidátusi értekezésében jelenik meg. Részletesebb adatok hiányában az idősebb alsó permis képződményektől meg ő sem különítette el a Bodai Aleurolitot, bár gyanította bennük az aleurolit alatti rétegeket. "A leglényegesebb különbség tehát az, hogy Vadász E. a Cserkút-Boda közötti területen található szürke, zöld, barna és vörös rétegeket tekinti alsó tagozatnak, az új beosztás szerint pedig még ez alatt is van egy jóformán teljesen vörös agyagkőből álló rétegsor, amelyik Dinnyeberkitől Bakonyáig a boltozat tengelyében ismerhető fel." (Barabás A., 1956). Bükkösdől-Bakonyáig és Dinnyeberkitől É-ra való elterjedéssel említi az alsó-perm vörös agyagpalás réteg-csoportot, melyet jól rétegzett palás agyag, aleurolit, dolomitmarga épít föl kevés tűzkő. Ennek jelenlétét a későbbiek nem igazolták. Valószínűleg átkovárosodott dolomit vagy aleurolit betelepülések lehettek) és mészkőpaddal, mintegy 400 m látható vastagságban. Fácies szempontból nyílt, de sekélytengeri üledékként írja le az összletet (A mostani ismeretek ciklusosan beszáradó, sekélytavi lerakódási környezetre utalnak).

1957-től indulnak meg azok az 1:10000-es méretarányú földtani térképezési, rétegtani, üledékföldtani kutatási munkák, melynek eredményei (Jámbor Á.-Tözsér O.-Weber B., 1962) és későbbi feldolgozásai (Jámbor Á., 1964) tisztázták a térség alapvetően máig érvényes földtani, rétegtani bontását (csak a földtani korbeosztások módosultak, változtak a földtani koncepciók és az újabb eredmények, adatok tükrében). Jámbor Á. megállapítja, hogy a bodai összlet közvetlen fekvését a nyugat-mecseki antiklinális területén a Cserdi Konglomerátum és Homokkő összlet 600 métert meghaladó vastagságban alkotja. Kijelenti, hogy "Az aleurolit összlet első felületen vizsgálata alapján nemcsak a mecseki perm, hanem az ország legegységesebb üledékének tűnik". Megadja a formáció 900 m körüli átlagvastagságát és elvégzi a finomabb litosztrigráfiai felosztását a külszíni földtani térképezés és néhány kutatófúrás tapasztalatai alapján. Az összlet szedimentológiai bélyegei (pl. hullámfodrok, száradási repedések, cserepedések, a rétegek szinte kizárólagosan oxidált, vörös színe és a fauna erősen hiányos volta) alapján

mélységben húzódnak az aleurolit összlet fekü zónájától.

A kristályos aljzat fölötti vastag, konszolidált permtriás rétegösszletet, s így a felszínközéiben a Bodai Aleurolitot is fiatalabb, uralkodóan laza, kötetlen, negyedidőszaki, pannon és miocén korú üledékek veszik körül, illetve fedik le (Ezt támasztja alá egy 1967-ben Baranyi István által készített fedőüledék vastagság térkép is.). A formáció kiemelt tengelyzónájában ezeknek a fedőüledékeknek a vastagsága 0-30 m között változik. Az időszak végéig lefúrt sok nagy mélységű fúrás földtani adatai alapján elkészült a Nyugat-Mecseknek egy új pontosított rétegoszlopa.

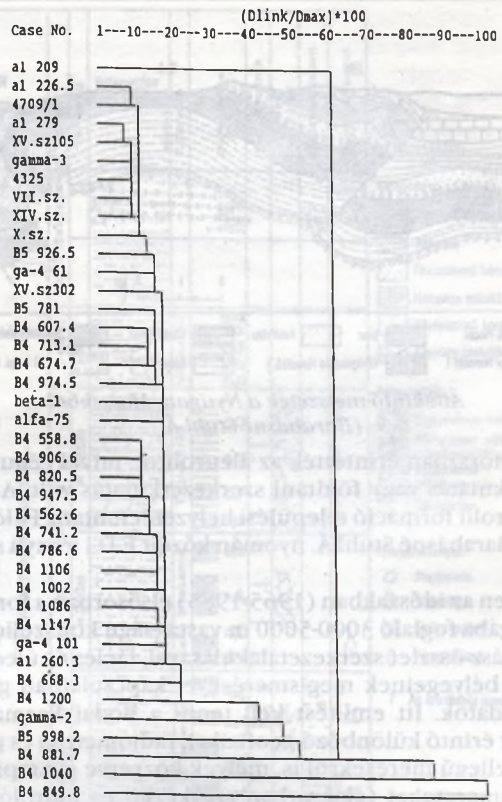
1956-1989 között szórványosan készült néhány ásvány-kőzettani (DTA, DTG, TG, RTG-diffrakció, vékonycsiszolat) és kémiai (színkép, teljes kémia) anyagvizsgálat az összlet legjellemzőbb kőzeteiből (Barabás A. 1956, Nagy E. 1959, Vasszányi I. 1983 in Fazekas V. 1987, Dódonny I. 1984, Fazekas V. 1987). Ezek eredményei megegyeztek a későbbiekben részletezett szisztematikus anyagvizsgálókéval. Itt kiemelő, hogy az összlet magas Na₂O tartalmára már a korábbi kutatók is felhívták a figyelmet (Barabás A. 1956, Nagy E. 1959, Fazekas V. 1987). A másodlagos albitosodást Fazekas Via (1987) ismerte föl. A későbbiekben kiderült ennek az összletre vonatkozó általános jellege. 1984-1987 között az ELTE geológus hallgatói terepgyakorlatok keretében földtani térképezési feladatokat és hozzá kapcsolódó néhány anyagvizsgálatot végeztek a Bodai Formáció kibúvásának területén (Demény et al. 1984, Gondár et al. 1984, Maros et al. 1985, Bodó et al. 1987, Gógh et al. 1987). Ezek a munkák elsősorban a szerkezeti elemek statisztikai értékelését (rétegdőlés és litoklázis adatok) és az ásvány-kőzettani adatok mennyiségét gyarapították.

1960-1990 között több szakember foglalkozott a radioaktív hulladék elhelyezési kutatásoktól függetlenül a bodai aleurolit térségének jelenkori szerkezetalakulásával. Ezek elsősorban a miocénben és a pannonban gyökerező negyedidőszaki folyamatok, melyeket tektonikai, morfológiai, geodéziai, globális tengerszintváltozások megfigyeléseivel és a terület fejlődés-történetének ismeretében lehet kikövetkeztetni (MÉV-Barabás András. 1993).

A Bodai Formáció radioaktív hulladék elhelyezési célú földtani, bányászati kutatása

1989-től már kifejezetten a Bodai Aleurolit formáció, mint potenciális, veszélyes hulladék elhelyezésére alkalmas földtani képződmény megismerése céljából indultak meg a kutatások. Az első időszak (1989-1992) legfontosabb állomásai: A Bat-1. sz. fúrás lemélyítése (1989-ben, 145,5 m talpmélységgel, aleurolitból indulva) Bakonyai község mellett a bodai összlet déli, tektonikus elmozdult külszíni övezetének tanulmányozására. Feladata volt többek között, hogy a felszíni mállás, denudáció hatása, miként nyilvánul meg a mélység felé haladva.

Az egyenként 1200 m mélységű BAT-4, BAT-5-ös jelű fúrások 660 illetve 500 m hosszban mélyültek az aleurolitba a fedőképződmények alatt a fekü elérése nélkül. E fúrások is igazolták, hogy az aleurolit összlet az elterjedési terület nagy részén konkordáns településsel, de éles kőzettani és szín változással különül el a fedő Bakonyi Homokkő tagozat rétegeitől. Mindkét fúrásban speciális termelés-geofizikai (teszteres mérések) és hidrogeológiai vizsgálatokat (pl. porozitás és permeabilitás mérések változó rétegnomás és hőmérséklet mellett, visszatöltődés mérés stb...) végeztek az ELGI, a MOL és utódvállalataik szakemberei az aleurolit vízvezetési tulajdonságainak megismerésére. A BAT-4-es fúrásban a földtani és fotódokumentáció mellett szisztematikus ásvány-kőzettani, kémiai, geokémiai vizsgálatok is történtek 20 db, a Bodai Formációból származó mintán (vékonycsiszolat, termoanalízis, RTG-diffrakció, teljes kémia, nyomelem, oxidációs és pH érté-



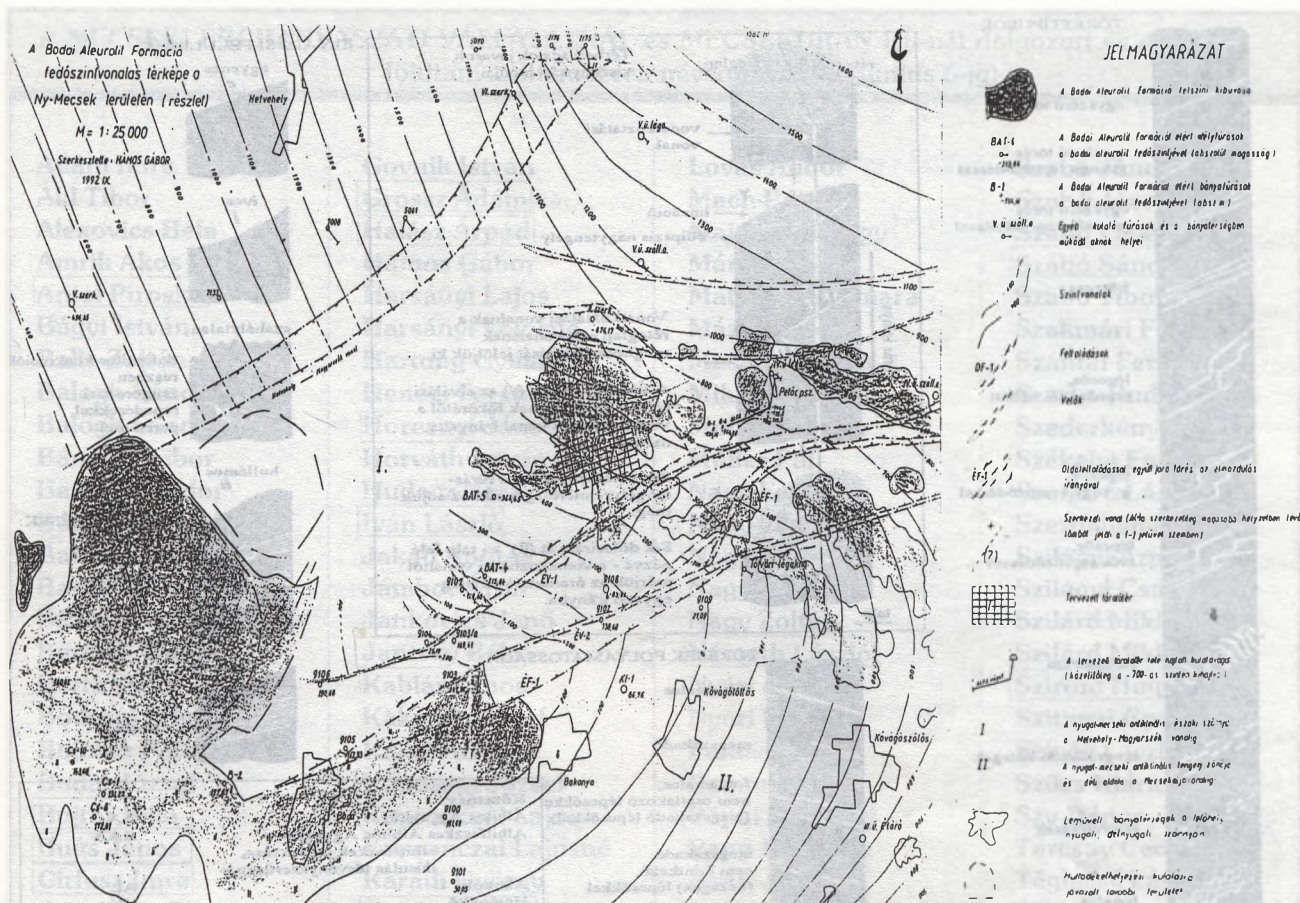
A Bodai Formációból származó minták Cluster-analízise 20 db nyomelem felhasználásával (V, Cr, Ni, Cu, Zn, Pb, As, Ba, Sr, Rb, Zr, Nb, Mo, Th, U, La, Ce, Sm, Cl, I) függőleges tengely: mintavételi helyek (m-ben) vízszintes tengely: a minták egymástól való különbözősége BA= BAT-4.sz.f. beta-1 sz.f. alfa-75 sz.f. gamma-2 sz.fúrások

Hierarchical Tree

kek). Az eredmények igazolták a formáció nagyfokú homogenitását, egységes, kis változékonyságú ásvány-kőzettani összetételét. Ezt szemlélteti a formációból származó minták Cluster analízise.

Ugyanebben az évben mélyült le az Alfa-75. sz. fúrás, amely az uránbánya vágataiból (Talp: 348,0 m) 180 métert meghaladó vastagságú, nyugodt településű, jó állapotú Bodai Aleurolit rétegszakaszt harántolt. Ennek és a bánya magasabb szintjeiben rögzített tektonikai, földtani adatainak alapján történt meg az ún. Alfa kutatóvágat kihajtása a bánya IV. ü. légaknájától, a - 690-es abszolút mélységben déli, majd Ny felé elfordulva 252-os irányban, 742 m hosszban. A vágat csak az aleurolit fedő homokkő tagozatait érintette, de az innen mélyített Alfa-1., -2., -3. és Béta-1., -2. sz. fúrások elérték a Bodai összletet. Ezzel egyidejűleg az Alfa vágat fölötti külszíni területen, a Sás-völgyben egy 4-5 km hosszban követhető felső pliocén vagy alsó pleisztocén teraszüledék térképezése és geodéziai bemérése is megtörtént. Ennek az időszaknak a legfontosabb eredményeiről a MÉV szakemberei a **BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK - BÁNYÁSZAT 1992.** évi 1-2. számában számolnak be. Ebben leírják a Bodai Formáció fő ásvány-kőzettani és rétegtani jellemzőit, valamint hidrogeológiai, hidrológiai alapadatait. Megadják az összletet változó arányban, egymást váltogatva felépítő **négy litológiai alaptípust.** Közlik a további kutatások célkitűzéseit. Ezen időszak eredményei alapján az aleurolit összlet mélységi és tektonikai elrendeződését mutatja a térképrészlet a nyugat-mecseki antiklinális tengelyzónájában.

1992-ben az Alfa vágatból D-i irányba indulva két vízszintes fúrás (Gamma-1, Gamma-2, 200 ill. 300 m hosszúak) mélyült a Bodai Aleurolit kőzeteinek elérésére.



A Bodai Aleurolit Formáció fedőszintvonalas térképe a Nyugat-Mecsek területén (részlet) M=1:25000
Szerkesztette: Hámos Gábor

Ezek eredményei alapján tisztázódott a formáció térbeli elhelyezkedése, legrövidebb úton való elérési lehetősége. 1993-ban kezdődött meg az Alfa-1 kutatóvágat kihajtása D-i irányba, amely a 210 méter után a nyugat-mecseki antiklinálist keresztülszelő egyik legjelentősebb törészónát harántolva bejutott a Bodai Formációba. A vágat több, mint 200 m hosszban feltárta az aleurolit összlet rétegeit, a fedő homokkő képződmények alatti 200-400 m közötti mélységközben - melyben a vágathajtás a jelen pillanatban is tart. A vágat és a belőle különböző irányokba lemélyített, mintegy 2000 fm magfúrás lehetővé tette a formáció alapos, részletes és speciális (hidrogeológiai-hidrodinamikai/pl. multipakkeres és pulzációs interferencia vizsgálatok/, kőzetmechanikai/pl. rugalmassági, szilárdsági és deformációs mérések/, geofizikai/pl. geoelektromos, szeizmikus, ultrahangos, termikus, radiometriai módszerek/) mérésekkel történő in situ körülmények közötti vizsgálatát a nagyaktivitású radioaktív hulladékkelhelyezéssel kapcsolatosan. 1993 óta folyik megszakításokkal a vágatok és a fúrások részletes földtani, tektonikai dokumentációja, szisztematikus mintázása és az anyagoknak a feldolgozása. Ez a helyszín a vizsgált aleurolit kőzettség térbeli, földtani, szerkezeti helyzete miatt, lehetővé tette a rétegtani, ásvány-kőzettani és szerkezeti tulajdonságok változásainak és az ebből adódó anizotrópiák migrációs folyamatokra, kőzetmechanikai paraméterekre gyakorolt hatásának a megfigyelését. Különböző töredezettségi-repedezettségi és feszültségi állapotú kőzetminták váltak elérhetővé. Kiemelt jelentőségű annak a nagy tektonikus zónának a megismerése és hatása a hidrodinamikai rendszerre (mint feltételezett, leggyorsabb migrációs elérési útvonal), amely a nyugat-mecseki antiklinálon végighúzódva a Bodai Aleurolit felszíni kibúvási területét is kettészeli. Ugyanebben a térségben mód van az aleurolit és a fedő Bakonyai Homokkő tagozat tektonikus és rétegtani határátmeneteinek és az aleurolit összleten belüli törések tanulmányozására.

1995 őszétől, a földalatti kutatásokkal párhuzamosan a Bodai Formáció felszíni kibúvási területén és tágabb környezetében is megkezdődtek a földtani, szerkezeti, geomorfológiai, geodéziai, hidrogeológiai térképezési munkák és megfigyelések az összlet alkalmasságának vizsgálatára. Ennek keretében 6 db, 50 ill. 100 m mélységű sekélyfúrás is lemélyült elsősorban a mállási folyamatok, a fedőledek és a rétegek települési-szerkezeti helyzetének tanulmányozására. Közülük két 100 m-es fúrólyukat vízkúttá képeztek ki az aleurolit felszínközeli zónájának vizsgálatára. Ezeket a munkákat légifotózás, geoelektromos mérések és árokásási tevékenység segítették. A területen mikrometeorológiai állomások és mérőbukók telepítésére is sor került a vízháztartás és a beszívárgási folyamatok jellemzésére.

1995-ben a szükséges szempontok és az elegendőnek ítélt tapasztalatok birtokában a geológusok kidolgozták az aleurolit összlet rétegeinek és kőzeteinek dokumentálási rendszerét, a további dokumentációk egységes szemléltető tételére és az adatfeldolgozás megkönnyítésére. Ennek eredményeit mutatja be a következő ábra.

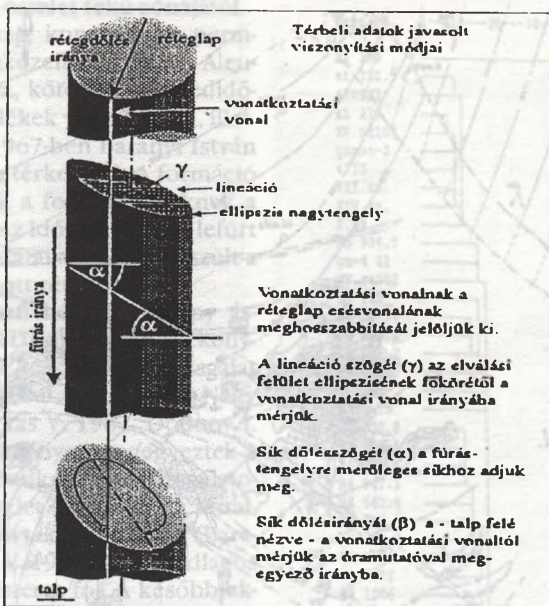
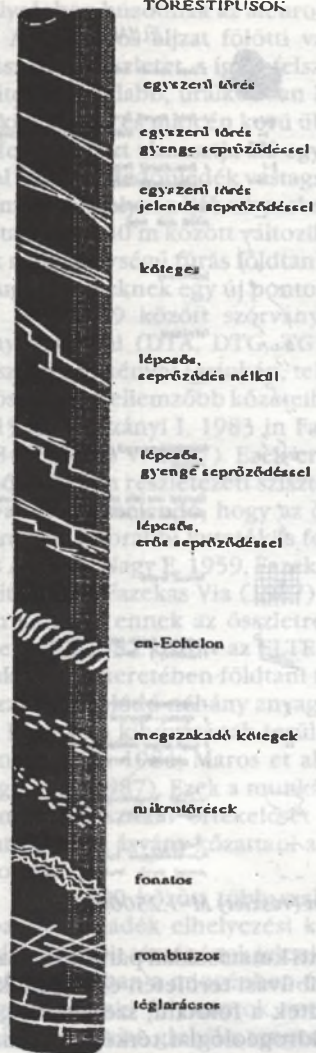
A térségben több éve működik egy geodinamikai, szeizmológiai mérőállomás, amelynek feladata a tervezett radioaktív hulladék tároló geodinamikai kockázatának vizsgálata, és ezen kívül környezetvédelmi és bányabiztonsági feladatokat is ellát.

Emellett 1992 óta, a bányában, 1000 m mélységbe telepítve működik egy mélyszinti extenzométer a lassú geodinamikai mozgások érzékelésére. Mind a felszíni, mind a bányabeli kutatásokhoz kapcsolódva egy szisztematikus laboratóriumi kísérleti és anyagvizsgálati program kapcsolódik a kőzet- és vízminták összetételének és tulajdonságainak elemzésére (MÉV, 1995).

Ezek felsorolásszerűen az alábbiak:

- * **Ásvány-kőzettani, geokémiai vizsgálatok:**
 - vékonycsiszolat,
 - Rtg-diffrakció,
 - termikus elemzések (DTA, DTG, TG),

TÖRÉSTÍPUSOK



ELVÁLÁSI FELÜLETEK



TÖRÉSEK FOLYAMATOSSÁGA



folyamatos
megszakadó
folyamatos, nem csatlakozó lépcsőkkel (megszakadó lépcsőkkel)
megszakadó, nem érintkező, (lézagos) lépcsőkkel
folyamatos, lépcsősen érintkező
megszakadó, lépcsősen érintkező



karbonátos-albitos fészkek típusai



Kőzetnév	Albitos Agyagkő	AAA		
	Albitfészkes Albitos Agyagkő	AAA		
	albitfészkek jellemzése, dúsulás törvényszerűségei			
Aleurolit		AL		
Homokkő		HK		
betelepülések				
laminált		l		
cserepes		cs		
homokkő		hk		
aleurolit		al		
jellemzők (konkreció, saugorodási rep, lamináció, ritmit, autigen breccsa, életnyom, rétegzés, stb.)				
Szín				
vörösbarna		vb		
kávébarna		kb		
zöld		z		
szürke		sz		
Tektonika				
típusa	1. kalcitós	2. nem kalcitós		
sűrűség (100cm felet)	30-100cm	10-30 cm		
törések folyamatossága		2 cm alatt		
dőlésirány	(béta)			
dőlésszög	(alfa)			
kitöltés	agyag	agy	dolmit	dol
	kalcit	kal	klorit	klo
	barit	bar	gipsz/anhidrit	anh
	pirit	pyr	azurit	azu
magelválás	összevonható szakasz jellemző „szemcse”mérete			

A Bodai Aleurolit fúrásainak dokumentálásához kialakított nevezéktan és módszertan

- teljes kémia és nyomelem-összetétel,
- illit és klorit kristályossági index,
- folyadékzárvány,
- C, H, O, S stabilitótóp,
- radiokarbon,
- abszolút kormeghatározások,
- gammaspektrometria,
- izotóptranszport,
- pH és redoxpotenciál vizsgálatok. Ezek egyik fontos eredménye volt pl. az albitnak, mint vegyi eredetű (másodlagosan képződő), ásványi összetevőnek a 20% körüli átlagmenyisége az aleurolit összetételből származó mintákban.
- * Porozitás és permeabilitás vizsgálatok.
- * Szilárdsági, rugalmassági paraméterek meghatározása.
- * Kémiai, nyomelem, stabilizotóp, gáztartalom és mikrobiológiai vizsgálatok és kormeghatározások vízmintákból.

1996 nyarán a vállalat szakemberei társelődőként részt vettek egy svédországi konferencián (TOPSEAL, Stockholm, 1996), ahol bemutatták és összefoglalták a Bodai Aleurolit formációról addig szerzett ismereteket.

Ez cikksorozat formájában megjelent a konferencia kiadványában.

A most folyó kutatások célja a Bodai Aleurolit formáció földtani, szerkezeti, szedimentológiai, geokémiai, hidrogeológiai, hidrodinamikai, kőzetmechanikai modelljének a kialakítása, jellemzése és az ezek közötti összefüggések feltárása az adott lehetőségek és információk szintjén a nagyaktivitású radioaktív hulladékkelhelyezés kutatásának szempontjai szerint.

Hámos Gábor

A MECSEKI ÉRCBÁNYÁSZATI VÁLLALATNÁL és MECSEKURÁN Kft.-nél dolgozott és dolgozó földtani szakemberek névsora (1997. június 6-ig)

Ádám Imre
 Ákl Tibor
 Alexovics Béla
 Amrik Ákos
Antal Piroska
 Bágyi István
 Balla Zoltán
 Balogh Sándor
 Balogh Sándorné
 Bányász Tibor
 Barabás Andor
 Barabás András
 Baranyi István
 Barka Rudolf
 Bázing László
 Berényi Tamás
 Berta Zsolt
 Bodrogi Frigyes
 Bojczsev Péterné
 Budai József
Bujtor Béla
Buús János
Cirfusz Imre
 Czipó László
 Cs. Tóth Gábor
 Csáki Ferenc
Cseh Tivadar
 Csicsák József
 Csikos Józsefné
 Dobos Béla
Dobos Dezső
Dravecz József
 Dudko Antónia
 Eichinger Sándor
 Elek István
 Elek Istvánné
 Elekes Géza
Előd Szaniszló
 Elsholtz László
 Elsholtz Lászlóné
 Énok József
 Érdi-Krausz Gábor
 Fábián Lajos
 Fábián Miklós
 Farkas Sándor
 Faubel Antal
 Fazekas Via
 Füzy Tibor
 Gábor Szabolcs
 Gacsályi Endre
 Gárdonyi Ervin
 Gáspár Béla
 Géresi Gyula
 Gerzson István
 Glöckner Jánosné

Govnik István
Grossz Ádám
Halász Árpád
 Hámos Gábor
 Harsányi Lajos
 Harsányi Lajosné
 Hartung Gyuláné
 Henézi Ferenc
Horesnyi János
 Horváth István
 Hudecz Nóra
Iván László
 Jakab András
 Jámbor Áron
 Jankovics Jenő
Jantsky Béla
 Kablár János
 Kakuszi József
 Kállai András
 Káposzta József
 Kapronczai Lajos
 Kapronczai Lajosné
 Karádi György
Kardos István
 Kárpáti Pál
 Kartali István
 Kassai Miklós
 Kaszás Ferenc
 Kelemen István
 Kender László
 Kercza László
Kerekes Jenőné
 Kermjét Viktor
 Kis Dezső
 Kiss Gyula
 Kiss János
 Kiss László
Klarianka Ferenc
 Klotz István
 Koch László
 Koleszár Zsuzsanna
 Kollár László
Konda József
Konda Józsefné
 Kopek Gábor
 Kósa László
 Koszér András
 Kovács György
 Kovács Miklósné
 Kovács Zoltán
 Kővári János
 Krasznay Olivér
 Kucmog József
 Lendvai László
 Lengyel Zoltán

Lovas Andor
 Mach Péter
 Majoros György
 Máthé Ernő
 Matvejeva Tamara
 Mázik Jenő
 Meszlényi Béla
 Mikolay István
 Molnár Károly
 Müller Pál
 Nagy Ferenc
 Nagy László
 Nagy Tibor
 Nagy Zoltán
 Nagy Zoltán
Németh László
 Nyári János
 Nyári Péter
 Pallósi József
 Pammer Jenő
 Pápai Józsefné
 Papp Ferenc
 Papp János
 Péli László
 Piros István
 Pokornik Terézia
 Prantner Erzsébet
 Rabovszky László
 Rausch László
 Rebró Katalin
 Rónaki László
 Rostás János
 Rovó Attila
 Rózsa Iván
 Rózsás Ferenc
 Rudolf Miklós
 Ság László
 Sámson Margit
 Sarkadi Béla
 Sáska János
 Sasvári Gábor
 Schmidt József
Selmezi Béláné
Somlyai Zoltán
 Somogyi Csaba
Somogyi János
Soós István
Soós Kálmán
Steiner Gyula
 Stuhl Ágnes
 Subai Márta
 Suha Gáborné
 Süli Mihályné
 Szabó Győző
 Szabó Imre

Szabó János
 Szabó József
 Szabó Levente
Szabó Sándor
 Szabó Tibor
 Szakmári Ferenc
 Szántai Ferenc
 Szarka Rudolf
 Szederkényi Tibor
 Székelyi Endre
 Szendrő László
 Szerdahelyi György
 Szilágyi Árpád
 Szilágyi Csaba
 Szilárd Miklós
 Szilárd Miklósné
Szirom Hugó
 Szitnyai György
 Szívós László
 Szűcs Klára
 Szy Dénes
 Tarcsay Cecilia
 Téglássy László
 Tirkala Ferenc
 Tóth Árpád
 Tóth Béláné
 Tóth György
 Tóth István
Török Kálmán
 Tőzsér Ottó
 Turán Ferenc
 Turán Péter
 Vados István
Vámosi Mátyás
 Várfalvi Lajos
 Varga Géza
 Varga Gézáné
 Varga V. János
 Várhegyi András Dr.
Várszegi Károly
 Várszegi Zsuzsanna
 Végh Sándor
 Verbőczy József
 Veres József
 Vincze Csaba
 Vincze János
 Vincze Vince
Virágh Károly
 Virágh Péter
 Völgyesi Sándor
 Wéber Béla
 Weidinger István
Wein György
Wirth Imre
 Zethner György

Az MGSZ Ásványvagyon Nyilvántartása a hazai uránérc vagyonról és kutatásról

A mecseki uránérc-előfordulás a nemzetközi minősítés szerint az 50 kt-át meghaladó összes fémmennyiség alapján a nagyobbak közé tartozik, de az érc fémtartalma átlagosan csak 1,2 kg/t körüli. További kedvezőtlen geológiai paraméter, hogy az ércetek zöme ma már 650-800m mélységben található ahol a közethőmérséklet 40-45 °C-ra emelkedik.

Az érceteket bonyolult morfológia jellemzi, ezért a termelési hígulás jelentős, így a bányatermék (nyersérc) átlagos fémtartalma 0,7-1,0 kg/t körüli értékre esik vissza.

Az előfordulás földtani ércvagyónának számbavételi határértékei a következők:

- * a fémtartalom alsó határa 0,03% U
- * a minimális telepvastagság 0,7m
- * a minimális fémtartalom és vastagság szorzata el kell hogy érje a 0,021 m%-ot.

Az 1997. január 1. helyzet szerint ilyen alapkövetelményekkel felmért, kategorizált földtani ércvagyon össze-

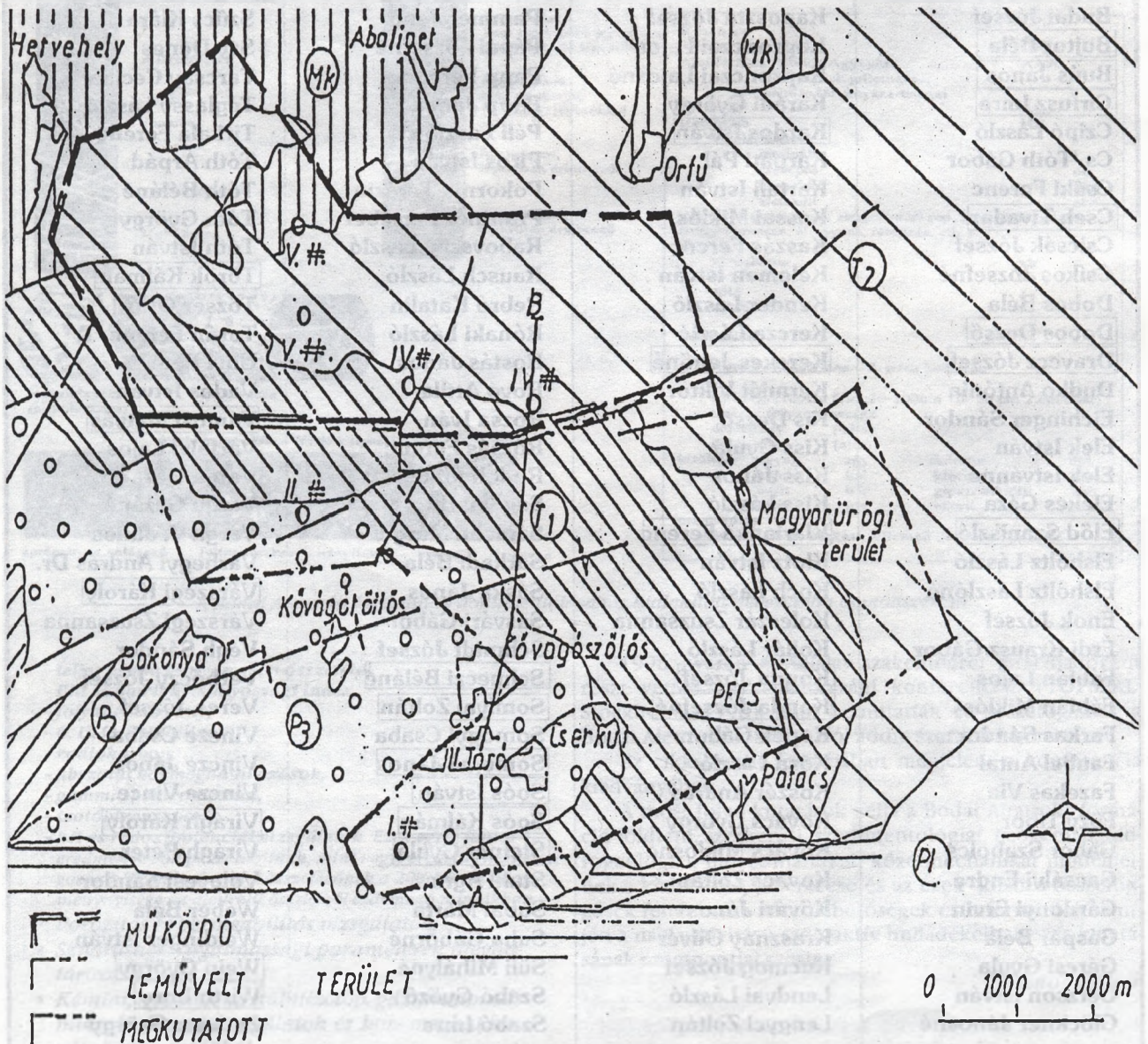
sen 26,6 Mt-t tesz ki. Ennek fémurán tartalma 31,3 kt, átlagosan 0,117% fémkoncentrációval.

Az 1996. évi nyersérc-termelés 195 kt volt, melynek U fémtartalma 227,4 tonnát tett ki. A kormány 2161/1994. (XII.30.) Korm. határozata az uránbányászatról úgy rendelkezik, hogy az érctermelést az 1997. dec. 31-i határidővel meg kell szüntetni!. Az uránérc vagyonból-működő bánya területén- végleges pillérben 173 kt ércvagyont tartunk nyilván. A gazdasági környezetváltozás miatt az uránérc vagyonból 1 kt műrevaló a C₁-ből a C₂ ismeretességi csoport műrevalójába került áthelyezésre. A mecseki uránérclelőhelyen az éves termelési volumen biztonságát szolgáló (bányabeli) fúrások kutatást végeztek 21.450m terjedelemben, összesen 21,08 Mft költségfordítással.

A kutatómunka eredményeképpen a C₂ ismeretességi ércvagyonban 33,4 kt növekedés adódott. Az 1996. évi termelés során kiemelésre került 1835,3 em³ vízmenyiség, amelyből visszatápláltak 400,3 Em³-t és így a tisztán kiemelt vízmennyiség 1435, 1 Em³. E vízmennyiségből az Ércdúsító Üzem 183,8 Em³-t hasznosított.

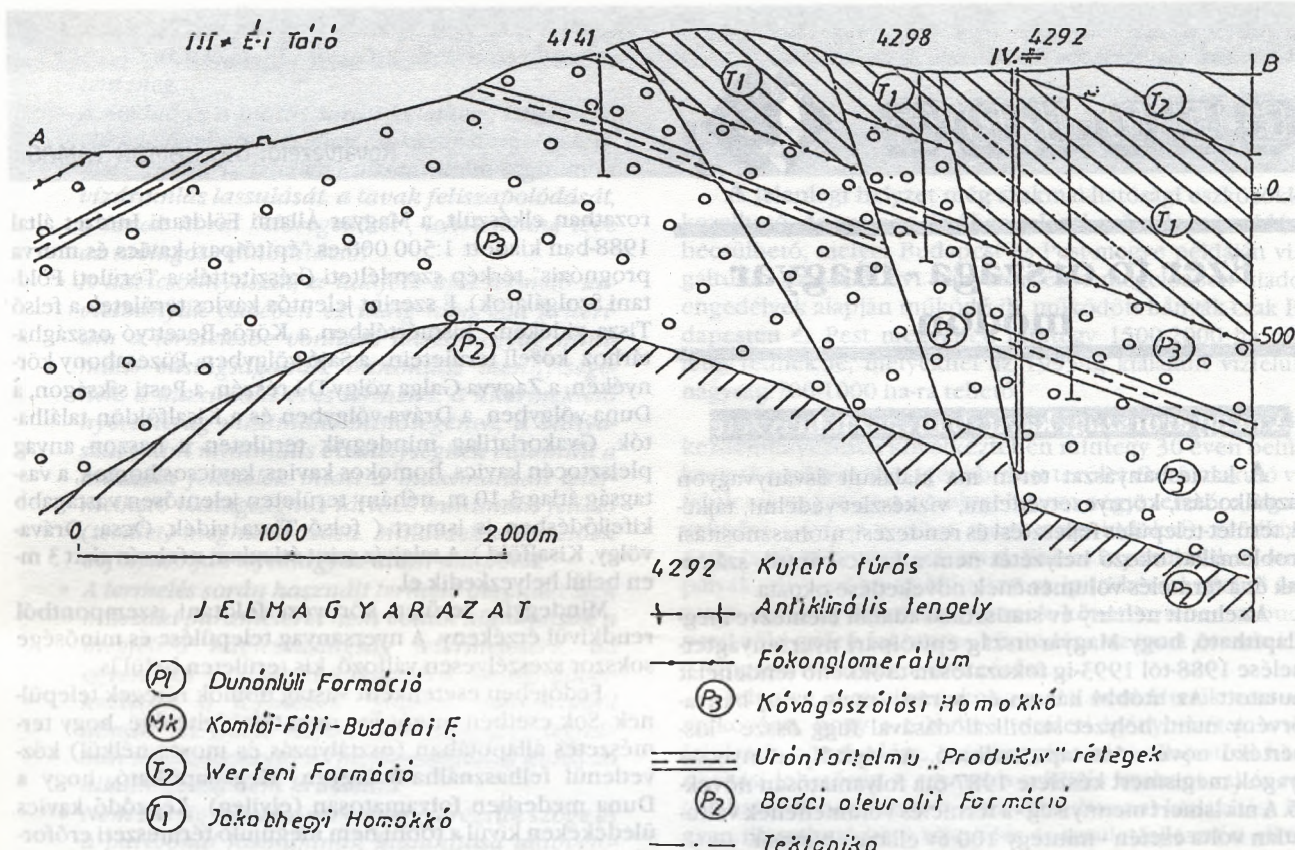
A mecseki uránérc lelőhely földtani térképe és szelvénye az 1.sz. ábrán látható. A MÉV-MECSEKURÁN kft. 1996. évi ipari vízforgalmát a 2.sz. ábra tartalmazza.

dr. Fodor Béla
MGSZ

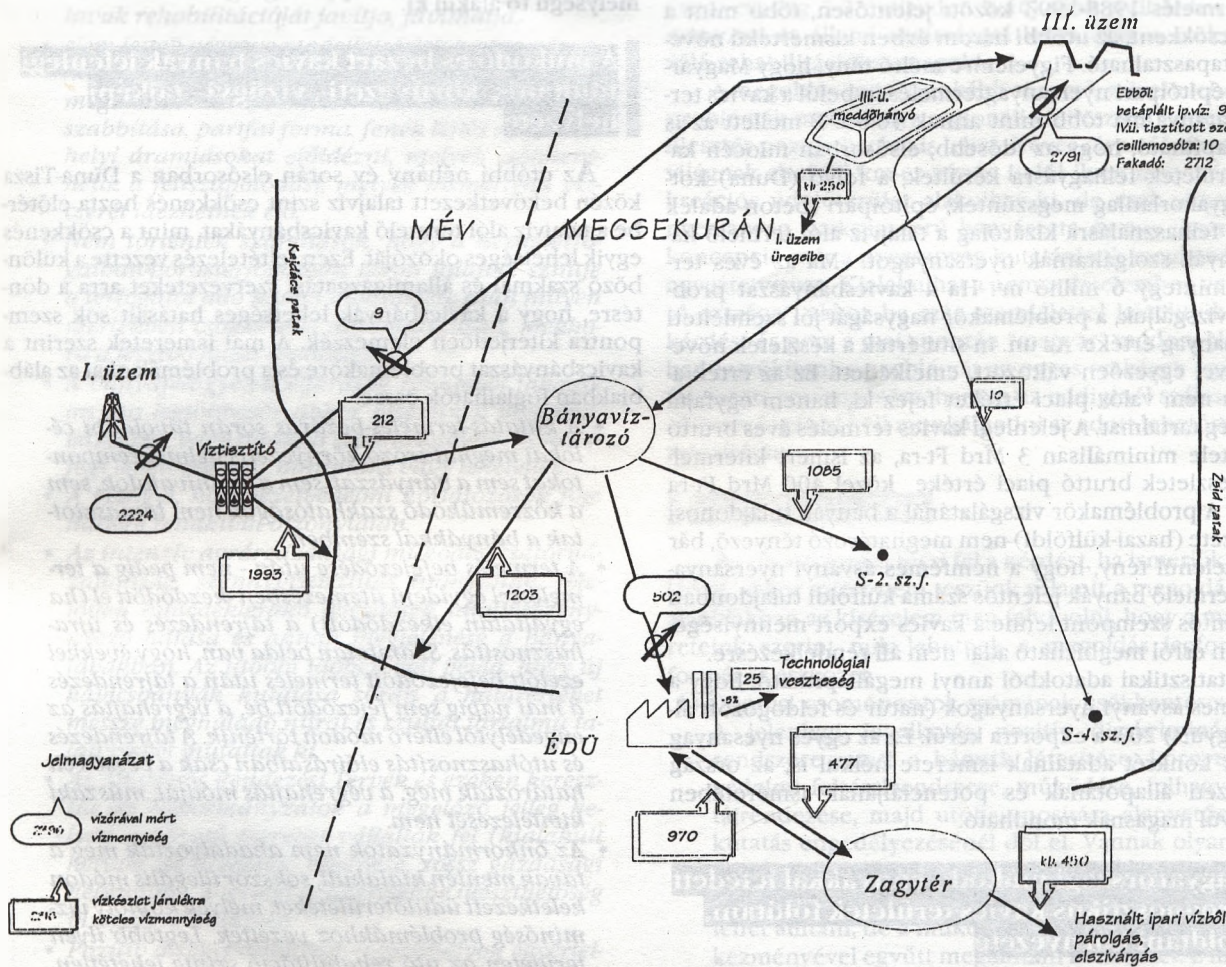


1.a. ábra

A Nyugat - Mecseki uránérc lelőhely leművelt és megkutatott területei



1. b. ábra
Földtani metszet a Kővágószőlősi uránérc lelőhelyen keresztül



2. ábra
A MÉV-MECSEKURÁN Kft. 1996. évi ipari vízforgalma (m³/nap)



Ezer tó országa - magyar módon

A magyarországi kavicsbányászat helyzete

A kavicsbányászat terén ma kialakult ásványvagyon gazdálkodási, környezetvédelmi, vízkészlet-védelmi, tájképi, terület-település fejlesztési és rendezési, utóhasznosítási problémákat okozó helyzetet nem a kavicsbányák száma és a termelés volumenének növekedése okozta.

Az elmúlt néhány év statisztikai adatait elemezve megállapítható, hogy Magyarország építőipari nyersanyagtermelése 1988-tól 1993-ig fokozatosan csökkenő tendenciát mutatott. Az utóbbi három év során - mely az új bányatörvény utáni helyzet stabilizálódásával függ össze - kismértékű növekedés tapasztalható. Az építőipari nyersanyagok megismert készlete 1987-óta folyamatosan növekvő. A ma ismert mennyiség - a termelés volumenének változatlan volta esetén - mintegy 100 év ellátást biztosít.

Az ismert készletek növekedése ellenére, azzal párhuzamosan a bányák száma inkább csökkenő tendenciát mutat. A működő bányák száma 1990-ről 1991-re jelentősen csökkent, számuk azóta stabilizálódott. Az építőipari kavics termelés 1988-1993 között jelentősen, több mint a felére csökkent, az utóbbi három évben kismértékű növekedés tapasztalható. Figyelemre méltó tény, hogy Magyarország építőipari nyersanyagtermelésén belül a kavics termelés aránya ma több mint annak 50%-a. E mellett az is megállapítható, hogy az idősebb, elsősorban miocén kavics területek felhagyásra kerültek, a folyó (Duna) kotrások gyakorlatilag megszűntek, építőipari (beton adalékanyag) felhasználásra kizárólag a talajvíz alól termelő kavicsbányák szolgáltatnak nyersanyagot. Ma az éves termelés mintegy 6 millió m³. Ha a kavicsbányászat problémáit vizsgáljuk, a problémakör nagyságát jól szemlélteti a nyersanyag értéke. Az un. in situ érték a készletek növekedésével egyezően változott, emelkedett. Ez az érték azonban nem valós piaci értéket fejez ki, hanem egyfajta nyereség tartalmat. A jelenlegi kavics termelés éves bruttó árbevétele minimálisan 3 Mrd Ft-ra, az ismert kitermelhető készletek bruttó piaci értéke közel 400 Mrd Ft-ra tehető. A problémakör vizsgálatánál a bányák tulajdonosi szerkezete (hazai-külföldi) nem meghatározó tényező, bár kétségtelenül tény, hogy a nemfém ásványi nyersanyagokat termelő bányák jelentős száma külföldi tulajdonban van. Fontos szempont lenne a kavics export mennyisége, azonban erről megbízható adat nem áll rendelkezésre.

A statisztikai adatokból annyi megállapítható, hogy a nemfém ásványi nyersanyagok (natúr és feldolgozott állapot együtt) 20%-a exportra kerül. Ez az egyes nyersanyag típusok konkrét adatainak ismerete nélkül is, az ország környezeti állapotának és potenciáljának ismeretében rendkívül magasnak mondható.

A magyarországi működő bányákkal lefedett és prognosztikus kavics területek földtani, vízföldtani környezete

A helyzetet - mely közelítőleg a mai állapotoknak, ismereteknek is megfelel - a Magyarország Földtani Atlasza so-

rozatban elkészült, a Magyar Állami Földtani Intézet által 1988-ban kiadott 1:500 000-es "építőipari kavics és murva prognózis" térkép szemlélteti (készítették a Területi Földtani Szolgálatok). E szerint jelentős kavics területek a felső Tisza vidéken, kismértékben a Körös-Berettyó országhatárhoz közeli területein, a Sajó-völgyben, Füzesabony környékén, a Zagyva-Galga völgy D-i részén, a Pesti síkságon, a Duna-völgyben, a Dráva-völgyben és a Kisalföldön találhatók. Gyakorlatilag mindegyik területen a haszonanyag pleisztocén kavics, homokos kavics, kavicsos homok, a vastagság átlag 3-10 m, néhány területen jelentősen vastagabb kifejlődésben is ismert (felső Tisza vidék, Ócsa, Dráva-völgy, Kisalföld). A talajvíz szint átlagban a felszín alatt 3 m-en belül helyezkedik el.

Mindegyik terület környezetföldtani szempontból rendkívül érzékeny. A nyersanyag települése és minősége sokszor szeszélyesen változó, kis területen belül is.

Fedőjében esetenként vastag homok rétegek települnek. Sok esetben minősége nem teszi lehetővé, hogy természetes állapotában (osztályozás és mosás nélkül) közvetlenül felhasználható legyen. Megállapítható, hogy a Duna mederben folyamatosan (elvileg) képződő kavics üledékeken kívül a többi nem megújuló természeti erőforrás, egyúttal az ország talajvíz mennyiségének legjelentősebb tároló képződménye.

A kavicsbányászatot követően az eredeti állapot nem állítható helyre, mindegyik esetben kisebb-nagyobb vízmélységű tó alakul ki.

A működő és bezárt kavics bányák jelenlegi földtani, környezeti, vízügyi, tájképi helyzete

Az utóbbi néhány év során elsősorban a Duna-Tisza közén bekövetkezett talajvíz szint csökkenés hozta előtérbe a talajvíz alól termelő kavicsbányákat, mint a csökkenés egyik lehetséges okozóját. Ezen feltételezés vezette a különböző szakmai és államigazgatási szervezeteket arra a döntésre, hogy a kavicsbányák lehetséges hatásait sok szempontra kiterjedően elemezzék. A mai ismeretek szerint a kavicsbányászat problémaköre és a problémák okai az alábbiakban foglalhatók össze:

- * A kutatás-termelés-bezárás során távolabbi célokot meghatározó környezetvédelmi szempontokat sem a bányászat, sem a földhivatalok, sem a közreműködő szakhatóságok nem támasztottak a bányákkal szemben.
- * A termelés befejeződése után - nem pedig a termeléssel egyidejű ütemezésben - kezdődött el (ha egyáltalán elkezdődött) a tájrendezés és újrahasznosítás. Számítalan példa van, hogy évekkal ezelőtt befejeződött termelés után a tájrendezés a mai napig sem fejeződött be, a végrehajtás az engedélytől eltérő módon történik. A tájrendezés és utóhasznosítás előírásaiban csak a végső célt határozták meg, a végrehajtás módját, műszaki kivitelezését nem.
- * Az önkormányzatok nem akadályozták meg a tavak mentén kialakult, sokszor illegális módon keletkezett üdülőterületeket, melyek komoly vízminőség problémákhoz vezettek. Legtöbb ilyen területen az utó rehabilitáció szinte lehetetlen, vagy rendkívül költséges. Ezen költség az önkormányzatokat vagy az államot terheli.

- * A meddő depóniák rendezése, és ezzel a tájképi rehabilitáció, néhány esettől eltekintve nem történt meg.
- * A meddő és a mosás során keletkező iszapfrakció felelőtlen, tervezetlen (sokszor termelés közbeni, ellenőrizhetetlen) visszatöltése segítette a vízáramlás lassulását, a tavak feliszapolódását, a tavak korai "előregedését", lehetetlenné téve az utólagos rehabilitációt.
- * A kavicsbányászat, a talajvíz alól termelő kavicsbányák esetében ez idáig nem volt kritérium a termelésbe vonható haszonanyag minimális vastagságának, minimális mennyiségének, a maximális éves termelés, a kitermelhető nyersanyag minimális minőségének, a bányászat utáni minimális vízmélységnek valamint a műszaki feltételek miatt a maximálisan letermelhető vastagsághoz tartozó minimális terület (terület) meghatározása. Mindezek alapvetően befolyásolják a felhagyás utáni állapotot.
- * A termelés során használt termelő berendezések műszaki paraméterei nem voltak alkalmasak a megfelelő kavicsvastagság letermelésére, az egyenletes tőfenék kialakítására. Ennek következtében a tőfenének "gödrök" halmazából állnak. Az adott előfordulás jellegéhez legjobban alkalmazkodó termelőberendezés kötelező alkalmazása nem kritérium.
- * Nem lett figyelembe véve, hogy a rézsűk szöge és a partvonal formájának kialakítása alapvetően meghatározza (megakadályozza) a lokális vízáramlást.
- * Nem lett meghatározva a talpon visszahagyandó kavicsvastagság, mely feliszapolódás esetén a tavak rehabilitációját javítja, javíthatja.
- * Nem lettek végezve modellkísérletek arra nézve, hogy milyen lokális intézkedésekkel, műszaki megoldásokkal (termelési időtartam meghosszabbítása, partfal forma, fenék lejtés stb.) lehet helyi áramlásokat előidézni, melyek csökkenthetik a feliszapolódást, melyek kismértékű víz-cserét idézhetnek elő.
- * Nem történtek számítások, hogy a hézagterfgatban-pórustérfgatban tárolt talajvíz szintje a térfogatot adó kavics kitermelése után milyen mértékben csökkenhet automatikusan, mekkora a leszívó hatás távolsága.
- * A bányafelügyeleti eljárások rendjéből fakadóan ma legtöbbször akkor kísérelnek meg beavatkozni, vagy tiltani a szakhatóságok, mikor a jogi lehetőség már minimális vagy lehetetlen.
- * A vízügyi, környezetvédelmi korlátozások jogi háttere rendkívül bizonytalan.
- * Az intenzív agrárgazdasági működés, csatornázatlanság, szennyvíztisztítás hiányának, felelőtlen hulladéklerakó létesítések talajvízszennyező hatása és annak megjelenése a bányatavakban. Az utóbbi időben volt példa, hogy új kavicsbányák kutatása során a határértéket messze meghaladó nitrát és szulfát tartalmú talajvizeket mutattak ki.
- * Az Általános Rendezési Tervek és ezeken keresztül az önkormányzatok a megelőző jelleg helyett a követő szerepet vállalták fel (kialakult helyzet legalizálása, rögzítése, rossz gazdasági helyzetük). A térségi fejlesztésekbe illeszthetőség vizsgálata hiányzik.
- * Pozitív diszkriminációjú jogszabályok egyértelműen a vállalkozó szféra érdekeit védik és korlátozzák a hatóságokat és szakhatóságokat.

- * A szakmai-jogi problémákat fokozza a földtulajdon szerkezetében bekövetkezett jelentős változás.

A jövőben várható komplex problémák

A jelenlegi helyzet még szakmai-hatósági eszközökkel kezelhető, de számos jövőben jelentkező súlyos probléma becsülhető, melyet Budapest és Pest-megye példáján vizsgáltunk. Az 1993. évi bányatörvényt megelőzően kiadott engedélyek alapján működő ill. működött bányák csak Budapesten és Pest megyében mintegy 1500-2000 ha területet fednek le, melyeknél az 1995-ig kialakult vízfelület nagyság 700-1000 ha-ra tehető.

Az 1993 óta kiadott kutatási engedélyek, koncessziós kezdeményezések következtében mintegy 30 éven belül a kavicsbányászat által igénybevett terület és a kialakuló vízfelületek nagysága a jelenlegi három-négyszeresére fog növekedni (melyet a piaci igény nem indokol), rendkívül nagy területi koncentrációval. Ehhez kapcsolódik az autópályák, elsősorban az M0 miatt az ipari-kereskedelmi övezetek jelentős fejlesztése, ennek következtében a budapesti zöld gyűrű fokozatos kitolódása, az ipari övezetek és a bányászati területek összeérése.

Jelenleg semmilyen koncepció nem létezik arra vonatkozóan, hogy a növekvő területi igénybevétel, a vízfelületek növekedése, a felhagyás utáni állapot és hasznosítási lehetőség, a termelés-szállítás közbeni zaj és rezgés hatások növekedése (szállítási útvonal kialakítás) hogyan illeszthető be a település és területfejlesztési elképzelésekbe, a regionális vízkészletgazdálkodási-környezetvédelmi koncepciókba, e kérdések hogyan kezelhetők.

Prognosztizálni lehet, ha rövid időn belül e kérdések regionális szinten nem lesznek kezelve, akkor néhány éven, esetleg 1-2 évtizeden belül több milliárdos önkormányzati és állami segítséggel lehet csak a szükségessé váló rehabilitációkat megoldani.

A megoldás annál is inkább sürgető, mivel a lehetséges problémák mellett egy regionális fejlesztési koncepcióba illesztés pozitív hatású is lehet. Kevés olyan fővárosa van a világnak ahol 30 km-es zónán belül ilyen nagyméretű rekreációs üdülőterület alakulhat ki, de csak akkor, ha a nyersanyag szükségszerű bányászata és egy ilyen távlati koncepció már a nyersanyag kutatásának megkezdésekor egyeztetve van. Kialakulhat a nemes értelemben vett "ezer tő országa", akkor ha más szemlélettel közelítjük meg a kérdést és nem a mai spontán "magyar" módon. Nem szabad leszűkíteni a problémát az egyes szakágak egymással folytatott versengésére, hanem az eddiginél szélesebb körű összefogással kell munkálkodni az adott lehetőség megvalósításán.

Megoldási módok

Az olvasó joggal teszi fel a kérdést, ha ismerjük a problémát, akkor miért nem teszünk valamit a megoldásért. Az alábbiakban az kísérlelem meg felvázolni, hogy a mai ismereteink szerint mik lehetnek a megoldás legfontosabb formái és eszközei.

1) Döntési csomópontok számának csökkentése:

A jelenlegi jogalkotás pozitív diszkriminációs rendszere miatt a bányák létesítése, környezetvédelmi feltételrendszere, működése, felhagyása, tájrendezése, majd utóhasznosítása alapvetően a kutatás engedélyezésénél dől el. Vannak olyan lépések a kutatást követő folyamatokban, amikor szabályozó kereteket, akár - időleges - tiltást is fel lehet állítani, de a működést annak minden következményével együtt megállítani nem lehet. E miatt szükséges lenne az alapvető döntési csomópontot a kutatás engedélyezésénél, a koncesszió kiír-

hatóságánál kialakítani. A kutatás engedélyezésének olyan döntési csomópontnak kell lennie, amikor az engedélyező hatóság, a közreműködő szakhatóságok és szakvéleményező szervezetek eldöntik kutatás engedélyezhetőségét (figyelembe véve a működést, felhagyást, tájrendezés utáni lehetséges végállapotot, az utóhasznosítás prognosztizálható hatásait is mint egységes rendszert) vagy tiltást (itt és nem később). Engedélyezhetőség esetén az engedély egyúttal szakági elvi engedély is (a nyersanyag megléte és gazdaságos kitermelési feltételei esetén bánya létesíthető az adott területen, térségben vagy sem) amelyben a működésre vonatkozó feltételrendszerüket meghatározhatják. E csomópontban az önkormányzatoknak az eddiginél nagyobb szerepet kell kapniuk, be kell vonni a területfejlesztési tanácsokat is.

2) Mind az engedélyezhetőség, annak esetleges feltételrendszere, mind az esetleges tiltás csak akkor védhető, ha az mindenki számára ismert, jogilag és szakmailag megalapozott. A jogi és szakmai megalapozottság állami feladat, mely a vállalkozói szférára nem ruházható át. A jognak lehetővé kell tennie a korlátok, tiltások meghatározásának lehetőségét. A szakmai megalapozottsághoz pedig térségi elemzések, regionális hatástanulmányok szükségessé rendkívül szoros összhangban a területfejlesztési-területrendezési tervekkel. A szakmai feltételrendszereket Műszaki Irányelvekben kell rögzíteni. Nem végezhető el megalapozottan egy szűk terület környezeti hatástanulmányában. Ez utóbbira a bányatórvény 1997. évi módosítása némi reményt ad.

3) Fontos eszköznek tekintem - a kutatás ill. a működés engedélyezése esetén - az ellenőrzést. Mivel a műszaki üzemi tervek azok, melyeken keresztül minden korábbi előírás végrehajtható, ellenőrizhető, a teljes működés szabályozható, ezért a tervek jóváhagyásába, megújítás esetén a teljesítések ellenőrzésébe valamennyi hatóságot, szakhatóságot, szakvéleményező szervezetet be kell vonni.

4) A földtannak az eddigieknél nagyobb szerepet kell kapnia az általános rendezési tervek, területfejlesztési és területrendezési tervek készítésében, szakmai megalapozásában. E tervek ma a természetes és épített környezet védelmének alappillérei. Ennek felismeréséig azonban sem az önkormányzatok sem a szakhatóságok, egyéb hatóságok még nem jutottak el. A tervek alapvetően meghatározzák, meghatározhatják egy település fenntartható fejlődését, a fejlődés és a környezet közötti egyensúly kialakítását és szintentartását. Ez a kavicsbányászat szempontjából azt jelenti, hogy a tervekben kijelölhetők azok a területek (az előfordulások ismeretében) ahol lehetséges sőt pihenő területként célszerű is bánya nyitása, kijelölhető nagysága, formája egységes szerkezete a településsel, a régióval, de egyúttal tiltható is.

5) Az ásványvagyonra, mint állami tulajdon igénybevételére vonatkozó gazdálkodási szabályokat mielőbb meg kell alkotni. Ennek lehetőségét kell teremtenie az állam számára, hogy élhessen tulajdonosi jogával, azaz véglegesen vagy időlegesen korlátozhassa a bányászati tevékenység végzését, területi, mélységi, minőségi, vastagsági, termelési korlátokat határozhasson meg. A javasolt térségi elemzések ennek megvalósulását is támogatják.

Úgy vélem, hogy a javasolt lépések elvezethetnek a bányászat, mindenekelőtt a talajvíz alól termelő kavics bányák működése és a vízkészletgazdálkodás-környezetvédelem - természetvédelem - településfejlesztés - regionális fejlesztés közötti egyensúly megteremtéséig. Az egyensúly megteremtése során nem cél a bányászat visszaszorítása, azonban a fenntartható fejlődést szem előtt tartva szükségszerű korlátokat be kell vezetni annak érdekében, hogy a bányászat nyújtotta lehetőségeket kihasználjuk.

Ha már az "ezer tő" országa leszünk akkor az ősi mondas lebegjen a szemünk előtt: "A Földet nem mi hagyjuk unokáinkra, hanem tőlük kaptuk kölcsön."

dr. Halmai János
MÁFI

A ROVATVEZETŐ MEGJEGYZÉSE

A cikknek különleges aktualitása, hogy az itt tárgyalt problémák ismeretében, ezek megoldására az érintett minisztériumok a bányatórvény módosítás 14. § (3) bekezdésében foglalt felhatalmazás alapján a felszín alatti vízkészletet érintő bányatavakkal kapcsolatos kormányrendeletet készítenek elő.



JOGI TALLÓZÓ

Az 1997. évi LIX. törvény. (MK. 63. Szám) módosította került a Magyar Köztársaság Alkotmányát

Újabb Kormányrendelet jelent meg az 1996. évi CXVI. tv. (az Atomenergiáról) felhatalmazása alapján - a 124/1997 (VIII. 18) Korm. rend. az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény. hatálya alá nem tartozó radioaktív anyagok, valamint ionizáló sugárzást létrehozó berendezések köréről (MK. 65. szám)

A tervező és szakértő mérnökök, valamint építészek szakmai kamaráiról szóló 1996. évi LVIII. törvényt módosította az 1997. évi LXIV. törvény. (MK. 64. szám)

Eljárási díj módosítására került sor az 50/1994 (XII. 31.) IKM rendelet módosításaként kiadott 36/1997 (VI. 27.) IKIM rendelet az egyes bányafelügyeleti eljárások díjának megállapításáról (MK. 55. szám).

Közlemény jelent meg a Magyar Bányászati Hivatal szolgálati titokkörtől jegyzékének módosításáról, - amely a koncessziót érinti. (MK. 59. szám)

A gazdálkodó szervezetek 1997. évi egyedi termelési támogatásáról szóló 34/1997 (II. 26.) Korm. rendeletet módosította a 98/1997 (VI. 11.) Korm. rendelet.

121/1997 (VII. 17.) Korm. Rendelet jelent meg a nukleáris export és import anyagbeszerzésről (MK. 64. Szám).

Megjelent a vízbázisok, a távlati ivóvízbázisok, valamint az ivóvíz ellátást szolgáló vizilétesítmények védelméről szóló 123/1997 (VII.18.) Korm. rendelet. (MK. 65. szám)

dr. Udránszky Kornélia
az MGSz jogásza



DANREG ülés 1997. – Tudomány diplomácia nélkül

Hét évi munka után a Magyar Állami Földtani Intézet volt a vendéglátója a DANREG záró (első közös) munkaülésének május 26-30 között, mely két nap tanácskozásból és három nap terepbejárásból állt. A nemzetközi projekt a Bécs és Budapest közötti Dunamenti térség földtani-geofizikai térképsorozatának létrehozására jött létre.

A munkaülés célja volt a projektben résztvevő osztrák-szlovák-magyar szakértők vizsgálati eredményeinek digitális térképeken történő bemutatása, a megoldatlan kérdésekkel való szembesülés.

A digitálisan létrehozott színes térképek, részben egybedolgozott formában, részben még független nemzeti térképként kerültek bemu-



tatásra. Nyilvánvalóvá vált, hogy további erőfeszítéseket kell tenni ahhoz, hogy a térképek és a csatlakozó tanulmányok megfelelő alapul szolgáljanak nemzeti és nemzetközi döntéshozók számára a térség területhasznosítási kérdéseinek megoldását illetően. A munkaülésen más szomszédos országok szakértői is részt vettek, mely előrevetíti a Dunamenti országok együttműködésének jövőjét és hangsúlyozza szükségességét.

**Császár Géza
MÁFI**

A Magyar Geológiai Szolgálat honlapjaik ("homepage") magyarul és angolul megtalálhatók a www világhálózaton. Címeink: Magyar Geológiai Szolgálat: www.mgsz.hu
MÁFI: www.mafi.hu ELGI: www.elgi.hu

HÍRMORZSÁK

Magyarország bécsi nagykövetségén a "delegációs palota" gyönyörű barokk előadótermében június 23-án került sor az osztrák Geológiai Szolgálat (Geologische Bundesanstalt) és a Magyar Állami Földtani Intézet közös kutatásairól szóló jubileumi kiadvány bemutatójára (Advances in Austrian-Hungarian Joint Geological Research ... 1000 years Austria and 1100 years Hungary). A bevezetőt az igazgatók (Dr. H.-P. Schönlaub és Brezsnányi Károly) tartották, a kiadványt a szerkesztők: Dr. Dudich Endre és Dr. Harald Lobitzer) ismertették.

* * *

A Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium minden tavasszal megrendezi (középfiskolások számára) a "Földtani Örökségünk" pályázatot a földtani természetvédelem népszerűsítése és a földtan oktatásának elősegítése céljából. A pályázat díjkiosztása július 11-én volt a Bükkben, a Rejtek-zsomboly mellett szervezett táborban.

A Szolgálat különdíját kapta Soós Márton (Budapest) a Salgótarján környéki vulkanitokat ismertető dolgozatáért és Jáger Viktor (Pécs) a Keleti-Mecsek ásványait leíró munkájáért.

* * *

A Cseh Köztársaság nagymúltú földtani-bányászati folyóirata, az Uhlí-Rudy-geologický průzkum 1997/4. számában jelent meg dr. Farkas István, dr. Fodor Béla és dr. Zelenka Tibor cikke, amely Magyarország ásványi nyersanyagkészletét és kitermelését ismerteti (1996. január 1. állapot). A cikket dr. Morvai Gusztáv gondozta.

* * *

1997. június 24-25-én Párkányban és Esztergomban szakmai tanácskozást tartottak a Párkány-Esztergom térség hidrotermális struktúrájának tisztázására. A párkányi és esztergomi önkormányzatok, a pozsonyi Geocomplex a.s., az Alginit Alapítvány és a Magyar Tudományos Akadémia képviselőiből álló szakemberek jegyzőkönyvben rögzítették, hogy szükségesnek tartják egy egyeztetett tanulmány kidolgozását, amelyben kiértékelnék az eddigi geofizikai, geológiai és hidrogeológiai kutatásokat, majd ennek alapján javaslatot tennének az esztergomi termálfürés helyét megalapozó részletes geofizikai kutatásokra.

* * *

Az 1997. évi Bányásznap országos ünnepe szeptember 3-án került megrendezésre.

Helyszín: Hevesi Sándor Művelődési Központ Nagykanizsa, Széchenyi tér 5-9.



MEGJELENT

Hably Lilla: Early Pliocene volcanic environment, flora and fauna from Transdanubia, West Hungary - Hungarian Natural History Museum, Budapest 191 p

Hably Lilla szerkesztésében angol nyelven összefoglaló munka jelent meg a magyarországi maar krátereket kitöltő alginitek és bazalt-bentonitok őslényvonalak feldolgozásáról. Hiánypótló a kötet 80%-át kitevő Hably Lilla és Zlatko Kvacek által a pulai és gércei alginitek foszszilis levélmaradványainak feldolgozása. A pulai, gércei, várkeszői és egyházaskeszői maar krátertörténetükről (alginit, bazaltbentonit) palyológiai jellemzését Nagy Eszter közli. Lengyel paleontológusok előzetes vizsgálatokat közölnek a pulai és gércei alginitekből gyűjtött rovar és madár maradványokról.

A Magyar Tudományos Akadémia a Magyarhoni Földtani Társulat és az Országos Tudományos Kutatási Alap (OTKA) támogatásával kiadott könyvet a Studia Naturalia sorozatban a Magyar Természettudományi Múzeum jelentette meg. A kiadvány szép példája a magyar, lengyel és szlovák kutatók közös munkájának. Sajnos azzal, hogy a diatoma (Hajós M.) malakológiai (Krolopp E.) és főleg az ősgérces fauna (Kordos L.) feldolgozása nem kerülhetett be a kiadványba, a maar krátertörténetükről őslényvonalak feldolgozása nem lehetett teljes.

* * *

Pécsi Márton: Szerkezeti és vázlatképződés Magyarországon - Magyar Tudományos Akadémia Földrajztudományi Kutató Intézet Budapest 196 p.

A tanulmánykötet tartalmilag megegyezik a szerző által 1962-ben megvédett, ún. tudományok doktora disszertáció szövegével. Az azóta csak kéziratban meglévő 220 oldalas szöveget 113 ábrát 92 képet és magyarázót tartalmazó disszertáció témaköre ma is aktuális, több szempontból is tanulságos, jelentős új eredményekkel ill. kutatási elvekkel járult hozzá a magyar föld geomorfológiai kutatásához. Ezért a szerző a szövegen és az ábra-képmagyarázókon csak annyi változtatást hajtott végre, amennyit a kiadvány szerkesztése megkívánt. A földtörténeti, kronológiai határok, ill. terminológia időközben változott, ezért néhány esetben szerkesztői megjegyzést fűzött az egyes fejezetekhez.

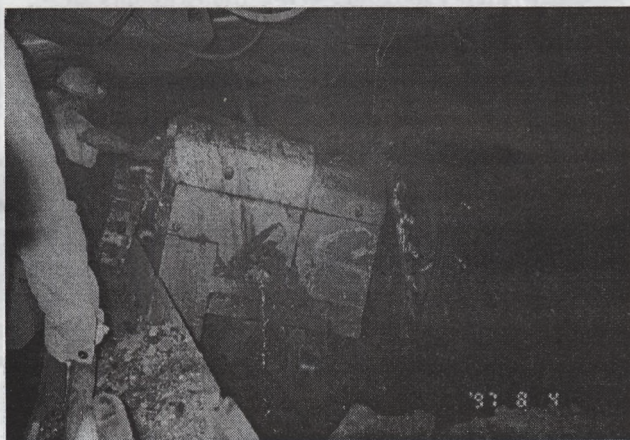
A fényképeken a "méretarányt" jelentő személyek ruházata az 50-es 60-as évek hangulatát idézik, de ezek semmit nem vonnak le a szakmailag különben kitűnő felvételek értékéből. Az egykori irodalomjegyzéket friss hivatkozási irodalom egészíti ki. A jól szerkesztett kötetet tárgymutató teszi kezelhetővé. Az angol nyelvű összefoglalót Balkay Bálint fordította.

A rendezvényt a Magyar Geológiai Szolgálat (MGSz) szervezte, a Magyar Villamosművek Rt. (MVM Rt.) és a Bányai Erőmű Rt. hathatós támogatásával.

A konferencia vitaindító anyagát az MGSz előzőleg megküldte valamennyi, bánya-erőmű integráción belüli és kívüli bányatársaságnak ill. Bányavállalkozónak. A magyarországi szénbányászat termelési és fogyasztási struktúráját a mellékelt összefoglaló ábra szemlélteti.

Tapasztalataink szerint a hazai szénterületek Országos Ásványvagyon Nyilvántartásban szereplő készletadatai számos bánya, illetve kutatót és megkutatott előfordulás esetében eltérnek az adott bányánál nyilvántartott szénvagyon adatoktól. A különbség általában minimális a földtani vagyon vonatkozásában, jelentős azonban, ha a nyilvántartott ipari (művealó kitermelhető) szénvagyonot és a bányák operatív terveiben meghatározott műveleti vagyont vetjük össze. Az MVM Rt. 1996-ban a bányászati stratégiáról készült belső vizsgálata is hasonló eredményre jutott. Az eltérés tehát alapvetően a gazdasági értékelés különbözőségében keresendő. Az MGSz részéről szeretnénk, ha ez a kettősség megszűnne, s az általunk nyilvántartott adatok a mindenkori tényleges állapotot tükröznék. A tárgyi konferencia célja az, hogy az ehhez szükséges módszertani megoldásokat a szénbányászat szakembereivel közösen megkeressük, hiszen a készletek átértékelése csak az ő aktív közreműködésükkel, a bányüzemeknél meglévő információk alapján lehetséges.

A rendezvényen Dr. Horn János elnöki főtanácsadó, a Bányai Dolgozók Szakszervezeti Szövetsége, Tóth P. József főtanácsos, az IKIM, Dr. Füst Antal ásványvagyon-gazdálkodási elnökhelyettes, a Magyar Bányászati Hivatal, Dr. Matyi Szabó Ferenc bányászati szakértő, az MVM Rt., Dr. Faller Gusztáv c. egyetemi tanár az MTA Bányászati Tudományos Bizottsága képviselőjében vett részt. A részt-



Pajzsbiztosítású omlasztásos frontfejtés Mány I/a aknáknál
(Fotó: Fodor B.)

vők száma 35 fő (a szénbányászat vezetői és geológusai, erőművi szakemberek) volt, valamennyi szénbánya és bánya-erőmű integráció képviseltette magát. Összesen 78 előadás és hozzászólás hangzott el, melyekről rövidített kötetet állítottunk össze. A kötetet megküldtük valamennyi résztvevőnek és az Országos Földtani és Geofizikai Adattárnak. A konferenciát élénk szakmai vita jellemezte.

Dr. Farkas István, az MGSz főigazgatója **megnyitó előadásában** ismertette, hogy a bányászatról szóló 1993. évi XVIII. törvényt módosító 1997. évi XII. törvény lényegesen érinti az MGSz által vezetett ásványvagyon nyilvántartást, előzetes gazdasági értékelést és az éves mérlegeket. Az állami ásványvagyon nyilvántartás **hatóságt nyilvántartás**. A bányavállalkozó felelős a szolgáltatott adatok

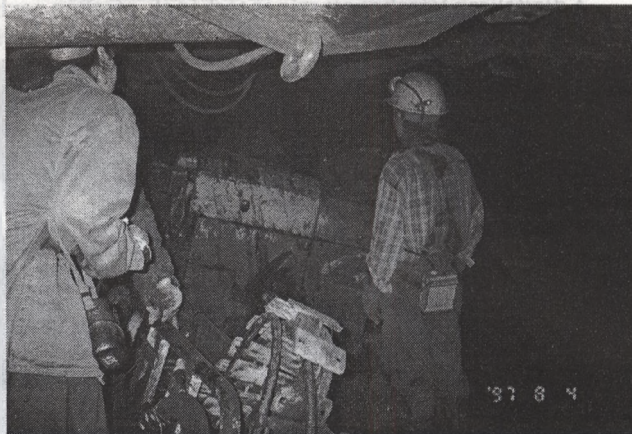
valódiságáért, melyet az **MGSz jogosult ellenőrizni**.

Az ellenőrzésnek nem csak a természetes mutatókra, hanem a gazdasági adatokra is ki kell hogy terjedjen.

Az MGSz indokoltnak tartja, hogy a korábbi -szakterületenként- évente megtartott összejövetelek (**főgeológus értekezletek, geológusok fóruma**) folytatódjanak.

Ebben az MGSz védnöki feladatot vállal. A 115/1993. Korm. rendelet módosításánál szeretnénk elérni, hogy abba bekerüljön a **hites geológus** fogalma és jogköre és feladata.

Az **elhangzott előadások és hozzászólások** részletesen ismertették a **szénbányászat jelenlegi helyzetét**, a bányászat, az ásványvagyon-gazdálkodás és a gazdasági értékelés aktuális **problémáit és a kibontakozási lehetőségeit**. A **nomenklatúrális kérdéseket** (és nem csak a szénbányászatban!) minél előbb -központilag- **rendezni kell**, a résztvevők egy részénél e témában nem alakult ki



Pajzsbiztosítású omlasztásos frontfejtés Mány I/a aknáknál
(Fotó: Fodor B.)

konzenzus. Pl. az ipari vagyon, a tervezett és elszámolt termelési veszteség és hígulás, az ásványvagyon-gazdálkodás fogalmainak értelmezése stb. Az utóbbi témában mutatott rá Dr. Faller Gusztáv, hogy az ásványvagyon-gazdálkodás a földtani kutatáson, termelésen, előkészítésen keresztül tartó komplex folyamat. A bányászatról szóló törvény módosításában előírt, az ásványvagyon-gazdálkodás részletes követelményeit szabályozó IKIM-KTM miniszteri rendelet-tervezet jelenleg kidolgozás alatt áll. A rendelet-tervezetben maximálisan figyelembe vesszük az ENSZ és az Európai Unió ajánlásait, alapelveit. A jelenlegi hazai gyakorlat összhangban van az ENSZ EGB ásványvagyon osztályozási rendszerével, melynek megalkotásában nem elhanyagolható szerepet játszott az MGSz (dr. Fodor Béla), az MVM Rt. (dr. Matyi Szabó Ferenc) és a SZÉSZEK (Martényi Árpád) véleménye is. Nagyon lényeges a Bányatörvény módosításának az a kitétele, mely szerint az évente befizetett bányajáradék 5 %-át az ország ásványvagyonának megismerésére szolgáló kutatásokra és a koncesszió kijelölésére alkalmas területek gazdasági, környezeti stb. hatásainak vizsgálatára kell fordítani. A Nemzetközi Energia Ügynökség 1996-ban készült prognóza szerint az import szén ára 2010-ig kitekintve stagnál, a szénhidrogének ára viszont rohamosan nő. **Fel fog értékelődni a hazai szén helyzete is**. Ezt a felértékelődést a privatizáció hatékonyan segíti elő. A szén költséghatár/ár képzésének elvei és módszere bánya-erőmű integrációknál és integráción kívüli bányáknál eltér. A szén költséghatár/árképzés elvi megközelítési lehetőségei:

- * villamos energia termelésből (Ft/kWh),
- * lakossági távhőszolgáltatásból,
- * egyéb ipari felhasználásból,
- * lakossági szénértékesítésből,
- * import szénből,

Illetve ezek kombinációjából lehet és kell levezetni. Lehetetlen az egész magyar szénbányászatra egységes költséghatárfüggvényt/árfüggvényt készíteni.

Több hozzászóló kitért arra a fontos követelményre, hogy a költséghatárba/árba (és a termelési költségbe is) az állami szubvenciót be kell építeni. A gazdasági értékelés ráfordítás oldalát is rendbe kell tenni.

A szénvagyon (és általában az ásványvagyon) gazdasági értékelésénél az lenne a kívánatos, ha minden bányára és szabad területre cash-flowt és nettó jelenértéket számítanánk. Ez azonban lehetetlen, mivel Magyarországon közel 3000 ásványi nyersanyagtelep van nyilvántartva.

Ezért az Országos Ásványvagyon Nyilvántartásban a nominál gazdasági eredményt (mely a fajlagos ár és a ráfordítás különbségének az ipari vagyonnal történő szorzata) szerepeltetjük, melyeket a bányavállalkozók adatszolgáltatása alapján évente karbantartunk.

A feladatok összefoglalása

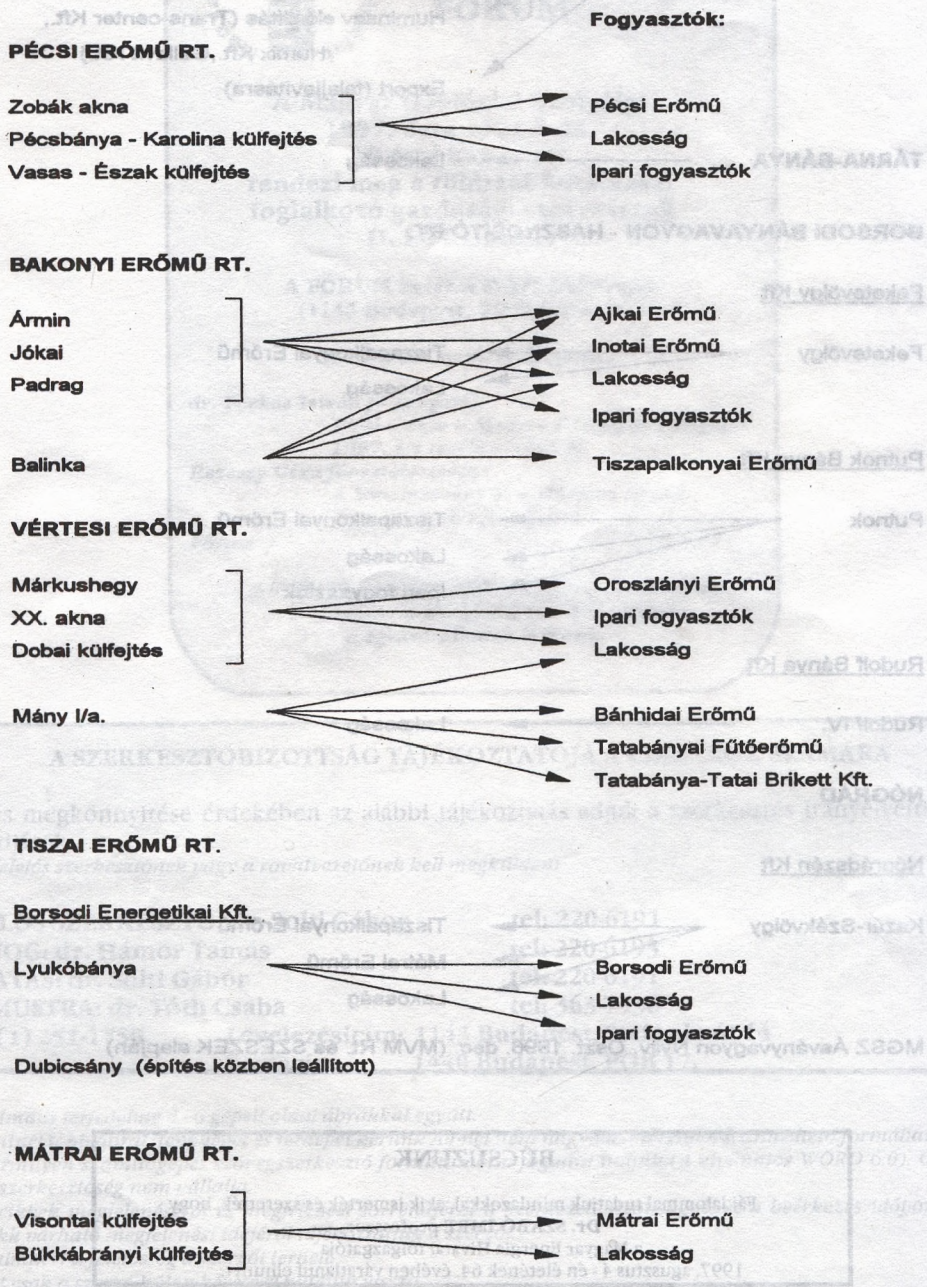
A szénvagyon gazdasági újraértékelését el kell végezni, működő bányáknál lehetőség szerint már az 1998. január 1. állapot szerint, hiszen utoljára 1993-ban volt gazdasági újraminősítés. A gazdasági értékelés alapvető tényezője a szén értékének/árának meghatározása és bányákra történő lebontása.

A Magyar Geológiai Szolgálat és az MVM Rt. képviselői felkeresik valamennyi integrációt/bányát és kétoldalú megbeszéléseken konkretizálják a megoldás technikai részleteit.

dr. Fodor Béla
MGSZ

A MAGYARORSZÁGI SZÉN-BÁNYÁSZAT TERMELÉSI ÉS FOGYASZTÁSI STRUKTÚRÁJA

MVM RT. ERŐMŰVI INTEGRÁCIÓBAN LEVŐ SZÉN-BÁNYÁK

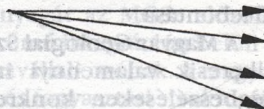


INTEGRÁCIÓN KIVÜLI SZÉNBÁNYÁK

DOSZÉN RT.

Lencsehegyi Szénbánya Kft

Lencsehegy



Tiszapalkonyai Erőmű

Dorogi Fűtőerőmű

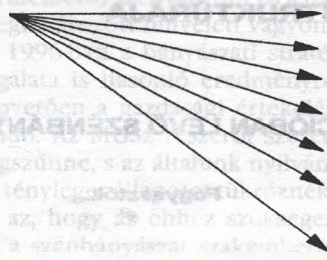
Dorog-Tokodi Szénfeldolgozó Rt (brikett)

Lakosság

É-DUNÁNTÚLI Bányavagyon - HASZNOSÍTÓ RT.

Duszén Kft

Dudar



Tiszapalkonyai Erőmű

Inotai Erőmű

Ajkai Erőmű

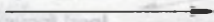
Oroszlányi Erőmű

Lakosság

Huminsav előállítás (Trans-center Kft.,
Humix Kft., Gallavit Kft.)

Export (talajjavításra)

TÁRNA-BÁNYA

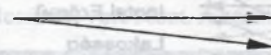


Lakosság

BORSODI Bányavagyon - HASZNOSÍTÓ RT.

Feketevölgy Kft

Feketevölgy

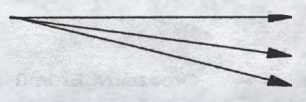


Tiszapalkonyai Erőmű

Lakosság

Putnok Bánya Kft

Putnok



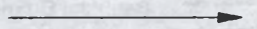
Tiszapalkonyai Erőmű

Lakosság

Ipari fogyasztók

Rudolf Bánya Kft

Rudolf IV.

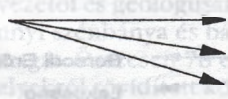


Lakosság

NÓGRÁD

Nógrádszén Kft

Kazár-Székvölgy



Tiszapalkonyai Erőmű

Mátrai Erőmű

Lakosság

MGSZ Ásványvagyon Nyilv. Oszt. 1996. dec. (MVM Rt. és SZÉSZEK alapján)

BÚCSÚZUNK

Fájdalommal tudatjuk mindazokkal, akik ismerték és szerették, hogy
Dr. SZABÓ IMRE professor,
 a Magyar Energia Hivatal főigazgatója
 1997. augusztus 4 - én életének 64. évében váratlanul elhunyt.

A folyóirat megjelenését támogatta a:

"MECSEKURÁN Kft"



a

"MECSEKI ÉRCBÁNYÁSZATI VÁLLALAT"

a

"VÍZÜGYI ALAP"

és az

"IPAR MŰSZAKI FEJLESZTÉSÉRT ALAPÍTVÁNY"



FÓRUM

A Magyar Geológiai Szolgálat
1997. december 2-án
10 órai kezdettel
rendezi meg a földtani kutatással
foglalkozó gazdasági szervezetek
II. FÓRUMÁT.

A FÓRUM helye a MÁFI Díszterme
(1143 Budapest, Stefánia út 14.)

A FÓRUM napirendi pontja:

dr. Farkas István főigazgató:
Tájékoztató a Magyar Geológiai Szolgálat
1997. évi tevékenységéről
Rezessy Géza főosztályvezető:
A bányatörvény és a földtant érintő
jogszabályok módosítása

Fórum

A FÓRUM napján a MÁFI, az ELGI kiadványai
és a Földtani Kutatás 1997. évi számai
megvásárolhatók lesznek.

A SZERKESZTŐBIZOTTSÁG TÁJÉKOZTATÓJA A CIKKÍRÓK SZÁMÁRA

A szerkesztés megkönnyítése érdekében az alábbi tájékoztatás adjuk a szerkesztés irányelveiről és a kéziratok elkészítési módjáról:

✚ A cikkeket a Felelős szerkesztőnek vagy a rovatvezetőnek kell megküldeni

FELELŐS SZERKESZTŐ: dr. Solti Gábor	tel: 220-6191
GEOJOG: dr. Hámor Tamás	tel: 220-6193
KUTATÁS: dr. Solti Gábor	tel: 220-6191
CÉGMUSTRA: dr. Tóth Csaba	tel: 363-7438
Fax: (1) 251-1759	Levelezéscím: 1143 Budapest, Stefánia út 14
	Postacím: 1440 Budapest, POB 17.

- ✚ A cikkek maximális terjedelme 4 - 6 gépelt oldal ábrákkal együtt.
- ✚ A cikkekhez minél több ábrát, fényképet és térképet kérünk A4-nél nem nagyobb méretben scannelhető formában.
- ✚ A cikkeket bármilyen számítógépes szövegszerkesztő formátumban fogadni tudjuk (a kívánatos WORD 6.0). Gépelt és az ábrák elkészítését a szerkesztőség nem vállalja.
- ✚ A beérkezett cikkek megjelenéséről és megjelenési sorrendjéről a Szerkesztőbizottság dönt a beérkezés időpontjának figyelembevételével. A cikk várható megjelenési idejéről tájékoztatjuk a szerzőt.
- ✚ A cikkek tartalmáért a felelősség a szerzőt terheli.
- ✚ A kéziratokat csak a szerző külön kérésére küldjük vissza.
- ✚ A lapban lehetőség van reklám és hírdetés megjelentetésére, bővebb felvilágosítás a Felelős szerkesztőtől kapható.

