

Földtani Kutatás

1970. XIII. évfolyam 3-4. szám

Felelős szerkesztő:
DR. FÜLÖP JÓZSEF

A szerkesztő bizottság:

DR. ALFÜLDI LÁSZLÓ, DR. ADÁM OSZKAR, DR. BARNABÁS KÁLMÁN, DR. DANK VIKTOR, DR. JANTSKY BÉLA, DR. JUHÁSZ JÓZSEF, DR. KASSAI FERENC, MORVAI GUSZTÁV, DR. NEMECZ ERNŐ, DR. VARJU GYULA, DR. VITALLIS SÁNDOR

Szerkesztő:
LUKÁCS JENŐ

*

Szerkesztőség:

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

*

Felelős kiadó:

Központi Földtani Hivatal

*

A Földtani Kutatás megjelenik évente négy alkalommal

Egy-egy lap ára 5,— Ft

Előfizetés és terjesztési ügyben felvilágosítást a Magyarhoni Földtani Társulat (Bp. VI., Anker köz 1-3. Telefon: 229-870) ad.

FMNYV dunajvárosi telepe 3956

TARTALOM

<i>Bjamba Zsambün—N. T. Rjaguzov: A közép-mongóliai kaledonidák tektonikája</i>	1
<i>Dr. Szabó Nándor—Szücs József: Vízvédelmi gát létesítése Csolnok XII/A. aknán, a kőzetek természetbeni vizsgálata alapján</i>	9
<i>Dr. Juhász András—Sinyei István—Zentay Tibor: Földtani zárójelentések szerkezeti adatainak utólagos ellenőrzése</i>	19
<i>Dr. Karácsonyi Sándor: Irányelvek kavicsmezők építőanyagipari kutatásához</i>	22
<i>Jaskó Tamás—Dr. Viczián István: Néhány a földtanban alkalmazható egzakt osztályozási módszer</i>	33
<i>Bondarenko B. M.—Viktorov G. G.—Tarhov A. G.: A geokozmikus módszer helyzete és fejlesztési perspektívái</i>	40
<i>Dr. Pataki Nándor: Korszerű fejlesztési irányzatok a hazai vízkútépítésben</i>	46
<i>Lendvai László: Kitérősek megelőzése a szénhidrogénkutatásnál</i>	59
<i>Sinoros Sz. Lóránd: Kutató magfúrás a földtani kutatás szolgálatában</i>	67
<i>Nagy Magdolna: Geofizikai mérések jelentésjegyzéke II.</i>	75
<i>Kitüntetések</i>	79

INHALT

<i>Bjamba Dschambün—Rjagusow N. T.: Die Tektonik der Kaledoniden in der Zentralen Mongolei</i>	1
<i>Dr. Szabó, Nándor—Szücs, József: Bau eines Wasserwehrrdammes beim Schacht Csolnok XII/A auf Grund naturtreuer Untersuchung der Gesteine</i>	9
<i>Dr. Juhász, András—Sinyei, István—Zentay, Tibor: Nachträgliche Überprüfung von Strukturangaben der geologischen Abschlussberichte</i>	19
<i>Dr. Karácsonyi, Sándor: Richtlinien zur baustoffindustriellen Erforschung von Kiesfeldern</i>	22
<i>Jaskó, Tamás—Dr. Viczián, István: Einige exakte Klassifizierungsmethoden in der Geologie</i>	33
<i>Bondarenko B. M.—Wiktorow G. G.—Tarchow A. G.: Gegenwärtiger Stand und Entwicklungsperspektiven der geokosmischen Methode</i>	40
<i>Dr. Pataki, Nándor: Moderne Entwicklungstendenzen im ungarischen Wasserbrunnenbau</i>	46
<i>Lendvai, László: Ausbruchsverhütung in der Kohlenwassertoffforschung.</i>	59
<i>Sinoros Sz., Lóránd: Erkundungskernbohrungen im Dienste der geologischen Erkundung</i>	67
<i>Nagy, Magdolna: Verzeichnis der Berichte geophysischer Messungen II.</i>	75
<i>Auszeichnungen</i>	79

SUMMARY

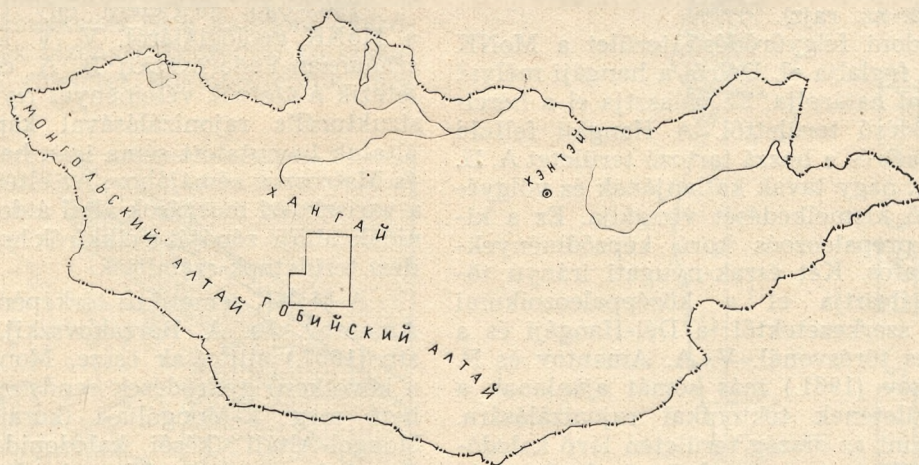
<i>Byamba Djambin—Ryaguzov N. T.: The tectonic of Kaledonids in Central Mongolia</i>	1
<i>Dr. Szabó, Nándor—Szücs, József: Establishing of a shaft Csolnok XII/a on natural examination of rocks</i>	9
<i>Dr. Juhász, András—Sinyei, István—Zentai, Tibor: Subsequent control of structural data in geological final reports</i>	19
<i>Dr. Karácsonyi, Sándor: Directives to industrial exploration for building materials of gravel fields</i>	22
<i>Jaskó, Tamás—Dr. Viczián, István: Several exact classification methods applicables in geology</i>	33
<i>Bondarenko B. M.—Viktorov G. G.—Tarhov A. G.: Situation and development perspectives of the geocosmical method</i>	40
<i>Dr. Pataki, Nándor: Modern development tendencies in Hungarian water-well foundation</i>	46
<i>Lendvai, László: Prevention of outbursts in hydrocarbon prospecting</i>	59
<i>Sinoros Sz., Lóránd: Exploratory core drilling in service of geological research</i>	67
<i>Nagy, Magdolna: Register of geophysical measuring reports II.</i>	75
<i>Honours</i>	79

A közép-mongóliai kaledónidák tektonikája

Írták: Bjamba Zsambün—N. T. Rjaguzov

A Mongol Népköztársaság területe jelenleg igen egyenlőtlenül tanulmányozott. Többé-kevésbé tanulmányozott része: Kelet-Mongólia. MoNK földtani felépítésében összetétel és kor szerint a legkülönbözőbb üledékes és magmás képződmények vesznek részt. Strukturális vonatkozásban Mongólia területe két ősi platform, a szibériai és a kínai között helyezkedik el. Közép-Ázsia két legnagyobb regionális

Földtani felépítése és tektonikája bonyolult, heterogén gyűrődéses felépítés határozza meg, amelynek elemei között szerepelnek a prepaleozoós alaphegység kiemelkedései, a tulajdonképpeni geoszinklinális és orogén komplexumok, valamint fiatal platform fedő. Helyes értelmezésük sokban hozzá fog járulni a legfontosabb hasznos ásványfélésegek, mint arany, réz, wolfram és egyéb metallogéniai tulajdonságainak meghatározásához.

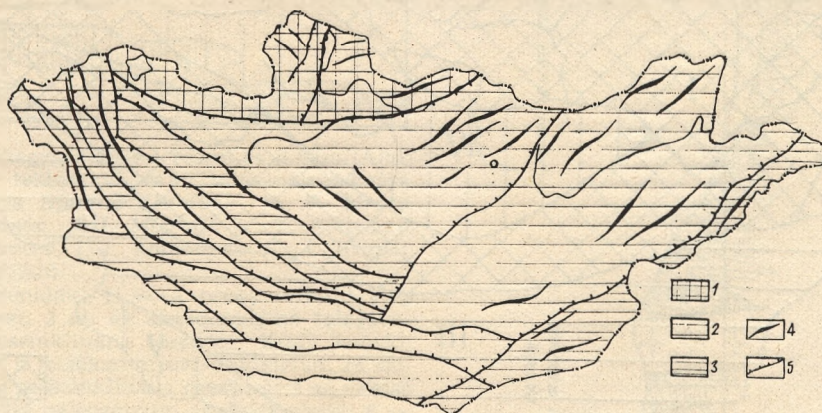


1. rajz. A MoNK áttekintő sémája, az ismertetett terület fekvésének megjelölésével.

szerkezetének találkozásánál, nyugaton az Altáj-szajáni és keleten a Mongol-amuri.

A vizsgált vidék a hangáji felföld délnyugati részei és a Góbi Altáj nyugati nyúlványai előterében helyezkedik el (1.sz. rajz).

Így például a korai kaledonidák leírt szerkezetei előterének keleti folytatásában összpontosul a wolfram előfordulások (Ih-Hajrhan, Buren-Cogt, Tumen-Cogt, stb) és az önelfordulások (Hulzsihan, Modoto, stb) többsége, és



2. rajz. A MoNK prepaleozoós szerkezetei alapelemeinek egyszerűsített sematikus térképe (A. H. Ivanov szerint).

1 = kaledóni gyúrt területek; 2 — 3 = hercini gyúrt területek; 2 = geoszinklinális zónák; 3 = geoantiklinális zónák; 4 = antiklinóriumok és antiklinálisok tengelye; 5 = mélységi törésvonalak.

az utóbbi években talált prespektívikus molibdén előfordulás: Arün-Nur. Ugyancsak ismert számos torlatos és szálbanálló aranyelőfordulás.

Ennek a vidéknek a tektonikájával különböző időkben a következők foglalkoztak: A. H. Ivanov, V. A. Amantov, P. Sz. Matroszov, B. Luvszandanzan, Ju. P. Jersev, Ju. M. Loginov, Sz. I. Mormil, V. V. Bezzucev, I. I. Volcsek, A. A. Hrapov, N. P. Rjaguzov, Bjamba Zsambün, stb geológusok. A terület tektonikájának különböző kérdéseit világították meg dolgozataikban A. H. Ivanov (1959.), V. A. Amantov, stb (1967.)

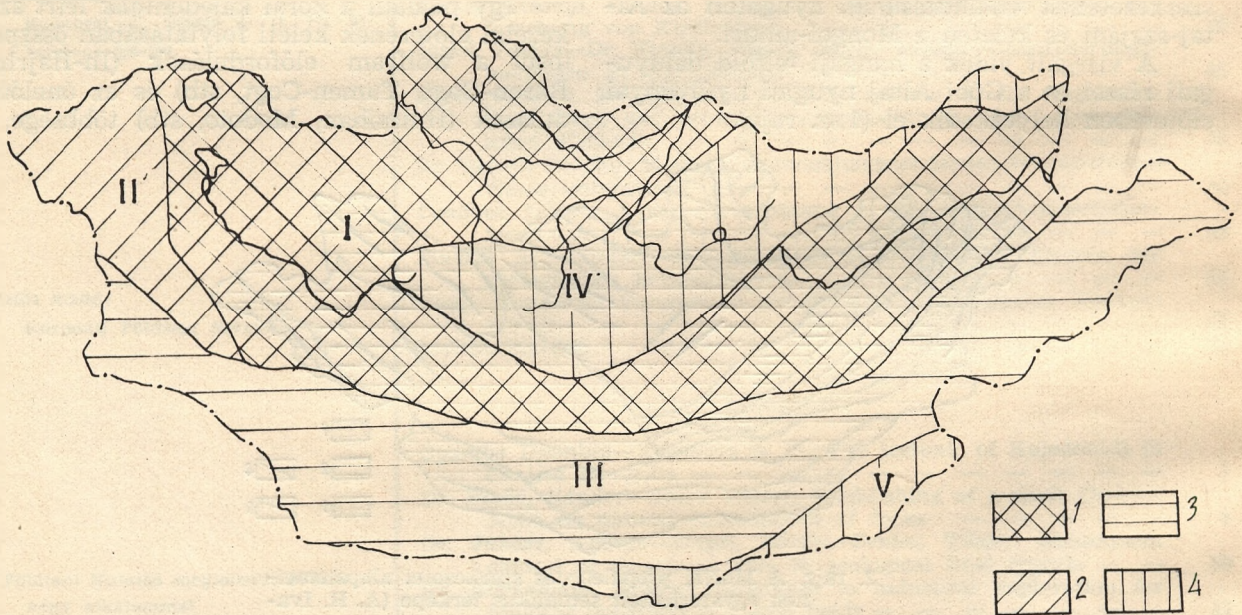
Igy, A. H. Ivanov véleménye szerint a MoNK regionális strukturájában megkülönböztethető a kaledoniai herciniai felgyűrődésű területek (2. sz. rajz).

A kaledoni felgyűrődésű terület a MoNK északi felét foglalja el. Délről a hangáji mélyégi törésvonal határolja. Ez választja el a hercini felgyűrődésű területtől. A Hangáji felföld középső részét és a hozzá tartozó területet A. H. Ivanov mint nagy tavak katlanjának és völgyének középső kiemelkedését vizsgálja. Ez a kiemelkedés prepaleozoós korú képződményekkel kapcsolatos. Két észak-nyugati irányú törésvonal választja el a középpaleozoikum gyűrődéses szerkezetektől: a Dél-Hangáji és a prepaleozoós törésvonal. V. A. Amantov és P. Sz. Matroszov (1961.) más sémát ajánlanak a MoNK területének tektonikai rajonizálására. E séma szerint az ország területén lévő kaledoni gyűrődések és a prekambrium alaphegység kiemelkedései a hercini felgyűrődésű területek redukálása révén lényegesen nagyobbak. A

Hangáji-felföld D-nyugati és Ny-i része a korai konszolidációju dzabhan-hubszuguli masszívumhoz tartoznak. A proterozoikum masszívum dél-Hangáji határa a hangáji-góbi és a hungui mélyégi törésvonal. A hangáji-góbi törésvonal a mongol-amuri felgyűrődési terület hercini szerkezeteitől, a hungui törésvonal pedig a kaledonidák tavi zónájától választja el a korai konszolidációjú kiemelkedést. A Góbi-Altáj vonulatainak É-i lejtői a két közeli mélyégi törésvonal (=hungui és cagansibetini) által képzett góbi altáji érintkezési súlyedés zónájában helyezkednek el. A cagansibetini É-ny-i törésvonal elkülöníti a korai kaledonidák tavi strukturális-faciális zónáját a kései kaledonidák által képzett haraharini zónától.

1963-ban megjelent egy cikkgyűjtemény a MoNK geológiájáról. V. V. Bezzucev-Luvszandanzan-Fedorovszkij B. A. cikkükben részletezik a szerzők véleményét Ny-Mongolia geosstrukturális rajonizálásával kapcsolatban. Az általuk bemutatott séma igen hasonló Amantov és Matroszov sémájához. Az eltérés annyi, hogy a variszkuszi mozgások által átdolgozott kaledonidák altáji zónáját a cikkírók hercini felgyűrődési területnek számítják.

A MoNK sematikus térképén amelyet V. A. Amantov, Ju. A. Borzakovszkij, I. I. Volcsek, stb (1967.) állítottak össze, Mongólia területén a következő gyűrődések rendszere különböztethető meg: É-Mongólia-i (korai kaledonidák), Mongol-Altáji (késői kaledonidák), D-Mongol (korai hercinidák), Mongol-Amur-i és Belső-Mongol (hercinidák és korai mezozoidák (3. sz. rajz).



3. rajz. A MoNK gyűrődéses szerkezetei elhelyezkedésének sémája. (V. A. Amantov és tsai. 1966).

1 = bajkalidák és korai kaledonidák; 2 = késői kaledonidák; 3 = korai hercinidák; 4 = ké-

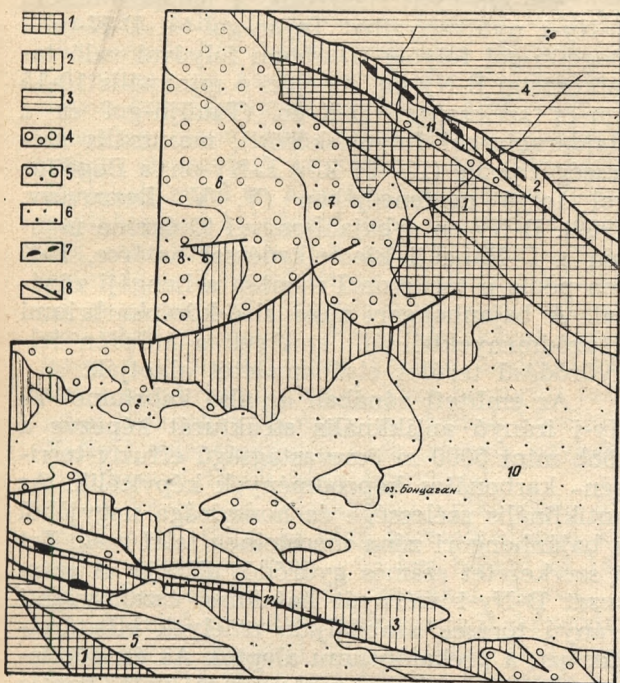
sői paleozoidák és korai mezozoidák; A térképen lévő számok jelentése: I = É-Mongol-Altáji, III = D-Mongol, IV = Mongol-Amuri, V = Belső-Mongol.

Ezen a tektonikai sémán a vizsgált terület nagy része a korai kaledonidák geosinklinális szerkezetébe tartozik. Csak az altáji zónát tekintik korai hercininek, a hangájit késő-hercini gyűrődéses területnek veszik.

1967-1968-ban L. P. Zonnensajjn publikálta Közép-Ázsia paleozoós gyűrődési övének tektonikai sémáját, aholis az előzőtől eltérően Közép-Mongólia geoantiklinális zónáját, a késői variszcidák geoantiklinális zónájának tekintette.

A fent említett kutatók földtani anyagainak, valamint a szerzők személyes megfigyeléseinek szintézise a jelen cikk.

A Hangáj D-Ny-i előterében és a Góbi-Altáj nyugati vonulatainak területén néhány, a Dél-Hangáji kiemelkedés és a kaledóni gyűrődéses szerkezetek bizonyos képződési korszakainak megfelelő emeletet különböztetünk meg (4, 5. rajz).



4. rajz A Hangáj-hegység DNy-i részei és a Góbi Altáj nyúlványai tektonikai rajonizálásának sémája. (Összeállította Bjamba Zsambyn; Ju. P. Jersev, Ju. M. Loginov, Szil. MOrmil, N. T. Rjaguzov, V. V. Bezzucev, I. I. Volcsek és A. A. Hrapov anyagai alapján).

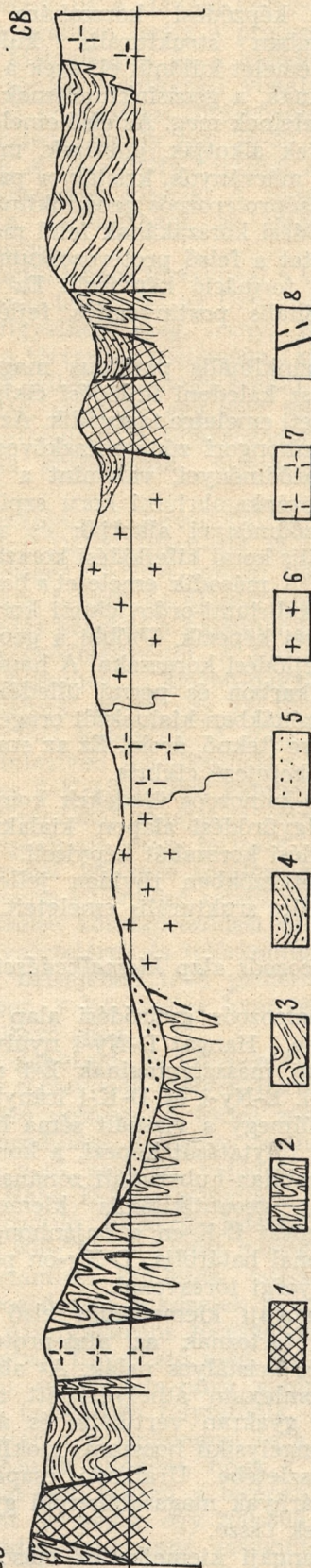
Korai kaledonidák: 1 = a prekambriumi alap kiemelkedései; 2 = az alsókambrium tulajdonképpeni geosinklinális összletei; Késői kaledonidák: 3 = a felsőkambrium-ordovicium és szilur tképpeni geosinklinális összletei; 4 = az alsó és 5 = a felső paleozoikum orgén összletei; 6 = a táblás takaró üledékei; 7 = hiperbázitok; 8 = mélységi törésvonalak. A séma számainak jelentése: 1 = D—hangáji kiemelkedés. Gyürt zónák: 2 = bajánhongori; 3 = altáji; 4 = hangáji; 5 = altáji. Orogén szerkezetek (muldák és grábenek): 6 = bucagani; 7 = aszhtulini; 8 = huremarali; 9 = arcagini. 10 = Tavi depresszió. Mélységi törésvonalak: 11 = bajánhongori; 12 = tolbonuri.

котловина гобийских озера

северный склон гобийского алтая

103

мегаэпидный мангей



5. rajz. Sematikus földtani szelvény, a Góbi-Altáj E-i lejtőitől a Hangáj-hegység DNy-i nyúlványáig. 1 = proterozoós kristályos kambriumi, ordoviciumi és szilur geosinklinális összlet; 2 = alsó- és felsőpaleozoós gránitoidok; 3 = alsó- és felsőpaleozoós gránitoidok; 4 = alsó- és felsőpaleozoós gránitoidok; 5 = alsó- és felsőpaleozoós gránitoidok; 6 = alsó- és felsőpaleozoós gránitoidok; 7 = alsó- és felsőpaleozoós gránitoidok; 8 = mélységi törésvonalak.

A prepaleozoikumi fejlődési periódus a D-hangáji kiemelkedés alsó- és felsőproterozoós üledékeinek képződési korszakára esik. A prekambriumban strukturális különbözőség alapján két emelet különül el, ezek a két fejlődési korszaknak, a geoszinklinálisnak és az átmenetinek felelnek meg. Az első emeletet metamorfor kőzetek alkotják, gneiszek, migmatitok, amfibolitok, márványok, kristályos palák. Ez az emelet az alsóproterozoós geoszinklinális preinverziós fejlődési korszakának felel meg. A második emeletet a felső proterozoikumi mészköves-terrigén formáció képviseli. Ez az emelet a geoszinklinális postinverziós fejlődési korszaka.

A geoszinklinális periódus magában foglalja az egész kaledoni fejlődési ciklust és három szerkezeti emeletre tagozódik. Az első emeletet a bajánhongori zóna mészköves-terrigén-porfiros képződményei, valamint a göbi-altáji zóna alsó-középkambriumi kora szpilités-keratofires képződményei alkotják és amelyek a geoszinklinális korai kifejlődési korszakának felelnek meg. A második emeletet a hangáji és az áltáji zóna kabriumi-ordoviciumi kora terrigén képződményei képezik. Utóbbi a geoszinklinális középső kifejlődési korszaka. A harmadik emelet devon, karbon és permii üledékekből áll. Különböző zónákban kialakult orogén struktúrákat képezve (teknő, árok). Ez az emelet a geoszinklinális befejező ciklusa.

A mezo-kainozoós üledékek komplexuma, a kaledoni felgyűrődési alapon kialakuló platform képződési korszakát képviseli.

A következőkben röviden jellemezzük a vizsgált terület struktúrális emeleit.

I. A prepaleozoós alap kiemelkedései

A prepaleozoós gyűrődési alap D-hangáji kiemelkedése, Hangáj D-Ny-i nyúlványain és a Göbi-Altáj masszívumainak É-i részén helyezkedik el. É-Ny-i és D-K-i irányban kiemelkedés túlmegy a vizsgált séma határain és természetes folytatását képezi, a korai konszolidációjú dzabhan-hubszuguli zónának és a keletmongóliai geoantiklinális kiemelkedésnek. A kiemelkedést É-K-en a bajánhongori mélységi törésvonal határolja, D-Ny-on pedig a tolonuri mélységi törésvonal.

A D-hangáji kiemelkedés első szerkezeti emeletéhez tartoznak az alsó-proterozoikumi metamorfor és kristályos palák. Az alsó-proterozoikumi komplexum áthelyeződött a meredek dőlésszögű, gyakran vertikális és átbuktatott, meredek tengelysíkú hosszanti izoklinális gyűrődések összletébe. Uralkodó csapásirány az ÉK-i. A szárnyak magasabbrendű gyűrődésekből tevődnek össze.

A D-hangáji kiemelkedés második strukturális emeletét felső proterozoós karbonátos-palás képződmények alkotják. Az alsó proterozoós metamorf komplexumra, a felső proterozoókumi képződmények csekély azimutális —

valamint szögeltéréssel települnek, max. 20 km széles szűk helyi sávot alkotva, amely a D-hangáji kiemelkedés É-i részén É-Ny-i irányban húzódik. É-K-en ezeket a bajánhongori mélységi törésvonal határolja, D-Ny-on pedig az a regionális törésvonal, amely mentén az alsó-proterozoós képződményekkel érintkeznek. A felső-proterozoós üledékek strukturális felszíne egész sor hatalmas első és másodrendű, valamint magasabbrendű antiklinális és szinklinális gyűrődés mentén rajzolódik ki.

Az elsőrendű gyűrődések brachi-képződésük. Szárnyaik és magrészüik magasabbrendű gyűrődésekből tevődnek össze.

II. A paleozoós geoszinklinális komplexum

A baján-hongori zóna első szerkezeti emelete 435-km-nyire benyúlik a hangáji felföld D-Ny-i nyúlványába; Tajün-gol-tól D-K-re a Bogdün-gol folyóig (Dzabhan folyóval való találkozásig) É-Ny-on, itt eléri a minimális 10-15 km-es szélességet D-K-en (Tauüjn-gol és a Bajdaragin-gol folyók között), maximális szélességét pedig (120-30 km) É-Ny-on, a Bogdün-gol folyó medencéjében (V. V. Bezzuvcev, 1959). D-Ny-on a bajánhongori törésvonal mentén a D-Hangáji kiemelkedéssel határos, É-K-en pedig a törésvonal mentén a hangáji zónával. A bajánhongori zóna alsó-középkambriumi képződményekből áll, amelyek a kaledoni felgyűrődésű terület első emeletét alkotják.

Az említett zónában az alsó kabriumot É-Ny-i irányú antiklinális strukturát képezve a több mint 5000 m összvastagságú effuzív-terrigén-karbonátos képződmények képviselik. Az antiklinális szélessége és hosszúsága nagyjából a bajánhongori zóna méreteinek felel meg. Ezt a szerkezetet számos gyűrődés alkotja: A szerkezet D-Ny-i szárnyát hatalmas, északnyugati irányú törések szabdalják, amelyek elhatárolják azt, a prekambriumi alaptól. Az északkeleti szárnyat számos párhuzamos vető bontja meg, ezek a Bajánhongor-i és a Hangáj-i zóna találkozásánál összpontosulnak.

Befejezésül meg kell jegyezni, hogy a kambriumi üledékek rárétegező diszlokációja egyenetlen. Az effuzív képződmények gyűrődésos felépítése egyszerűbb; a mikrogyűrődések és a redők hiányoznak, a töréses tektonika intenzívebben jelenik meg. Az üledékes lera-kódások erős rárétegező diszlokációnak vannak kitéve és magasabbrendű gyűrődéseket képeznek.

A göbi-altáji zónában az első strukturális emeletet, amely a geoszinklinális kialakulása kezdeti korszakának felel meg, alsó-kambriumi korú kőzetek alkotják. Részét képezik az elsőrendű szinklinális É-K-i szárnyának. A kambriumi üledékeket erősen diszlokálták É-Ny-i

és közelítőleg K-Ny-i irányú vetődések; magassabbrendű gyűrődések alkotják őket.

A vidék leg-ÉNy-ibb részén helyezkedik el a hangáji zóna D-Ny-i irányban 350-400 km-re nyúlik el, magában foglalva a Hangáj felföld D-Ny-i és centrális részét. Ez a zóna egy hatalmas szinklinórium, amelyet a feltehetően felső kambriumi-ordoviciumi dzagini összlet kőzete alkot. A szinklinórium D-Ny-i szárnya a törésvonal mentén érintkezik a bajánhongori zónával. A szinklinórium belső felépítése bonyolult.

Az altáji zónában a második szerkezeti emeletet devon, karbon és permi kőzetek alkotják, üledékes strukturát (gráben-szinklinálisokat és muldákat) képezve a kaledóni gyűrődési alapon és az alap kiemelkedésein.

Az árokszinklinális strukturák (északon) a bajánhongori, (délien) a tolbonuri törésvonalzónához tartoznak. A muldás strukturák az alap kiemelkedésein képződtek.

A devon üledékeket a szelvény alján vulkanogén, felül pedig vörös (alsómolassz) képződmények képviselik, ezek éles szögletésszel települnek az alsópaleozoikum üledékeire. A devon képződmények az árkok környékén, viszonylag meredeken gyűrődtek, a muldáknak pedig viszonylag lankásan. Az alsó-karbon üledékek mind az alap kiemelkedésein, mind a bajánhongori kaledonid zóna kőzeteiben üledékes strukturájuk. Az alsó karbon üledékek gyűrődéses diszlokációinak a jellege a különböző geostrukturális egységekben nem egységes, ami aktivizálódásuk eltérő mértékével kapcsolatos. A góbi-altáji zóna karbon üledékei szintén a kambriumi kőzetek közé beszorult tektonikai blokkokat alkotnak. A blokkok közelítőleg K-Ny-i orientációjuk, azaz irányuk egybeesik a tolbonuri törési zóna irányával.

A közép- és felsőkarbon vulkanogén képződmények főleg az alap kiemelkedésein képződtek, hatalmas, (max.) 45 km hosszú és 14-20 km széles teknőszerű strukturákat alkotva.

A felső molasz (széntartalmú) képződmények permi üledékei főleg keskeny (1-2 km-es) és hosszú (10-15 km-es) árkokat képeznek a bajánhongori és a hangáji zónában. Az említett árkokban a permi üledékes és effuzív kőzetek széles gyűrődéseket képeznek. Némelyik erősen diszlokálódott a vetődések közelében. A mezokainozoos üledékek minőségileg új korszakot képviselnek a Hangáj D-Ny-i nyúlványai és a Góbi-Altáj kiemelkedő vonulatai kialakulásában, amennyiben ez a terület ebben az időszakban lépett a táblakialakulás stádiumába. A mezokainozoikum strukturális emelet a kréta, a jura, a harmadkor és a negyedkor üledékeit foglalja magába.

III. A diszjunktív tektonika

A hangáji felföld D-Ny-i nyúlványai és a Góbi-Altáj kiemelkedő vonulatai területén két hatalmas törésvonal-zóna különül el: a baján-

hongori, a terület É-i, a tolbonuri pedig, a D-i részen. A bajánhongori törésvonal-zóna 350 km mélyen benyúlik a Hangáj D-Ny-i nyúlványai-ba; strukturálisan pedig a proterozoikum D-Hangáji kiemelkedés és a kaledonidák bajánhongori zónája érintkezési vonalához tartozik. Egymással szomszédos törésvonalak és vetődések összessége, amely egy 25-30 km széles zónát alkot. A zóna É-Ny-i irányú, szerpentin- és gabbroidintruziók kísérik. A zóna nagy törésvonalai a cogthajrhani, az arsanbulaki és a dzsargalantini.

A cogthajrhani törésvonal a Cogt-Hajrhan-ula hegység lejtőin és az Urtuin-gol folyó völgyében figyelhető meg. Iránya É-Ny-i, hossza 200 km, a törésvonal szélessége 3 km. E törésvonalzónára jellemző a nagy számú kvarctelér, és diabáztelér, amelyek egy zárt teléres kőzetövebe csoportosulnak a felaprozódott és átgyűrődött palák, amfibolitok, mészkövek, gneiszek között.

Azarsanbulaki törésvonal a Del-Hajrhan-ula, a Hojt-Del-Hajrhan-ula és az Ihe-Dulán-ula hegységek D-Ny-i lejtőin figyelhető meg; kb 300 km hosszú és elhatárolja a D-hangáji kiemelkedés kőzeteit a bajánhongori zóna kambriumi képződményeitől. A törésvonalat egész sor párhuzamos, kisebb-nagyobb vetődés kíséri, melyek együtt egy kb 10 km széles törésvonalzónát képeznek. A zóna vetődései különösen intenzíven jelentkeznek a D-hangáji kiemelkedés É-K-i szélének kambriumi üledékeiben. A törésvonal zónájához számos gabbro és diabáz hiperbázit tömzs tartozik. Az arsanbulaki törésvonal jellemző sajátossága, hogy gyakoriak benne különböző rendű vetődések, valamint a széles kőzetaprozódási és breccsásodási zónák, kvarctelérek és telérkomplexumok. A törésvonal belsejében lévő proterozoos képződményekben 3 km széles kvarctelér képződési öv figyelhető meg.

Ez a gabbroid- és szerpentin- és tömzsök által kísért törésvonal, mélyen fekvő és hosszanti kialakulású vetődés. A törési zóna számos kisebb elmozdulása a töréses formák típusaihoz tartozik: vető, sasbérc, vetődési eltolódás, rátolódás. Néha É-Ny-i irányúak. A vetők mentén elmozduló blokkok kitérés- amplitúdója 50-80 és 500-700 m között mozog. A vetődéseket csuszamlási felületek, csúszási barázdák, kőzetaprozódás és a kőzetek palás elválása kíséri. A dzsargalantini törésvonal 150-170 km hosszúságban figyelhető meg, majd a Dzsargalant-nuru és Sargain-nuru vonulatok D-Ny-i lejtőinek belsejében folytatódik. Ez a törésvonal a határ a bajánhongori és a hangáji zóna között. Annak ellenére, hogy a dzsargalantini törésvonal igen hosszú, a terepen egyetlen éles vonalként fut végig; egy 200-300 m széles, kőzetaprozódási és gyenge vasoxidtelítettségű öv kíséri. A törésvonalhoz éles szöggel 5-10 km hosszú egyedi vetők csatlakoznak. A kőzetmoz-

gások jellegét illetően a dzsargalantini törésvonal a vetők csoportjába tartozik, vetőjének dőlési síkja É-K-i, 60–90°-os. A vetődések közül a vetődési eltolódások vannak túlsúlyban; vízszintes amplitudójuk 100–300 m. A dzsargalantini törésvonalat az arsanbulákiival ellentétben nem kísérik repedési intruziók, és valószínűleg nem is tartozik a mélységi törésvonalak közé; a kaledóni orogenezis befejező korszakaiban keletkezett, és a szerkezetek kialakulásának későbbi története során nem egyszer kiújult.

Tehát, a bajánhongori törésvonalzóna egy olyan egészet képez, amely három fő törésvonalból (cogthangáji, arsanbuláki, dzsargalantini), valamint számos vetődésből áll.

A tolbonuri törésvonalzóna a Góbi-Altáj É-i lejtői mentén, 350 km hosszúságban helyezkedik el. K-en az Erdeni-ula hegység vidékén kezdődik, majd É-Ny-i irányban folytatódik a 96-os meridiánig, a bajánhongori zónával majdnem párhuzamosan. Ez a törésvonalzóna strukturális tekintetben a kaledóni szerkezetek és a D-hangáji kiemelkedés találkozási vonalához tartozik. Különböző nagyságú, É-Ny-i orientációjú törésvonalak sorozata. A zóna szélessége 20–30 km. Ehhez tartoznak a hiperbázis masszívumok kiemelkedései, valamint egész sor, devon, karbon és mezozoós üledékkel kitöltött árok.

IV. A földtani kialakulás története

A Hangáj és a Mongol Altáj, a Koszogul-vidék, a Szangileni hegység és Tuva területe a proterozóikumban tipikus eugeoszinklinális területként fejlődött, aholis nagyvastagságú effuzív-terrigén-karbonátos képződmények halmozódnak fel. A proterozóikumi eugeoszinklinális kialakulásának összes fázisát lehetetlen megbízhatóan meghatározni, mivel a variszkuszi tektonikai mozgások nagy mértékben átdolgozták. Ez utóbbi abban nyilvánult meg, hogy az őskori struktúrák felaprozódtak, és a különböző összetételű intruzív masszívumok közéjük benyomultak. A rendelkezésre álló anyagok csak kialakulása néhány általános vonására engednek következtetni.

Az alsó és a középső proterozóikumi, különböző gneiszekből, granitogneiszekből, amfibolitokból, márványokból és kvarcitokból álló, különböző kutatók által 6/7 — 18 km vastagságúra becsült összletek vizsgálata azt mutatja, hogy nyílt tengerben felhalmozódott terrigén-karbonátos képződmények regionális metamorfizmusának eredményeképpen jöttek létre.

Az említett korszak végén következik be a proterozoós geoszinklinális inverziója, amelyet meglehetősen nagy tömegű, a Bajdaragingol folyótól K-re észlelt gránit-magma benyomulás kísér. A tenger visszahúzódik erről a vidékről amely hosszú időre a hordalékok forrása lesz. A geoszinklinális helyén keletkező hegyvonulatot az eróziós és denudációs folyamatok foko-

zatosan szétmorzsolják és nivellálják. A továbbiakban a vizsgált terület az erős tektonikai mozgások révén a fejlődés új ciklusába kerül. A tenger ismét visszatér a területre. A felhalmozódott üledékek facialis összetétele arról tanuskodik, hogy az üledékfelhalmozódás nem nyitott típusú medencében történt, hanem kénhidrogénnel fertőzött nem természetes vízrendszerű félig zárt vizgyűjtőkben. A kénhidrogén-fertőzöttség indikátora a sok óriás piritkristály, amelyek az őket tartalmazó, a regionális metamorfizmus által kristálypalákká átalakított agyagpalákkal szingenetikusak.

Az említettekben következik, hogy a proterozóikumi eugeoszinklinális két periódusra osztható: az inverzió előtti és az inverzió utáni. Az inverzió előtti periódus az eugeoszinklinális fejlődése kezdeti és középső korszakának felel meg; az inverzió utáni pedig a befejezőnek. Ezt a következtetést alátámasztja az inverzió előtti, ill. utáni periódus gyűrődéses diszlokációinak néhány eltérő jellemvonása. Az inverzió utáni periódusra általában az ívelt típusú gyűrődések jellemzők. A proterozóikum végén az egész terület egy olyan platform volt, amely a földtani fejlődés következő szakaszaiban a konszolidált alap szerepét játszotta.

Az alsó paleozóikum kezdetén, esetleg valamivel korábban megtörténik az alap szerkezet mélységi töredezése, egész sor ívelt és hosszanti törésvonal mentén, amelynek eredményeképpen különböző nagyságú, viszonylag nagy blokkok keletkeznek.

Az üledékfelhalmozódás a bajánhongori és a góbi-altáji zónákban az alsó kambriumban kezdődött. Eleinte a földkéreg mély hasadécai mentén történt az effuzívumok óriási kiömlése amelyeket a bajánhongori zónában a porfirites képződmények, a góbi-altáji zónában pedig a porfirites és szpilites-keratofires képződmények képviselnek. A kiömlés tengeri közegben történt, erről tanuskodnak az effuzív összletekben jelenlévő közbetelepült üledékes meddők, amelyek algákat és archeociátuszos faunát tartalmaznak. A továbbiakban a bajánhongori zónában gyengül az effuzív tevékenység, a tenger elzátonyosodik és megkezdődik a terrigén és terrigénes-karbonátos üledékek felhalmozódása. A zóna tektonikai rendszerének instabilitását bizonyítja a fácies gyakori változása valamint a belsőképződésű konglomerátumok jelenléte. A góbi-altáji zónában a terrigén összletek felhalmozódása nem volt olyan nagy mérvű. Ebben az időszakban az effuzívumok kiömlése dominált. A bajánhongori és góbi-altáji geoszinklinális zónák kialakulásának kezdeti szakaszai az intruzív magmatizmus megjelenésével és a hegységképző folyamatokkal fejeződtek be. A bajánhongori zóna bázikus és ultrabázikus intruzívumainak benyomulásával

számos réz-, kromit- és nikkelerc- előfordulás kapcsolatos. A hegyképződési folyamatokat a bonyolult összetételű intruzívumok — granodioritoktól a gabbro-diabázokig — benyomulása vezeti be. A befejeződő stádiumban zajlott le a gránit és plagiogránit intruzívumok képződése.

A szomszédos hangáji és altáji zónában folytatódik a terrigén geoszinklinális zóna kifejlődése. Mindkét mobil zónában tengeri viszonyok között zajlik le a nagy vastagságú terrigén összletek felhalmozódása és a törmelékanyag elhordása a prekambriumi alap kiemelkedései területéről. A hangáji zónában az ordovicium végére az altáji zónában pedig a szilurban teljesen befejeződött az üledékfelhalmozódás.

Ily módon a geoszinklinális zónák kialakulásának középső szakaszait inverzió és gránitoid magma hatalmas batolitikus tömegei fejezi be; ez utóbbi intruzívái a kaledonidák bajánhorgoni zónájában óriási területeket foglalnak el Mandal és Glaut-szomonok vidékén. A kaledonidák góbi-altáji zónájában a geoszinklinális kialakulásának középső szakaszából származó intruzió nem fejlődött széleskörűen.

A késő-kaledononi geoszinklinális mélyedések helyén az inverzió következtében geoantiklinális kiemelkedések keletkeztek. Az újonnan keletkezett fiatal gyűrődéses szerkezetek a korai kaledonidák zónájához tartoznak. Az ősi alap a kaledonidák geoantiklinális területén emelkedési tendenciát mutatott. A szilur végén, esetleg a devon kezdetén is, a hatalmas tektonikai mozgások különböző nagyságú blokkokra aprózták fel. Az újonnan képződött gyűrődéses övekben analóg tektonikai mozgások zajlottak le. Mindenesetre némi késéssel az alap kiemelkedésein lezajló mozgásokhoz képest. Megjelentek ezek a mozgások az újonnan képződött gyűrődési zónákban is, különösen az alap kiemelkedésével való érintkezésük vonalában. Ezekkel a mozgásokkal kapcsolatos az egyes blokkok lesüllyedése az alsó devoni intermedier és savanyú effuzívumok kiömlése, molassz típusú üledékek felhalmozódása. A devon effuzív-üledékes összletek képződésével zárulnak a prekambriumi alaphegység kiemelkedését szegélyező kaledóni geoszinklinális zónák kialakulásának befejező szakaszai.

Az alsókarbon kezdetén erősen peneplenizált területet a valószínűleg É-K-ről jött tengeri transzgresszió foglalja el. Megtörténik a közepes vastagságú, lepidofites flórát és tengeri faunát tartalmazó, üledékes összletek felhalmozódása. A vízei időszak végén a tenger elhagy-

ja a területet. A középső-felsőkarbon tektonikai mozgásokat, intermedier és savanyú effuzívumok területileg lehatárolt kiömlése kíséri. A perm előtti időszakban történik meg a granitoidok összetett és sokfázisú intruzívumának benyomulása. Érdekes megjegyezni, hogy területileg majdnem teljesen a kaledonidák geoantiklinális területéhez tartozik.

Genetikailag ezekkel az intruziókkal kapcsolatosak a színesfém, polimetal és arany előfordulások. A permii üledékfelhalmozódást időnként jelentős denudáció előzte meg. Az üledékfelhalmozódás zárt, lokális, tavi típusú vízgyűjtőkben történik, amelyek a bajánhorgori mélységi törésvonal mobil zónájához tartoznak.

A terület mezozoikum történetét a vöröszínű és széntartalmú kontinentális képződmények felhalmozódása, valamint a kaledóni platform platobazaltjainak a depressziós szerkezetekben történő kiömlése jellemzi.

V. Befejezés

Befejezésül hangsúlyozhatjuk, hogy a Hangáj D-i és D-Ny-i részei és a Góbi-Altáj É-i vonulatai alkotó elemekként mennek át a nagy kiterjedésű kaledonidák altáj-szajáni felgyűrődési területébe.

1. a D-hagáji kiemelkedés (gyűrt alaphegység),
2. a korai stabilizációs bajánhorgori és góbi-altáji zóna (korai kaledonidák), valamint
3. a késői stabilizációs hangáji és altáji zóna (késői kaledonidák)

A késői kaledonidák között megfigyelhető a gyűrődés befejezésének különböző időszakai is — az ordovicium (hangáji zóna és a szilur altáji zóna). A korai és a késői kaledonidákat, valamint a bennük elkülönülő szerkezeteket jellemző összetételű üledékes és magmatikus képződmények alkotják. A szerzők elsőként közlik a késői kaledonidák létezését a hangáji zónában.

Egészében véve a terület geotektonikus felépítésében nagy szerepet játszottak és játszanak mindmáig az ÉNy-i irányú mélységi törésvonalak.

A fenti anyagok nem csak jellemzik a vizsgált terület földtani fejlődési tektonikáját és történetét, hanem lehetővé teszik Közép-Mongólia kiterjedt, kaledonid területei hasonló szerkezetei különböző strukturális és képződési sajátosságai összehasonlítását.

ТЕКТОНИКА СРЕДНЕМОНГОЛЬСКИХ
КАЛЕДОНИД

Бямба Жамбын—Рягузов Н. Т.

В настоящей статье авторами рассмотрены основные проблемы тектонического строения Юго-Западной части Хангайского нагорья и передовых хребтов Гобийского Алтая. На основе имеющегося материала собранного в разное время геологами Ершевым Ю. П., Логиновым Ю. М., Мормилем С. И., Рягузовым Н. Т., Храповым А. А. (1963—1964), также с учетом геологосъемочных работ Зоненшайна Л. П. и др. (1965—1966) дается подробная характеристика геологических формаций, образующих основные структурные элементы данного региона.

Рассматриваемый район входит в область каледонской складчатости, внутри которой выделены структурные комплексы (комплексы основания, геосинклинальный комплекс, переходный комплекс, отложения платформенного чехла), отвечающие конкретным этапам геологического развития региона.

IRODALOM:

Amantov, V. A.; Matroszov, P.Sz.: Osznovnue cserti geotektonicseszkogo razvitija i razmescsenija sztruktur Mongolii v szisztemah Altaje-Szajansz-

koj i Mongol-Amurszkoj szkladcsatoj oblaszti. „Tr. VSzEGEI”, novaja szerija, 1961, t. 58.

Amantov, V. A.; Borzakovszkij, JU. A.; Volcsek, I. I., stb: Szovremennoe predsztavlenie o geologicseszkom sztroenii i nektoruh zakonomernosztjah razmescsenija poleznuh iszkopaemuh. V kn. „Geologicseszkie isszedovaniya MNR”. Izd-vo „Nedra”, 1967.

Bezzuvcev, V. V.; Luvszandanzan, B.; Fedorovkij, V. A.: Sztrukturnotekoniceskoe rajonirovanie i oszovnuie etapü razvitija tektonicseszkih sztruktur Zapadnoj Mongolii. V kn. „Materialü po geologii MNR”. Geosztoptehizdat, 1963.

Vaszilijev, V. G.; Volhonin, V. Sz.; Grishin, G. L.; stb: Geologicseszkoe sztroenie MNR. Gosztoptehizdat, 1959.

Zonensajm, L.P.: Tektonika szkaladcsatuh pojaszov Centralnoj Azii. Geotektonika, No.6, 1967.

Borzakovszkij, JU. A.; L. P.; Szuetenko, O. D.; Haszin, R. A.: K tektonike mongolszkih gercinid. Bjull. MOIP, otd. geol. No.2, 1967.

Vízvédelmi gát létesítése Csolnok XII/A. aknán, a kőzetek természetbeni vizsgálata alapján

Írták: Dr. Szabó Nándor – Szűcs József

1. Bevezetés

A Gazdasági Bizottság 1961. V. 31-én kelt határozata alapján meg kellett valósítani Csolnok XII-es akna fokozott vízvédelmét. Ennek során max. 60 m³/p vízkiemelésre kellett felkészülni. Ilyen mennyiségű vízemelés XII. függőleges aknán keresztül nem valósítható meg, ezért vált szükségessé XII/A. aknának, valamint a két aknát összekötő vízvágatnak kihajtása, mely létesítmények a fenti mennyiségű víznek a kiemelését biztosítanák.

A létesítménynek a fenti cél mellett három feltételt kellett kielégítenie.

1. A művelés alatt álló IX-es aknai bányászkodás határszögén kívülre essék.
2. Felhasználható legyen az Új-borókás területének feltárásához.
3. XII-es aknától vízzáró gátrendszerrel elzárható legyen.

Az 1. és 2. feltételt az akna helykijelölése illetve telepítése során kielégítették.

A 3. sz. feltétel megvalósítása viszont a vízzáró gáttal szemben támasztott szigorú előírások miatt [ÁBBSZ XIII. fejezet 8. § (6)] nehézségeket okozott. Ennek tárgyalása előtt azonban a terület geológiai felépítésének rövid ismeretése szükséges.

2. Geológiai leírás

A terület alaphegységét triász räethi emeletbe tartozó erősen karsztosodott mészkő alkotja, helyenként betelepülő dolomitos padokkal. Föléje 2—30 m közötti vastagságú alsó eocén korú édesvízi vegyes fáciesű képződmény települt, a produktív kőszéntelepes csoport fekéjét alkotva. Az alsó eocén kőszéntelep (mely változó kifejlődésű fénylő barnaköszén) XII-es akna 1938 óta műveli.

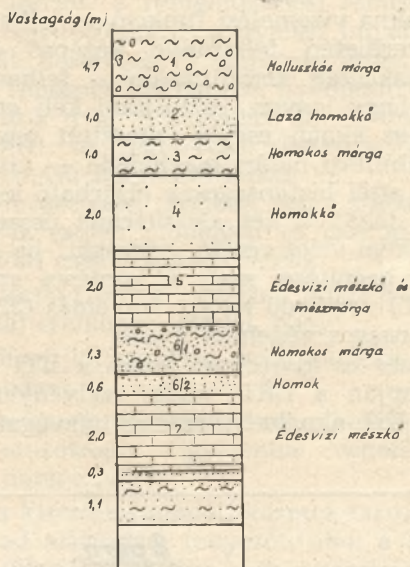
A telepes csoport fedőjét csökkentsósvízi molluszkás homokos márga, majd tengeri operculinás agyagmárga alkotja cca. 40—60 m vastagságban. E fölé már középső eocén korú csökkentsósvízi rétegek települnek. Ezek vastagsága 10—25 m és erősen homokos márgák és homokkövek alkotják. Ez után vegyes — a középső eocén széntelep fekéjét alkotó — rétegsor következik mintegy 60 m vastagságban.

0,2 — 0,6 m széncsíkok

0,4 — 2,0 m édesvízi mészkő rétegek

1,2 — 3,5 m laza kötésű homokkövek
1,5 — 4,5 m homokos márgák
igen vegyes egymásutánban építik fel ezt az öszletet. (Lásd 1. sz. szelvényt.)

Általános szelvény a vízzárt rétegsorról
M = 1:100.



1. sz. ábra

E rétegsort harántolva került kihajtásra XII. és XII/A. aknát összekötő „vízvágat”, melybe a vízzáró gát beépítését meg kellett valósítani.

A vegyes rétegsort a középső eocén széntelepes csoport követi 2, illetve 3 telepes kifejlődésben. A telepes csoport közvetlen fedőjét laza kötésű homokkő, illetve homok alkotja 35—40 m-es vastagságban. Ez egyébként az eocén zárótagja is.

A homokot oligocén korú tarka agyag, majd helyenként produktív vastagságú széntelepes csoport követi. A széntelepes csoport fölé nagy vastagságú felső oligocén rétegsor rakódott. Cyrenás márga és Pectunculusos homokkő padok váltakozása építik fel ezt, mintegy 100—150 m-es vastagságban. A legfelső képződményt pleisztocén korú lösz alkotja. Ennek vastagsága 10—20 m között váltakozik.

Hidrogeológiai szempontból a legjelentősebb képződményt a karsztosodott alaphegység, melynek üregei vízzel telítettek és a művelés

szintjén uralkodó nagy nyomás XII-es aknán időnként nagyobb mennyiségű vízbetörést produkál. (Jelenlegi összvízszint 32,5 m³/p.)

A középső eocén kőszéntelep fedőjét alkotó vastag homokréteg is jelentős mennyiségű vizet tárol és viszonylag jó vízvezető ($k=2 \cdot 10^3 - 5 \cdot 10^4$ cm/sec.).

A kőszéntelep fekvő rétegsorába települt homokréteg, laza kötésű homokkövek szintén vízzel telítettek, sőt fészített vizet is tárolnak.

A fedőhomok — helyenként (főleg vetők mentén) úszóhomok betörést produkálnak, melyek többnyire a feltáró munkálatokat nehezítik, de a bánya életét nem veszélyeztetik.

3. Vízvédelmi gát telepítésének szükségessége és a megépíthetőség vizsgálata

XII/A. akna vízszelvényi funkciója mellett Újborókás területén feltárandó középső eocén korú barnaköszén kiszállítására is felhasználható kell hogy legyen. Biztosítani kell emiatt, hogy XII-es aknán esetleg fakasztott nagyobb — a rentabilitási határt meghaladó — vízbetörés esetén attól biztonságosan elzárható legyen. Szükséges tehát, a két aknaüzemet összekötő, a XII-es aknai vizet vezető „vízvágat”-ba olyan vízzárógát beépítése, mely a kérdéses szinten (—205 tszf.) uralkodó karsztvíznyomás (32 att.) ellen biztonságos védelmet nyújt.

A tervezés és kivitelezés során a BTI megbízása alapján a BKI végig szelvényezte a XII/A. és XII. aknákat összekötő vízvágatot és

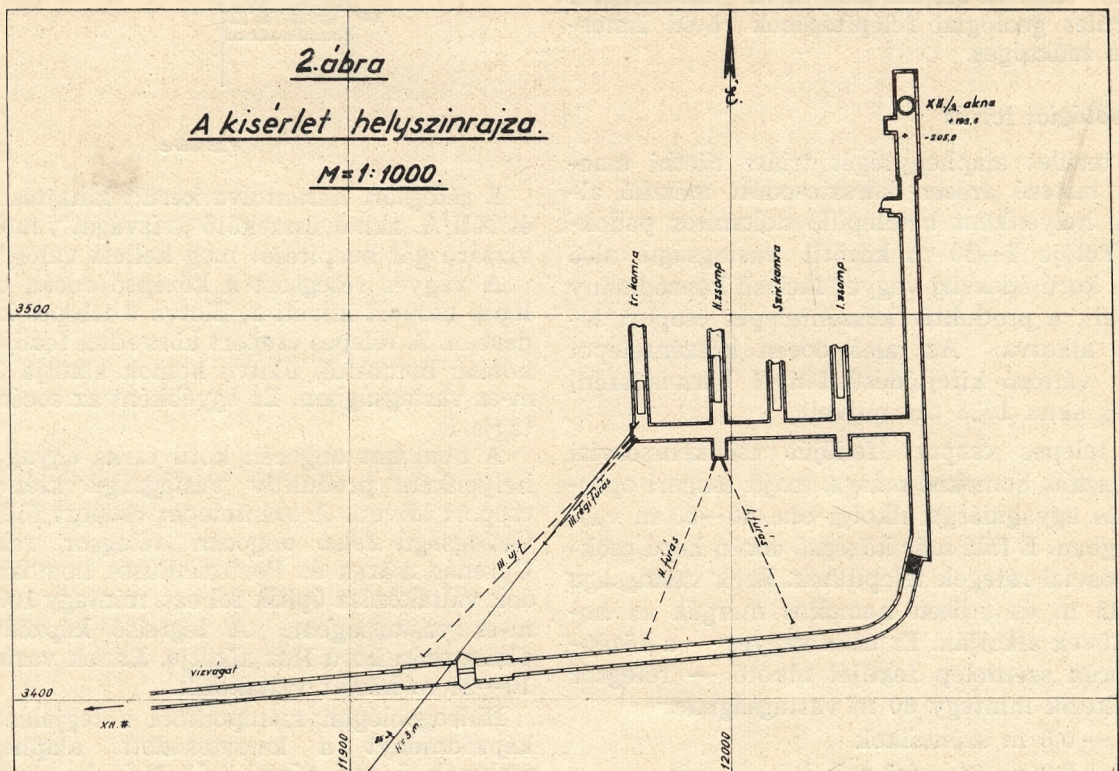
azok által harántolt minden rétegből részletes kőzetfizikai vizsgálatot végzett. A vizsgálatok, illetve azok alapján készült szakvélemények végkövetkeztetéseként megállapították, hogy a vízvágat XII A. akna pillérében lévő szakaszában kőzetfizikai okok miatt vízvédelmi gát nem létesíthető.

A gát létesíthetősége szempontjából a kőzetfizikai és vízáteresztőségi jellemzőin felül az ÁBBSZ XIII. fejezetben előírt védő- és biztonsági pillérek kijelölhetősége is döntő szempont.

Pillér kijelölhetőség tekintetében viszont — a IX-es aknai műveletek miatt — csak a függőleges akna pillérén belüli gáttelepítés jöhetett szóba, itt viszont a BKI szerint a kőzetfizikai jellemzők miatt lehetetlen(!) a gát megépítése (BKI. 3—III—63—3/c. sz., a 28. sz., az 57. sz. és a 3—III—63/64—3/c. sz. zárójelentései).

4. Helyszíni hidrológiai vizsgálatok

Az előzőekben vázoltak után in situ körülmények között (helyszínen) kezdtünk vizsgálatot a gát telepíthetőségének megállapítására. A kérdés eldöntésére meg kellett találni a mért adatok kiértékelésének módszerét, mivel a kőzetjelleg heterogenitása, illetve a furólyuk telepítés speciális viszonyai mellett a már ismert hidraulikai összefüggéseket alkalmazni nem lehetett. Módszerünk, tökéletlen nyomtatott galériára bányabeli in situ adottságok mellett olcsón megvalósítható. Számszerű összefüggést állapítottunk meg — tudomásunk szerint első-



ként a Lugeon-féle fajlagos vonalmenti víz-emésztés és a Darcy-féle fajlagos szűrődési sebesség között.

A kísérlet gyakorlati megvalósítása során a mellékelt 2. sz. helyszínrajz szerinti elrendezésben 4 db 61 mm átmérőjű szintes lyukat mélyítettünk. A mélyítést szakaszosan végeztük oly módon, hogy továbbfúráskor a fúrólyuk talp és a vízvágat közti távolságot feleztük.

A nyomatási kísérletet az állandó nyomásérték beálltáig és állandó nyomáson hosszú ideig (több napon át) minden szakaszon külön végeztük el, provokálva az esetleges rétegtörés bekövetkezését. Az alkalmazott const. max. nyomásértékek a kísérlet során meghaladták a vágtában várható karsztvíznyomás (32 att.) értékét.

A fúrások a 15° dőlésű rétegeket harántolták. A fúrásokkal, illetve a vízvágattal harántolt rétegek azonosítása után a vizsgálatokhoz a Bányászati Kutató Intézet anyagát is felhasználhattuk.

A fúrólyukakat 5 m hosszú 100 mm átmérőjű vezércsövekkel láttuk el. A vezércsöveket 10 att. nyomás mellett injektáltuk be (a cementtej $v/c=1$). Erre tolózárr közbeiktatásával csatlakoztattuk a nyomató tömlőt. A víznyomást 40 att. névleges teljesítményű Hány—f. szivattyú produkálta. A nyomás mérését pedig a vezércsőre merőlegesen beépített rugós feszítőmérővel végeztük.

A szivattyú kalibrált edényből nyomta a vizet, amivel a ténylegesen beadagolt vízmennyiség meghatározhatóságát minden időpontban biztosítottuk.

A nyomatás időtartama alatt, az állandó nyomás beálltáig 2 percenként, majd a standard állapot elérése után 15 percenként végeztünk nyomás- és vízhozam regisztrálást. Az így kapott numerikus adatokat $t—q$ és $t—p$ grafikonon ábrázoltuk.

A nyomatást napokig végeztük a kísérlet során mélyített mind a négy lyukban. Az időköz-

Példaként közöljük a II. sz. lyuk nyomatási görbéjének egy jellemző szakaszát. (3. sz. ábra)

A folyamat hidrodinamikai elvét a 4. sz. ábra szemlélteti.

A nyomatási kísérletek befejezése után a vizsgált rétegek egymáshoz viszonyított porozitásának meghatározása végett a fúrólyukokban geoelektromos és rádióaktív méréseket végeztünk. Az ELGI rendkívül konstruktív segítségével végzett kísérleti geofizikai mérés az első ilyen jellegű munka volt. A kapott görbék az egyes fúrólyuk szumma szűrődési tényezőjének rétegekénti szétbontásához adtak jól használható támpontot.

A kísérlet során fúrólyukkal harántolt és víznyomásnak kitett rétegsor (1. sz. ábra) fizikai jellemzői a nyert adatokból megállapíthatók. Ezek szerint: a rétegműködési rendszer rugalmas, feszített tükrű; a nyelési folyamat véges, csapolts, heterogén és anizotróp térben zajlik le. Ezt a rendszert tökéletlen, nyomatott galériával nyitottuk meg. A csapolást bizonyítottan vetőzóna (III. sz. régi lyuk), illetve a bányavárat kisnyomású helyei váltották ki.

Természetesen azonban, hogy szabad felszínű rétegvíz esetén, homogén és izotróp közegben a feladat csak leegyszerűsödik.

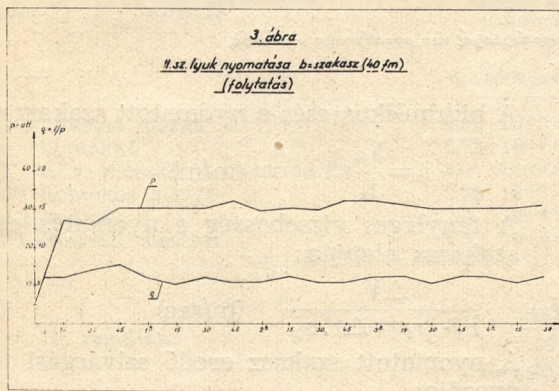
A természetbeni kísérlet minden más vizsgálattal szembeni előnyei, hogy:

- a) Kiejtjük a minta zavartságából adódó hibákat,
- b) a geofizikai adatokkal a heterogenitás és anizotrópia figyelembe vehető és meghatározható,
- c) a kísérlet átmeneti kőzetek tartományában ad szivárgási tényezőt, ahol a laza kőzetektől merőben más nyomásesések hatnak az anyag tönkremenetele nélkül,
- d) a szakaszonkénti eredő szivárgási tényező meghatározásával a réteghatárok vízátbocsátó képesség által okozott bizonytalanságok kiküszöbölhetők,
- e) mivel az in situ kísérletekkel a heterogenitás, az anizotrópia, illetve a vetődéses szerkezetek határai számszerűen meghatározhatóak, a nyert adatok nagyobb biztonsággal döntést tesznek lehetővé, főleg a kritikus helyzetek körüli esetekben.

5. A kísérleti adatok kiértékelése és a levonható következtetések

A nyomatás első — változó nyomású — szakaszában mért adatok (idő, elnyelt vízmennyiség, nyomásértékek változása) birtokában a const. nyomásig, vagyis a csapolás beálltáig, elért hatótávolságot számítani tudjuk.

Ennek birtokában viszont megállapítható az uralkodó hidraulikus esés értéke, melyből lamináris áramlás esetén a Darcy-összefüggés, turbulens v. átmeneti szivárgás esetén pedig Vero-



ben felvett adatokból megrajzolt görbék igen nagy terjedelmüknél fogva nem közölhetők.

nese-összefüggés alapján a szivárgási tényező számítható.

Az, hogy a szivárgás lamináris-e vagy turbulens, a Reynolds-féle szám alapján dönthető el.

A fentiek alapján egy-egy szakaszban harántolt rétegek eredő szivárgási tényezője meghatározható. Az egyes rétegek szivárgási tényezője az eredőből visszszámolható oly módon, hogy a fúrási magokból képzett mintákból laboratóriumban meghatározott szűrődési tényezőket, valamint a geofizikai mérések adatait arányosításra használjuk fel.

A geofizikai adatokból a rétegek anizotropiája is megállapítható. Egy-egy réteg átlag szivárgási tényezőjeként a rétegekre merőleges és azokkal párhuzamos irányokban észlelt adatok átlagát vesszük.

A mesterségesen előidézett (folytás, illetve annak megszüntetése révén) változó nyomású adatokból ellenőrző szivárgási tényező számolható. (Lásd 4. sz. ábra.)

annak speciális heterogén voltával igyekszik számszerű formába önteni és a gyakorlati követelményeknek így eleget tenni.

Az elmondottak figyelembevételével a kísérletek során kapott adatok számszerű kiértékelését elvégeztük. A számítást és eredményeit a részletek elhagyásával alább közöljük.

a) A szűrődési tényező számítása

kísérlethez kifúrt lyukakban külön-külön.

Az egyszerre felfúrt lyukszakasz hossza az egyes rétegek harántolási hosszából:

$$L_x = L_1 + L_2 + L_3 \dots + L_{n-1} + L_n \quad (m) \quad (1)$$

A szakasz súlyozott átlagporozitása:

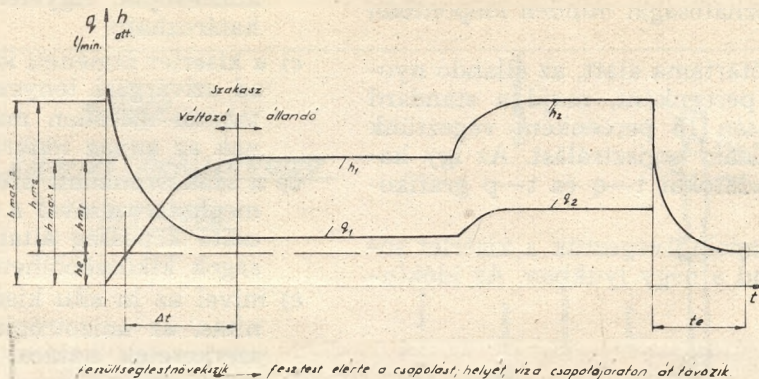
$$m_x = \frac{L_1 m_1 + L_2 m_2 + L_3 m_3 + \dots + L_{n-1} m_{n-1} + L_n m_n}{L_x} \quad (2)$$

A kísérlet során működő víznyomás:

$$h_m = h_{max} - h_e \quad (att; \text{kp/cm}^2) \quad (3)$$

4. ábra

Nyomási kísérlet hidrodinamikájának elvi vázlata.



szűrődéskoefficiens növekedése → feszülést elérte a csapolást, helyét, víza csapolójáraton át folyozik

Az eróziót megindító vízsebességek megállapításával el tudjuk különíteni a gyakorlati víz-zárást jelentő szűrődési tényezőt, mint határértéket. Az eróziót megindító sebességek görbéje ugyanis feltűnő inflexiót mutat a kritikus értéknél. Ez alapján a gyakorlat számára fontos adat, az injektálás, illetve a tartós víznyomás tömítő hatása is meghatározható, mely érték segítséget nyújt a vízvédelmi gátak próbanyomatásának megtervezéséhez. Elkülöníthetők ugyanis a katasztrófális áttörést és a nem káros szivárgást okozó nyomásterjedési sebességek.

Az alkalmazott módszer tehát nem egyszerűsít alapvetően, hanem az adott helyzetet,

A hidraulikus esés a nyomtatott szakaszon:

$$i_x = \frac{h_m}{l_x} \quad (m/m) \quad (4)$$

A tényleges vízsebesség a nyomtatás első szakasza alapján:

$$W = \frac{\Delta V}{L_x \cdot 2r_0 \pi \cdot \Delta t \cdot m_x} \quad (m/sec) \quad (5)$$

A nyomtatott szakasz eredő szivárgási tényezője:

A) *Lamináris szivárgás* esetén (Darcy törvény) mesterségesen előidézett nyomásváltozással:

$$q_{x2} - q_{x1} = k_x \frac{m_{m2} - h_{m1}}{l_x} \cdot r_0 \pi \cdot L_x$$

$$k_x = \frac{l_x(q_{x2} - q_{x1})}{2r_0 L_x(h_{m2} - h_{m1})} \quad (\text{m/sec}) \quad (6)$$

B) *Turbulens* esetben (Veronese törvény)

$$k_x = \sqrt{\frac{l_x}{h_m} \cdot \frac{q_x}{2r_1 \pi \cdot L_x}} \quad (\text{m/sec}) \quad (7)$$

C) *Átmeneti* esetben (Veronese törvény)

$$k_x = \left(\frac{l_x}{h_m}\right)^{0.75} \cdot \frac{q_x}{2r_1 \pi \cdot L_x} \quad (\text{m/sec}) \quad (8)$$

Jelölések az előző összefüggésekben:

k.a.: kísérleti adat; sz.a.: számított adat;

i.a.: irodalmi adat

k.a. L_x = az egyszerre nyomott lyukszakasz hossza (m)

sz.a. $L_1; L_2; L_n$ = az egyes rétegek harántolási hossza (m)

sz.a. m_x = a nyomtatott szakasz átlag porozitása

sz.a.: $m_1; m_2; m_m$ = az egyes rétegek porozitása

k.a. h_{max} = a nyomás max. értéke (kp/cm²)

sz.a. h_m = a működő nyomás (kp/cm²)

k.a. h_e = a rétegvíz eredeti nyomása (kp/cm²)

sz.a. l_x = a kompresszió hatótávolsága (m)

k.a. ΔV = h_e -ről h_{max} -ra növekvő nyomás ideje alatt beadott vízmennyiség

sz.a. W = a tényleges vízsebesség (m/sec)

k.a. Δt = a feszültségtest kialakulásának időtartama k_m hatására

sz.a. $r_0; r_1$ = „póruscső” sugara (m)
Számszerűen — a számítások elhagyásával — az előzőek alapján a kísérlet adataiból számolt szűrődési jellemzők:

II. sz. *fűrőlyuk*

Az alapadatok: a vezércső hossza: $L_x = 6$ m
Az aktív lyukhossz: $L_x = L_b - L_v = 40 - 6 = 34$ m

A nyomtatás adatai

Változó szakasz

$\Delta V = 310$ l.

$\Delta t = 35$ min.

$h_e = 5$ att

$h_{max} = 20$ att

Állandó szakasz

$q = 5,43$ l/p = $90,7$ cm³/sec

$h_{m_x} = 26,7$ att = 267 mv. o.

$h_e = 5$ att = 50 m v. o.

Számított adatok

$m_x = 0,21$

$h_m = 15$ att

$l_x = 5,82$ m

$x = 25,8$ m/m

$W = 1,79 \cdot 10^{-2}$ cm/sec

$k_x = 3,54 \cdot 10^{-7}$ m/sec = $3,54 \cdot 10^{-5}$ cm/sec

A kapott k_x érték az adott középső eocén vegyes sorra érvényes, melyben a rétegek heterogenitása, az anizotrópia, valamint a vállapok és réteghatárok hatása is bennfoglalatik.

Az eredő k_x szűrődési tényezőből rétegenként visszszámolt k tényezőket az 1. sz. táblázat tartalmazza.

1. sz. táblázat

(II. b. lyuk)

jele	A réteg anyaga	Arányossági tényező (labor adatok) illetve külön mért adatok		A réteg harántolt hossza	$L_r \cdot A_r$	$\lambda \cdot A_r$ a rezultánsból arányosan visszszámított szívárgási tényezők	
		A_r (cm/sec)	L_r (m)			K_r (cm/sec)	
3	hmokos márga	$4,05 \cdot 10^{-6} =$	$40,5 \cdot 10^{-7}$	9	365,—	$22,9 \cdot 10^{-7} =$	$2,29 \cdot 10^{-6}$
4	homokkő	$6,72 \cdot 10^{-7} =$	$6,72 \cdot 10^{-7}$	7	47,—	$3,8 \cdot 10^{-7} =$	$3,8 \cdot 10^{-7}$
5	é. v. mészkő + mészmárga	$3,0 \cdot 10^{-5} =$	$300,0 \cdot 10^{-7}$	$8 = (7+1)$	2400,—	$166,6 \cdot 10^{-7} =$	$1,66 \cdot 10^{-5}$
6/1	homokos márga	$2,58 \cdot 10^{-7} =$	$2,58 \cdot 10^{-7}$	5	12,9	$1,43 \cdot 10^{-7} =$	$1,43 \cdot 10^{-7}$
3/2	homok	$9,0 \cdot 10^{-4} =$	$9000,0 \cdot 10^{-7}$	2	18000,0	$5000,0 \cdot 10^{-7} =$	$5,0 \cdot 10^{-4}$
7/1	édesvízi mészkő	$1,5 \cdot 10^{-5} =$	$150,0 \cdot 10^{-7}$	3	450,0	$83,4 \cdot 10^{-7} =$	$8,34 \cdot 10^{-6}$
Σ	ill. rezultáns	$K_x = \frac{21275}{34} =$	$625 \cdot 10^{-7} =$	34	21275,0	$354,0 \cdot 10^{-7} =$	$3,54 \cdot 10^{-5}$
		$= 6,25 \cdot 10^{-5}$					

$$\lambda = \frac{354}{625} = 0,557 \text{ visszszámító arányosító szorzótényező}$$

A laboratóriumban illetve helyszínen rétegenként meghatározott szűrődési értékekből (A_r) súlyozott k'_x -t számolunk.

$$k'_x = \frac{\sum A_r \cdot L_r}{L_x}$$

majd az arányosító szorzótényező (λ) meghatározása után azzal rétegenként viszsaszámolunk.

$$\lambda = \frac{k_x}{k'_x} \quad k_r = A_r \cdot \lambda$$

Pl.: II. sz. lyuk:

$$k'_x = \frac{21275 \cdot 10^{-7}}{34} = 625 \cdot 10^{-7} = 6.25 \cdot 10^{-3} \text{ cm/sec}$$

$$\lambda = \frac{3.54}{6.25} = 0.557$$

$$\text{és pl. } k_{r_3} = 4.05 \cdot 10^{-6} \cdot 0.557 = 2.29 \cdot 10^{-6} \text{ cm/sec}$$

III. sz. (rég) fúrólyukban:

$$L_{III-r} = 34,4 - 6 = 28,4 \text{ m}$$

$$h_{max} = 24,7 \text{ att}$$

$$h = 247 - 50 = 197 \text{ att} = 197 \text{ m V. O.}$$

$$l_x = 5,56 \text{ m}$$

$$i_x = 18 \text{ m/m}$$

$$W = 4,22 \cdot 10^{-2} \text{ cm/sec}$$

$$q = 5,38 \text{ l/m} = 89,6 \text{ cm}^3/\text{sec}$$

Az alapadatokból számolt szivárgási tényező:

$$k_{III,r} = 4,43 \cdot 10^{-5} \text{ cm/sec}$$

Ha a kapott értéket a $K_{II,b} = 3,54 \cdot 10^{-5}$ értékkel hasonlítjuk össze, láthatjuk, hogy mennyire közelállóak. E szerint — bár a III. sz. lyuk V_{III} -al jelzett vetőt harántolta — a vető két oldalán különösebb fellazulás nem lévén a kísérő kőzetek mindkét lyukban egyformán rossz vízvezetők. Kivételt a 6/2 réteg, a vetőkitöltés jelent, melyek szűrődési tényezői jóval nagyobbak.

A kapott eredőből az egyes rétegekre visszaszámított szűrődési tényezőket a 2. sz. táblázat tartalmazza. Ha a táblázat eredményeit a II. b. fúrólyuk adataival vetjük össze, az eltérés max. 15%/0.

2. sz. táblázat

(III. r. lyuk)

jele	Réteg anyaga	Arányossági tényező (labor adatok) illetve külön mért adatok A_r (cm/sec)	A réteg harántolt hossza L_r (m)	$L_r \cdot A_r$	$\lambda \cdot A_r$ a rezultánsból arányosan visszaszámított szivárgási tényezők K_r (cm/sec)
2	homokkő	$4,69 \cdot 10^{-7} = 4,69 \cdot 10^{-7}$	4,5	21,1	$2,33 \cdot 10^{-7} = 2,33 \cdot 10^{-7}$
3	homokos márga	$4,05 \cdot 10^{-6} = 40,5 \cdot 10^{-7}$	10,5	425,0	$20,02 \cdot 10^{-7} = 2,0 \cdot 10^{-6}$
4	homokkő	$6,72 \cdot 10^{-7} = 6,72 \cdot 10^{-7}$	4,5	30,3	$3,34 \cdot 10^{-7} = 3,34 \cdot 10^{-7}$
5	é. v. mészkő + mészmárga	$3,0 \cdot 10^{-5} = 300,0 \cdot 10^{-7}$	6,0	1800,0	$148,8 \cdot 10^{-7} = 1,49 \cdot 10^{-5}$
6/2	homokos márga	$2,58 \cdot 10^{-7} = 2,58 \cdot 10^{-7}$	1,0	2,6	$1,28 \cdot 10^{-7} = 1,28 \cdot 10^{-7}$
V	homokkő + homok	$1,22 \cdot 10^{-3} = 12200,0 \cdot 10^{-7}$	1,9	23180,0	$6060,0 \cdot 10^{-7} = 6,06 \cdot 10^{-4}$
Σ	ill. rezultáns	$K'_x = \frac{25459}{28,4} = 897 \cdot 10^{-7} = 897,0$	25459,0	$443,0 \cdot 10^{-7} = 4,43 \cdot 10^{-5}$	
		$\lambda = \frac{k_x}{k'_x} = \frac{443,0}{897,0} = 0,493$			

I. c. fúrólyukban

Az alapadatok:

$$L_{I.c.} = 43 - 6 = 37 \text{ m}$$

$$h_{max} = 34,5 \text{ att}$$

$$h_m = 34,5 - 5 = 29,5 \text{ att}$$

$$= 2,95 \text{ m v. o.}$$

$$q = 1,3 \text{ l/p} = 21,65 \text{ cm}^3/\text{sec}$$

$$l_x = 1,77 \text{ m}$$

$$i_x = 186 \text{ m/m}$$

$$W = 1,38 \cdot 10^{-2} \text{ cm/sec}$$

A fentiekből

$$k_{I.c.} = 7,58 \cdot 10^{-9} \text{ m/sec} = 7,58 \cdot 10^{-7} \text{ cm/sec}$$

Az eredő szivárgási tényezők közül számított szűrődési tényezőket rétegenként pedig a 3. táblázat tartalmazza.

A szakasz az eddigiek közül a legrosszabb vízvezető — gyakorlatilag vízzáró —, de erre a szakaszra a bányaműveletek közelsége miatt védőpillér nem jelölhető ki.

III. sz. új fúrólyuk

A stacioner áramlás időtartama alatt mért, illetve számított alapadatok:

$$L_{III.u.} = 37,5 \text{ m}$$

$$h_m = 24,8 - 5 = 19,8 \text{ att} = 198 \text{ m v. o.}$$

$$p = 7,5 \text{ l/p} = 125 \text{ cm}^3/\text{sec}$$

$$l_x = 4,66 \text{ m}$$

$$i_x = 34 \text{ m/m}$$

$$W = 0,977 \cdot 10^{-4} \text{ m/sec} =$$

$$= 0,977 \cdot 10^{-2} \text{ cm/sec}$$

3. sz. táblázat

(I. c. lyuk)

jele	Réteg anyaga	Arányossági tényező (labor adatok) illetve külön mért adatok		A réteg harántolt hossza L_r (m)	$L_r \cdot A_r$	$\lambda \cdot A_r$
		A_r (cm/sec)				a rezultánsból arányosan visszaszámított szivárgási tényezők K_r (cm/sec)
2	homokkő	$4,69 \cdot 10^{-7} =$	$4,69 \cdot 10^{-7}$	1,0	4,68	$0,915 \cdot 10^{-7} = 9,15 \cdot 10^{-8}$
3	homokos márga	$2,58 \cdot 10^{-7} =$	$2,58 \cdot 10^{-7}$	26,0	67,20	$0,505 \cdot 10^{-7} = 5,05 \cdot 10^{-8}$
4	homokkő	$6,72 \cdot 10^{-7} =$	$6,72 \cdot 10^{-7}$	6,0	40,40	$1,32 \cdot 10^{-7} = 1,32 \cdot 10^{-7}$
5	é. v. mészkő + mészmárga	$3,0 \cdot 10^{-5} =$	$300,0 \cdot 10^{-7}$	5,0	1500,00	$58,7 \cdot 10^{-7} = 5,87 \cdot 10^{-6}$
6.1	homokos márga	$1,0 \cdot 10^{-6} =$	$10,0 \cdot 10^{-7}$	2,5	25,0	$1,96 \cdot 10^{-7} = 1,96 \cdot 10^{-7}$
6.2	homok	$1,0 \cdot 10^{-6} =$	$10,0 \cdot 10^{-7}$	2,5	25,0	$1,96 \cdot 10^{-7} = 1,96 \cdot 10^{-7}$
Σ	ill. rezultáns	$K' = \frac{1662,29}{43} = 38,65 \cdot 10^{-7}$		43,0	1662,29	$K_x = 7,58 \cdot 10^{-7}$

$$\lambda = \frac{k_v}{k'_x} = \frac{7,58}{38,65} = 0,63 \text{ arányosítási tényező}$$

4. sz. táblázat

(III. új lyuk)

jele	Réteg anyaga	Arányossági tényező (labor adatok) illetve külön mért adatok		A réteg harántolt hossza L_r (m)	$L_r \cdot A_r$	$\lambda \cdot A_r$
		A_r (cm/sec)				a rezultánsból arányosan visszaszámított szivárgási tényezők K_r (cm/sec)
3	homokos márga	$4,05 \cdot 10^{-6} =$	$40,5 \cdot 10^{-7}$	19,5	790,0	$25,5 \cdot 10^{-7} = 2,55 \cdot 10^{-6}$
4	homokkő	$6,72 \cdot 10^{-7} =$	$6,72 \cdot 10^{-7}$	7,0	47,0	$4,24 \cdot 10^{-7} = 4,24 \cdot 10^{-6}$
5	é. v. mészkő + mészmárga	$3,0 \cdot 10^{-5} =$	$300,0 \cdot 10^{-7}$	2,5	3250,0	$189,0 \cdot 10^{-7} = 1,89 \cdot 10^{-5}$
V	törmelék	$1,0 \cdot 10^{-3} =$	$10000,0 \cdot 10^{-7}$	2,5	25000,0	$6300,0 \cdot 10^{-7} = 6,3 \cdot 10^{-4}$
6	homokos márga	$2,58 \cdot 10^{-7} =$	$2,58 \cdot 10^{-7}$	2,0	5,16	$1,62 \cdot 10^{-7} = 1,62 \cdot 10^{-7}$
7	é. v. mészkő	$1,5 \cdot 10^{-3} =$	$150,0 \cdot 10^{-7}$	5,0	750,0	$94,5 \cdot 10^{-7} = 9,45 \cdot 10^{-6}$
Σ	ill. rezultáns	$K'_x = \frac{28847,16}{43,5} = 662,0 \cdot 10^{-7}$		43,5	28842,16	$417,0 \cdot 10^{-7} = 4,17 \cdot 10^{-5}$

$$\lambda = \frac{k_x}{k'_x} = \frac{417}{662} = 0,196 \text{ az arányosítási tényező}$$

A szivárgási tényező a fentiek alapján Darcy-összefüggés alapján ($\log R_e = 0,87$):

$$k_{III,új} = 4,17 \cdot 10^{-7} \text{ m/sec} = 4,17 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{sec}$$

Az eredőből számított rétegenkénti szivárgási tényezőket a 4. sz. táblázat tartalmazza. Az egyes eredő szivárgási tényezőket összehasonlítva, a tektonika (vagy egyéb jó vízvezető tér) hatása kimutatható.

Lyuk Eredő sziv. egymáshoz tektonikához jele tényező való viszonya k_x (cm/sec)

I. $7,58 \cdot 10^{-7}$ 100% vető nincs a közelben

II. $3,54 \cdot 10^{-5}$ 467% csapoló járat a közelben

III. régi $4,43 \cdot 10^{-5}$ 586% vetőbe fúrt

III. új $4,13 \cdot 10^{-5}$ 544% vetőbe fúrt

Ilyen gyakorlati adat laboratóriumi szinten nem határozható meg.

b) A szivárgási tényező meghatározása a Lugeon féle fajlagos vonalmenti vízemésztés fogalmának bevezetésével

A fúrt lyuk (nyomtatott galéria) 1 m-es hosszára eső fajlagos vízhozam megállapítása 10 att nyomáskülönbség hatására — viszonylag egyszerűen megvalósítható. Ezzel pedig a gyakorlati vízzáróság — Lugeon-feltétel szerint — meghatározható.

Lugeon szerint ugyanis gyakorlatilag vízzáró az a kőzet, melynek egységnyi hossza 10 att hatására 1 lp vízmennyiséget enged át. Ezt az értéket 30 m-nél magasabb völgyzáró gát építése esetén követeli meg. 30 m-nél alacsonyabb völgyzáró

gát esetén 3 l/p/fm fajlagos hozamot enged meg.

Ez az érték jól megegyezik a kísérletünk során megállapított eróziót megindító szűrődési sebességgel. Ez a határsebesség $4 \cdot 10^{-5}$ cm/sec. melyhez 1,1 l/p/fm fajlagos vízemésztés tartozik, ami jó közelítéssel kielégíti a Lugeon-feltételt.

A k tényező és a Lugeon-féle fajlagos hozam a $h_m = 10$ att nyomás mellett stacioner állapotú nyeletéses szakasz hozamával számítható.

Ha a stacioner állapotú nyeletés 10 att-nál nagyobb nyomás mellett történt, akkor egységnyi nyomásra való visszaszámolással határozzuk meg a Lugeon-féle fajlagos hozamot.

Az elmondottak alapján fúrólyukanként elvégeztük a fajlagos vízhozam és a szűrődési tényező összefüggésének vizsgálatát.

Például: Az I. sz. lyuk C szakaszra számított Lugeon-féle fajlagos hozam és a k tényező összefüggése:

$$\Delta h = 34,5 - 23,2 = 11,2 \text{ att} = 112 \text{ m}$$

$$\Delta q = 0,25 \text{ l/p}$$

$$\frac{\Delta q}{\Delta h} = \frac{0,25}{11,2} = 0,0223 \text{ e'p/att}$$

Aszámításhoz szükséges hozam:

$$q_{sz} = 10 \cdot 0,0223 = 0,223 \text{ l/p} = 3,72 \text{ cm}^3/\text{sec}$$

A Lugeon-féle fajlagos hozam:

$$q_{L,C} = \frac{q_{sz}}{L_x} = \frac{0,223}{43} = 0,00518 = 5,18 \cdot 10^{-3} \text{ l/p, fm}$$

Az ehhez tartozó — 10 att-ra redukált — szivárgási tényező pedig:

$$K_{L,C} = \frac{e_x \cdot q_{sz}}{2r_0 \pi \cdot L_{oc} \cdot h_L} = \frac{1,77 \cdot 3,72 \cdot 10^{-6}}{0,064 \cdot \pi \cdot 43 \cdot 100} = \frac{6,59 \cdot 10^{-6}}{863} = 7,62 \cdot 10^{-9} \text{ m/sec} = 7,62 \cdot 10^{-7} \text{ cm/sec}$$

Ha a kapott szivárgási sebesség értéket a teljes működő nyomás adataival számolt értékkel vetjük össze:

$$7,62 \cdot 10^{-7} \text{ cm/sec} \approx 7,58 \cdot 10^{-7} \text{ cm/sec}$$

az eltérés $0,53\%$, tehát a szűrődéses vízmozgás tartományában feltétlenül jó eredményt kaptunk.

A többi fúrásra kapott Lugeon-féle fajlagos vízhozam eredmények, a számítás mellőzésével:

$$q_{II,b} = 7,86 \cdot 10^{-2} \text{ [e/p/fm]}$$

$$q_{L,III,r} = 1,83 \cdot 10^{-1} \text{ [e/p/fm]}$$

$$q_{L,III,wj} = 1,4 \cdot 10^{-1} \text{ [e/p/fm]}$$

$$q_{L,III,vt} = 2,1 \text{ [e/p/fm]}$$

Ezeket a tapasztalati adatokat koordináta rendszerben ábrázoltuk.

A továbbiakban megvalósítható, hogy a lyukakat rétegenkénti harántolási hosszának megfelelő szakonként fúrjuk ki és 10 att nyomással dolgozva határozzuk meg rétegenként a Lugeon-féle fajlagos hozamot, amiről a görbe segítségével áttérhetünk a Darcy-féle filtrációs tényezőre (5. sz. ábra).

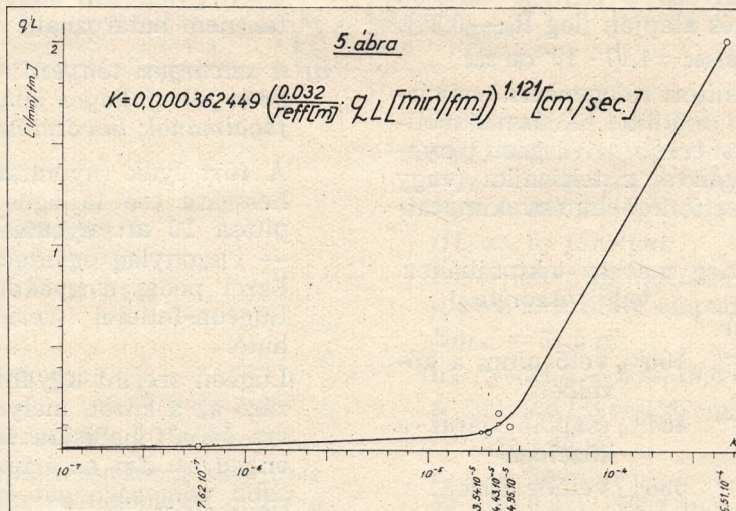
Ez esetben a $h_m = 10$ att hatására előálló hozamok szakaszonként:

$$q_{a1L} = \frac{q_1}{L_1}$$

$$q_{abL} = \frac{q_1 L_1 + q_2 L_2}{L_1 + L_2}$$

és általánosan:

$$q_{rL} = \frac{\sum q_r L_r}{\sum L_r} \quad [1/p/fm]$$



Ebből a rétegenként fajlagos hozamok számíthatók. Pl. a 2 jelű rétegre:

$$q_{2L} = \frac{L_{xb} \cdot q_{rtL} - q_{bL}}{L_2^2}$$

A szűrődési tényező pedig:

$$k = 0,000362449 \cdot \left(\frac{0,032}{r_{eff}} \cdot q_L \right)^{1,121} \quad [\text{cm} \cdot \text{sec}]$$

összefüggés alapján nyerhető.

$$f = \frac{0,032}{r_{eff}} [\text{m/m}]$$

arányosítási tényező az alkalmazott fúrólyuk sugara (r_{eff}) függvényében redukálja a kapott eredményt. (Az általunk használt fúrólyuksugár 0,032 m.)

A lerít megoldás gyakorlatias, könnyen alkalmazható módszer, melyet eddig nem használtak. A javasolt összefüggést elsőként mi alkalmaztuk.

A fejezetben alkalmazott jelölések:

- $q_1; q_2$ (l/p) mért hozamok
- $q_{xa}; q_{xb}$ (l/p/fm) az egymás után alkalmazandó szakasz nyomatások mért eredő hozamai
- q_L (l/p fm) a lyuk egységnyi hosszára eső fajlagos hozam (Lu-geon-féle)
- f_{eff} (m) a mindenkori lyuk sugara
- k (cm/sec) szűrődési tényező, azaz az egységnyi hidraulikus gradienshez tartozó szűrődési sebesség.

7. Összefoglalás

A leírt vizsgálatok eredményei azt mutatták, hogy a laboratóriumi elemzések adataival szemben, a zavartalan (nem tört) szakaszok átlagos szivárgási tényezője és fajlagos vízemésztesi értéke egyaránt a gyakorlati vízzáróság határán belül van.

Vagyis:

$$k < 4 \cdot 10^{-5} \quad \text{cm/sec}$$

illetve:

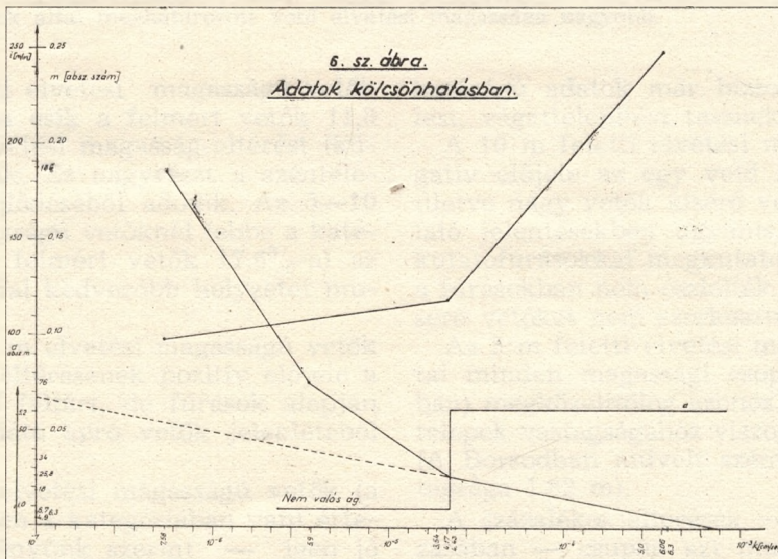
$$q_L < 1 \quad \text{l/p/fm}$$

Csupán a III. sz. fúrólyuk vetőt harántoló hosszán emelkedtek ezek az értékek a megengedett fölé ($q_L = 2,1$ l/p/fm, $k = 6,5 \cdot 10^{-4}$ cm/sec.)

Ezek alapján pedig revidiálható volt a Bányászati Kutató Intézet által adott szakvélemény, mely kimondja, hogy a szóbanforgó vágatszakas vízzárógát építésére kőzetfizikai és kőzetmechanikai megfontolások alapján alkalmatlan.

A helyszíni nyomtatásos vizsgálat kiértékelése után elmondható, hogy a vető által perforált szakasz kellő tömítése (injektálás) esetén, a vágat által harántolt kőzetek vízzárósága a kívánalmaknak megfelelő.

E szerint tehát a max. 32 att túlnyomás viselésére hivatott vizgát a kívánt szakaszra beépíthető. Az alkalmazott kísérleti módszerünk jóságának legfőbb bizonyítéka, a javaslatunk alapján megépült vízzárógát. A gát megépítése ugyanis 1968-ban megtörtént és a mögötte lévő vágatszakas által harántolt vetők hatásának in-



jektálással való kizárása után a próbanyomásnak ellenállt.

Az ÁBBSZ XIII. fejezete előírja ugyanis, hogy:

„A vízvédelmi gátat elkészülte után a várható legnagyobb víznyomásnak megfelelő próbanyomásnak kell alávetni. A próbanyomást legalább 72 órán keresztül kell fenntartani. A gátat megfelelőnek kell tartani, ha a gát falazott anyagán vízfolyás, a gát előtti mellékközetekből pedig káros vízszivárgás nem következett be.” [9. § (1) bekezdés]

A megépült gát, a várható maximális 32 at hatására a fenti feltételeknek megfelelt és az 1969. július 6—10-i sikeres próbanyomás után az, a vállalat műszaki vezetése, valamint a Kerületi Bányaműszaki Felügyelőség részéről elfogadást nyert.

BAU EINES WASSERWEHRDAMMES BEIM
SCHACHT CSOLNOK XII/A AUF GRUND
NATURTREUER UNTERSUCHUNG DER GESTEINE

N. Szabó—J. Szücs

Bisher erfolgte die Untersuchung der Gesteine im Zusammenhang mit dem Bau von Wasserwehrdämmen an Kleinprobenanalysen in Laboratorien. Infolge der grossen Variation der Gesteine konnte man das nicht immer und überall verwirklichen. Deshalb versuchten wir die Bestimmung der Parameter der Gesteine mit geophysischen und hydrodynamischen Methoden am Ort der Baustelle.

Der Artikel gibt Auskunft über die Ergebnisse der Messungen, über die daraus folgenden Berechnungen und Verwirklichungen.



Földtani zárójelentések szerkezeti adatainak utólagos ellenőrzése

Irták: Dr. Juhász András—Sinyei István—Zentay Tibor

A megkutatott területek ásványvagyon adatait, szerkezeti viszonyait, hidrogeológiai körülményeit, stb. az összefoglaló földtani zárójelentésekben rögzítjük. A jelentéseket azonban — véleményünk szerint — túlságosan csak készlet (ásványvagyon) vonatkozásában nézzük, és sajnos a termelő üzem sem fogadja el mindenkor meggyőzően, hogy földtani adatai a legsokoldalúbban alátámasztottak. Az összefoglaló jelentések sokirányú ajánlására, ellenőriztük és értékeltük azok földtani adatainak megbízhatóságát.

Vizsgálatainkat 1967. július 1-től végezzük. Az értékeléshez 8 földtani zárójelentés (Erenyő, Berente táró, Berente-altáró E, Szeles III., Feketevölgy I—II. bővítése, Ormos VI., Ormos II. bővítése, Edelény I—II.) kedvező feltártság ese-

tén, 34 vető adatát használtuk fel. A földtani jelentésben utólagosan ellenőriztük a vető elvetési magasságainak eltérését, csapásvonalának eltolódását, csapásvonal hosszának különbségét. Az elvetési magasság eltéréseket az 1. sz. táblázatban láthatjuk. A vizsgált területen a bányaműveletek csupán két olyan 3 és 5 méter közötti vetőt harántoltak, amely az összefoglaló jelentésben nem szerepel. Ezek Ormos VI. és Edelény I. akna szénterületén találhatók. Elvetési magasságuk 3,2 m, illetve 4 m. Ezek a területen található vetőknek 5,9⁰/₀-a. Ez tehát azt mutatja, hogy a 3—5 m elvetési magasságú vetők adatai is még biztonságosnak mondhatók. Az 5 m elvetési magasságú vetők mindegyikét a jelen kutatási (fúrási) sűrűség mellett meghatározhatjuk (kijelölhetjük).

1. sz. táblázat

KUTATÓFÚRÁSOK ALAPJÁN MEGHATÁROZOTT VETŐK ELVETÉSI MAGASSÁGÁNAK ELLENŐRZÉSE, FELTÁRTSÁGUK ALAPJÁN

A vetők bányaműveléssel feltárt magassági csoportja	A vetők átlagos elvetési magasságai (m)		Az elvetési magasság eltéréseinek átlaga (m)		Az elvetési magasság eltérése $\frac{0}{0}$ -ban, az átlagértékhez (2.) viszonyítva		
	bányaműveletek alapján	kutatófúrások alapján	előjel figyelembevétele nélkül	előjel figyelembe vételével	4. esetben	5. esetben	
	1	2	3	4	5	6	7
3—5 m között		3,33	6,75	3,42	+3,42	102,70	102,70
5—10 m között		7,13	8,66	2,20	+1,53	30,85	21,45
10—30 m között		16,8	15,50	1,93	-1,27	11,48	8,19
30 m felett		48,0	46,00	2,00	-2,00	4,16	4,16

+ (5. rovat) A fúrások által meghatározott vető elvetési magassága nagyobb.

A 3—5 m közötti elvetési magasságú vetők (ebbe a kategóriába esik a felmért vetők 11,8⁰/₀-a) elég nagy elvetési magasság-eltérést (különbséget) mutatnak. Ez nagyrészt a széntelepek hullámos kifejlődéséből adódik. Az 5—10 m-es elvetési magasságú vetőknél (ebbe a kategóriába tartozik a felmért vetők 17,6⁰/₀-a) az eltérés (m) már jóval kedvezőbb helyzetet mutat.

A 3—5 és 5—10 m elvetési magasságú vetők elvetési magasság eltéréseinek pozitív előjele a bányaműveletekkel feltárt, de fúrások alapján még nem határozható apró vetők jelenlétéből adódik.

A 10 m feletti elvetési magasságú vetők (a vetők 55,9⁰/₀-a ebben a kategóriában van) értékei már — véleményünk szerint — igen jó (kedvező) megegyezést mutatnak. Ilyen megbí-

hatóságú adatok már biztonságos bányaművelést, vágattelepítést tesznek lehetővé.

A 10 m feletti elvetési magasságú vetők negatív előjele az egy vető helyetti vetőnyaláb, illetve nagy vetők kísérő vetőit jelzi. Összefoglaló jelentésekben ugyanis, ha a terület csak kutatófúrásokkal megkutatott, és a vetődéseket a fúrásokban nem észlelték, vetőnyalábokat, kísérő vetőket nem szerkesztünk (rajzolunk).

Az 5 m feletti elvetési magasságú vetők adatai minden magassági csoportban (kategóriákban) megközelítőleg azonos. Az értékek a széntelepek vastagságához viszonyítva is kedvezőek. (A Borsodban művelt széntelepek átlagos vastagsága 1,82 m).

A százalékos eltérések — értékelés vonatkozásában — csupán azt mutatják, hogy a vető elvetési magassága értékének változása az elve-

tési magasság növekedésével arányos. A 3—5 m-es vetők adatait (nem jelenlét) csak nagy bizonytalansággal vehetjük figyelembe.

A 2. sz. táblázatban a kutatófúrások alapján meghatározott vetők csapásvonalának helyét hasonlíthatjuk össze a bányavágatokkal feltárt vetők csapásvonal helyével. A 3—5 m elvetési magasság közötti, bányaműveletekben észlelt, de kutatófúrások alapján nem szerkesztett két vetőt a fúrási háló fél távolságával vettük figyelembe. Ebből adódik az ebben a kategóriában észlelt vetők aránylag nagy csapásvonal eltolódása. Az 5 és 30 m elvetési magasság közötti vetők között megközelítőleg azonos, — és véleményünk szerint — igen jó (kicsiny) eltérés van. A 30 m feletti elvetési magasságú vetők nagyobb eltérést mutatnak, mint a 30 m alattiak; ez szintén a vetőnyaláb helyetti egyedi megoldásból adódik.

2. sz. táblázat

KUTATÓFÚRÁSOK ALAPJÁN MEGHATÁROZOTT VETŐK CSAPÁSVONAL HELYÉNEK ELTÉRÉSE AZ ELVETÉSI MAGASSÁG FÜGGVÉNYÉBEN

Vetők bányaműveléssel feltárt magasság csoportja	Csapásvonal eltolódás átlaga (m)	Csapásvonal eltolódás az előjel figyelembevételével (m)
1	2	3
3—5 m között	65	+45
5—10 m között	19	+4
10—30 m között	16,5	+8,2
30 m felett	23,7	+13,7

+ Az eltérés a vető elvetési irányában van.

A táblázatból láthatjuk, hogy a vető csapásvonal-eltolódások általában a vető dőlésirányában vannak. Ez abból adódik, hogy a bányaműveletekben a vetőknek laposabb dőlésszögeit

4. sz. táblázat

BÁNYAMŰVELETEK ÉS FÖLDTANI JELENTÉSEK VETŐADATAINAK ÖSSZEHASONLÍTÁSA A VETŐRE MERŐLEGES KUTATÁSI HALÓSÚRÚSÉG FÜGGVÉNYÉBEN

A vető csapásvonalára merőleges kut. hálósűrűség (m)	Az észlelt vetők távolságai (m)	A vetők elvetési magasságának átlagos eltérése (m)		Eltérés %-ban az észlelt vetők átlagához viszonyítva		Átlagos csapásvonal eltérés (eltolódás)	Eltérés átlaga az előjel figyelembevételével	Eltérés a vető távolságának hány %-a	
		előjel figyelembevétele nélkül	előjel figyelembevételevel	3. esetben	4. esetben			7. esetben	8. esetben
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
100	250	2	—2	5,1	5,1	10	—10	2,5	2,5
150	250	2,7	—1,3	20,7	10,0	13,3	+13,3	5,3	5,3
200	300	2,6	+0,2	18,7	1,4	18,7	+1,5	6,2	0,5
250	250	0	0	0	0	13,7	+13,7	5,4	5,4
500	350	1,4	+0,2	8,0	1,1	27,4	+17,4	7,8	4,9

+ A fúrások által meghatározott vető elvetési magassága nagyobb.

mértük, mint amellyel az összefoglaló jelentésben szereplő vetőket szerkesztettük.

A kutatófúrások alapján meghatározott vetők csapásvonal hosszának eltérését a bányaműveletekkel feltártakhoz viszonyítva, a 3. sz. táblázat mutatja. Ennek a táblázatnak összeállítása csupán 9 vető adatai alapján történt, mivel kevés vetőnek van teljes csapáshossza feltárva. Az eltérés ebben az esetben is jónak mondható. A + előjel abból adódik, hogy az elmeddülés felé a bányavágatok a széntelep elvékonyodása vagy minőségromlása miatt a vetőt nem teljes hosszában tárják fel.

3. sz. táblázat

KUTATÓFÚRÁSOK ALAPJÁN MEGHATÁROZOTT VETŐK CSAPÁSVONAL HOSSZÁNAK ELTÉRÉSE AZ ELVETÉSI MAGASSÁG FÜGGVÉNYÉBEN

Vetők bányaműveléssel feltárt magassági csoportja	Csapásvonal hosszának átl. eltérése (m)	Csapásvonal hosszának átl. eltérése az előjel figyelembevételével (m)	Az eltérés a csapásvonal hosszának hány %-a	
			2. esetben	3. esetben
1	2	3	4	5
3—5 m között	—	—	—	—
5—10 m között	40	+40	5,2	5,2
10—30 m között	40	+10	6,9	1,4
30 m felett	26,6	—6,7	1,5	0,4

+ A kutatófúrások alapján meghatározott vető csapásvonal hosszak nagyobbak.

A felmérést felhasználtuk arra is, hogy a vetők adatainak eltérését a kutatási (mélyfúrási) hálózatsűrűség függvényében is vizsgáljuk. A vető elvetési magasságának meghatározása, csapásvonal helyének kijelölése a vetőre merő-

leges hálósűrűség függvénye. Az adatokat a 4. sz. táblázatban hasonlítottuk össze. A hálósűrűség (1. rovat) a nagyobb vetők távolságával (7. rovat) nem mutat egyezést, mert a mélyfúrások célja — megközelítőleg azonos fontossággal — a széntelepek vastagsági és minőségi adatainak megismerése. A táblázatból viszont jól látszik: a vetőadatok pontossága nem függ a hálósűrűségtől, akkor, ha a hálósűrűség a vetőtávolságnál kisebb. Kiugró értéket csupán csapásvonal eltérésben abban az esetben látunk, ha a hálósűrűség nagyobb a vető távolságánál. A táblázat egyben azt is mutatja, hogy a hálósűrűség megválasztása jónak mondható.

5. sz. táblázat

VETŐK CSAPÁSVONAL HOSSZÁNAK ELTÉRÉSE,
A VETŐKKEL PÁRHUZAMOS HÁLÓSŰRŰSÉG
FIGYELEMBEVÉTELÉVEL

A vető csapásvonalával párhuzamos kutatási (fúrási) hálósűrűség (m)	Csapásvonal hossza: átlagos eltérése (m)	Csapásvonal hosszak eltérése az előjel figyelembevételével (m)	Eltérés a csapásvonal hosszak hány %-a	
			2. esetben	3. esetben
1	2	3	5	5
200	70	-30	11,5	4,9
300	43	+43	5,0	5,0
350	25	+25	2,0	2,0
400	0	0	0	0
600	50	-50	2,8	2,8

+ A kutatófúrások alapján meghatározott vető csapásvonal hosszak nagyobbak.

A vető csapásvonal-hosszak meghatározása a vetőkkel párhuzamos hálósűrűségtől függ (egy irányú csapásvonalak esetén). A csapásvonal-eltérésekre csak kevés adat áll rendelkezésünkre, de ebből is megállapíthatjuk (5. sz. táblázat), hogy csapásirányú hálótávolságok is megfelelőek.

A vetőadatok gyűjtésével, értékelésével ketős célt kívánunk elérni: Egyrészt felhívjuk a figyelmet az összefoglaló földtani jelentések hasznosságára, sokirányú használhatóságára (hasznosíthatóságára), másrészt a törvényszerűségek feltárásával a vetőadatok szerkesztését még pontosabbá tudjuk tenni.

IRODALOM

Dr. Juhász András: A borsodi medence miocén korú szénelőfordulásának bányászati vonatkozásai. Bányászati Lapok, 1966. 9. sz.

Dr. Juhász András: Szerkezeti megfigyelések a kelet-borsodi barnaköszén-medence üledéksorában. Föld. Kutatás, 1966. 3. sz.

NACHTRÄGLICHE ÜBERPRÜFUNG VON
STRUKTURANGABEN DER GEOLOGISCHEN
ABSCHLUSSBERICHTE

Dr. A. Juhász, I. Sinyei, T. Zentai

Die Benützbarkeit der Strukturangaben von geologischen Abschlussberichten gibt noch Anlass zu vielen Diskussionen. Deshalb werden seit dem 1. Juli 1967 auf dem Gebiete der Kohlenbergwerke von Borsod die bergmännisch erschlossenen Verwerfungen mit grossem Interesse verfolgt und ausgewertet. Die ausgewerteten Zusammenhänge zeugen von einer sehr günstigen Lage und ermöglichen die weitere Präzisierung der Verwerfungen.

Irányelvek kavicsmezők építőanyagipari kutatáshoz

Írta: Dr. Karácsonyi Sándor

1. A földtani kutatás és fázisainak kérdései

Az építőipar szükségszerű gyors ütemű fejlődése egyre nagyobb mennyiségű építőanyag biztosítását kívánja. A megfelelő minőségű és mennyiségű alapanyag azonban csak úgy állhat rendelkezésre, ha a kutatási munkák üteme is lépést tart az igényekkel. Az elmúlt években egyre több vállalat kapcsolódott be az építőanyagipari kutatási munkába. Az egyes kutatásokat összehasonlítva azonban az tapasztalható, hogy azok — azonos nyersanyag kutatására vonatkozóan is — különböző felfogásban, különböző szemlélettel készültek, gyakran megsértve a fokozatosság elvét.

A szén-, érc- és szénhidrogén-kutatásoknál több évtizedes gyakorlat alapján már kialakultak a legcélszerűbb és követendő módszerek s ezek lehetővé tették, hogy elkészüljenek a kutatásra, illetve annak értékelésére vonatkozó irányelvek. Az építőanyagipari nyersanyagkutatáshoz ezek rendszerint azonban közvetlenül nem használhatók fel, mivel alapvető adottságokban lényeges eltérések jelentkeznek. Ezért feltétlenül szükséges, hogy az építőipari kutatásokhoz is rendelkezésre álljanak a kutatást és értékelést *egységesítő irányelvek*, hogy a jövőben végzendő munkák a követelményeknek megfelelően, azonos szinten készüljenek.

Az ásványi nyersanyagok kutatása, — anyagától a felhasználási módjától függetlenül — az alkalmazott földtani kutatás fogalma alá tartozik. A földtani kutatást annak megfelelően, hogy milyen mértékben kívánja feltárni a kérdéses nyersanyagot, ill. hogy a feltárás alapján milyen mértékben sikerült a nyersanyag települési viszonyait, mennyiségét és minőségét tisztázni — *fázisokra kell osztani*. Az alkalmazott földtani kutatásnak fázisokra való bontására már történtek javaslatok, intézkedések. Az erre vonatkozó elgondolásokat Barabás A. (1.) foglalta össze, javaslatot téve a fokozatosság egységes irányelveire is. Az alkalmazott földtani kutatásnak fázisokra való bontásával azonban a kérdés még nem nyer végleges megoldást. A közös felosztáson és nevezéktanon kívül ugyanis szükséges, hogy kidolgozásra kerüljön az egyes fázisokban készülő kutatási munkák elvégzésének és értékelésének irányelve is.

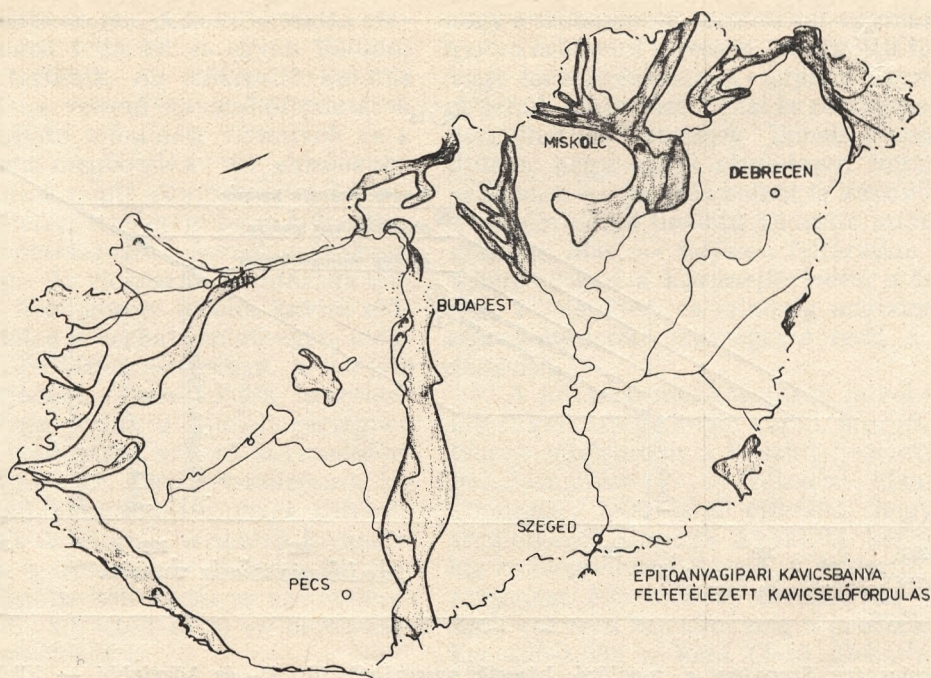
A kutatás módszere és annak értékelése a nyersanyagok földtani, vízföldtani, települési viszonyain kívül nagy mértékben függ a kérdéses nyersanyag értékétől. Ezért az volna a cél, hogy *nyersanyag-fajtánként* alakuljanak ki a különböző kutatások fázisokra bontott irány-

elvei. Az egységesített irányelvek kialakításához azonban igen széleskörű kutatási eredmény és tapasztalt összesítése szükséges. Ennek keretében természetesen a kutatási eredményeket az üzemi tapasztalatokkal is össze kell vetni és a kérdést teljességében kell vizsgálni. A Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat Mérnökgeológiai Osztálya az elmúlt években igen sok építőanyagipari kavicskutatást végzett. E kutatások különböző területekre és eltérő jellegű feladatokra terjedtek ki. A kutatás során szerzett tapasztalatok így jól hasznosíthatók, és a további kutatásoknál irányelvként használhatók.

2. A kavicskutatás általános sajátosságai

A nyersanyagkutatásnál általában az a feladat, hogy felderítsük azokat a helyeket, ahol az ipar, illetve üzem létesítéséhez szükséges nyersanyag az igényelt mennyiségben, minőségben, előnyös bányászati feltételek mellett áll rendelkezésre, ahol a leggazdaságosabban termelhető ki. Ennek ismeretében kerülnek megvizsgálatra az ipartelepítés egyéb szükséges feltételei (munkaerő-ellátottság, közlekedési és szállítási viszonyok, felvevő piac, stb.). Az ipartelepítés, ezek után az összes szempontok figyelembevételével és mérlegelésével a leggazdaságosabbnak adódó helyre kerül. Gyakran előfordul az az eset is, amikor a kérdéses nyersanyagelőfordulás az ország egy-két helyéhez kötött, s termelése népgazdaságilag feltétlenül indokolt. Ilyen esetekben az ipartelepítés teljesen egyértelmű. Amennyiben a kavicsnak, — mint építőipari nyersanyag-feltárás kérdéseit vizsgáljuk, azt tapasztaljuk, hogy az több vonatkozásban eltér az előzőekben ismertetettektől. Ezzel kapcsolatban mindenekelőtt az alábbiakat kell rögzíteni:

- a) Magyarország összes kavicskészlete (mely alatt a jelenlegi műszaki, technikai és gazdaságossági viszonyok mellett művelésre alkalmas kavicsmezők összesességét értjük) a jelenlegi és a távlati igényeket is sokszorosan meghaladja.
- b) A készletek megoszlása az ország területén igen egyenlőtlen. Míg egyes vidékeken (Kisalföld, Délborsod, Alsó-Dunavölgy) gyakorlatilag kimeríthetetlen kavicsmezők találhatóak, addig az Alföld túlnyomó részén, a Dunántúl egyes térségében nagyüzemi művelésre alkalmas kavicskifejlődés lényegében nincs (1. ábra).
- c) Az ásványi nyersanyagok feltárására és kitermelésére általában jellemző, hogy



1. ábra. Az építőanyagipar céljaira számításbavehető kavicsmezők területi megoszlása

1. sz. táblázat

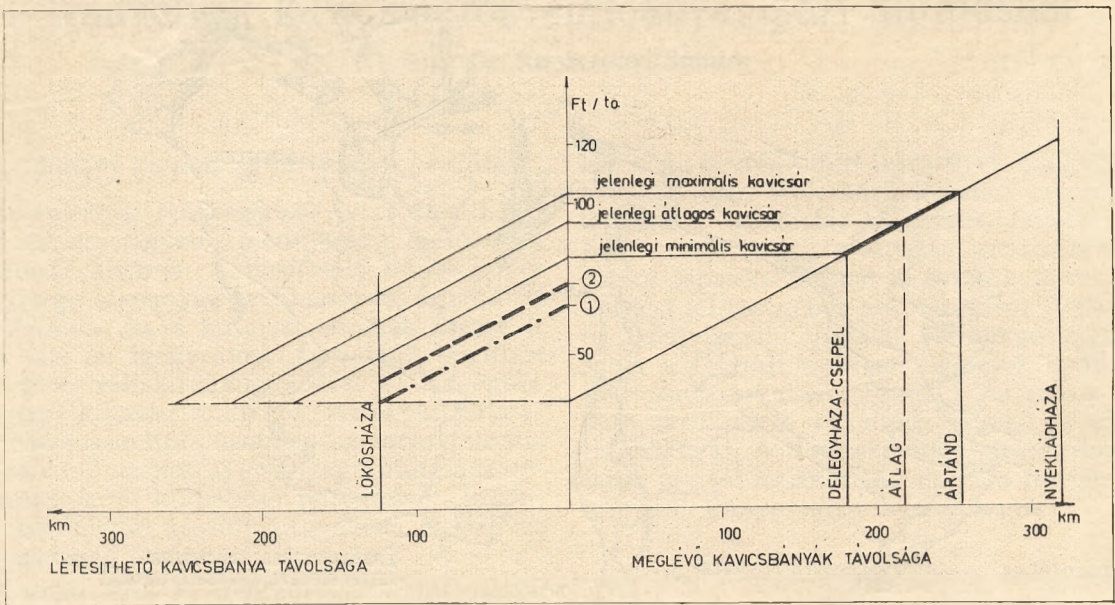
Fogyasztóhely		Bányüzem				
		Ártánd (tervezett)	Lökösháza (tervezett)	Nyékklád- háza	Délegyháza	Csepel
Debrecen	km	100		146	244	218
	Ft/to	61,5		74,8	101,3	93,3
Szeged	km	255	125	315	180	178
	Ft/to	103,9	69,5	119,8	82,7	82,7
Békéscsaba	km	209	27	268	217	181
	Ft/to	90,7	43,0	106,6	93,3	88,0

1. sz. táblázat. A kavics fogyasztói ára a felhasználási helyeken.

a kibányászás és az esetleges helyszíni előkészítés-feldolgozás költségei a szállítási költségekhez viszonyítva jelentősek, és így a kitermelés gazdaságossága és célszerűsége pusztán a földtani kutatás adataiból is jól becsülhető. A kavics árát viszont döntő részben a szállítási feltételek határozzák meg és csak kisebb mértékben befolyásolják a termelési költségek.

Kavicskutatásnál tehát a többi nyersanyag-kutatással ellentétben az a feladat, hogy a kavics feltárása a fogyasztási helyek közelében történjen. Ez természetesen maga után vonja a másik nagy különbséget, hogy a kavicsbányászat nem minden esetben a leggazdaságosabb termelési lehetőségű helyeken fog történni, hanem a lehetőségekhez képest a felhasználási hely környezetében. Ebből követke-

zik az is, hogy esetenként látszólag kevésbé gazdaságos üzemű bányák beindítása is indokolt, mivel a magasabb termelési költség mellett is kisebb szállítási távolság miatt a fogyasztási helyen versenyképes lehet (1. táblázat, 2. ábra). Az általános kavicsszükséglet célszerű fedezésének sajátos követelménye, hogy az igényeket területi megoszlásban kell felmérni, és a kavicsellátás gazdaságosságát a fogyasztási helyre vonatkoztatva kell mérlegelni. Természetszerűleg azt az optimális feltételt, hogy a felhasználás helyén a kavics termelésének esetleg előkészítésének és szállításának költsége minimumot adjon — és ez az építési igényektől függően más-más szemmegoszlású adalékanyag esetén érvényesüljön — csak megközelíteni lehet. Mindenesetre már az előmunkálatoknál erre az igényre tekintettel kell lenni, és az alapvető népgazdasági érdek megvalósulását a legmesszebbmenőkig elő kell segíteni.

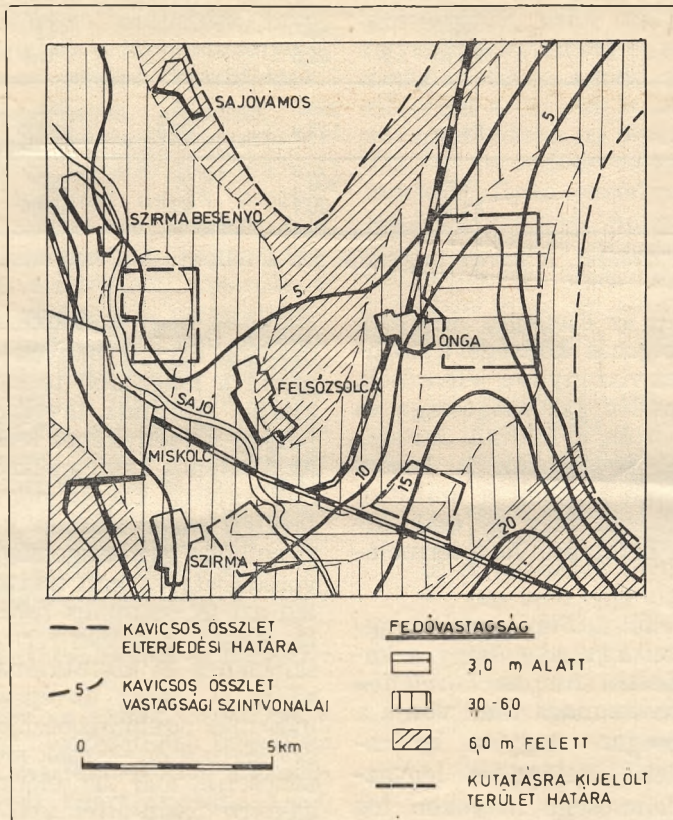


2. ábra. A kavics ára Szegeden a meglévő bányák anyagából, ill. új- és közelebbi — lökösházi — bányából a jelenlegi átlag (1), ill. az átlagosnál magasabb termelési önköltség (2) esetén

3. A kavics fázisokban való kutatásának irányelvei

Az építőanyag-kutatás keretében a kavicsmezők célszerű, a fokozatosság elvén alapuló

feltárásának irányelvei a következőkben foglalhatók össze. A szemléltetés érdekében egyidejűleg bemutatjuk a Miskolc térségében végzett kavics-kutatás eredményeit, amelynek végrehajtása a megkívánt fokozatosságban történt.



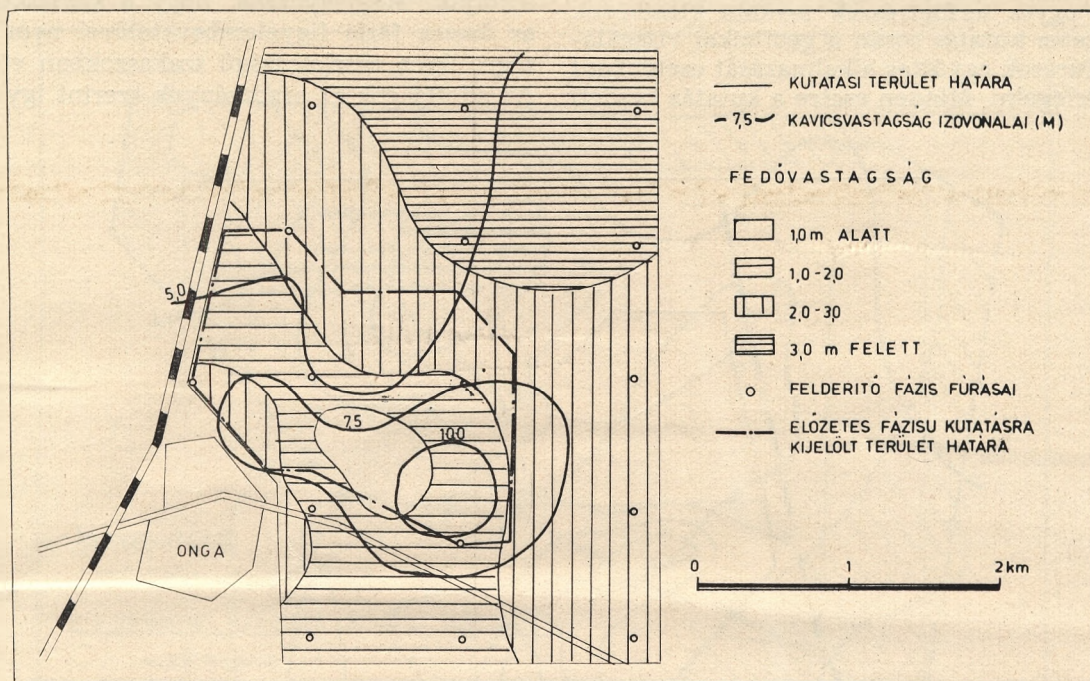
3. ábra. A Miskolc környéki kavicskutatás előkészítő fázisa

3.1. *Előkészítő/alap kutatás.* A kavicskutatás előkészítése a meglévő feltárási és egyéb földtani adatok alapján történik. Az előkészítő kutatás célja, a számításba vehető kavicselőfordulások felderítése a várható települési viszonyok és a minőségi kérdések megbecslése. Az előzőekben említett szempontok miatt azonban ezt a feldolgozást nagy területre, területegységre kell kiterjeszteni és az adottságokat összefüggésükben szükséges feltárni. Az előkészítő kutatásnak tartalmazni kell a feldolgozott terület kavics előfordulásait lehetőleg a várható minőségre, fedővastagságra, kavicsösszletvastagságra, a talajvíz helyzetére kiterjedően. Ezen adatok ismeretében, már lehetőség nyílik a kijelölt térségben a hasznosításra számításba vehető kavicselőfordulások értékelésére ill. azon területek kiválasztására, ahol a kutatási munkát célszerű végezni. (3. ábra). A feltárási területek kiválasztásánál azonban a gazdaságos művelés feltételein kívül figyelembe kell venni az üzemtelepítést — a kijelölt körzeten belül — befolyásoló egyéb körülményeket is.

3.2. *A felderítő kutatás.* Az előkészítő kutatás adataira és kutatásaira támaszkodva megvizsgálja az előkészítő munka alapján kijelölt ka-

hogy a szóbjöhethető területeket egymáshoz viszonyítva értékelni lehessen. A vizsgált területen — vagy területrészekben — ugyanis egymástól függetlenül különböző céllal és részletességgel már készülhettek kutatások. Ennek alapján előfordulhat, hogy egyes részletesen feltárt területszakaszon — ha más célból is készült a feltárás — semminemű további felderítő munkára nincs szükség. Más, — teljesen feltáratlan — területeken viszont a kavicselterjedés, a fedővastagság, a település, és minőség adatainak beszerzése feltétlenül szükségessé teszi a közvetlen feltárást.

A feltárási munkák során mivel nagy területről kell átfogó képet kapni, a *geofizikai kutatást* — elsősorban a felszíni geoelektromos ellenállásmérést — is célszerű alkalmazni. A kombinált feltárással elérhető, hogy nagyobb területekről kapjunk áttekintő képet aránylag kis költségfelhasználással. A felderítő fázisban a fúrásokat 500-1000 m távolságban (1-4 fúrás/km²) célszerű kijelölni míg a geofizikai méréseket 300-1.000 m-ként (4-10 db/km²) végezzük. Mivel ebben a kutatási fázisban már konkrét feltárási munkára is sor került, melynek alapján a nyersanyag jelenléte bizonyított, készletmennyisége becsülhető. A kavics minő-



4. ábra. Az Onga melletti terület felderítő kutatása

vicsbeszerzési lehetőségeket. Ez a kutatási fázis már *feltárást* is tartalmaz. Jelentősége abban van, hogy igazolja a feltételezett nyersanyag jelenlétét a kijelölt területrészekben, tájékoztat a kavics tényleges beszerezhetőségéről. A felderítő kutatás során az egyes kavicssterületek *azonos szintű* tájékoztató jellegű *feltártságát* kell elérni,

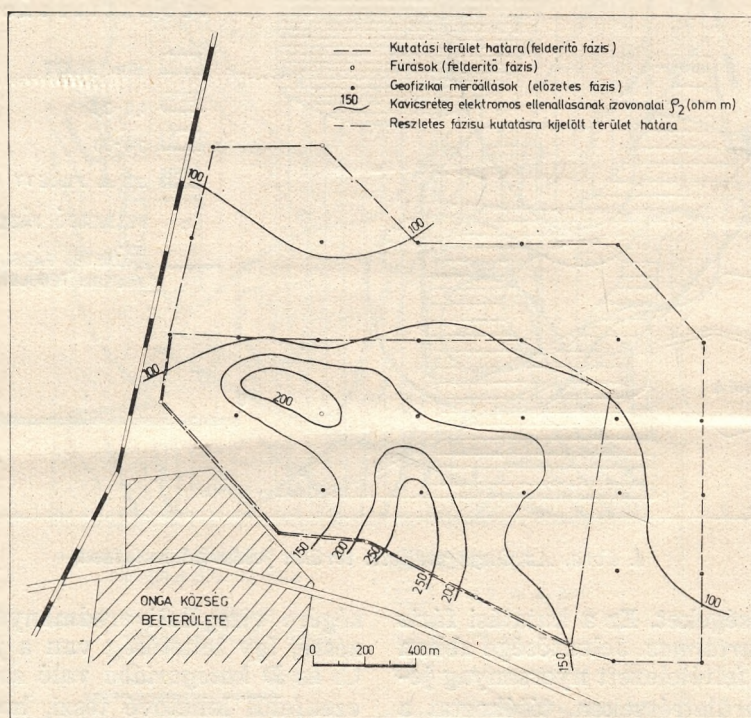
ségére vizsgálati eredmények állnak rendelkezésre, így lehetőség van a *feltárt készleteknek* C₂ és D *kategóriába* való sorolására. A feltárás ezenfelül lehetővé teszi, hogy a nagy területrészekből kiválasszuk azt a területet vagy területrészeket (4. ábra), ahol a bányászat szempontjából legjobb a kavics települése és minősége.

3.3. *Előzetes kutatás.* A felderítő kutatás értékelése alapján már lehatárolhatók azok a területek, melyek a kavics termelésére közvetlenül számításba jöhetnek. A lehatárolt területek közül a legmegfelelőbbnek a kiválasztása a várható nyersanyag mennyiségi és minőségi mérlegelésén kívül azonban még sok egyéb szemponttól is függ, melyek közül a következők a leglényegesebbek:

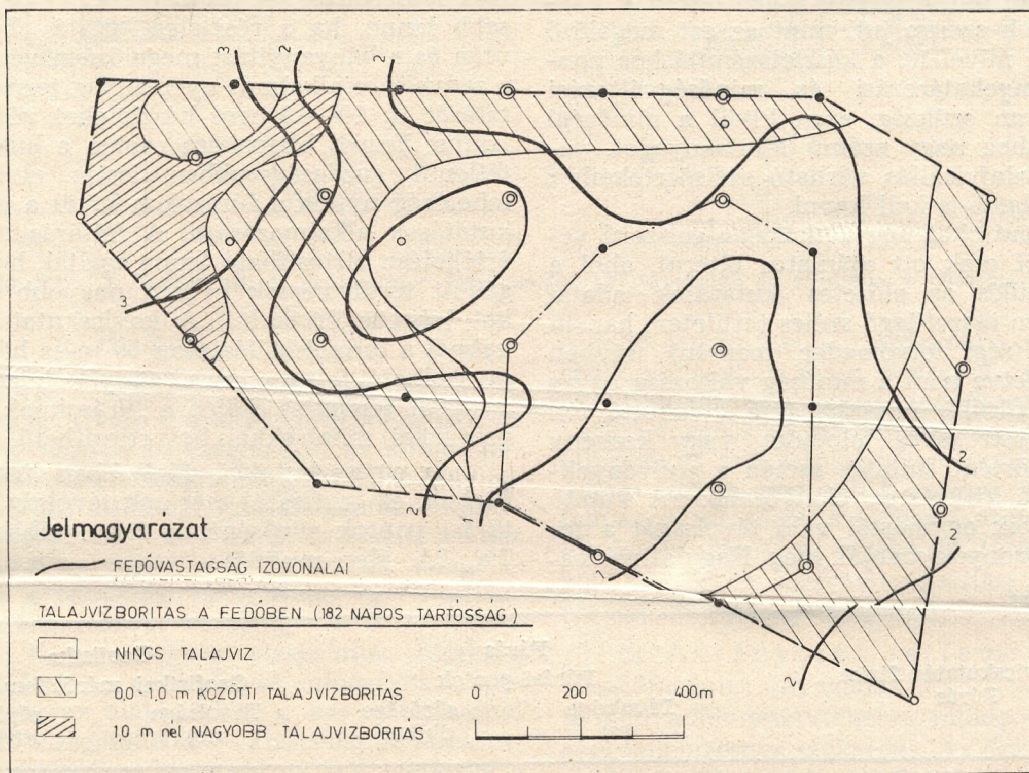
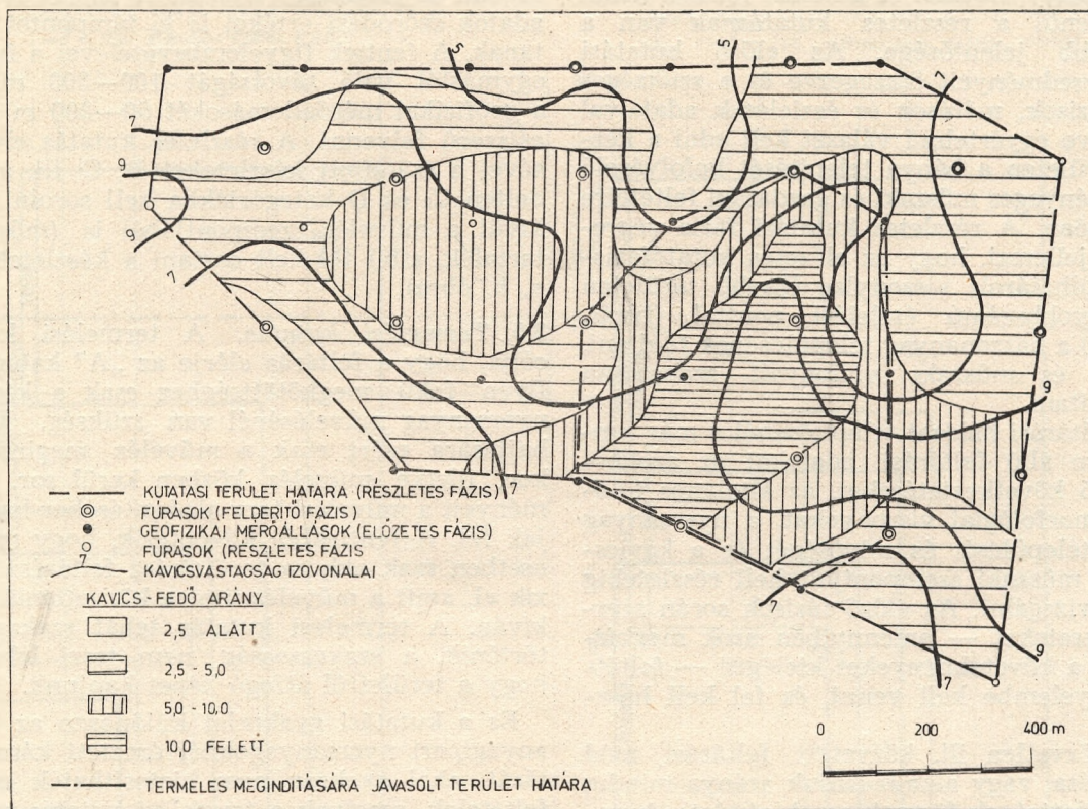
- a termelési hely vasúti és közúti megközelíthetősége
- a tervezett bánya területének kisajátítási problémája
- a talajvízszint helyzete
- a termelés feltételei (száraz művelés, víz alatti kotrás; feltárási front maximális vastagsága).

A fenti szempontok, valamint a nyersanyag települési és minőségi viszonyainak együttes mérlegelése alapján kell a *legmegfelelőbb területet lehatárolni*. A kutatási területet úgy kell meghatározni, hogy annak egy részéről az igényelt kavicsmennyiség és minőség biztosítható legyen. Ez lényegében azt jelenti hogy a tényleges szükséglet alapján várhatónál nagyobb területrész feltárását kell előirányozni, mert a változó fedővastagság és minőség miatt számolni kell egyes területrészek további kiesésével. Az előzetes kutatás során a geofizikai vizsgálatok és fúrások együttes alkalmazását esetenként kell mérlegelni. Minden esetre a kutatás kezdeti

stádiumában a közvetlen fúrásokkal nyert adatokban nagyobb a jelentőségük, mert megbízhatóbbak és a kavics minőségére és minőségváltására is szolgáltatnak adatot, ami sok esetben a leglényegesebb kérdés. Ezért a geofizikai kutatást az előzetes kutatás során besűrítési céllal lehet eredményesen és gazdaságosan alkalmazni. A fúrások, ill. geofizikai mérőállomások egymástól való távolságára, telepítésére csak tájékoztató értékeket lehet megadni. A kavicsréteg települési viszonyaitól függően általában 250—600 m-enként célszerű a fúrásokat egymástól elhelyezni. A geofizikai mérőállásoknál — mivel a besűrítés a cél — ennél kisebb távolság ajánlható. A fúrásokat és geofizikai mérőállásokat célszerű hálózatosan telepíteni, mivel a szabályos hálózat nemcsak a kutatás értékelését könnyíti meg, hanem lehetővé teszi felhasználását és tovább fejlesztését a részletes kutatásnál (5. ábra). Az *előzetes kutatási* munkák értékelése után lehetőség nyílik arra, hogy kijelöljük azt a területrészt, amelyen legmegfelelőbb a nyersanyag előfordulása, ahonnan *biztonsággal kitermelhető* az igényelt nyersanyagmennyiség a kívánt minőségben. A feltárás lehetővé teszi, hogy a számított készletek nagyobb részét „C₁”, „C₂” és „D” kategóriákba soroljuk. Megjegyezzük, hogy a kavicskutatást az összes fázis figyelembevételével nem szükséges ilyen részletességű szakaszokban végezni. Az adottságok és eredmények szerint így egyes



5. ábra. Az Ongai melletti kavicsmező kutatásának továbbfejlesztése előzetes fázisra



6. a) b) ábra. Az Onga melletti kavicsmező részletes fázisú kutatásának eredményei

kutatási fázisok összevonhatók. Általában a kétfázisú kutatás betartása szükséges és az előzetes fázis ennek megfelelően a kutatás jellege szerint a felderítő vagy részletes fázishoz kapcsolódik.

3.4. Részletes kutatás. A kutatási fázisok közül kétségtelenül a részletes kutatásnak van a legnagyobb jelentősége. Az előző kutatási fázisok eredményeit összegezve és a szükséges újabb fázisok, mérések és észlelések adataival kiegészítve egyértelmű választ kell adni a kérdéses területen a bányatelepítését befolyásoló minden lényeges műszaki és gazdasági feltételre vonatkozóan. A részletes kutatási fázis végrehajtását jellemzi, hogy az előzetes kutatófázisban körülhatárolt viszonylag kisebb területen kell nagyszámú észlelési ponttal (fúrás, geofizika) a haszonanyag településének földtani, minőségi és műszaki viszonyait szabatosan megállapítani.

A feltárási hálózat telepítésénél a már rendelkezésre álló feltárási adatokat az azokból levonható következtetéseket, az általános földtani és morfológiai viszonyokat, a nyersanyagvárható települését és minőségét és a kavics-termelés műszaki szempontjait kell részletekig menően vizsgálni. Az előző fázisok során szerzett ismereteket — amennyiben azok megbízhatósága a követelményeket kielégíti — feltétlenül figyelembe kell venni, és fel kell használni.

A közvetlen ill. közvetett feltárási mód alkalmazása, vagy alkalmazásuk aránya mindig a helyi adottságok függvénye. A részletes kutatási fázisban mindenesetre a geofizikának általában kisebb szerep jut, mint az ezt megelőző fázisokban, mivel itt a készletszámításhoz pontos rétegmeghatározási és minőségváltozási adatokra van szükség, ezen kívül a minőségi vizsgálatokhoz nagy számú mintaanyagot, valamint a talajvizállás várható szélsőértékeihez észlelési adatot is kell kapni.

A feltárást négyzethálósan célszerű végezni. Ettől csak ott ajánlatos eltérni, ahol a kavics település az előzetes kutatások adatai alapján nem összefüggő széles területen, hanem foltokban, (régii folyómeder mentén) sávban várható, illetve ahol a minőség változása egyes szakaszon sűrűbb feltárást tesz indokoltá. Az előbb említett sávok település, vagy keskeny völgyben történő kutatás esetén a szelvényekben történő kitűzés az előnyösebb. A kutató létesítmények egymástól való távolságát a települési viszonyok szabják meg. Nagy általános-

ságban az előzetesen készült és ismert feltárási adatok szóródási értékei is jó támpontot nyújtanak. A fentiek figyelembevételével a fúrások egymástól való távolságát 100—300 m, míg a geofizikai mérőállomásokat 50—200 m között célszerű felvenni. A részletes kutatás elvégzésével a számított készleteket B; C₁ ill. alárendelten C₂ és D kategóriákba kell sorolni. Ezen kívül a művelés szempontjából is (műrevaló, tartalék, stb.) fel kell osztani a készleteket (6. a. b. ábra).

3.5. Termelési kutatás. A termelési kutatás célja, hogy a feltárást elérje az „A” kategóriát. Ilyen fokú megkötöttséghez csak a kérdéses nyersanyag művelésénél van szükség. Végrehajtására ezért csak a művelés megindításakor, illetve művelés közben kerül sor. Eredményeit a művelési terv elkészítéséhez használják fel. A fentiekből következik, hogy minden esetben csak akkora területre szűkített feltárást végzik el, amit a művelés üteme közvetlenül megkíván. A termelési kutatás tehát szakaszosan történik, a szakaszosság nem teszi lehetővé, hogy a területről átfogó képet kapjunk.

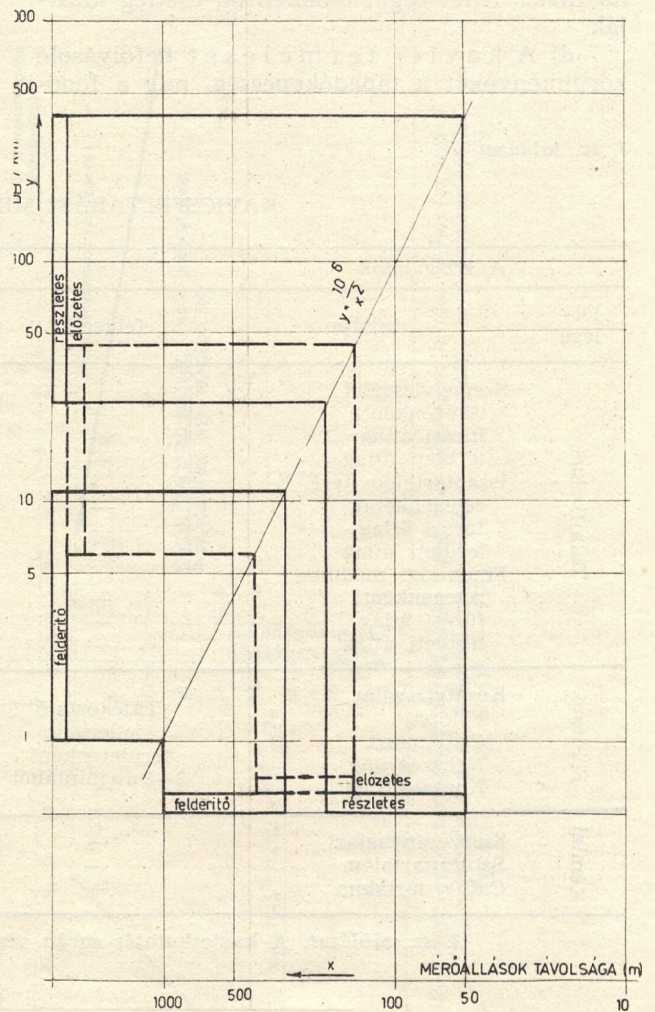
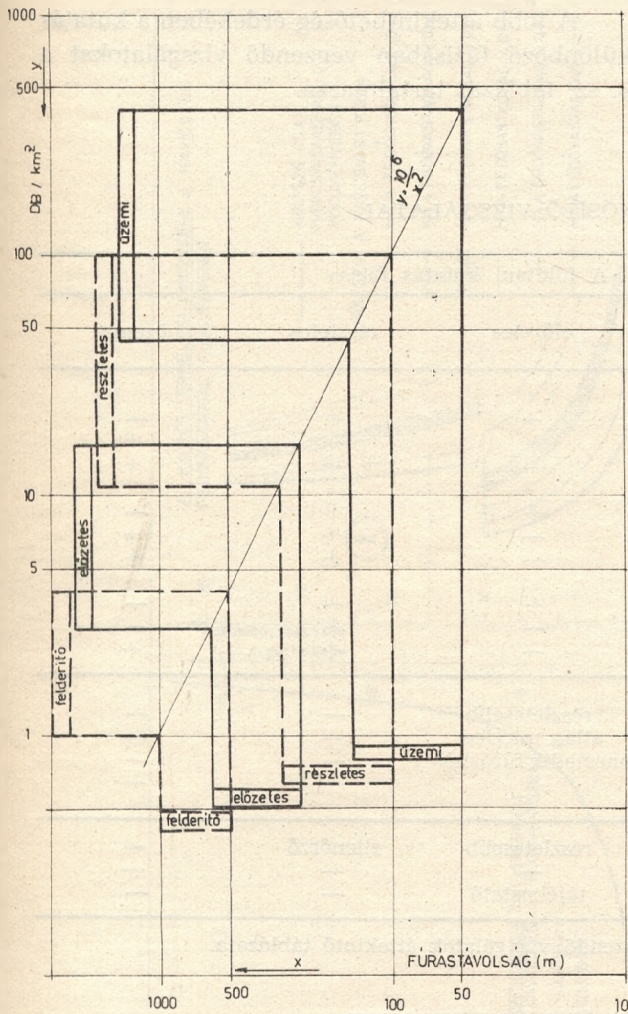
Ez a kutatási gyakorlat különösen az építőanyagipari nyersanyagoknál érezteti káros hatását, ahol gyakran nem biztosíthatók azok a feltételek, amelyek a termelési kutatás megfelelő lefolytatásához szükségesek. Ezért helyesebb lenne, ha a részletes kutatás befejezése után és a bányanyitást megelőzően végeznék el a művelésre alkalmas nyersanyag termelési kutatását is, 10—15 éves készleteket véve figyelembe. Ennek biztosítása esetén a kutatás feltétlenül gazdaságosabban lenne elvégezhető, lehetőség nyílna a fúrásokon kívül a geofizikai kutatások alkalmazására. A feltárást megfelelő értékelése biztosítható lenne azáltal, hogy kiragadott területrészek helyett nagyobb egységeket lehetne értékelni. A kavicskutató munkáknál a termelési fázisban 50 m-es hálózatban javasolható feltárási létesítmények telepítése és nyugodt település esetén a fúrásoknak kb. fele geofizikai mérésekkel helyettesíthető.

Az egyes kutatási fázisokban telepítendő fúrások és geofizikai mérések távolságát, a feltárási pontok sűrűségét a 2.sz. táblázat és a 7.a., 7.b. ábra mutatja.

2. sz. táblázat

A kavicskutató fázisa	Fúrás		Geofizika	
	Fúrás	Fúrás pontok Távolsága (m)	Geofizikai mérőállomások Távolsága (m)	sűrűsége db/km ²
Felderítő		500—1000	300—1000	1—10
Előzetes		250—600	250—400	6—40
Részletes		100—300	50—200	25—400
Üzemi		50—250	—	—

2. sz. táblázat. A fúrás és geofizikai mérési pontok távolsága a különböző kutatási fázisokban.



7. a) b) ábra. A fúrások (a) és geofizikai mérési pontok (b) távolsága és sűrűsége a kutatási fázisokban

4. Minőségi vizsgálatok

A feltárás keretében a kavics termelésre, ill. felhasználásra való közvetlen alkalmasságát, az előkészítő munka szükségességét és annak jellegét a minőségi vizsgálatok döntenek el. A feltárás keretében minőségi vizsgálatok fokozatosságát is biztosítani kell és a kavicselőfordulás mennyiségi és minőségi jellemzőinek vizsgálatánál és a termelést befolyásoló egyéb körülmények feltárásával összhangot kell teremteni. Anélkül, hogy az egyes vizsgálatok részletes értékelését és az eredmények minősítő szerepét érintenénk, az alábbiakban a kavicsfeltárásnál végzendő vizsgálatokat — kizárólag az áttekinthetőség érdekében — soroljuk fel, mellőzve a vizsgálatoknak a kavics minőségére vonatkozó hatását.

a) Fizikai jellemzők. A kavics felhasználhatóságát leginkább szemcseösszetételéből ítélni lehet meg. A szemmegoszlási vizsgálatokat Tyler rendszerű szitasorral kell végezni.

A jobb áttekinthetőség érdekében az egyes fúrások anyagából, majd Vincze L. módszerével az egyes területrészekre vonatkozóan átlagos szemcsemegoszlási görbét kell szerkeszteni. Az átlagosított eredményekből a kavics *finomsági jellemzőjét* is meg kell határozni. A közvetlen felhasználhatóságot a kavics *iszaptartalma* befolyásolja. Mivel az értékelést *térfogat* %-ban kell végezni, a szemcsemegoszlási vizsgálatok eredményét ennek megfelelően kell értékelni.

b) Ásványtani jellemzők. A kavicselőfordulás anyagának ásványtani vizsgálata mind a földtani értékelés, mindpedig a minőségi jellemzéshez szükséges. Az ásványos összetételben különösen jelentős a *csillám*, *földpát* mennyiségének meghatározása. A *nehézasvány- és koptatottsági* vizsgálatok inkább a földtani kép tisztázásához szükségesek.

c) A kémiai jellemzők közül legjelentősebbek a *szervesanyag-* és *kéntartalom*,

továbbá a mésztartalom előfordulási arányának meghatározása, mivel ezek az összetevők a felhasználás lehetőségét csökkentik, esetleg kizárják.

d) A kavics termelését befolyásoló körülményeket a tapadóképeség, míg a fedő-

anyag leművelésének várható körülményeit a talajfizikai vizsgálatok (I_p) jellemzik.

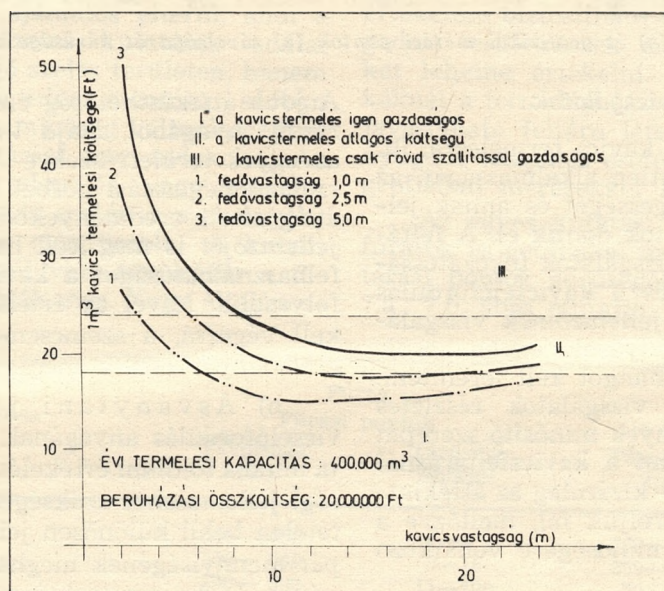
A jobb áttekinthetőség érdekében a kutatás különböző fázisában végzendő vizsgálatokat a 3. sz. táblázat tartalmazza.

3. sz. táblázat

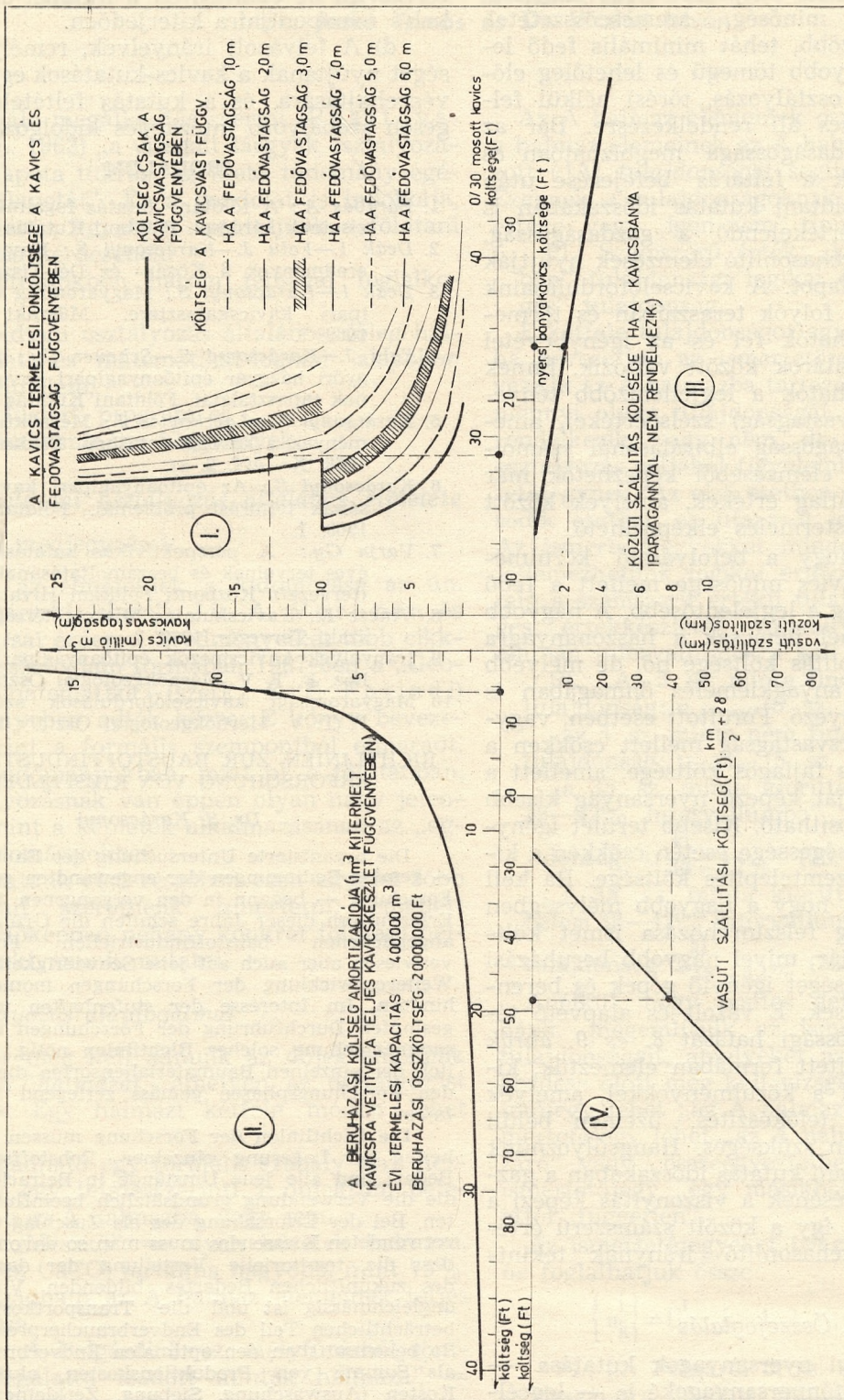
KAVICSFELTÁRÁSI MINŐSÍTŐ VIZSGÁLATAI

A vizsgálatok		A földtani kutatás fázisa			
jellege	fajtája	felderítő	előzetes	részletes	üzemi
Talajfizikai	Szemelvizsgálat				
	rétegenkénti	+	+	+	-
	fúrasi átlag	-	+	+	+
	területi átlag	-	-	+	+
	Iszaptartalom térf. %				
	rétegenkénti	-	+	+	-
	fúrasi átlag	-	-	+	+
	területi átlag	-	-	+	+
	Finomsági modulus				
rétegenkénti	-	+	-	-	
fúrasi átlag	-	-	+	-	
területi átlag	-	-	+	+	
Földtani	Kőzetvizsgálat				
	Földpát	Tájékoztató	részletesebb	-	-
	Csillámtart.	jelleggel	átlag minden	-	-
	Nehézsásvány	területenként	harmadik fúrásból	-	-
	Koptatottsági	2-3 db mintából		-	-
Kémiai	Szervesanyagtart.	-	részletesebb	ellenőrző	-
	Szulfáttartalom	-	-	-	-
	CaCO ₃ tartalom	-	tájékoztató	-	-

3. sz. táblázat. A kavicskutatás során végzendő vizsgálatok áttekintő táblázata.



8. ábra. A kavics termelés gazdaságosságának irányértékei



5. Gazdasági kérdések

A kavicstermelés sajátossága, hogy a gazdaságossági kérdést döntően a fogyasztói ár befolyásolja. Így a fejlesztés keretében elsőd-

leges cél, hogy az újabb bányanyitásokra a fogyasztóhelyek közelében kerüljön sor. Mind ezen felül azonban természetesen az is kívánalom, hogy a kavicstermelés önmagában is gazdaságos legyen, vagyis az adott körülmé-

9. ábra. A kavicstermelés önköltsége, és a termelést befolyásoló egyéb körülmények hatása a kaviccs árára. A kavicstermelés költsége (I. + II.), a kaviccs ára a feladólomáson (I. + II. + III.) és a fogyasztási helyen (I. + II. + III. + IV.)

nyek között a bányanyitás olyan helyen történjen, ahol a kavics települése (fedővastagság, kavicsvastagság, minőség, szemcseösszetétel, stb.) a legkedvezőbb, tehát minimális fedő letermelésével nagyobb tömegű és lehetőleg előkészítés (mosás, osztályozás, törés) nélkül felhasználható kavics áll rendelkezésre. Bár az igénybevétel gazdaságossága megbízhatóan és számszerűen csak a feltárás befejezése után elemezhető, a földtani kutatás időszakában is vizsgálendő és értékelendő a gazdaságosság, amelyhez az összehasonlító elemzések nyújtják a legbiztosabb alapot. A kavicselőfordulásaink legnagyobb részt folyók teraszaiban és törmelékújában tárhatók fel és az igénybevétel feltétele adott határok között változik. Ennek alapján megtalálhatók a legjellemzőbb tényezők (fedő-kavicsvastagság) szélsőértékei, amelyekkel a gazdaságosság elbírálásánál számolnunk kell. Ezek elemzéséből képezhetők már olyan határ és átlag értékek, amelyek között gazdaságos kavicstermelés elképzelhető.

Nyilvánvaló, hogy a befolyásoló körülmények közül a kavics minősége mellett a fedő és kavicsvastagság a legjelentősebb. A nagyobb vastagságú fedőnél nemcsak a haszonanyagra eső meddő eltávolítás költsége nő, de mélyebb szintről történő anyagkiemelés önmagában is költségnövelő tényező. Fordított esetben, vagyis nagyobb kavicsvastagság mellett csökken a meddő kitermelés fajlagos költsége, amellel a bányanyitás alapját képező nyersanyag kisebb területről is biztosítható. Kisebb terület igénybevételének szükségessége esetén csökken a kizsajátítás és az üzemtelepítés költsége. Rá kell azonban mutatni, hogy a nagyobb mélységben lévő haszonanyag felszínrehozása ismét költségemelkedéssel jár, mivel nagyobb beruházási és üzemelési költséget igénylő gépek és berendezések szükségesek. E vázolt és alapvető tényezők gazdaságossági hatását 8. és 9. ábrák szerint egyszerűsített formában elemeztük, kiegészítve azokkal a körülményekkel, amelyek számításbavétele (előkészítés, üzem belüli szállítás) általában szükséges. Hangsúlyoznunk kell, hogy a földtani kutatás időszakában a gazdaságosság elemzésének a viszonyítás képezi a legfőbb formáját, így a közölt számszerű értékek csupán összehasonlító iránynak tekinthetők.

6. Összefoglalás

a) Az ásványi nyersanyagok kutatása — ezen belül az építőnyersanyagoké is — legcél-szerűbben az egyes nyersanyag-féleségekre lebontott és a kutatási fázisaira vetített *egységes irányelvek* alapján történhet.

b) Az egységes irányelvek különösen még az építőanyagipari kutatásoknál hiányoznak, így a cél, hogy azok mielőbb kialakuljanak.

c) A kavicsmezők építőanyag nyerése céljából történő feltárási irányelveit az F. T. V.

széles körű tapasztalatai alapján kíséreltük meg felvázolni az előkészítés, a kutatás és az értékelés szempontjaira kiterjedően.

d) A felvázolt irányelvek, reméljük segítséget nyújtanak a kavics-kutatások egységesebb végrehajtására, és a kutatás feltételeit véglegesen szabályozó intézkedés kidolgozására.

IRODALOM

1. Barabás A.: A földtani kutatás fogalmának és fázisainak kérdései. Földtani Kutatás, 1966. 3. sz.
2. Deák I.—Falu J.—Karácsonyi S.: Kavics feltérési eredmények a Közép- és Dél-Tiszántúlon.
3. Deák I.—Karácsonyi S.: Magyarország építőanyagipari kavicskatasztere. Műszaki Tervezés 1969. 7.
4. Falu J.—Karácsonyi S.—Scheuer Gy.: A tervezett győri házgyári építőanyagipari kavicsfeltérésének tapasztalatai. Földtani Kutatás, 1967. X. 4.
5. Karácsonyi S.—Laczkovics J.: Mérnökfizikai eredmények a kavicskutatásban. Földtani Kutatás, 1968. X. évf. 2. sz.
6. Karácsonyi S.: Az építőanyagipari kavics kutatásának feltérési problémái. Földtani Kutatás, 1969. I.
7. Varju Gy.: A perspektivikus kutatások fogalma éves terveinek és beszámoltatásának rendszere (tervezet). Központi Földtani Hivatal, 1966.
8. Vincze L.: Kavicskutatás Miskolc térségében. Műszaki Tervezés, 1968. 7.
9. Irányelvek kavicsmezők építőanyagipari kutatásához. F. T. V. Mérnökgeológiai Osztály, 1967.
10. Magyarországi kavicselőfordulások számbavétele. F. T. V. Mérnökgeológiai Osztály, 1967.

RICHTLINIEN ZUR BAUSTOFFINDUSTRIELLEN ERFORSCHUNG VON KIESFELDERN

Dr. S. Karácsonyi

Die organisierte Untersuchung der Baumaterialien — gemäß Bedingungen der angewandten geologischen Forschung — begann in den vergangenen Jahren. Die Erfahrungen dieser Jahre schufen die Grundlagen der angelegenen baustoffindustriellen Forschungen, verwiesen aber auch auf jene Schwierigkeiten, die die Weiterentwicklung der Forschungen momentan verhindern. Im Interesse der stufenhaften und gleichgesinnten Durchführung der Forschungen ist die Zusammenstellung solcher Richtlinien nötig, die bezüglich der einzelnen Baumaterialiensorten die Aufgaben den Forschungsphasen gemäß zerlegend zusammenfassen.

Die Richtlinien der Forschung müssen die Eigenheiten der Lagerung einzelner Rohstoffsorten, den Bedarf und alle jene Umstände in Betracht nehmen, die die Verwendung grundsätzlich beeinflussen könnten. Bei der Erforschung des als Zuschlag des Betons verwendeten Kiessendes muss man so davon ausgehen, dass die, territoriale Verteilung der das vielfache des zukünftlichen Bedarfes bildenden Vorräte sehr ungleichmässig ist und die Transportkosten einen beträchtlichen Teil des Endverbraucherpreises bilden. So bekommt man den optimalen Endverbraucherpreis als Summe von Produktionskosten, accessorischen Kosten (Auswaschung, Siebung, Zerkleinerung) und Transportkosten. Auch im Rahmen der Kiesforschung muss man die Forschungsarbeiten auf einen grösseren Gebiet beginnen und mit stufenweiser Verengung einerseits das beste Gebiet abgrenzen, andererseits innerhalb dessen die Vorräte quantitativ und qualitativ bestimmen.

Für die zweckmässig zu durchführenden Qualitätsprüfungen gibt es Tabellen, für die wirtschaftlichen Vergleiche stehen graphische Darstellungen zur Verfügung.

Néhány a földtanban alkalmazható egzakt osztályozási módszer*

Irták: Jaskó Tamás és Dr. Viczián István

Egy találó megállapítás szerint (Pusztovarov, N. L. 1962) „a vizsgált tárgyak osztályozásának állapota tükrözi az illető tudomány egészének állapotát”. Ez a gondolat is indokolja, hogy különös figyelmet szenteljünk a földtani osztályozás kérdésének.

Ismertetésünkben három témával foglalkozunk:

1. a földtani osztályozás általános, főleg halmozelméleti és matematikai-logikai alapokon nyugvó elmélete,

2. a „cluster” program és

3. a diszkrimináns függvények.

1. A földtani osztályozás általános elmélete

Bevezető megjegyzések

Ennek az elméletnek a kidolgozása az ún. „novoszibirszki iskola”, Ju. A. Voronin és munkatársai érdeme. Eredményeiket több cikkben és összefoglaló formában 1967-ben a „Geologija i matematika” (szerk.: É. É. Fotiadi) című könyvben adták közre. E könyv bevezetése szerint a formális szempontból elmaradt, „leíró” tudományokban, mint pl. a földtanban, az osztályozásnak van éppen olyan nagy jelentősége, mint a képletek alkalmazásának az „egzakt” tudományokban.

Dolgozatunk első részében ezen elmélet főbb gondolatait szeretnénk ismertetni, emellett illusztrációképpen néhány konkrét földtani példát is be kívánunk mutatni.

Az osztályozás alapfogalmai

Először meg kell adnunk az objektumoknak azt az A halmazát, amelyen az osztályozást végezzük. Egy halmazt kétféle módon lehet megadni:

1. Megadható egy formális szabály arra nézve, hogy egy tetszőszerinti x objektum beletartozik-e az A halmazba, vagy sem.

Pl.: „Mészkö” = olyan kőzetek halmaza, amelyek CaCO_3 tartalma nagyobb, mint 75%.

2. Megadható az A halmaz elemeinek teljes felsorolása.

Pl.: „A Polgárdi 3. sz. mélyfúrásból röntgenvizsgálatra leadott minták halmaza” = 2., 3., 4., ..., 63. sz. minta.

Az 1. megadási mód fogalmak segítségével és a nomenklatura közvetítésével történik, de e kérdésekre a formális tárgyalás keretében nem kell kitérnünk.

Az A halmaz elemeinek osztályokba sorolása a halmaz elemeinek az A halmazon meghatározott $\varphi[A]$ tulajdonságai segítségével történhet. Ezeknek a tulajdonságoknak lehet számszerű értéke, vagy „igen-nem” típusú logikai értéke.

Pl.: Számszerű érték: „klorit-tartalom %/ban” tulajdonság; logikai érték: „finomréteges” tulajdonság.

E kétféle tulajdonságot együtt tárgyalhatjuk, ha bevezetjük az *ismertetőjegy* fogalmát. Nevezük az A halmazba tartozó a objektum valamennyi olyan tulajdonságát, amellyel az vagy rendelkezik, vagy nem, de amelyet az adott osztályozás céljából figyelembe vettünk, ismertetőjegynek. Az első esetben az $u(a) = 1$, a második esetben az $u(a) = 0$ jelölést használjuk. Az ismertetőjegyekkel minden további nélkül jellemezhetünk logikai értékű tulajdonságokat, míg a számszerű értékű tulajdonságok lehetséges értékészletét valamilyen meg gondolás alapján intervallumokra kell bontani.

Pl.: „Az 5. sz. minta finomréteges” logikai tulajdonság: $u_{\text{finomr.}}(5. \text{ sz. m.}) = 1$;

„az 5. sz. minta nem finomréteges” logikai tulajdonság: $u_{\text{finomr.}}(5. \text{ sz. m.}) = 0$;

„a 33. sz. minta klorittartalma belesik a 38—42% intervallumba” számszerű tulaj-

donság: $u_{38-42\%}^{\text{kl}}(33. \text{ sz. m.}) = 1$;

„a 33. sz. minta klorittartalma nem esik bele a 38—42% intervallumba” számításszerű

tulajdonság: $u_{38-42\%}^{\text{kl}}(33. \text{ sz. m.}) = 0$.

Anélkül, hogy pontos definícióikat megadnánk, megemlítjük az ismertetőjegyek azon tulajdonságait, amelyeket az osztályozás megkezdése előtt meg kell vizsgálnunk: egy ismertetőjegy lehet „az A halmazt felosztó”, két ismertetőjegy lehet „az A halmazon egymást kizáró” vagy „összeegyeztethető”, ill. lehet egy ismertetőjegy „egy másiktól következő” vagy attól „független”.

Az ismertetőjegyeket *ismertetőjegykészletek*-be foglalhatjuk össze:

$$\left\{ u_k^i \right\} = U^i, \quad k = 1, 2, \dots, n(i).$$

Pl.: „A Polgárdi 3. sz. mélyfúrás röntgenvizsgálatra leadott mintáinak halmazát” a következő ismertetőjegykészletekkel jellemeztük:

$$U^{\text{kl}} = \left\{ u_{23-27}^{\text{kl}}, u_{28-32}^{\text{kl}}, u_{33-37}^{\text{kl}}, u_{38-42}^{\text{kl}}, u_{43-47}^{\text{kl}}, u_{48-52}^{\text{kl}} \right\}$$

* Előadásként elhangzott: az MFT Matematikai-Földtani Szakcsoport 1970. január 30-i ülésén.

tetőjegyének sorszáma, amely 1 értéket vesz fel, ha az a elem beletartozik az A_p osztályba.

Pl.: Az ismertetőjegykészleteknél példaként említett 33. sz. minta adatait felhasználva annak az osztálynak a meghatározó szimbóluma, amelybe a 33. sz. minta tartozik:

$$L = (4, 4, 3).$$

(Lásd még: 1. táblázat.)

2. Megadhatók az osztályok az ismertetőjegyek táblázata formájában,
3. fa-gráffal,
4. pontokkal az l -dimenziós ismertetőjegytervetületein és
5. Boole-függvényekkel is.

Ez utóbbiak részletezésére most nem térhetünk ki, csak megemlítjük, hogy az adatok mennyisége és a választott cél szerint érdemes a felsorolt lehetőségek közül választani Nagyszámú adat gépi feldolgozására az 5. megadási mód a legalkalmasabb.

Ha az $[A:U]$ felsorolásos osztályozás osztályait valamilyen szempont szerint összevonjuk, azaz „magasabb rendszertani kategóriákat” akarunk kapni, az így keletkező $\{[A:U]\}$ partíciót az $[A:U]$ -ből származtatott felsorolásnak nevezzük. Célszerű ezt az összevonást úgy végezni, hogy valamilyen távolságfüggvényt definiálunk az egyes osztályok között, és azokat az osztályokat, amelyekre ennek a távolságfüggvénynek az értéke valamilyen előre megválasztott küszöbértéknél kisebb, összevonjuk. (A cikk második részében erre lesz példa a „cluster” analízis.)

Pl.: Az 1. táblázat adatait felhasználva, a távolságfüggvényt a meghatározó szimbólumok közötti vektoriális távolsággal definiálva és a küszöbértéket 1-nek véve az így származtatott felsorolásban a következő osztályokat különböztethetjük meg:

$$A_{164}, A_{182}, A_{263}, A_{281}, A_{374}, A_{353}, A_{416}, \\ A_{434}, A_{524}, A_7,$$

ahol q az összes fennmaradó meghatározó szimbólum.

Az a példának vett halmaz speciális tulajdonsága, hogy 9 osztálya olyan „távol” volt egymástól, hogy a származtatott felsorolásban is megőrizték különállásukat, míg a fennmaradó 15 mind egy nagy osztályba volt összevonható (A_7). Az osztályok száma 24-ről 10-re csökkent le.

Ha a küszöbértéket 1 helyett 2-nek választjuk, az előbbi feltételek mellett már csak három származtatott osztály marad:

$$A_{182} + 281, A_{416} \text{ és } A_7,$$

ahol r az összes többi meghatározó szimbólum.

1. táblázat

PÉLDA AZ OSZTÁLYOK MEGHATÁROZÓ SZIMBÓLUMMAL VALÓ MEGADÁSÁRA (Polgárdi 3. sz. mélyfúrás pannóniai korú, röntgenvizsgálatra leadott mintái, ld.: Viczián, I. 1970).

A_p osztály (L_p)	a elem (mintaszám)
1, 6, 4	30.
1, 8, 2	12.
2, 6, 3	3.
2, 8, 1	46.
3, 4, 4	51.
3, 5, 3	8., 28., 34.
3, 6, 2	17.
4, 1, 6	2.
4, 3, 4	19.
4, 4, 3	22., 26., 33., 42.
4, 5, 2	4., 9., 15., 21., 23., 25., 50.
4, 6, 1	47., 63.
4, 6, 2	37.
5, 3, 2	14., 29.
5, 3, 3	5., 7.
5, 4, 1	24.
5, 4, 2	10., 13., 16., 20., 27., 32., 38., 39., 40., 41., 43., 44., 45., 61., 62.
5, 4, 3	6.
5, 2, 4	11.
5, 5, 1	18., 51., 54., 55., 56., 57., 58.
5, 5, 2	35., 48., 53.
6, 3, 1	60.
6, 4, 1	59.
6, 4, 2	36., 49., 52.

A földtani osztályozás determinisztikus elmélete fő feladatait röviden a következőkben foglalhatjuk össze: Az ismertetőjegyrendszerek elemzése abból a célból, hogy a kísérleti metodikának és a tartalmi követelményeknek legjobban megfelelő, optimális felsorolásos osztályozásokat kapjunk, és ezeket, valamint a belőlük származtatott osztályozásokat minimális számú logikai változóval tudjuk leírni. Ez utóbbi követelményt az ún. *minimizálás* műveletével valósíthatjuk meg.

Pl.: Kimutatható, hogy a fenti ismertetőjegyek számát 18-ról megfelelő módon 11-re csökkentve az A halmaznak az így kapott partíciója ekvivalens marad az A halmaznak (a Polgárdi 3. sz. mélyfúrás röntgenvizsgálatra leadott mintáinak) az 1. táblázatban megadott partíciójával, vagyis pl. kevésbé pontos kloritmeghatározás is elég lett volna a halmaz ugyanilyen részletességű felosztásához.

Diagnosztikus osztályozás. Az osztályozás valószínűségi elméletének fő feladatai

Legyen adva az A halmaz egy U ismertetőjegyrendszer szerinti $[A:U]$ partíciója az

$$A_1, A_2, \dots, A_{N(U)}$$

osztályokra és az A halmaz egy másik U' ismertetőjegyrendszer szerinti $[A:U']$ partíciója az

$$A'_1, A'_2, \dots, A'_{N'(U')}$$

osztályokra. Ha azt a kérdést, hogy az A hal-

maz egy a eleme beletartozik-e $[A:U']$ egy A'_i osztályába, úgy döntjük el, hogy előzetesen meghatározzuk, hogy ez az elem beletartozik-e $[A:U]$ egy A_i osztályába, akkor ezt a műveletet *diagnózisnak*, $[A:U]$ -t diagnosztizáló, $[A:U']$ -t pedig diagnosztizált particiónak nevezzük.

Pl.: Legyen $[A:U]$ a „Polgárdi 3. sz. mélyfúrásból röntgenvizsgálatra leadott minták halmazának” az

$$U = \{ U^{kl}, U^{il}, U^{mm} \}$$

ismertetőjegyrendszer szerinti particiója.

Legyen ugyanennek a halmaznak a keletkezési körülményeket jelző valamilyen másik U' ismertetőjegyrendszer szerinti particiója: $[A:U']$. (Itt az egyes ismertetőjegykészletek lehetnek pl. „a parttól való távolság”, „sótartalom”, „behordott anyag mennyisége”, „lehordási terület jellege”, „hőmérséklet” stb.) Legyenek e partició A'_i osztályai:

$A'_1 =$ „láp”, $A'_2 =$ „mélyláp”, $A'_3 =$ „laguna”, $A'_4 =$ „sekély szublitorális”, $A'_5 =$ „mély szublitorális”.

(Jámbor Á. 1968. beosztása szerint), ahol minden osztályt a fenti készletekből vett ismertetőjegyek egy-egy kombinációja jellemez.

Ekkor, ha az agyagásványtartalomtól a keletkezési körülményekre következtetünk, úgy fejezhetjük ki, hogy az agyagásványtartalom ismertetőjegyrendszere szerinti particióval diagnosztizáljuk a keletkezési körülmények ismertetőjegyrendszere szerinti particiót.

E példa is mutatja, hogy a diagnózis a földtan egyik alapvető jelentőségű módszere.

Ahhoz, hogy a diagnózis különböző eseteit áttekinthessük, minden particióra definiáljuk

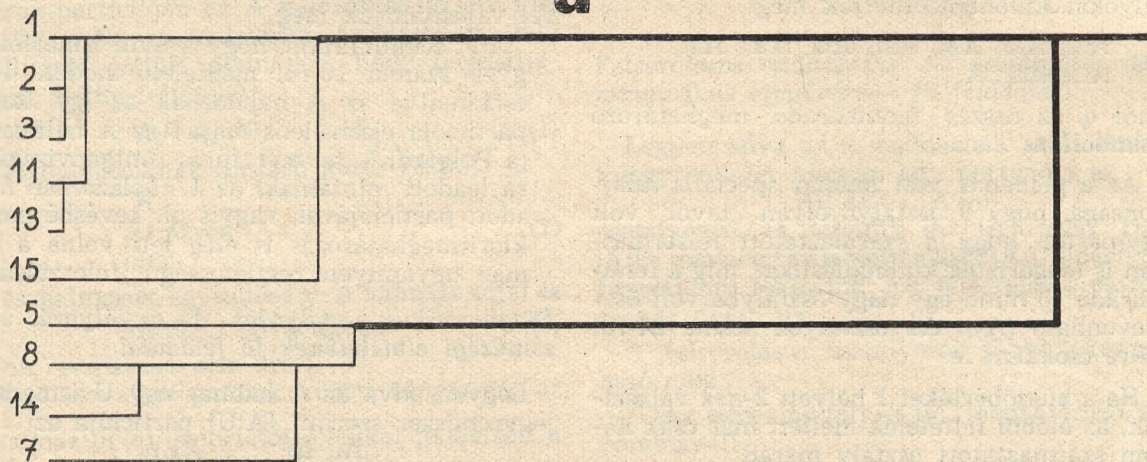
tunk egy-egy entrópia-jellegű mennyiséget, amely az illető felosztás határozatlanságának mértéke, és ezek összehasonlításával dönthetünk a diagnózis lehetőségéről, ill. hatékonyságáról. Végző fokon az *osztályozás valószínűségi elméletének* fő feladata az optimális diagnosztikus eljárás algoritmusának kidolgozása.

2. „Cluster” analízis

A felsorolásos osztályozások fentemlített összehasonlási módszerét alkalmazhatjuk pl. ott, ahol a tulajdonságok sokféle számszerű értéket vehetnek fel, és ezek finom intervallumokra bontásával minden objektum külön osztályba kerülne. Ilyen összevonásra alkalmas számítógépi módszer a „cluster” analízis (fürtös csoportosítás). Első lépcsőjében minden elempárra kiszámítunk egy r_{ij} hasonlósági mérőszámot, amely megadja, mennyire közel áll egymáshoz az i -edik és j -edik objektum. Több ilyenféle mérőszám van, pl. a korrelációs együttható, az n -dimenziós térbeli távolság, az (n -dimenziós) vektorok közötti szög koszinusza stb. Alább bemutatandó példánkban a korrelációs együtthatót használtuk ilyen számként, de a feladat jellegétől függően más esetekben egy másik mérőszám esetleg kissé eltérő, jellemzőbb felbontást adhat. Ha n db. objektumból indulunk ki, ez a számítás egy $n \cdot n$ számból álló táblázatra, ún. hasonlósági mátrixra vezet, amely szimmetrikus az átlóra nézve.

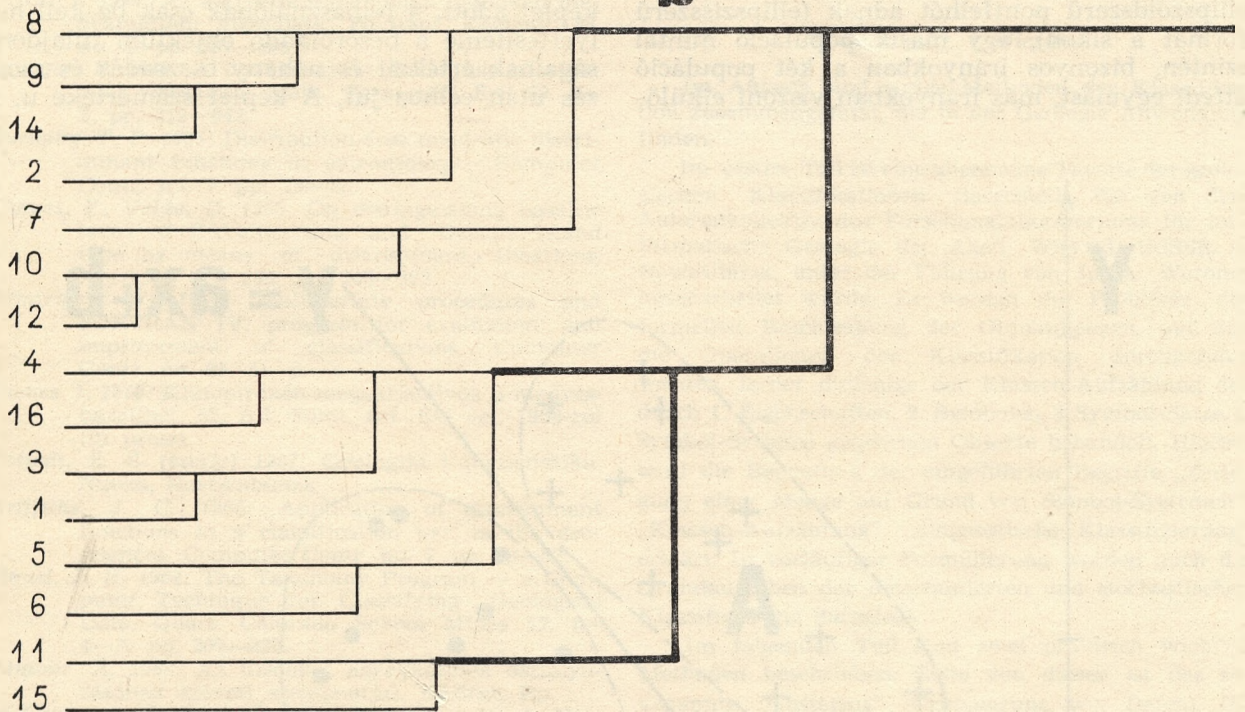
Következő fázis ezután az objektumok csoportokra bontása a hasonlósági mátrix alapján (erre külön számítógépi programot dolgoztunk ki). Először a két leghasonlóbb (legkisebb távolságú, legnagyobb korrelációs együtthatójú stb.) objektumot soroljuk egy csoportba, a hasonló-

a



1. ábra. A cluster program eredményei (fadiagramok) a) A mecseki Sásvölgy a-triász kőzeteinek komponensei (Nagy E. 1969 adatai alapján), b) A Budai-hegységi földolomit komponensei (Brugger 1940. adatai alapján).

Jelmagyarázat: 1. SiO_2 , 2. TiO_2 , 3. Al_2O_3 , 4. Fe_2O_3 , 5. MnO , 6. CuO , 7. MgO , 8. CaO , 9. SrO , 10. Na_2O , 11. K_2O , 12. $-H_2O$, 13. P_2O_5 , 14. CO_2 , 15. SO_3 , 16. oldhatatlan maradék

b

sági táblázatban pedig összevonjuk soraikat ill. oszlopaikat, vagyis egyetlen objektumként kezeljük őket tovább. Most megkeressük a következő legközelebb álló párt, és ugyanígy egy csoportba vonjuk őket össze. Így fokozatosan minden lépésben egy-egy objektumot, vagy objektumcsoportot új csoportba összevonva és a táblázatot egyszerűsítve haladunk. Számítógéppel végezve a műveletet a gép minden lépés után kiírja az összevont objektumok sorszámát és hasonlóságuk mértékét (ld. 1. ábra). Ez az eljárás addig folyik, míg végül valamennyi objektumot egy csoportba vontunk össze (persze minden összevonásnál egyre kevésbé hasonló tagokat vonunk össze). A számítógép végül ezeket a csoportokat hierarchikusan elrendezi és kirajzolja a „fadiagramot”, amelynek minden ága egy-egy objektumban végződik, az ágak egyesítésével keletkezett csoportok rokonsági fokát pedig a szétválás helye mutatja (mennél később válik szét két ág, annál inkább rokonok). Ha két szétágazás helye között egy küszöbértéknél kisebb az eltérés, a számítógép egyberajzolja őket többszörös elágazásként.

Pl.: Az 1. ábrán látható két fadiagram a kőzetek egyes vegyi alkotóinak viselkedés szerinti csoportosítását mutatja be két elemzéscsoportban. Az első példa a mecseki Sásvölgy alsó-triász képződményeinek komponenseit mutatja. Világosan kivehető a két legfontosabb csoport elkülönülése, a szilikátos és karbonátos fázisé. A „szilikátos” cso-

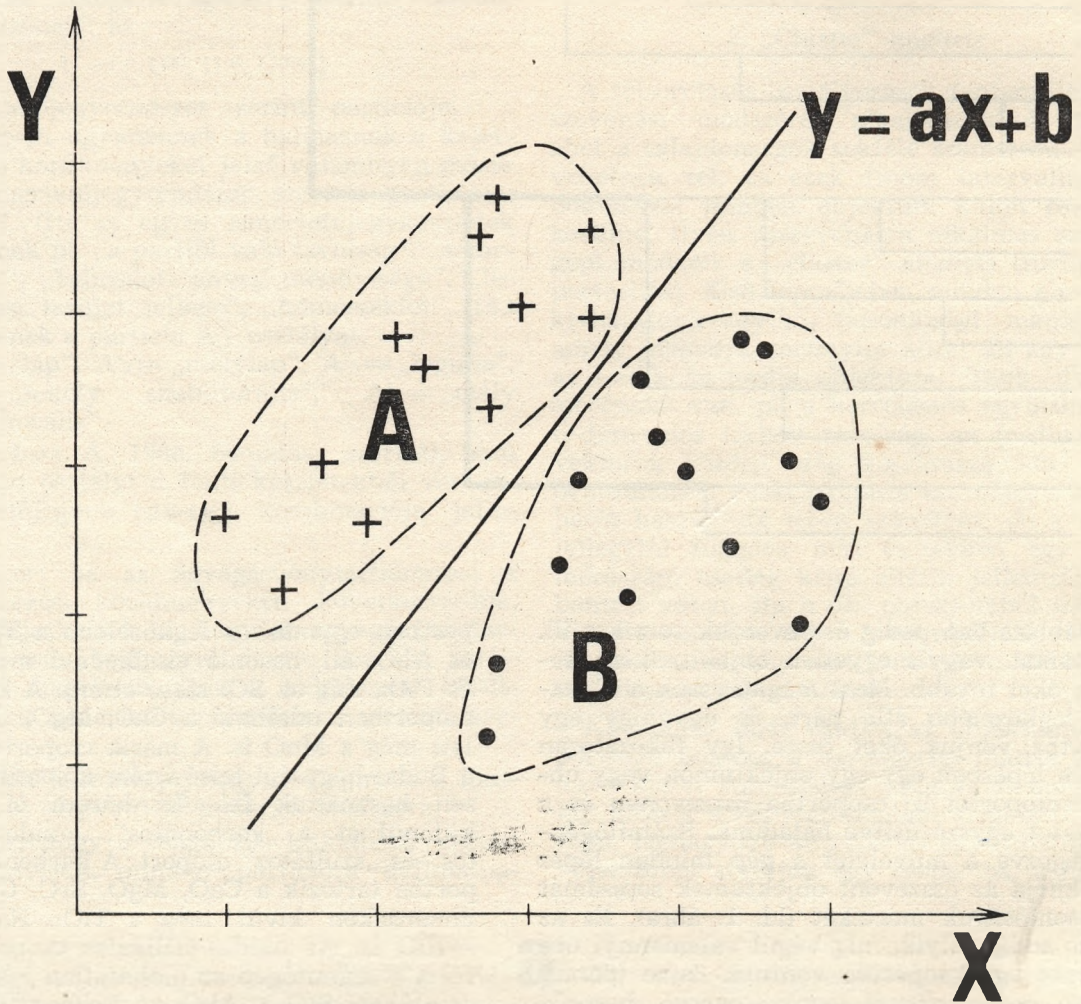
portban egymáshoz legközelebb a TiO_2 , SiO_2 és Al_2O_3 áll, hasonló viselkedésű még a K_2O és P_2O_5 , míg az SO_3 kissé eltérő. A karbonát-csoportban található a CaO , MgO , CO_2 mellett még a MnO is. A másik csoportosításhoz a Budai-hegységi felső-triász dolomit elemzéseit használtuk fel. Itt három fő csoport különül el: a „karbonátos”, „oxidos-szilikátos” és „szulfátos” csoport. A karbonátos csoportba tartozik a CaO , MgO , SrO , CO_2 komponenseken kívül még a TiO_2 , Na_2O és a $-\text{H}_2\text{O}$ is. Az oxidos-szilikátos csoportba sorolta a számítógép az oldhatatlan maradékot, az oldható SiO_2 -t, Al_2O_3 -at, Fe_2O_3 -at és külön, kisebb csoportként az MnO , CuO komponenseket. A K_2O és SO_3 különválnak az előbbi fő csoporttól, de az oxidos-szilikátos csoporthoz közelebb áll.

3. Diszkrimináns függvények

A diagnosztizáló osztályozások egyik gyakorlati esetében, amikor a diagnosztizált felosztás osztályait úgy adjuk meg, hogy felsorolunk néhány beléjük tartozó objektumot, *diszkrimináns függvényeket* használhatunk az ismeretlen hovatartozású objektumok besorolására. A már ismert (valamelyik populációba tartozó) objektumokon és a még csak most besorolandó objektumokon is mérjük ugyanazt az n db. tulajdonságot. Minden egyes objektumot, vagyis minden n -dimenziós megfigyelést ábrázolhatunk az n -dimenziós tér egy pontjaként, úgy, ahogyan

a kétváltozós megfigyeléseket ábrázolhatjuk a síkon. Ebben a térben egy populáció mintái ellipszoidszerű pontfelhőt adnak (ellipszoidszerű formát a síkon), egy másik populáció mintái szintén, bizonyos irányokban a két populáció átfedi egymást, más irányokban viszont elkülö-

A módszer előnye, hogy csak a diszkrimináns függvény előállítására igényel számítógépet. Ha a képlet adott, a felhasználónak csak be kell helyettesítenie a besorolandó objektum tulajdonságainak értékeit és néhány összeadás és szorzás után célhoz jut. A képlet számértéke u. i.



2. ábra. Diszkrimináns függvény elhelyezkedése (kétdimenziós elvi vázlat). Jelmagyarázat: X, Y tulajdonságok (koordinátatengelyek); A, B populációk; $y = ax + b$ az elválasztó diszkrimináns függvény.

nül. A diszkrimináns analízis feladata, hogy találjon egy olyan egyenletet (a változók egy lineáris ill. kvadratikus kombinációját), amely megad egy a két halmazt effektíven elválasztó felületet. A számítás módszere a többszörös regresszióhoz hasonló.

Először megvizsgáljuk a populációk különbözőségét sokdimenziós átlagaik „távolságaként”. Ha megállapítottuk különbözőségüket, vagyis, hogy átlagaik jobban különböznek, mintsem az a mintavétel véletlen hibája volna, kiszámítjuk a két populációt elválasztó felület egyenletét. A további, ismeretlen mintákat ezután már sokdimenziós „helyük” kiszámításával könnyen a megfelelő csoportba sorolhatjuk.

azt adja meg, hogy az objektum a felület melyik oldalára esik, vagyis melyik populációhoz tartozik. Diszkrimináns függvényeket két-től több populáció elkülönítésére is használnak (Burnaby 1963).

A földtanban már az ötvenes években kezdtek alkalmazni ezt az eljárást például kőolaj-tartalmú és meddő szintek, törmelékeny kőzet-fáciesek, érc-tartalmú és meddő képződmények, különböző provinciába tartozó bazaltos kőzetek stb. szétválasztására (Griffiths 1966, Demirmen 1969), hogy a sok példa közül csak néhányat említsünk. Az eredmények felhasználására az utóbbi időben több hazai példa is van (Bérczi 1969, Dieneš 1970).

T. Jaskó, Dr. I. Viczián

- Eérczi I.* 1969: Az algyői felsőpannoniai homokkő üledékföldtani vizsgálata. Földtani Közlöny 99. no. 4. pp. 337—350.
- Brugger, F.* 1940: A budakörnyéki dolomitok kőzetkémi vizsgálata. Math. Term.-tud. Ért. 59. no. 2. pp. 619—642.
- Burnaby, T. P.* 1963: Distribution-free quadratic discriminant functions in paleontology. Computer Contr. no. 7. pp. 70—77.
- Chayes, F., Veide, D.* 1965: On distinguishing basaltic lava; of Circumoeanic and Oceanic-Island type by means of discriminant functions. Amer. J. Sci. 263. pp. 206—222.
- Demirmen, F.* 1969: Multivariate procedures and FORTRAN IV. program for evaluation and improvement of classifications. Computer Contr. no. 31. 51. p.
- Dienes I.* 1970: Klinopiroxén megakristályok a medvési bazaltból. M. Áll. Földt. Int. Évi Jel. 1969-ről (in press).
- Fotiadi, É. É. (szerk.)* 1967: Geologija i matematika. Nauka, Novoszibirszk.
- Griffiths, J. C.* 1966: Application of discriminant functions as a classification tool in the geosciences. Computer Contr. no. 7. pp. 48—52.
- Howd, F. H.* 1964: The Taxonomy Program — a Computer Technique for Classifying Geological Data. Quart. Colorado School Mines 59. no. 4—A. pp. 207—223.
- Jámbor A.* 1968: Az üledékes agyagkőzetek osztályozásának szövevi szempontjai. Kézirat, Bp.
- McCammon, R. B.* 1958: The Dendrograph: A New Tool for Correlation. Geol. Soc. Amer. Bull. 79. no. 11. pp. 1663—1670.
- Nagy E.* 1969: A Mecsek hegység triász időszaki képződményei. M. Áll. Földt. Int. Évk. 51. no. 1. 198. p.
- Parks, J. M.* 1966: Cluster analysis applied to multivariate geological problems. J. Geol. 74. no. 5/2. pp. 703—715.
- Pusztovarov, N. L.* 1962: [Id.: Fotiadi, É. É. (szerk.) 1967.]
- Sokal, R. R., Michener, C. D.* 1958: A Statistical Method for Evaluating Systematic Relationships. Univ. Kansas Sci. Bull. 38. no. 2. pp. 1409—1438.
- Valentine, J. W., Peddicord, R. G.* 1967: Evaluation of fossil assemblages by cluster analysis. J. Paleont. 41. pp. 502—507.
- Viczián, I.* 1970: Faziesprobleme im ungarischen Pannon auf Grund des Tonmineralgehalts. Ber. Dtsch. Ges. Geol. Wiss., B. Min. Lagerst. (in press).

Im Aufsatz sind einige Methoden der Klassifikation zusammengefasst, die in der Geologie Anwendung finden.

Im ersten Teil ist eine allgemeine Theorie der geologischen Klassifikationen dargestellt, die von dem Autorenkollektiv des Forschungslaboratoriums für mathematische Geologie der Akad. Wiss. d. UdSSR in Nowosibirsk, unter der Führung von Ju. A. Woronin ausgearbeitet wurde. Es werden die Probleme der formellen Beschreibung der Objektmengen, auf den die Operationen der Klassifikation durchgeführt werden, ferner diejenige der Klassen-Aufzählung der durch 1. Eigenschaften, 2. Symbolen, 3. Symbol-Sätze, 4. Symbol-Systeme gegebenen Objekte behandelt. Hierbei wird die Bedeutung der eingeführten Begriffe „Zerlegung einer Menge auf Grund von Symbol-Systemen“, „Klassen-Aufzählung“, „diagnostische Klassifizierung“ erklärt. In vorläufiger Formulierung werden auch die Grundaufgaben der determinierten und stochastischen Klassifizierung dargelegt.

Im folgenden Teil sind zwei praktisch wichtige Methoden beschrieben. Erste von diesen ist das sogenannte „clustering“ (Gruppierung von Daten), für welchen ein Rechenprogramm ausgearbeitet ist. Als Ergebnis dieses Programms erhält man einen „Stammbaum“ (Graph) der Klassen, der auf irgendeiner paarweise berechneten Abstandfunktion beruht. Dieser Graph ist eine der möglichen graphischen Darstellungen jener Klassen-Aufzählungen die von einer „elementaren“ Zerlegung der Menge abgeleitet werden können.

Im dritten Teil werden die Diskriminantenfunktionen überblickt, die zur Zeit auch in der ungarischen Geologie in immer breiterem Kreis angewendet sind.

Zu den beschriebenen Methoden werden konkrete Beispiele beigelegt: der erste Teil ist durch die Klassifikation der Mineralassoziationen einer transdanubischen pliozänen Schichtenfolge, der zweite durch die Klassifikation der chemischen Bestandteile einiger Karbonatgesteine vom ungarischen Trias illustriert.

A geokozmikus módszer helyzete és fejlesztési perspektívái

Írták: Bondarenko B. M.—Viktorov G. G.—Tarhov A. G.

A kozmikus sugárzás áthatoló komponenseinek földtani, geofizikai, műszaki célú gyakorlati felhasználását 1959-ben javasolták. (1)

Az első földalatti kísérleteket 1961-ben a moszkvai Metróban végezték. E munkálatok eredményeképpen megállapították, hogy a mérőműszer felett elhelyezkedő képződmények tömegének megváltozása a regisztrált sugárintenzitás változását idézi elő. Ugyanebben az évben Közép-Ural egyik rézércbányájában is kísérleteztek. Megállapították, hogy az ércetest a meddő kőzethez viszonyítva 40—50%-kal többet nyel el a kozmikus sugárzásból. (2)

A Moszkvai Geológiai Kutató Intézetnek, a Szovjet Tudományos Akadémia Fizikai Intézetének, valamint Földmágnesség-, Ionoszféra és Rádióhullámterjedés Intézetének idevágó munkái megoldották az alapvető elméleti műszerezettségi és módszertani kérdéseket. Több helyen különböző gyakorlati célú kísérleti méréseket is végeztek.

A módszer elmélete. A kozmikus sugárzással kapcsolatos korábbi nagyszámú, elméleti és gyakorlati vizsgálatok bizonyították, hogy a földbe, nagymélységbe, csak a kozmikus sugárzás kemény müon komponense hatol be. (3) A müonok nagy áthatoló képessége rendkívül nagy energiájuk (több, mint 10^{11} eV) és az atommaggal való gyenge kölcsönhatásuk eredménye. A müonok energia-vesztése az atomok ionizálásából ered. A fékezési-, a Cserenkov-sugárzás, a pár-képződés stb. az energiavesztésnek viszonylag csak kis hányadát teszi ki, szerepük a 10^{11} eV felett nő meg. Miaszaki korábban 3000 vízekvivalens méter (v. e. m.) mélységben, majd 1963-ban 4400 v. e. m. mélységben regisztrálta a mümezonokat. Ezek és más forrás-

ból származtatott, műszerfaktorral korrigált mérési eredmények vannak feltüntetve az 1. sz. rajzon. A számítások könnyítése céljából az intenzitás-mélység függvényt analitikai képlettel közelítettük meg. Kiderült, hogy az $I = f(H)$ függvényt az adott esetben legjobban

$$I_H^{f^{100}} = a \cdot H^b \cdot e^{cH}$$

közelíti meg.

A képletben $I_H^{f^{100}}$ — a H mélységben észlelt függőleges sugárintenzitás, a, b, c, állandók pedig:

$$a = 4,0110^3 \text{ g}^{1,8} \text{ szterad.}^{-1} \text{ cm}^{1,6}$$

$$b = -1,8$$

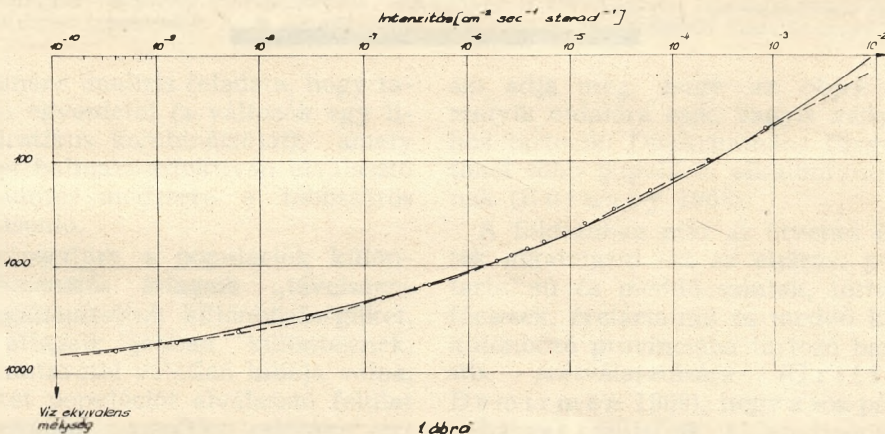
$$c = -1,0 \cdot 10^{-3} \text{ g}^{-1} \text{ cm}^2$$

A kozmikus sugárzás gyakorlati célú felhasználása a kemény részecskék nagy áthatolóképesége és ugyanakkor intenzitásának sűrűségfüggősége alapján történhet. Jelenleg a kozmikus sugárzás földalatti regisztrálásának eredményeként a fedőképződmények tagolhatók, (kiválaszthatók az ércestek, karsztosodó zónák, stb.) meghatározhatók sűrűségük középértéke és így tovább.

A mű-nyaláb egyazon mélységben történt megfigyelése azt mutatta, hogy általános esetben a nyaláb intenzitása a felsoroltakon túlmenően függ még a nyaláb szög-anizotrópiájától, a megfigyelési pont geomágneses koordinátájától, az anyag atommag töltésének nagyságától és annak időbeni variációjától.

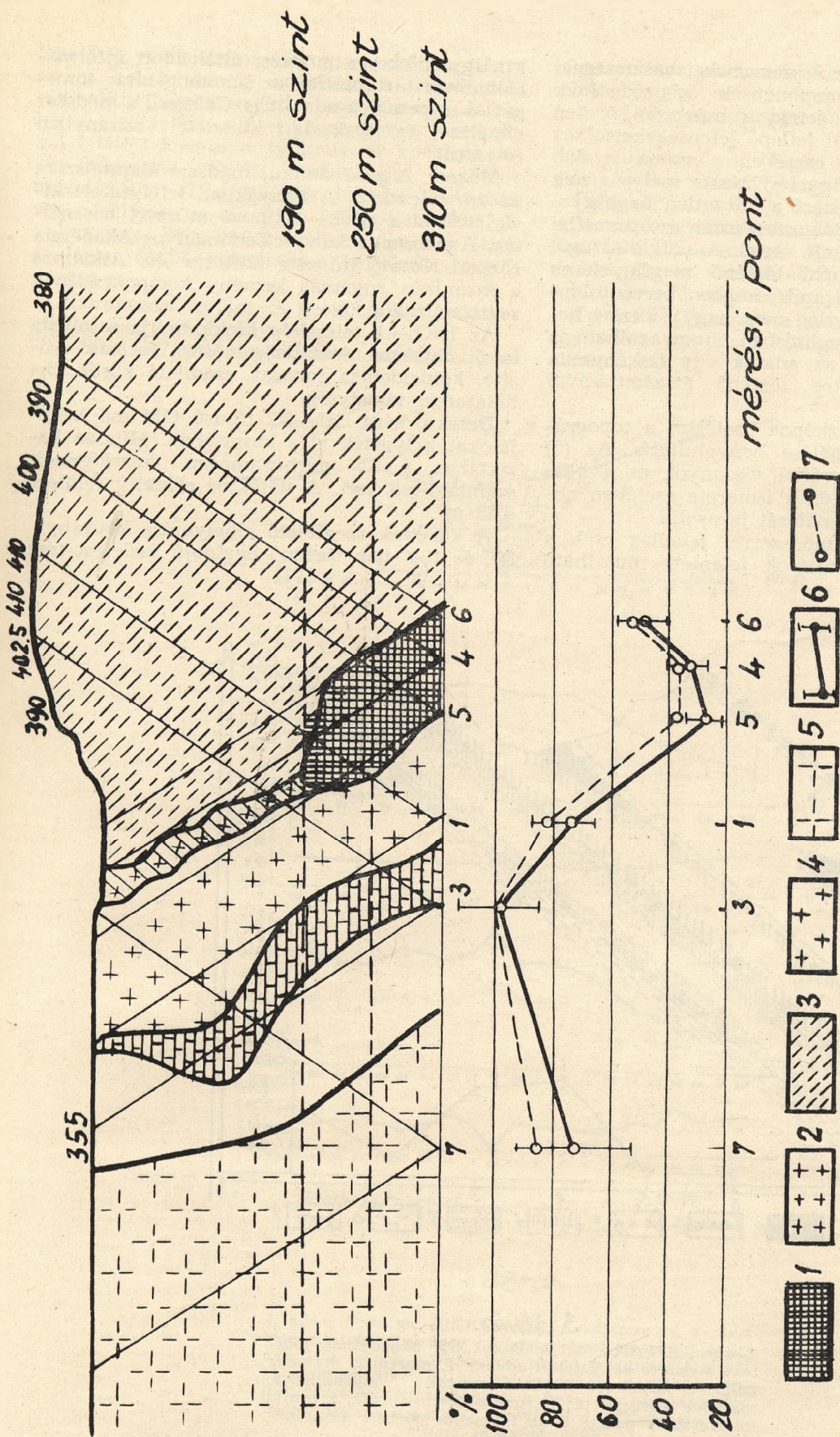
Kísérleti és elméleti vizsgálatok igazolták, hogy a felsorolt tényezők összehatása a legkedvezőtlenebb esetben sem haladja meg a 10%-ot és szükség esetén figyelembe vehető.

A jövőben a müon komponens fizikájának feladata egy olyan matematikai apparátus ki-



1. ábra. A kozmikus sugárzás kemény komponense.

A folyamatos vonal a kísérleti adatokat; a szaggatott vonal a számított adatokat köti össze.



2. ábra. Rézérclelőhely földtani metszete és az észlelési adatok. 1. ércfest, 2. ércesedett zóna, 3. kvarc-szericit-palák, 4. kvarc-albit-porfiroid, 5. diorit-porfirit, 6. az észlelési adatok görbéje, 7. a számított adatok görbéje.

2. ábra

dolgozása, amely az összes energiaveszteségek, valamint a lágykomponensek képződésének figyelembevételével leírja a müonok közetben történő áthatolásánál fellépő jelenségeket.

Tagolt tér felszín esetében a müon nyaláb intenzitása a megfigyelési pont mélységének változásától függ. Ezért a közvetlen megfigyelések adatainak feldolgozása során a topográfiai hatást figyelembe kell venni. A szúklátószögű, irányított teleszkóppal történő megfigyelések esetén, amikor is a szélesszögben beeső intenzitás aránya viszonylag nem nagy és ezért hatása az első megközelítésben elhanyagolható, a topográfiai hatást az adatok egy önkényesen megválasztott szintre történő átszámításával küszöbölik ki.

Szélesszögű teleszkópok esetében a topográfiai hatás kiküszöbölése bonyolultabb. Az (5) tanulmány a topográfiai viszonyok és a közbülső réteg sűrűségének ismerete esetében nomogrammák felhasználását javasolja.

A geokozmikus módszerrel jelenleg csak a sűrűségi inhomogenitások jelenléte mutatható

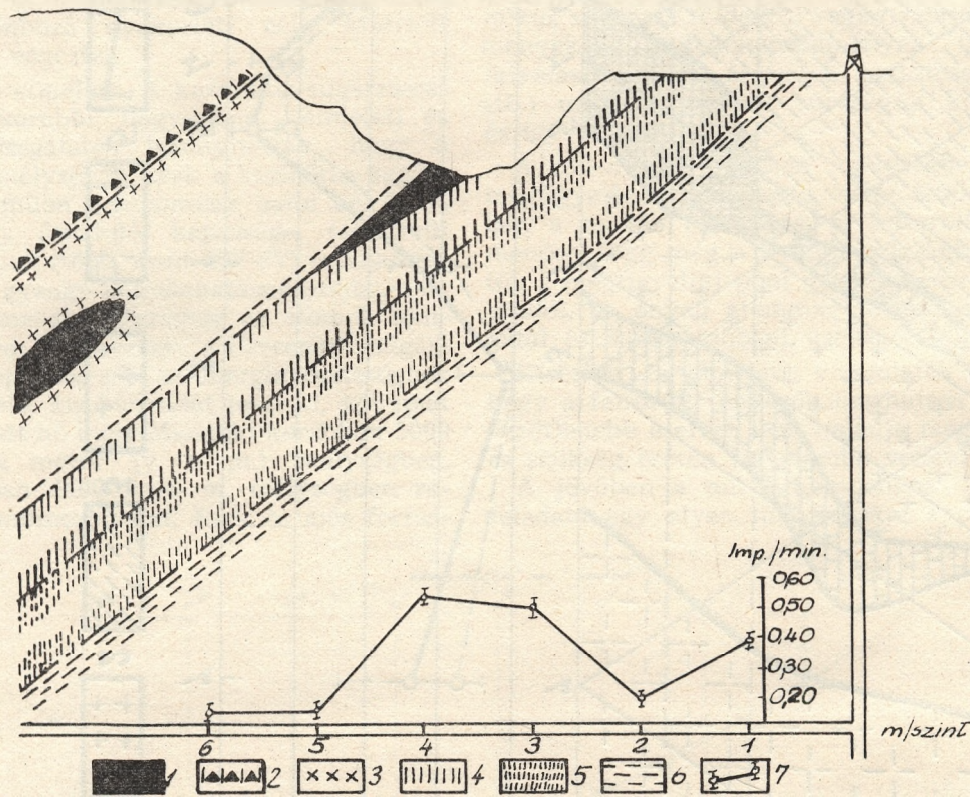
ki. Ugyanakkor a módszer által adott információhalmaz tartalmazza az inhomogenitás tömegét és méreteinek adatait is. Célszerű a módszer elméletét és gyakorlati kísérleteit ezirányban folytatni.

Műszer. A geokozmikus módszer alapműszere az ún. teleszkóp. A bányákban lefolytatott kísérleteknél a IIKL—1 típusú műszert használták. A műszert a Szovjet Tudományos Akadémia Fizikai Kutató Intézete állította elő. Alkalmos a kozmikus sugárzás kemény komponensének regisztrálására (6).

Az IIKL—1 teleszkóp blokk-sémája a következő: detektor, feszültség-erősítő, formáló-erősítő, coincidencia fokozat, számláló körök, indikátorok, tápegység.

Detektorként Szi—5G típusú GM cső számlálót helyeztek el a kazettában. Minden kazettában 9 db párhuzamosan összekapcsolt számláló-cső van. A detektor effektív felülete 0,25 m².

A kazetták megfelelő elhelyezése kétirányú, 80° és 120°-ban történő egyidejű észlelést tesz



3. ábra

3. ábra. A krivoj-rogi lelőhely „Új” bányájának földtani metszete és észlelési adatok. 1. martit, 2. martitos palák, 3. jaspit és martitos szaruszirt, 4. szaruszirt, 5. martitos szaruszirt és szericites-kloritos palák, 6. grafitos-szericites palák, 7. az intenzitás görbéje és a mérési hibák.

lehetővé. A diszkriminátorok, valamint a négy-szeres koincendencia beépítése a természetes rádióaktív háttér regisztrálását kizárja. Jelenleg a Fizikai Intézetben Cserenkov detektorokkal ellátott kozmikus lyukműszer konstrukcióján dolgoznak. Egyes archeológiai kérdések megoldásánál (7) a müonok becseési irányának regisztrálására is alkalmas szikra-kamrákat alkalmaznak. Ez a műszer típus alkalmas lehet geológiai és bányatechnikai kérdések megoldására is.

Alkalmazási terület. A geokozmikus módszer alkalmazási köre a következő:

1. Sűrűségi inhomogenitások kimutatása és

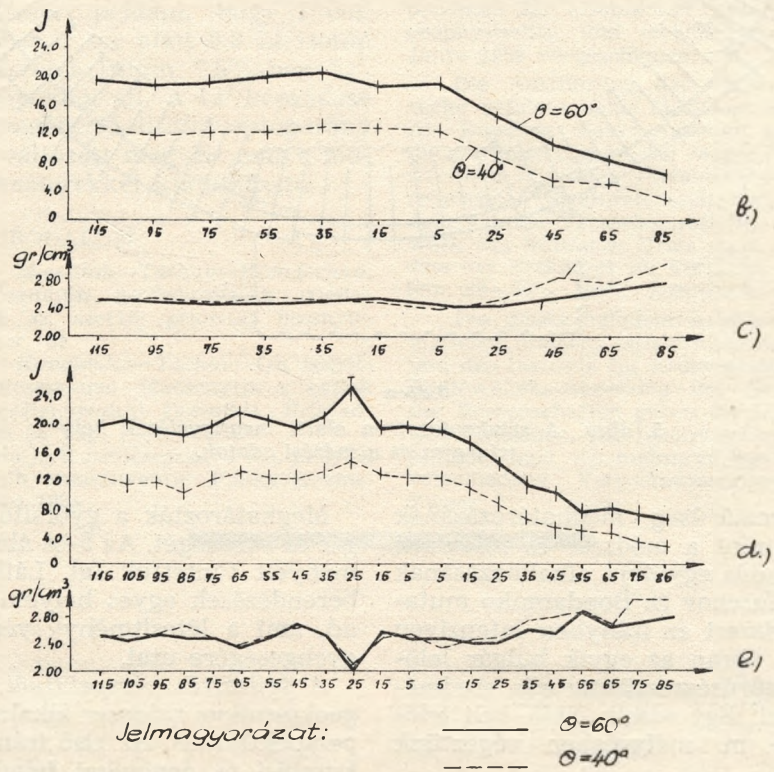
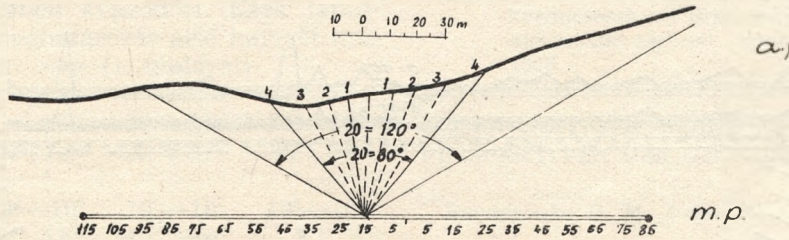
lehatárolása (érctestek, karsztüreggek, kamrák, stb.);

2. A kőzetek közepes sűrűségének meghatározása;

3. Különböző radiológiai létesítmények biológiai védelme effektivitásának meghatározása.

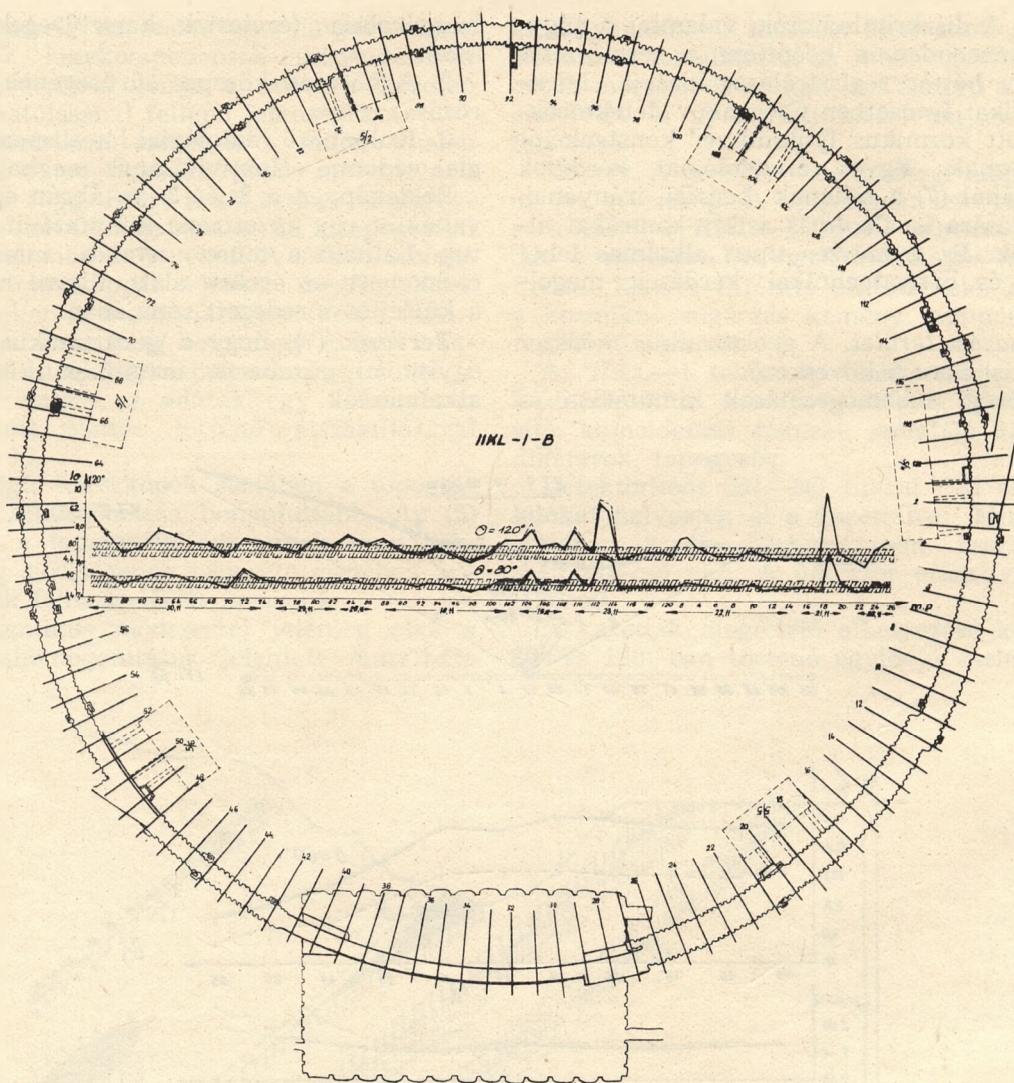
Példaképpen a 2. és 3. sz. ábrán egy ércetest, valamint egy zúzottzóna kimutatását illusztráltuk. Látható a müon nyaláb intenzitásának csökkenése az ércetest alatt, illetve növekedése a külfejtés töredezett zónájában.

Tervezik (7), hogy a geokozmikus módszert egyiptomi piramisok üregeinek kimutatására alkalmazzák.



4. ábra

4. ábra. Gradisce (BNK) lelőhely metszete és a mért intenzitás-közetsűrűség görbe. a) észlelési vonal és az apertura szögek, b) nagypontosságú intenzitás értékek, c) a nagypontosságú intenzitásértékek alapján számított közetsűrűség adatok, d) a nagy- és kis pontosságú megfigyelések egyesített adatai, e) a „d” alapján számított sűrűségértékek.



5. ábra

5. ábra. A szinkrofazonon alatti megfigyelések helyszínrajza és a mérési adatok.

A közepes közetsűrűség meghatározásának lehetőségére, valamint a módszer és földalatti gravimetrikus kutatás egyidejű alkalmazásának előnyére először Tarchov és Bondarenko mutatott rá (8). A módszert ez irányban intenzíven fejlesztik. A 4-es ábrán az egyik bulgár lelőhelyen elvégzett sűrűségmeghatározás eredményeit tüntettük fel. Egy másik NDK-beli lelőhelyen 2500 v. e. m. mélységben végeztünk megfigyeléseket.

1963-ban a geokozmikus módszer lyukműszerével sikeresen meghatározták a felső mállott zóna közepes sűrűségét a Szovjetunió egyik olajvidékén.

1966-ban a radiológiai létesítmények biológiai védelme effektivitásának meghatározására javasolták a módszert. Ugyanebben az évben ez irányú kísérletek is történtek a szerpuhovi szinkrofazononál.

Meghatározták a gyorsító védelmének tömegét és sűrűségét. Az 5-ös ábrán a mérések eredményeit tüntettük fel. Látható, hogy a védőberendezések egyes helyein az intenzitás megnő, ami a létesítmény védelmi képességének gyengülésére utal.

A fejlesztés perspektívái. A geológiában a geokozmikus módszer alkalmazása két irányban perspektivikus. Az első irány egyes bányászati, kutatási és geofizikai feladatok megoldása. A második irányt egyes geológiai képződmények, a Föld mint egész a meteoritok és más égitestek kormeghatározásában jelölhetjük meg.

Az első irányban a modellezés jelentős szerepet játszhat. A müonok elnyelődéséhez hasonló elnyelődési törvényű gamma- vagy béta-sugarak segítségével hasznos gyakorlati feladatok modellezhetők. A müonok spektrumának tanulmányozása szintén érdekes gyakorlati

eredménnyel járhat. Ismert, hogy a müonok kölcsönhatása az anyaggal energiájuktól függ. Tehát különböző energiájú müonok elnyelődésének vizsgálatából az anyag kémiai összetételére vonatkozó következtetések is levonhatók, sőt lehetséges, hogy az érc hasznos komponens-(Fe, Pb, Zn, stb.)-tartalma is meghatározható lesz.

A kormeghatározások során bizonyos jelenségek bekövetkezési idejének meghatározására jelenleg széleskörűen alkalmazzák a rádióaktív szén módszerét. E módszer alkalmazásának alsó határa kb. 70 000 év. Léteznek azonban más rádióaktív izotópok is, amelyek közül több a kozmikus sugárzás és az anyag kölcsönhatásának eredményeképpen képződött. Ezek tanulmányozása a kormeghatározás alsó határát milliárd években jelöli meg. (1. táblázat)

Felezési idő (év)	1—10	10^2 — 10^3	10^3 — 10^4
Izotóp	Na ²² , Fe ⁵⁵	Ar ³⁹ , Si ³²	Ti ⁴⁴ , C ¹⁴
Felezési idő (év)	10^5 — 10^6	10^6 — 10^7	10^8 — 10^9
Izotóp	Cl ³³ , Al ²⁶	Mn ⁵³ , Be ¹⁰	K ⁴⁰

A stabil izotópok szintén alkalmasak kormeghatározásra. Ismert például, hogy 1 cm² alapú levegőoszlopban 1 sec alatt 0,3 Li izotóp képződik. A természetes litium 7,5⁰/₁₀-ban Li⁶, 92,5⁰/₁₀-ban Li⁷ izotópokból áll. A Li⁶ képződése következtében a levegőben a litium izotóparány mintegy 0,03⁰/₁₀-ra változott meg. Ez már a modern tömegspektrométerekkel kimutatható.

IRODALOM

1. Bondarenko V. M.—Bloh—Tarhov—Komarenko: Szpaszov podzemnüh geofiziceszkij izledovanij. 148 162. sz. szerzői prioritás bizonyítvány. 1959. dec. 31.
2. Bloh—Bondarenko—Kovalenko—Tachov: Ob iszpolzovánij kozmiceszkovo izucsenyija v celjah podzemnoj geofiziceszkij razvetkij. Prikladnaja Geofizika 38 vüp. 1964.
3. George E. Nablugyenija Kozmiceszkava izlucsenyija podzemnej i jih objasznyenije. Fizika Kozmiceszkij Lucsej 1954.

4. Bondarenko: Iszpolzoványije kozmiceszkij lucsej v geologii Nyedra 1965.
5. Bondarenko—Viktorov—Gruzgyev—Tarchov: Ucsot vlijanyija reljefa mesztnosztyi pri izmerenyija intenzivnosztyi kozmiceszkava izlucsenyija v gornüh v rabotka i szkvazsina.
6. Dragun—Dzsarov: Usztanovszkaja dlja izmerenyija intenzivnosztyi kozmiceszkij lucsej. FIAN. 1966. év.
7. Luis W. Alvarez: A Proposal to „X-ray” the Egyptian Pyramids to Search for presently Unknown Chambers. Physics Notes, Lowrenx University of California, 1965.
8. Bondarenko—Tanchov: Iszpolzoványije kozmiceszkij lucsej dlja opredelenija szrednyezo nacsenyija plotnosztyi gornüh parod. Razvedka i ohrana nyedr. No 4. 1964.
9. Bondarenko—Viktorov—Tarchov: Ob iszpolzoványii kozmiceszkovo dlja ocenki efektiivnosztyi biologiceszkij zaszcit. Atomnaja Energia No. 4. 1968.

GEGENWÄRTIGER STAND UND ENTWICKLUNGSPERSPEKTIVEN DER GEOKOSMISCHEN METHODE

Bondarenko B. M., Viktorow G. G., Tarhov A. G.

Die praktische Verwendung durchdringender Komponenten der kosmischen Strahlung zu geologischen, geophysischen und technischen Zwecken wurde im Jahre 1959 vorgeschlagen.

Die Ausführung der ersten unterirdischen Versuche erfolgte beim Moskauer Metro im Jahre 1961. Als Ergebnis dieser Arbeiten stellte man fest, dass die Veränderung in der Masse der über dem Messinstrument liegenden Formationen die Veränderung der registrierten Strahlintensität hervorruft. In demselben Jahr fanden Versuche auch in einem Kupfererzbergwerk des Mittleren Urals statt. Dort stellte man fest, dass der Erzkörper im Vergleich mit dem tauben Gestein 40—50% mehr kosmische Strahlung absorbiert.

Die diesbezüglichen Arbeiten des Moskauer Geologischen Forschungsinstituts, des Instituts für Physik und des Instituts für Erdmagnetismus, Ionosphäre und Radiowellenausbreitung der Sowjetischen Akademie der Wissenschaften gaben die Lösung der grundlegenden Problemen der theoretischen Instrumentation und Methodologie. An mehreren Stellen machte man auch verschiedene Versuchsmessungen mit praktischem Zweck.

Korszerű fejlesztési irányzatok a hazai kútépítésben*

Írta: Dr. Pataki Nándor

Bevezetés

A víz a földi életfolyamatok nélkülözhetetlen előfeltétele. A víz bősége, vagy hiánya mindenkor döntő módon meghatározta, befolyásolta az emberi társadalmak fejlődési irányát. Az a megállapítás, hogy „ahol víz ott élet”, különösen mély tartalmat kapott a legutóbbi évtizedekben. Az óriási tempóval fejlesztett iparosítás, a belterjessé váló mezőgazdaság, a lakosság lélekszámának nagyarányú növekedése világszerte állandóan újabb és újabb igényeket támaszt ivó- és használati víz iránt. Ez egyaránt vonatkozik a fejlett ipari államokra és a gyarmati sorból most felszabaduló, fejlődő országokra. Ebben a vonatkozásban különbséget csak a probléma jelentkezési formája képez. Az iparilag és mezőgazdaságilag fejlett országokban már rendelkeznek bizonyos tradíciókkal, így pl. az USA-ban, a Ruhr-vidéken, vagy éppen Magyarországon újabb vízkészletek felkutatása, valamint a meglévők gazdaságosabb kihasználása alapján, bővítés a főfeladat. A fejlődő országok nagy részében viszont, mint pl. Mali, Guinea, Sudan, Somalia stb. az alapok lerakása, tehát az adott feltételek alapján a vízgazdálkodás megfelelő szintű megszervezése, vízkészletek felkutatása és feltárása, vízellátási hálózat kiépítése, stb. képezi a fő tennivalót.

Magyarországon a legutóbbi két évtizedben a szocialista ipar és mezőgazdaság nagyarányú fejlesztése kapcsán szintén óriási mértékben, megnövekedett az érdeklődés az ivó- és használati víz iránt.

Ennek legjobb bizonyítéka, hogy víztermelési kapacitásunk az elmúlt két évtizedben négyszeresére nőtt és az Országos Vízgazdálkodási Kertterv a következő két évtized vonatkozásában a vízfelhasználás területén, ivóvízre mintegy két és félszeres, ipari vízre közel ötszörös növekedést vesz figyelembe. Figyelmet érdemel az is, hogy a vízigény, a mennyiségi növekedésen túlmenően, struktúrájában is megváltozott. Az ipar és a mezőgazdaság vízkémiai és hőmérsékleti vonatkozásban is fokozottabb követelményeket állít a vízfelhasználással és vízellátással foglalkozó szervek, intézmények elé. A vízellátással kapcsolatos nehézségeket még csak növeli, hogy szinte az iparosodás fejlesztésével párhuzamosan óriási mértékben fokozódott a felszíni vizek szennyeződése. Így a felszín alatti vizek hasznosítása mindjobban előtérbe került.

Az említett tényezők nem kis mértékben járultak hozzá, hogy az 1963—1968. évek között kb. 11 000 db különböző mélységű kutat építettünk vízfeltárás céljából, — ugyanannyit, mint 1830—1935. évek között, tehát több mint 100 év alatt.

Ebben a vonatkozásban természetesen döntő jelentőségű a Kárpát-medence mélységi vízfeltárás szempontjából rendkívül kedvező vízföldtani felépítése. A különböző tájegységeken a legváltozatosabb összetételű és hőmérsékletű vízkészletek állnak rendelkezésre, melyek intenzív hasznosítása a felmerülő újabb és újabb igények kielégítését is lehetővé teszik.

A magyarországi vízhasznosításban rejlt óriási lehetőségeket elég korán felismerték. Hiszen 1830-ban Ugodon, 1832-ben Csóron artézi kutakat készítettek és 1868-ban Zsigmondy Vilmos már megkezdte a mai városligeti I. sz. 911 m mélységű termálkút fúrását. Az azóta eltelt időszak alatt mintegy 46 000 db fúrt kutat mélyítettünk. Így lehetővé vált, hogy megismerjük hazánk vízföldtani felépítését és elkezdjük a sajátos adottságoknak és a gazdaságossági alapelveknek is megfelelő technológiai alapelvek kidolgozását.

Fúrasi technológiánk egyes részletkérdéseivel korábbi tanulmányokban (33., 34., 38.) már foglalkoztam. Így a megadott téma keretén belül főleg csak az öblítéses rotary fúrasi eljárással lemélyített, közép és nagymélységű víztermelő kutak rétegbekapcsolásával szándékozom foglalkozni.

A rétegbekapcsolás fogalmába sorolom mindazon szűrőzési és rétegtisztítási technológiai műveleteket, valamint kútvizsgálatokat, amelyeket a feltárt víztároló szint optimális mértékű hasznosítása, illetve a tartós zavartalan, max. vízkivétel biztosítása érdekében végzünk.

1. A kútépítési technológiáról általánosságban

A kútépítési tevékenységnél az a feladatunk, hogy a követelményeknek megfelelő fúrasi és béléscsővezési technológiával, majd az ezt követő kútkiképzéssel biztosítsuk a rétegadottságok optimális hasznosítását. Ezen belül gazdaságossági feltétel a termelékeny gyors munkavégzés, viszont minőségi követelmény a felhasználási célnak megfelelő homokmentes, tartós vízszolgáltatás. A kútépítési munkánál tehát egyidejűleg igen sok feltételt kell kielégítenünk és a sikeres megoldás mindenképpen feltételezi a gondos előkészítést és tervezést. Az említett kérdések megoldását nehezíti az a tény, hogy általában több száz méter mélységű fúrásokkal

* A Nemzetközi Hidrológiai Továbbképző Tanfolyam keretében elhangzott előadás. Bp. 1970.

feltárt, nyomás alatti felszínű víztároló rétegekkel állunk szemben. Így megfigyelő kúthálózat kiépítésétől — gazdaságossági szempontok alapján — általában el kell tekintenünk. A tudományos alapon kialakított kúthidraulikai elvek alkalmazása azonban a gyakorlati technológiában döntő módon elősegítheti a vízkutatási és kútépítési munka hatékonyságát. Adott esetben a leghatékonyabban alkalmazható módszereket a vízföldtani viszonyok, az alkalmazott fúrási technológia és gazdaságossági szempontok határozzák meg. Eredményes munkát csak az összes mértékadó tényezők — a vízadó réteg szerkezeti és áramlási viszonyai, a feltárás mélysége és módszere, stb. — összehangolt vizsgálata és komplex technológiai módszerek alkalmazása biztosíthat. Vízföldtanilag ismeretlen, vagy elégtelenül megkutatott területeken a feltérési munkák megfelelő szintű előkészítéséhez, tervezéséhez igen nagy segítséget adnak az előzetes felszíni ellenállásmérések és szeizmikus vizsgálatok. Sok évtizedes tapasztalatok egyértelműen igazolják, hogy mélyfúrású kutak mélyítésénél legtermékenyebben és leggazdaságosabban az öblítéses rotary fúrási eljárás alkalmazható. Nagy átmérőjű, 500—1500 mm, és maximum 200—300 m mélységű fúrásoknál a különböző balöblítéses szívó-fúró eljárások, míg nagyobb mélység és kisebb átmérő követelmények esetén normál rotary eljárás — szükség esetén ütveműködő és légemelésű eljárással kiegészítve — vehető figyelembe. A rotary öblítéses eljárással biztosítható, hosszú furatszakszok gyors, béléscsővezetés nélküli lemélyítése, továbbá lényeges megtakarítás érhető el a kútszerkezetek költségei vonatkozásában. A ma már általánosan elismert gazdaságossági előnyök ellenére — főleg külföldön idegenkedés tapasztalható az öblítéses módszer alkalmazásával szemben. Gyakori ellenvetés, hogy az öblítő iszap alkalmazása megnehezíti a rétegfelismerést és a kút közvetlen környezetében hátrányosan befolyásolja az eredeti rétegszerkezeti viszonyokat. A vízföldtani viszonyoktól és az alkalmazott fúróiszap sajátosságaitól függő mértékben az említett nehézségekkel természetesen számolni kell. A rotary öblítéses eljárás

biztosította termelékenységi előnyök ugyanis csak akkor jelentkezhetnek, ha a hagyományos-tól eltérő, olyan kiegészítő technológiai műveleteket is alkalmazunk, melyek az említett fúrástechnikai feltételek mellett is biztosíthatják a vízadó réteg optimális hasznosítását. Így a legmegfelelőbb réteg, vagy rétegek kijelölése szükségessé teszi az elektromos fúróluk szelvényezés alkalmazását, mellyel a rétegszűrés körül bizonytalanságok megszüntethetők. A fajlagos ellenállás és PS-mérés útján kapott görbékkel — minőségi követelményeket kielégítő pontossággal — következtethetünk a mért szakaszban települt rétegek porózítására és mélységbeli elhelyezkedésére.

Az elektromos fúróluk szelvényezéssel kijelölt vízadó szintek optimális termeltetése érdekében, elengedhetetlen követelmény az adott feltételeknek megfelelő szűrőszervezet alkalmazása, kiegészítő rétegtisztítási műveletek, kútvizsgálatok elvégzése.

2. A szűrőszervezetek megválasztásának alapelve

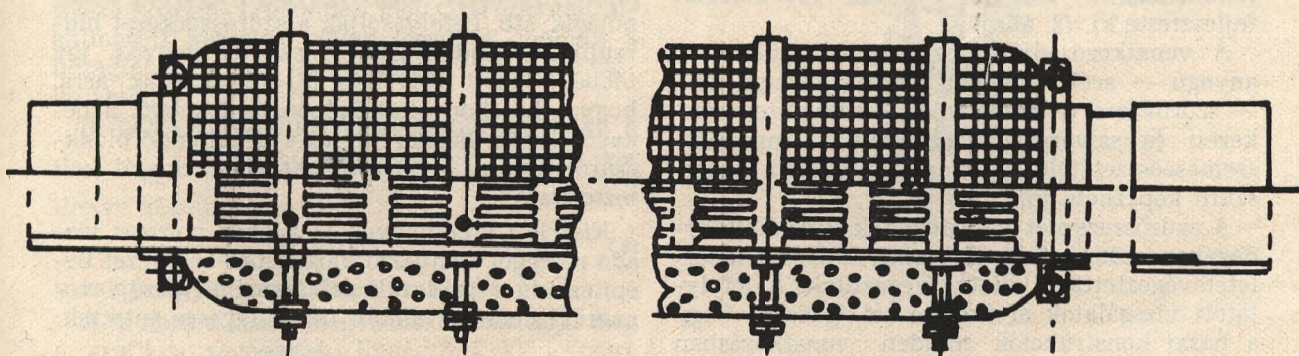
Szűrőszervezetek a víztermelő kutak egyik legfontosabb szerkezeti elemét képezik.

Elengedhetetlen előfeltétel, hogy a beépítendő szűrőszervezet megválasztása az adott vízföldtani, szemcseszerkezeti, szivárgási viszonyok, valamint az alkalmazott fúrási technológia, komplex, összehangolt vizsgálata, értékelése alapján történjék.

A kútszűrők magyarországi fejlesztését is kétségtelenül hátráltatta az a tény, hogy az adott vízföldtani feltételek alapján speciális igények merültek fel szerkezeti vonatkozásban.

A szitászövet borítású szűrőszervezetek alkalmazásával járó kedvezőtlen jelenségekre nem kívánok részletesen kitérni. (34) Általánosságban azonban minden esetre kimondható, hogy a kútkiképzési munka hatékonyságának emelését szem előtt tartva, a szitászövetes szűrőszervezetek alkalmazásától perspektivikusan el kell tekintenünk.

Nem kell viszont azt sem különösebben bizonyítani, hogy porózus vízadó szintek megcsapo-



1. ábra. Köpenyes kavicsszűrő

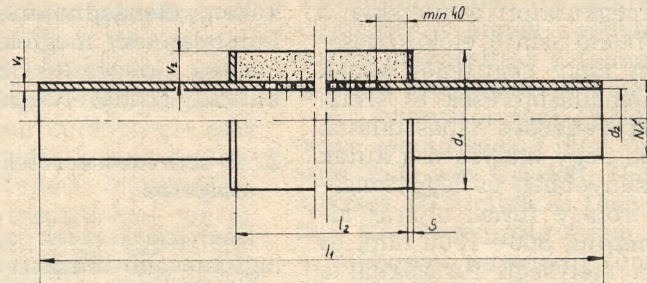
lása esetén a leghatékonyabb rétegbekapcsolás, a különböző szerkezetű és típusú kavicszűrők alkalmazása révén biztosítható. (8., 12., 26., 31., 34., 38.)

A különböző típusú kavicszűrők alkalmazásának, nagyobb feltárási mélység és öblítéses fúrási technológia esetén általában műszaki akadálya van.

A termelékenységi, műszaki, valamint a kút hidraulikai követelményeket — az adott feltételek mellett — egyidejűleg csak ún. előregyártott kavicszűrő típusokkal tudjuk kielégíteni.

Ebben a vonatkozásban számos típus ismert és legelső megjelenési formája az ún. köpenyes kavicszűrő szerkezet lehetett. (1. ábra)

kel szemben támasztott követelményeknek és elért eredményeknek. A 3 cm vastagságú, két-réteges ragasztott kavicszűrő testekkel végzett laboratóriumi vizsgálatok (Bányászati Kutató Intézet) átlagosan $k = 0,7$ cm/sec. szivárgási tényező értéket mutattak ki, de $k = 1,08$ cm/sec. nagyságú mérési eredmény is volt. Törőszilárd-ság vonatkozásában 70 kg/cm^2 értékkel lehet átlagosan számolni. Kútkiképzésnél a beépített szerkezetek hatékonyságát, kifogástalan előregyártás mellett is, egyrészt a réteg szemszerkezeti és szivárgási feltételeinek figyelembevételével történő megválasztás, másrészt a réteg-tisztítás kifogástalan végrehajtásának mértéke szabja meg. A ragasztott kavicszűrők és álta-



NA	l_1	l_2	v_1	v_2	d_1	d_2	S
mm	m	m	mm	mm	mm	mm	mm
102	3,5	3,0	4,25	30	162,0	93,5	5
133	3,5	3,0	4,50	30	193,0	124,0	5
165	3,5	3,0	5,00	30	225,0	155,0	5
203	3,5	3,0	5,50	30	273,0	192,0	8
241	3,5	3,0	6,50	30	301,0	223,0	8

2. ábra. Ragasztott kavicszűrő szerkezet

Később különböző kötőanyagok, cement, bitumen, vízüveg, gumi, stb. segítségével külső védőburok nélkül, állították elő szűrővázon, vagy szűrőváz nélkül a szűrőréteget.

A Vízkutató és Fúró Vállalat külföldi tapasztalatok alapján, az epamin műgyanta kötőanyag felhasználásán alapuló gyártási technológiát fejlesztette ki. (2. ábra)

A vonatkozó eljárás segítségével különböző anyagú — acél, műanyag, aszbesztcement, stb. — szűrővázra, a bekapcsolandó réteg szemszerkezeti és szivárgási viszonyainak megfelelő szemcseösszetételű egy, vagy többretegű kavicszűrő képezhető ki.

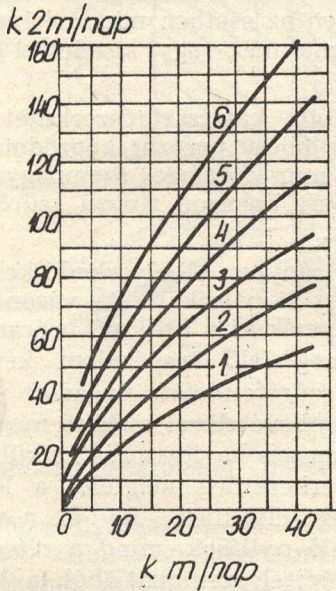
A szűrőszerkezet hatásfokának vizsgálata érdekében számos laboratóriumi és terepi kísérletet végeztünk, illetve végeztünk. A lefolytatott vizsgálatok értékelése azt igazolja, hogy a hazai konstrukciók minden vonatkozásban megfelelnek a külföldi, főleg a szovjet szakirodalomban publikált, hasonló szerkezetű szűrők-

lában a blokkzűrők megválasztásánál nem elégséges egyedül a réteget és a mesterséges szűrővázat felépítő szemszerkezeti méreteket a szokásos módon összehangolni. Ebben az esetben ugyanis még egyéb tényezők is, tehát a ragasztóanyag fajtája, adagolásának mértéke, az alkotó szemcsék alakú tényezői, gyártási technológia, stb. befolyásolják a szűrőszerkezet hidraulikai tulajdonságát. A szovjet szerzők, így többek között Gavrilko [8] rámutatnak arra, hogy a hatékony kútkiképzés érdekében, a bekapcsolandó vízadóréteg és a beépítendő blokkzűrő szivárgási tényezőinek összehangját kell biztosítani.

Kísérleti eredmények alapján a porózus vízadó réteggel érintkező blokkzűrő szerkezet beépítés utáni módosult szivárgási tényezője vonatkozásában az alábbi összefüggésre jutottak:

$$k_2 = 0,9 k_1 \left(\frac{k}{k_1} \right)^{0,76} \quad (1)$$

ahol: k — a bekapcsolandó réteg szivárgási tényezője,
 k_1 — a beépítendő szerkezet szivárgási tényezője,
 $2k$ — a szűrőszerkezet beépítés utáni, módosult szivárgási tényezője.



3. ábra. A beépített blokkiszűrő szivárgási tényezőinek változása k és k_1 függvényében. 1 — $k_1 = 100$, 2 — $k_1 = 200$, 3 — $k_1 = 300$, 4 — $k_1 = 500$, 5 — $k_1 = 800$, 6 — $k_1 = 1200$

A 3. ábra szerint, helyes megválasztás esetén, a beépített blokkiszűrő módosult szivárgási tényezője, a beszűrődött réteg szivárgási tényezőjének többszörösét, esetleg öt-tízszeresét is elérheti.

A réteg mértékadó szemnagysága mellett ilymódon a mesterséges kavicsváz uralkodó pórusméreteinek hatása is tekintetbe vehető, ami a tisztító szivattyúzás, illetve a mesterséges rétegváz kialakítás, továbbá tartós homokmentes üzem szempontjából igen nagy jelentőségű.

Viszont nem jelent ellentmondást a korábbi gyakorlattal szemben, hiszen a szivárgási tényező közelítő értékeinek meghatározásánál alkalmazott képletek egyéb tényezők mellett, a hézagtényezőt és a szemcseátmérőt is figyelembe veszik.

A blokkiszűrők megválasztásánál Gavrilko a

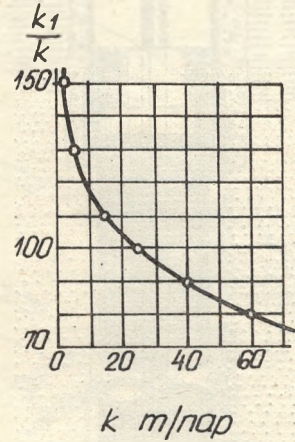
$$k_1 = 185 k^{0,8} \quad (2)$$

illetve közelítőleg a

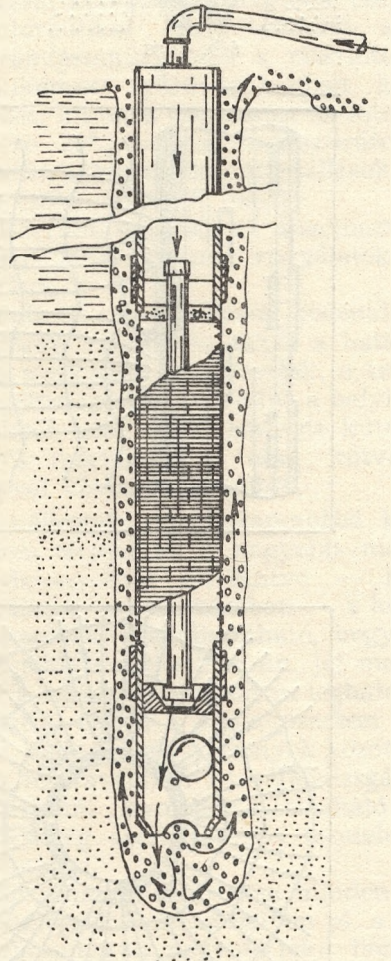
$$k_1 = 100k \quad (3)$$

viszony figyelembevételét javasolja.

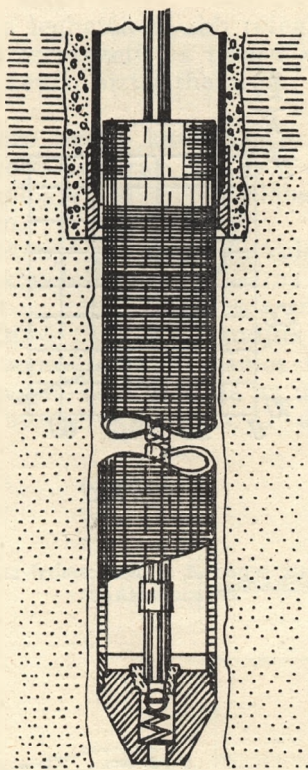
A 4. ábra a szűrő megválasztásához adja meg a grafikus segédletet. Ragasztott kavicszűrő alkalmazása esetén a hagyományos rétegtisztítási eljárástól érthető okokból, eredményes



4. ábra. Grafikus segédlet a blokkiszűrő szerkezet megválasztásához



5/a. ábra. Szelepes csősaruk az indirekt rétegtisztítási módszer alkalmazásához

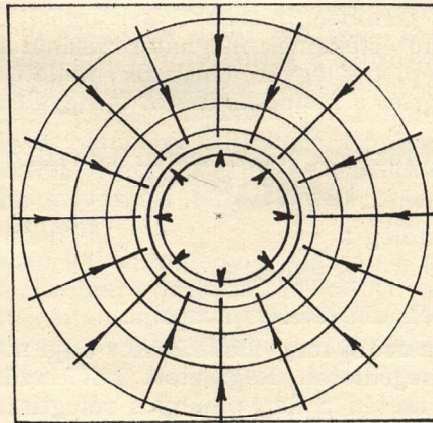
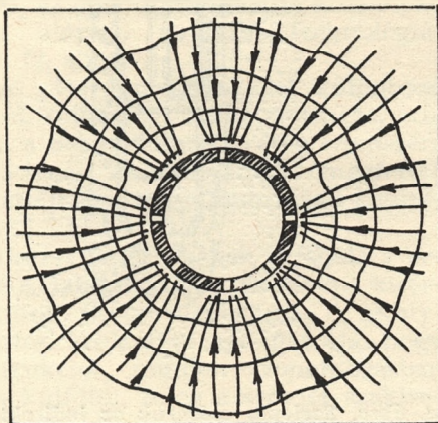
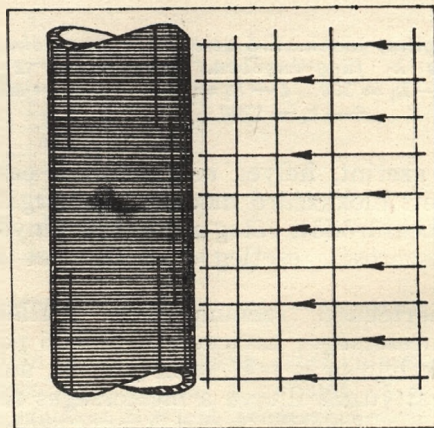
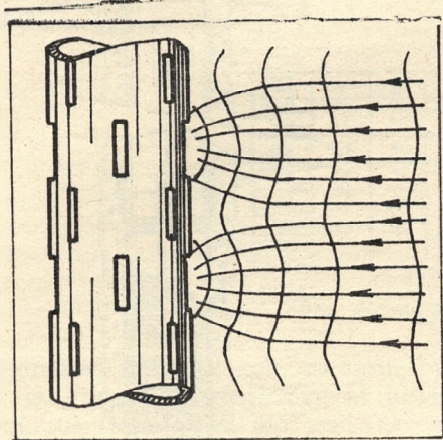


5/b. ábra

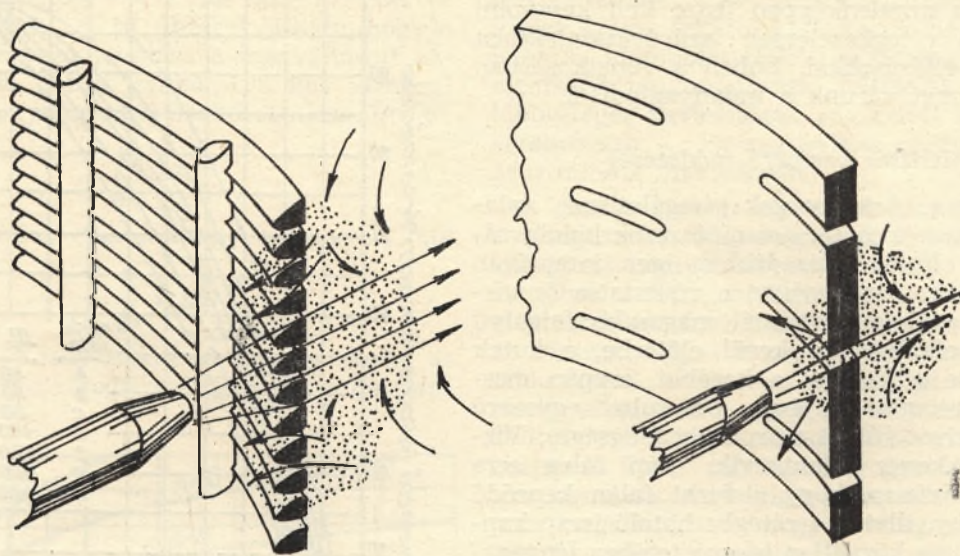
iszapleánybontás nem várható. Az új technológiai elvek alapján az iszapleány megbontást célzó öblítőáramot a ragasztott kavicsszűrő és a fúróluk fala közötti térbe nyomjuk be. Az eljárás a szűrőcsőakat alá épített különleges kiképzésű, az 5. ábra szerinti, vagy más kiképzésű szelepes csősarú alkalmazását teszi szükségessé. Ebben az esetben mindenképpen ajánlatos a rétegmosatást vegyi kezeléssel összekapcsolni.

A ragasztott kavicsszűrőszerkezet mellett durvább kifejlődésű porózus képződményekben — 0,15—0,2 mm \varnothing átlagos szemnagyság felett — a közismert Johnson típusú szűrők a leg hatásosabbak.

Az alkotó irányban elhelyezkedő korrózióálló anyagból készült pálcákalkotta vázon, pontheglesztéssel képezik ki a kedvező beáramlási feltételeknek megfelelő trapézidom keresztmetetű huzal szűrőfelületét. Az adott szemszerkezet figyelembevételével történő megválasztás esetén mesterséges kavicszórás nélkül is alkalmazható. Szerkezetileg megfelel a legkorszerűbb kiképzési elveknek, így pl. a vízszintes irányú beömlő nyílások, mind a rétegtisztítás, mind a vízkivétel szempontjából, a legkedve-



6. ábra. Áramképek a hagyományos hasított és Johnson-típusú szűrőszerkezet környezetében



7. ábra. A vízszűrő hatékonyasága Johnson és hasított hagyományos szűrőszervezetek esetén

zőbb áramlási feltételeket biztosítják. (6—7. ábrák).

Nagyobb mélységek esetén — 500 m alatt — a fokozódó szilárdsági követelmények kielégítése érdekében erősített elemekből összeállított szerkezet beépítése válik szükségessé.

A különböző kialakítású szűrővázak és szűrőelemek méretezési módszereire különösebben nem szándékozom kitérni. Ebben a vonatkozásban számos összefüggés, javaslat és láblázat ismert. [8., 26., 41.]

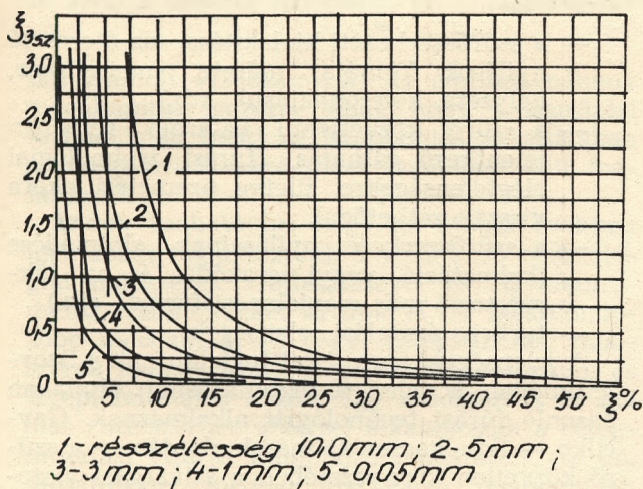
Általánosságban megállapítható, hogy azonos szűrőfelületi viszony mellett* a hasítással és perforálással kiképzett szűrővázak esetén közel azonos hidraulikai ellenállásokkal számolhatunk. Áramlástanilag csak a vízszintes hasítással kiképzett szűrőváz biztosít kedvezőbb feltételeket, különös tekintettel az interferencia jelenségére. 20%-nál nagyobb szűrőfelületi viszony esetén a hidraulikai ellenállások lényegesen nem csökkennek. (8. ábra)

Legcélszerűbb azonban az alkalmazandó szűrőtípusokat laboratóriumi vizsgálatok kapcsán leellenőrizni.

A beépített szűrőszervezet üzemelése közbeni viselkedésére viszont — tehát a határoló vízadóréteg szerkezeti felépítéséből, a termelt víz vegyi sajátosságaiából, valamint a helyi áramlási feltételekből, stb. eredő említett kútelállási összetevők mértékére — csak kútvizsgálatok segítségével következtethetünk.

A termálkutat rétegbekapcsolási kérdéseire külön nem tértem ki. A nagyobb mélységi és nyomásviszonyoktól eltekintve — különösen kútvizsgálatok vonatkozásában — a követelmények hasonlóak. Megállapítható, hogy a jelenlegi technológia mellett az ún. jet megnyitási módszer a leggazdaságosabb és leghatékonyabb. Előrehaladás ebben a vonatkozásban is csak a korszerű, nagy nyomásviszonyok között is alkalmazható mintavételről és rétegvizsgáló eszközöktől várható. Ily módon tisztázható a bekapcsolandó réteg szerkezete és termelésre való alkalmatlansága.

A jelen műszaki szint nem minden vonatkozásban kielégítő. Számos helyen pl. a kitermelhető vízhozamot a nagymértékű homokolódás miatt, az adott kúthidraulikai paraméterek által megengedhető szint alá kell szorítani. Az alkalmazott jelenlegi rétegvizsgálási módszert tehát



8. ábra. A 168 mm átmérőjű szűrőszervezet belépési ellenállásainak változása a rések szélessége és a szűrőfelületi viszony függvényében

* Szűrőfelületi viszony $\eta\% = \frac{F_0}{F}$

F = szűrő beömlő nyílásának keresztmetszeti területe

F = a szűrőpalást összterülete.

a jövőben mindenképpen össze kell kapcsolni kiegészítő rétegkezeléssel, szűrővázkialakítást elősegítő eljárásokkal. Ebben a vonatkozásban nagyon sokat várunk a műanyagipartól.

3. Arétegtisztítás korszerű módszerei

A vonatkozó jelenségek vizsgálatával, valamint hatásos technológiai módszerek kidolgozásával az elmúlt évtizedekben igen intenzíven foglalkoztak. Amennyiben a vízkutatás és vízfeltárás területén a víznél magasabb fajsúlyú öblítővíz alkalmazása kerül előtérbe, a kutak termelésbe állításánál a korábbi, csupán mesterséges rétegekialakításra irányuló, egyszerű tisztító szivattyúzást nem lehet elégséges. Vízhozamcsökkenés jelentkezik, ami főleg arra vezethető vissza, hogy a furat falán képződő iszaplepleny, illetve a rétegbe hatoló iszap kapcsán, a fúrás közvetlen környezetében lényegesen megváltoznak az eredeti rétegszerkezeti viszonyok.

A megváltozott, leromlott átteresztőképességi zóna vastagsága, az adott feltételektől függően igen változó és elérheti a $(2 - 3) \cdot r_c$ értéket is, ahol r_c a kút sugarát jelenti. [8] Ezt döntő módon befolyásolják a víztárolók rétegfizikai sajátosságai, az alkalmazott öblítőfolyadék összetétele és egyéb sajátosságai, a fúrás munkafázisban kialakuló nyomásviszonyok stb.

Az elmúlt években végzett kísérletek és vizsgálatok alapján bebizonyosodott [8., 12., 28., 34., 46.], hogy új kúteléscíményeknél a legmértékadóbb ellenállások a kútpalást közvetlen környezetében jelentkező gáthatásból erednek.

Ezt a korszerű felfogást tükrözik a vonatkozó legújabb elméleti megállapítások és osztályozások is, Scselkacsev, Csarnij, Gavrilko [8] J. Peterson és társai [31.] Öllös G. [26., 27.]

Az összegezett kútelállásokat általában az alábbi kapcsolattal jellemezhetjük:

$$\xi = \xi_1 + \xi_2 + \xi_3 \quad (4)$$

ahol: ξ_1 — a lineáris szivárgási törvénytől való eltérésből,

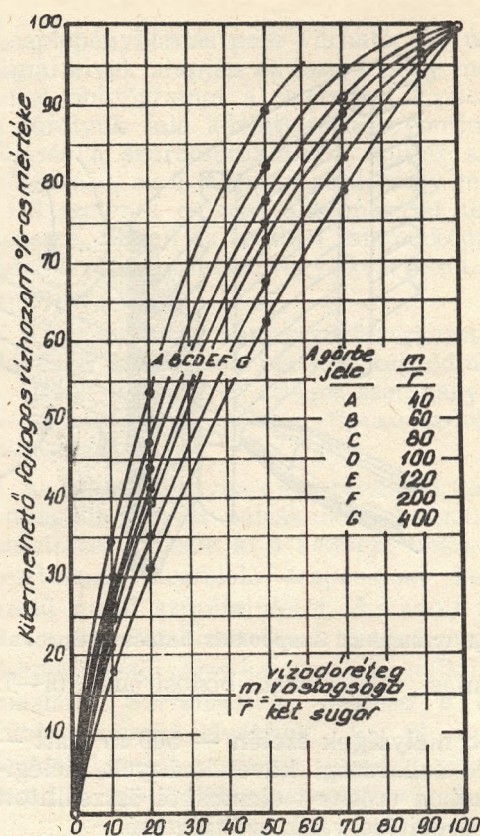
ξ_2 — az elégtelen rétegfeltárásból, illetve beszűrőzésből,

ξ_3 — az alkalmazott fúrás technológia, illetve szűrőszerkezet elégtelenségeiből adódó ellenállási összetevőket jelenti.

Az elégtelen rétegfeltárára, illetve beszűrőzésre visszavezethető ellenállások általában elhanyagolhatók. A vízadóréteg 80%-át ugyanis általában beszűrőzzük és ebben az esetben a vonatkozó járulékos ellenállások nem jelentősek.

Kozeny [9.] (9. ábra), Öllös G. [5.] [26.], Gavrilko [8.]

A ξ_3 -al jelzett kútelállási összetevő viszont az ellenállási tényezők egész sorozatát tartalmazhatja:



A vízadóréteg beszűrőződésének %-os mértéke

9. ábra. A részleges beszűrődés hatása a kút vízhozamára

- a szűrőszerkezeti kialakítása, (az átteresztő nyílások formája, mérete, mennyisége, helyzete, kölcsönhatások, stb.)
- a szűrőt közvetlenül határoló rétegben jelentkező gáthatás (fúrás technológiai elégtelenségekre, illetve üzemelési okora visszavezethetően),
- a szűrőszerkezet nyílásainak eltömődése (kolmatáció, vegyi lerakódás és az inkusztáció más megjelenési formái, stb.)
- turbens áramlási jelenségek.

A jelenséggel igen sokat foglalkoznak a Szovjetunióban is, ahol a vízfeltárásnál általában hasonló fúrás technológiát alkalmaznak. Gavrilko — Scselkacsev és mások alapján — a szűrő közvetlen környezetében a szivárgási viszonyok megváltozását az alábbi összefüggéssel jellemzi:

$$\xi = \left(\frac{k_r}{k_n} - 1 \right) \ln \frac{r_v}{r_k} \quad (5)$$

ahol: k_r — az érintetlen porózus réteg szivárgási tényezője,

k_n — az r_v vastagságú zóna megváltozott szivárgási tényezője,

r_k — a kút sugara.

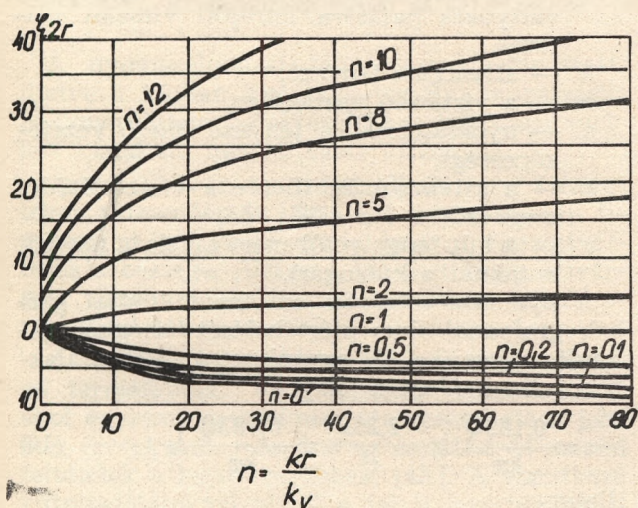
Az ún. gáthatás $\xi \rightarrow 0$, ha $k_v \rightarrow k_r$, illetve $r_v \rightarrow r_k$ (10. ábra). A 10. ábráról látható, hogy a szivárgási tényező javulása a megváltozott zónában kisebb hatást gyakorol a kút vízhozamára, mint ugyanazon mértékű romlása. Így pl.

$$\frac{k_r}{k_v} = 0,1$$

esetén a javulás csak mintegy kétszerese, míg

$$\frac{k_r}{k_v} = 10$$

esetén a vízhozam-csökkenés négyszerese az érintetlen vízadóréteg szivárgási tényezője alap-



10. ábra. A gáthatás változása $\frac{k_r}{k_v}$ és $\frac{r_v}{r_k}$ függvényében

ján számolt vízhozamnak. Az említett néhány megállapítás igazolja tehát, hogy a szűrőzési technológián belül az iszapbontás és általában a rétegtisztítás kérdésével kiemelten kell foglalkozni.

Ennek tudható be, hogy az utóbbi években igen sokat foglalkoztunk a vonatkozó technológiai módszerek fejlesztésével és figyelemreméltó eredményeket értünk el. A legkülönbözőbb mechanikai és vegyi rétegtisztítási módszerek hatásosságát vizsgáltuk laboratóriumi és terepi feltételek között. Így kidolgoztuk és ma már rutinszerűen sikerrel alkalmazzuk a rétegmogatási eljárás különböző módszereit, az ún. mosatófejjel történő vizsugaras iszapbontást, sűrített levegő segítségével előidézett nyomásváltozásokon alapuló eljárást, vagy a két módszer egyidejű kombinált alkalmazásának technológiáját.

A technológiai részletkérdésekkel, a már idézett tanulmányok [12., 33., 34., 38.] részletesen foglalkoznak.

Az említett rétegtisztítási módszerek általában eredményesen alkalmazhatók. Az egyes műveletek szakszerű végrehajtása esetén azon-

ban — az adott rétegszerkezeti viszonyoktól és fúrési üzemi feltételektől függő mértékben — jelentős időtöbblettel kell számolni. Ezen túlmenően bizonyos műszaki feltételek mellett — többregezes kavicsszórás, ragasztott kavicsszűrő alkalmazása — a rétegtisztítás eredményessége nem mindig biztosítható.

A gazdaságossági szempontok megkövetelték a rétegtisztítás időtartamának csökkentését. A kútépítési munka hatékonyságának, s végeredményben a fajlagos vízhozam növelése viszont megbízhatóbb, hathatósabb módszerek, mint pl. az indirekt vegyi eljárás alkalmazását teszi szükségessé. Az eljárás lényege az, hogy a fúrásnál alkalmazott agyagos, bentonitos normál öblítőfolyadékot kémiailag előkészítik, a szűrő beépítése utáni, ugyancsak vegyi úton történő iszapbontásra. Az eddig végzett kísérletek kapcsán megállapítható, hogy a rétegtisztítás összidőszükséglete ily módon lényegesen csökkenthető. A szűrőmosásnál általánosan felmerülő 100—120 óra szükségtelessé válik, a tisztítószivattyúzás szokásos időtartamát — az adott rétegvizonyoktól függően — szintén lényegesen csökkentjük.

Az iszapbontást követően kerül sor a rétegtisztítási folyamat második nélkülözhetetlen műveletére, a tisztítószivattyúzásra. A tisztítószivattyúzás hatékony végrehajtása a kútपालást körül mesterséges szűrőváz kialakítás, illetve a kút tartós homokmentes üzemfeltételeinek biztosítása szempontjából döntő jelentőségű. Egyes technológiai részletkérdésekről az említett korábbi irodalom [12., 13., 33., 34., 38.] áttekintő ismertetést ad. A tisztítószivattyúzás eredményességének, illetve a kútból optimálisan kitermelhető vízhozam növelése érdekében viszont feltétlenül felül kell vizsgálni az ún. Sichardt-féle szemléletet, illetve ennek alapján a szivárgási sebességek v_{kr} , illetve v_m értékeinek meghatározásával kapcsolatos jelenlegi gyakorlatot. Öllős [28.] és Schmieder [41.] laboratóriumi vizsgálatokon alapuló legutóbbi megállapításai szerint ugyanis a megengedhető szivárgási sebesség, illetve a kitermelhető vízhozam mértéke — az adott feltételektől függően — jelentősen növelhető, ami gazdaságossági szempontok alapján rendkívül nagy fontossággal bír. Az elmondottakat egyébként szovjet szerzők Abramov, Vologyko [17.] is alátámasztják.

4. A kúthidraulikai módszerek gyakorlati alkalmazása

Az optimális vízkitermelést biztosító, hatékony rétegbekapcsolás végrehajtásához az elmondottak alapján tehát ismernünk kell a feltárt réteg szemszerkezeti felépítését, szivárgási viszonyait és a kütellenállások mértékét.

A megismerés fokát viszont rendkívüli mértékben korlátozhatják a vízfeltárásnál alkalmazott fúrési technológia, a kutak viszonylag nagy

mélysége és nem utolsó sorban az ajánlott kúthidraulikai módszerek fogyatékosai.

Az öblítőszappal együtt kiszállított fura-dékminták kevert, osztályozott voltak miatt, követelményeknek megfelelő szemszerkezeti analízisre nem alkalmasak. A kutak nagy mélysége miatt — gazdaságossági okokból — járulékos megfigyelő kutak építésére nincs lehetőség. Az általánosan ismert kúthidraulikai módszerek jelentős elhanyagolásokat tartalmaznak, és csak kisebb-nagyobb közelítéssel tükrözik a tényleges áramlási viszonyokat. A kútkiképzés hatékonyságának növelését célzó fejlesztési munkán belül, Magyarországon az utóbbi időben, fokozottabb figyelmet fordítottunk az adott feltételek között is alkalmazható rétegszerkezeti és kútvizsgálati módszerek bevezetésére és az alábbi területeken értünk el említésre méltó eredményeket:

- utólagos mintavétel,
- nyomásemelkedés, illetve visszatöltődési görbék értékelése,
- termoszelvényezés,
- elektronikus karotázsmérés,
- áramlásmérés.

Az említett kútvizsgálati módszerekkel és alkalmazott műszerekkel korábbi [34.] tanulmányomban foglalkoztam, így részletesebb értékeléstől eltekintek.

A magyarországi gyakorlatban a nyomásemelkedési, illetve visszatöltődési görbék vizsgálatát a nem permanens, tengelyszimmetrikus áramlási feltételek figyelembevételével kidolgozott, közelítő módszerekkel végezzük, [43.] Ez egyrészt a Dupuit elmélet — ma már közismert — hiányosságaira [27., 46.], másrészt arra vezethető vissza, hogy ezek az ún. közvetett módszerekkel kevesebb járulékos megfigyelőkút segítségével is, rövidebb idő alatt, megbízható eredmények kaphatók, [40.], továbbá bizonyos határfeltételek figyelembevételével egyedi kutak vizsgálatánál is eredményesen alkalmazhatóak [9., 20., 42.].

A vonatkozó összefüggések lényegében a nyomás alatti víztárolók figyelembevételével, a rugalmas tározótér szemlélet alapján átalakított Boussinesq-féle alábbi egyenlet közelítő megoldásait tartalmazták:

$$\frac{\partial H}{\partial t} = a \left(\frac{\partial^2 H}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial H}{\partial r} \right) \quad (6)$$

Általánosságban a Theis-féle egyenlet grafoanalitikus megoldásán alapuló módszerek terjedtek el, főleg az előnyös gyakorlati alkalmazhatóság miatt:

Theis a felszín alatti vízáramlás és hővezetés közötti analógia alapján az alábbi ismert egyenletre jutott: [5., 9., 40., 42., 46.]

$$s = \frac{Q}{4\pi km} \left[-E_i \left(-\frac{r^2}{4at} \right) \right] \quad (7)$$

A (7) egyenletben szereplő exponenciális integrál hatványsorba fejtve, $\frac{r^2}{4at} = u$ kis értékei esetén az alábbi közelítő kapcsolatban írható fel:

$$-E_i \left(-\frac{r^2}{4at} \right) \approx \ln \frac{2,25at}{r^2} \quad (8)$$

illetve ebből következően:

$$s = \frac{0,183Q}{km} \lg \frac{2,25at}{r^2} \quad (9)$$

A fenti összefüggésben:

s — az állandó Q vízhozammal végzett szivattyúzás hatására létrejött vízszint változás,

k — szivárgási tényező,

m — a víztároló vastagsága,

a — nyomáselosztási tényező (piezo vezetőképesség),

t — a szivattyúzás, illetve a visszatöltődés megkezdése óta eltelt idő,

r — a kút tengelyétől mért távolság (egyedi kutaknál a kútsugár).

A nyomásemelkedési és visszatöltődési görbék grafoanalitikus kiértékelését megkönnyítendő, célszerű a (9) egyenletet az alábbi alakban felírni: (Jazvin [42.]).

$$s = \frac{0,183Q}{km} \lg \frac{2,25a}{r^2} + \frac{0,183Q}{km} \lg t \quad (10)$$

illetve

$$s = A + C \lg t \quad (11)$$

A 11. ábra szerint lényegében

$$C = \frac{s_2 - s_1}{\lg t_2 - \lg t_1} \quad (12)$$

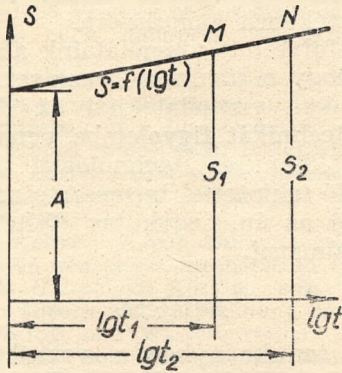
azaz a vízszintemelkedési görbe egyenes szakaszának iránytangense, míg A az ordinátán kimetszett hossz.

Az elmondottakból következik, hogy a vízszintemelkedési görbe kiértékelése, illetve az alábbi összefüggések alapján számítható és átlagos szivárgási tényező és a nyomáselosztási tényező:

$$k_r = \frac{0,183Q}{tgrm} \quad (13)$$

$$\lg a = 2 \lg r - 0,35 + \frac{A}{C} \quad (14)$$

A bemutatott eljárás természetesen megfigyelőkutatás vizsgálati rendszer alapján lett kidolgozva, amit egykutas vizsgálatoknál természetesen tekintetbe kell venni. Legmegbízhatóbban a szivárgási tényező meghatározásánál alkalmazható. A k tényező ugyanis a bemutatott összefüggések alapján függ a vízszint időbeni változásától, viszont a vízszint időbeni változása a megadott határfeltételek között, nem függ a kúttellenállás mértékétől.



11. ábra. A nyomásemelkedési görbe értékelése

A nyomáseloszlási tényező meghatározását, illetve a kútban kialakuló vízszint magasságát nagymértékben befolyásolják a kútpalást mellett kialakuló megváltozott viszonyok.

Az általánosan megadott alkalmazási feltételeken túlmenően [9., 20., 42.] természetesen figyelembe kell venni azt is, hogy a vízszintváltozás sebessége, illetve a vizsgált réteg szivárgási viszonyai korlátozzák a módszer alkalmazási területét.

A módszer legeredményesebben nagymélységű termálkutak vizsgálatainál alkalmazható, ahol egyrészt a rugalmas tározótér hatása jobban érvényesül, másrészt az észlelési és mérési feltételek a legkedvezőbbek. [43.] A vonatkozó kútvizsgálatoknál abból a feltételezésből indulunk ki, hogy a nem permanens kúthidraulikai módszerekkel meghatározott k_r szivárgási tényező közelítőleg a víztároló érintetlen zónájának szivárgási feltételeit tükrözi. A kútpalást melletti megváltozott feltételekre vonatkozó k_v szivárgási tényezőt viszont szintén az egyedi kútban végzett mérések alapján, de a Dupuit-féle, permanens áramlási viszonyokat figyelembevevő, összefüggés felhasználásával számítjuk. Az így kapott értékek, mint ismeretes, a kútelőállás nagyságát magukba foglalják.

Az elmondottak alapján számítható a kútképzés eredményességét jellemző ún. termelékenység arányszám az alábbiak szerint:

$$\lambda = \frac{k_v}{k_r} \quad (15)$$

A $\lambda < 1$ értékek rétegbekapcsolási fogyatékoságokra utalnak, és ennek alapján — a kútelőállás csökkentése érdekében — további rétegkezelési műveletek elvégzésére adhatók utasítások.

A kútvizsgálatoknál ma már elterjedten alkalmazunk egyéb kiegészítő mérési eljárásokat is. Így a termoszelvényezést, az elektrolitikus karotázsmérést és az áramlásmérést.

Az adott követelményeket kielégítő, műszerekkel végzett mérésekből következtethetünk az egyes rétegek egymásrahatására, a különböző

szűrőszakaszok termelékenységére, azaz végeredményben fontos információkat kaphatunk a kútképzés minősége, illetve a kivitelezési hibák vonatkozásában. A legutóbbi időszakban végzett ellenőrző mérések pl. számos esetben azt bizonyítják, hogy több különböző szintben végzett rétegbekapcsolás esetén, egyes szűrőszakaszok nem működnek. Ez mindenképpen alátámasztja azon korábbi megállapításokat, melyek óvatosságra intettek különböző tisztázatlan hidrogeológiai adottságú rétegek egyidejű bekapcsolását illetően.

A továbbiakban a vízádóréteg hidrogeológiai adottságainak, még szűrőzés előtti, tisztázására alkalmas módszerekkel kapcsolatos kísérleteket és kutatásokat szándékozunk fokozni. Ebben a vonatkozásban különböző rétegvizsgáló műszerek és geofizikai módszerek jöhetnek számításba.

5. A szivárgási tényező meghatározása elektronikus számítógéppel, a nem permanens áramlási feltételekre vonatkozó alapegyenletek figyelembevételével

A bemutatott — nem permanens áramlási feltételeket figyelembevevő — grafoanalitikus módszer kétségtelen előnye, hogy a gyakorlati kivitelezési munkában is alkalmazható egyszerű, gyors kiértékelést tesz lehetővé. A vonatkozó számítások kiindulási alapját képező (9) összefüggés azonban bizonyos elhanyagolásokat tartalmaz és — u értékétől függően — még a megadott érvényességi tartományon belül is csak közelítésként vehető figyelembe.

Egyes speciális feladatok megoldásánál, tehát semmiképpen sem nélkülözhetjük a (7) alapegyenletet, továbbá (9) összefüggés mechanikus, grafoanalitikus megoldása fokozhatja a kiértékelési hibák lehetőségét és így ennél is ajánlatos analitikus megoldás alkalmazása.

Az analitikus kiértékelés munkaigényessége azonban az általános bevezetést és elterjedést illetően igen komoly akadályt jelent.

A gyakorlati alkalmazás és a gyors, pontos feldolgozás követelményeit vettük figyelembe, amikor a Budapesti Műszaki Egyetem Vízgazdálkodási Tanszéke munkatársainak [23.] bevonásával elektronikus számítógépre programot dolgoztunk ki, az említett összefüggések analitikus megoldása, illetve a vonatkozó kúthidraulikai paraméterek feldolgozása érdekében.

Vizsgálatainkat a gyöngyösvisontai 28-jelű megfigyelőkutas kútcsoport f/2-es vízadó szintjére vonatkozó kúthidraulikai paraméterek figyelembevételével végeztük. [40.]

A vonatkozó kútképzési munkálatoknál és szivattyúzási próbáknál átlagon felüli szakmai követelményeket támasztottak, ami igen kedvező a feldolgozandó adatsor megbízhatóságát illetően. Továbbá igen sokoldalú elemzés alapján, igen jó információk állnak rendelkezésre a

szivárgási tényezők vonatkozásában, ami kedvező összehasonlítási és ellenőrzési alapot biztosít. A számítások kapcsán ugyanis a vízáadó réteg szivárgási tényezőit kívántuk meghatározni, a megfigyelőkutakban észlelt leszívások és egyéb már korábban említett paraméterek figyelembevételével.

A (7) és (9) összefüggések csak fokozatos közelítéssel vezethetnek eredményre. Ezért többféle iterációs eljárást dolgoztunk ki és ezek közül választottuk ki az alkalmazott felezéses iterációs megoldást. Az iterációs algoritmus alapján ALGOL programozási nyelven a szovjet RAZDAN—3 elektronikus számítógép reprezentánsában készítettük a programokat. A vizsgálatokat az Egyetemi Számítóközpontban végeztük.

A számítások elvégzéséhez a (7) alapösszefüggést

$$s = -\frac{Q}{4\pi mk} E_i\left(-\frac{r^2 \gamma \beta^*}{4 tk}\right) \quad (16)$$

alakban írtuk át.

Az exponenciális integrál értékének közelítő számításánál a hatványsor első nyolc tagját vettük figyelembe az alábbiak szerint:

$$s = \frac{Q}{4\pi mk} \left(-0,5772 - \ln u + u - \frac{u^2}{4} + \frac{u^3}{18} - \frac{u^4}{96} + \frac{u^5}{600} - \frac{u^6}{4320} + \frac{u^7}{35280} - \frac{u^8}{32560} \right) \quad (17)$$

ahol;

$$u = \frac{r^2 \gamma \beta^*}{4 tk} \quad (18)$$

Az így számított exponenciális integrál értékek a Theis-féle táblázatban közölt értékektől általában csak az utolsó tizedesben térnek el.

A (9) összefüggés viszont az

$$s = \frac{Q}{4\pi mk} \ln \frac{2,25 tk}{r^2 \gamma \beta^*} \quad (19)$$

alakot vette fel.

A program $k = 10^{-3}$ m.sec. szivárgási tényezőtől kiindulva számítja a leszívás értékét. A továbbiakban iterációs úton addig változtatja a szivárgási tényezőt, amíg a mért leszívás értéket, a program adatlapján megadott pontossággal, meg nem közelíti a (17) és (19) összefüggésekből számított leszívás értéke.

A program futási ideje igen rövid, ugyanis egy-egy k tényező meghatározása 1—2 mp-ig tart. Figyelembe véve a RAZDAN—3 elektronikus számítógép gépóra költségét, igen gazdaságos, pontos, gyors kiértékelést jelent.

A szivárgási tényező meghatározása kapcsán természetesen lehetőség nyílt különböző összehasonlító vizsgálatokra is. Így értékeltük

- a kúttávolság,
- a térfogatváltozási tényező,
- a szivattyúzás megkezdése óta eltelt idő és
- vízhozam

paraméterek változásának hatását a szivárgási tényező értékének alakulására.

Eddig lefolytatott vizsgálataink alapján nyilvánvaló, hogy a jövőben intenzívebben kell a kúthidraulikai vizsgálatoknál az elektronikus számítási technikát figyelembe venni. A hazai adott vízföldtani és technológiai követelményekre való tekintettel természetesen a további kutatásokat az ún. „egyutas” feltétel alapján kell szorgalmazni.

Befejezés

E rövid tanulmányban a vonatkozó fúrás-technikai és kúthidraulikai kérdések átfogó ismertetésére és elemzésére nem kerülhetett sor. Szándékom csupán az volt, hogy néhány sajátos probléma megvilágítása kapcsán, a konzervatív felfogással ellentétben, bizonyítsam az öblítéses rotary eljárás alkalmazásának létjogosultságát vizkutató és feltáró fúrásoknál. Eredményes munkát csak az adott vízföldtani és hidraulikai viszonyok összehangolt vizsgálata és ennek alapján megválasztott komplex technológiai módszerekkel érhetünk el. Ez egyrészt azt jelenti, hogy a korszerű kútépítésnél az elméleti kutatás terén elért eredményeket messzemenően figyelembe kell venni, ami az elméleti kutatással és gyakorlati kivitelezéssel foglalkozó intézmények, illetve szakemberek szoros kooperációját igényli. Másrészt azt, hogy a kútépítésnél ma már a korszerű fúróberendezések és korszerű műszerek nem nélkülözhetők.

IRODALOM

1. Dr. Alliquander Ödön: A vízkútfúrás korszerű módszerei. Budapest. 1968. Mérn. Tov. Int. 14.633.
2. Bélteky Lajos: Falusi ivóvízellátás és korszerű fejlesztése. Budapest, 1960. Kézirat.
3. Bélteky Lajos: Artézi kutak minőségi és gazdaságos építése, üzemeltetése és karbantartása. Budapest, 1950. Kézirat.
4. Dr. Ing. Erich Bieske: Alterungserscheinungen bei Bohrbrunnen. Orsz. Vízépítőipari Napok. Budapest, 1968. Előadás.
5. Dr. S. Erdélyi, J. Gálfi, dr. G. Öllös, dr. K. Ubell and Varrók: Estimation of Groundwater Resources, International Post-Graduate Course. Budapest, 1968.
6. Jacob C. F.: Recovery Method for Determining the Coefficients of Transmissibility, Water Supply Paper, 1963.
7. Glenn E. E.—Slusser M. L.—Huitt J. L.: Factors Effecting Well Productivity I. Drilling Fluid Filtration II. Drilling Fluid Particle Invasion into Prou Media; Petroleum Transactions of the AIM. E. 1957. USA Dallas.
8. V. H. Gavrilko: Filtri vodozabornich, vodoponizitelnych i gidrogeologicseskich szkvazsin. Moszkva, 1962.
9. Edward E. Johnson. INC: Ground Water and Wells, Saint Paul Minnesota.
10. Kassai Lajos: Termelőkutak nyomásemelkedési görbéinek értékelése. Bányászati Lapok, 60/10 —11—12.

11. Zsolt Keserü: A New Approach to the Study of the Critical Velocity of Filtration and it's new Methods. MTA. Budapest, 1966. (Kúthidr. An-két)
12. Dr. Konyor László—Pataki Nándor—Pákozdi Pál: A kompresszoros vízemelés alkalmazása a rétegtisztításban és a fűréstechnikában. Mérnök Továbbképző Intézet 4634. Budapest, 1968.
13. Dr. Konyor László: Kútkiképzés hatékonyságának vizsgálata. Országos Vízépítőipari Napok, Budapest, 1968.
14. Dr. Korim Kálmán: A pannoniai rétegek víztároló és vízadó képességét meghatározó földtani tényezők. Hidrológiai Közöny. 1966. 11. sz.
15. Kozény J.: Theorie und Berechnung der Brunnen. Wasserkraft und Wasserwirtschaft (1953.)
16. Prof. A. Kézdi: Soil Physics. International Post-Graduate Course, 1968. Budapest.
17. Sz. N. Lermann—J. F. Volodko: Kreplenyie arteziánszkich szkvazsin nyemetaliceszkimi trubami. NEDRA. Moszkva, 1963.
18. Lakatos Sándor: A vizkutató és vízfeltáró fúrásokhoz kapcsolódó karotázs-vizsgálatok. Budapest, 1968. Mérnök Továbbképző Intézet/4633.
19. Dr. Manfred Ludwig: Untersuchungen über die Gültigkeitsgrenzen des Darcyschen-Gesetzes bei körnigen Lockersedimenten. MTA. Budapest, 1966.
20. V. M. Makszimova: Szparavocnoje rukavodsztro gidrogeologa I—II. NEDRA, Leningrád, 1967.
21. Marton Lajos: Vízadó kutak „előregedése”, különös tekintettel az „okkeredésre”. Hidrogeológiai Közöny, 66/7. Budapest.
22. V. Nagy Imre: A lamináris szivárgás instabil állapotának vizsgálata. Hidrológiai Közöny, Budapest, 1964/4. sz.
23. Dr. V. Nagy Imre—dr. Ijjas István—WinterJános: Kúthidraulikai adatok statisztikai feldolgozása. Kézirat. 1969. Budapesti Műszaki Egyetem Vizgazdálkodási Tanszék.
24. Dr. V. Nagy Imre: Hidrológiai statisztikai számítások. Tankönyvkiadó. Budapest, 1969.
25. G. G. Malevanij—V. D. Pirjatin: Szposzob naimensich kvadratov v gidrogeologicseskich isszledovanijach i raszcsotach. Charkov, 1968.
26. Dr. Öllös Géza: Kútszűrők és hidraulikai vizsgálatok. (Vízügyi Közlemények) 1960. I.
27. Dr. Öllös Géza: A kútpalást mellett hidraulikai viszonyok részletes vizsgálata. Hidrológiai Közöny, 1959/1. Budapest.
28. Dr. Öllös Géza—Dávidné Deli Matild—Szolnoky Csaba: A nyomás alatti réteget megcsapoló kutak tervezésének hidraulikai kérdései. (Hidrologiai Közöny) 66/10. uBudapest.
29. Dr. Öllös Géza: Inhomogén talajok hatása a kutak vízhozamára. Hidrológiai Közöny 1960. 1.
30. Papfalvy Ferenc: A szivárgási tényező meghatározására szolgáló módszerek egyes kérdései. MTA. 1966. Budapest.
31. Jack S. Petersen, Carl Rohwer, M. L. Albertson: Effect of Well Screens on Flow into Wells. (Einfluss der Brunnenfilter auf die Einströmung in Brunnen. Bohrtechnik und Brunnenbau. 1963/4. Berlin.)
32. Papp Ferenc dr.—dr. Vitális György: Magyarország műszaki földtana. Tankönyvkiadó. Budapest, 1967.
33. Pataki Nándor: A korszerű kompresszorozás gyakorlati tapasztalatai és alapelvei. Mérnök Továbbképző Int. 4318. Budapest, 1965. (Die praktischen Erfahrungen und Grundprinzipien der modernen Wasserförderung mit Mammutpumpe. W. T. I. Berlin, 1966.)
34. N. Pataki: Water Prospecting Technology Based on the Application of Circulating Mud and Related to Well Hydraulic Question in Hungary. Papers of Participants of International Post-Graduate Course, Budapest, 1968.
35. Pataki Nándor: A hévízkútépítés fűréstechnikai kérdései. Hidrológiai Társaság előadás. Hévízkút ankét, Debrecen, 1966.
36. Pataki Nándor: Kútszűrők fejlesztési iránya közép-és nagymélységű kutaknál. Hidrológiai Társaságban tartott előadás. Budapest, 1969.
37. Pataki Nándor: Préselt műgyantás faszűrők első hazai alkalmazása. Vízügyi Közlemények, Budapest, 1967. 10.
38. Pataki Nándor: A vizkutatósnál alkalmazott korszerű technológia néhány időszerű kérdése. MTI (4330. Budapest, 1965.)
39. Dr. Rónay András: Az Alföld negyedkori rétegeinek vízföldtani vizsgálata. Hidrológiai Közöny, 1963. 5. Budapest.
40. A. Schmieder: Die praktische Verwendung der Grundgleichungen von der in Laufe der Zeit veränderlichen Wasserbewegung. MTA Budapest, 1966.
41. Schmieder Antal: A kút körüli kritikus sebesség és a megengedhető szivárgási sebesség. Hidrológiai Közöny, 1966. 10. Budapest.
42. A. J. Szilin—Szecsorin: Dinamika podzemnich vod. Egyetemi Tankönyv, Moszkva, 1965.
43. Dr. Szpiriev Bozsidár: Hévízkutak vizsgálata. Országos Vízépítőipari Napok, Budapest, 1968. Előadás.
44. Dr. Urbansek János: Magyarország vízföldtani adottsága. Budapest, 1968. Mérnöki Továbbképző Intézet. 4633.
45. Dr. Urbansek János: Pálcavázás és szitaszövetes szűrő alkalmazásának gazdaságossági jelentősége a hazai vízfeltárásban. Hidrológiai Közöny. 1966. 9. Budapest.
46. Dr. Ubell Károly: Az elméleti kúthidraulika módszereinek gyakorlati alkalmazása. Vízügyi Közlemények, 1968. 3. sz. Budapest.

MODERNE ENTWICKLUNGSTENDENZEN IM UNGARISCHEN WASSERBRUNNENBAU

Dr. Ing. N. Pataki

Der Artikel befasst sich mit den Schichtanschlussproblemen von Wasserforschungs- und Erschliessungsbohrungen mittlerer und grosser Tiefe, die in tertiären und quartären porösen Schichten unter Anwendung von Spülung abgeteuft wurden, mit besonderer Rücksicht auf die Erfahrungen in Ungarn. Die am wirksamsten verwendbaren Methoden werden gegebenenfalls von hydrogeologischen Verhältnissen, von der verwendeten Bohrtechnologie und von wirtschaftlichkeitsfaktoren bestimmt. Den Erfolg der Arbeit sichert nur die Zusammenstimmende Untersuchung aller massgebenden Faktoren — Struktur- und Strömungsverhältnisse der wasserführenden Schicht, Tiefe und Methode der Erschliessung, usw. — und die Verwendung von komplexen technologischen Methoden. Beim Bohrverfahren mit Dickspülung erkennt man unter den Brunnenwiderstandsfaktoren als messgebendste den an der Bohrlochwand sich bildenden Filterkuchen und den unter Einfluss des in die Schicht sich einsickernden Bohrschlammes bemerkbaren sogenannten Skin-Effekt. Bei Anwendung dieses Bohrverfahrens muss deshalb das traditionelle Reinpumpen in jedem Fall mit wirksamer Schichtreinigung ergänzt werden. Unter den verschiedenen mechanischen Schichtreinigungsverfahren zeigt sich als wirksamste die gleichzeitige Verwendung der Schlammauflösung mit Wasserstrahlen und der Methoden die auf den mit Pressluft hervorgerufenen Druckveränderungen beruhen. Falls man eine künstliche Kiesschüttung oder vorverfertigte Blockfilter verwendet, ist es zweckmässig die mechanischen Verfahren mit chemischer Schichtbehandlung zu ergänzen. Eine sehr wirksame

Variante dieser Behandlung ist das sogenannte indirekte chemische Verfahren, das auf der Säurebehandlung der Kalzium-Tonspülungen beruht.

Die in der Entwicklung der Filterkonstruktionen gewonnenen Ergebnisse auswertend, kann man feststellen, dass unter den gegebenen Verhältnissen bis zu einer massgebender Korngrösse von ungefähr $D < 0,2$ mm \varnothing die besten Ergebnisse mit den verschiedenen Kiesfiltern erreicht werden können. In Anbetracht der Produktivität und der Wirksamkeit ist die Verwendung der in Blockfilterform hergestellten, sogenannten geblebten Kiesfilterkonstruktionen sehr günstig. Bei der Wahl der Blockfilterkonstruktion muss man zur Erreichung eines wirksamen Brunnenausbaus die Sickerfaktoren der ein zuschaltenden wasserführenden Schicht und des einzubauenden Filters in Betracht nehmen. In gröber entwickelten porösen Formationen mit einer Durchschnittskorngrösse über $D > 0,2$ mm \varnothing sind die bekannten Filterkonstruktionen vom Typ Johnson die wirksamsten.

Zur Sicherung der Bedingungen einer wirksamen Schichteinschaltung und zur Klärung der Strömungsbedingungen in der Zone um den Filter, kann man die mit modernen Methoden und Instrumenten verwirklichten Brunnenuntersuchungen nicht entbehren. Bei Einzelbrunnen kann man am verlässlichsten die auf der graphoanalytischen Lösung der Theis'schen Gleichung basierten Methoden verwenden.

Im Artikel findet man eine Übersicht der sehr allgemein verwendeten, nicht permanenten, sich auf

radiale Strömungsverhältnisse beziehenden, annähernden Brunnengleichungen.

Der Artikel gibt unter Berücksichtigung der unter Druck stehenden Wasserspeicher mittlerer und grosser Tiefe eine Auswertung der praktischen Verwendbarkeit der diesbezüglichen brunnenhydraulischen Methoden unter der sogenannten „Einzelbrunnen“ Ausführungsbedingungen.

Bei Untersuchungen der Brunnenwirksamkeit vergleicht man miteinander die mit nicht permanenten Annäherungsmethoden und die mit der Dupuit'schen permanenten Methode ermittelten Sickerbeiwerte. Aus dem sogenannten Leistungsmodul λ , der das gegenseitige Verhältnis dieser zwei Sickerbeiwerte ausdrückt, kann man auf die veränderten Strömungsfaktoren der Brunnenumgebungszone folgern. Die Werte $\lambda < 1$ weisen auf Mangel des Schichtanschlusses, demzufolge man die Verminderung des Brunnenwiderstandes anstrebend die Durchführung weiterer Schichtbehandlungsarbeiten vorschreiben kann.

Wegen späterer Kontrolle ist bei den Brunnenuntersuchungen die Applikation ergänzender Messverfahren, so der Thermoprofilierung, der elektronischen Messung und der Strömungsmessung zweckmässig.

Zum Schluss zeigt der Artikel ein Programmierungsverfahren im Zusammenhang mit der Anwendung des elektronischen Rechenautomaten in der Brunnenhydraulik.

Kitörések megelőzése a szénhidrogén kutatásnál

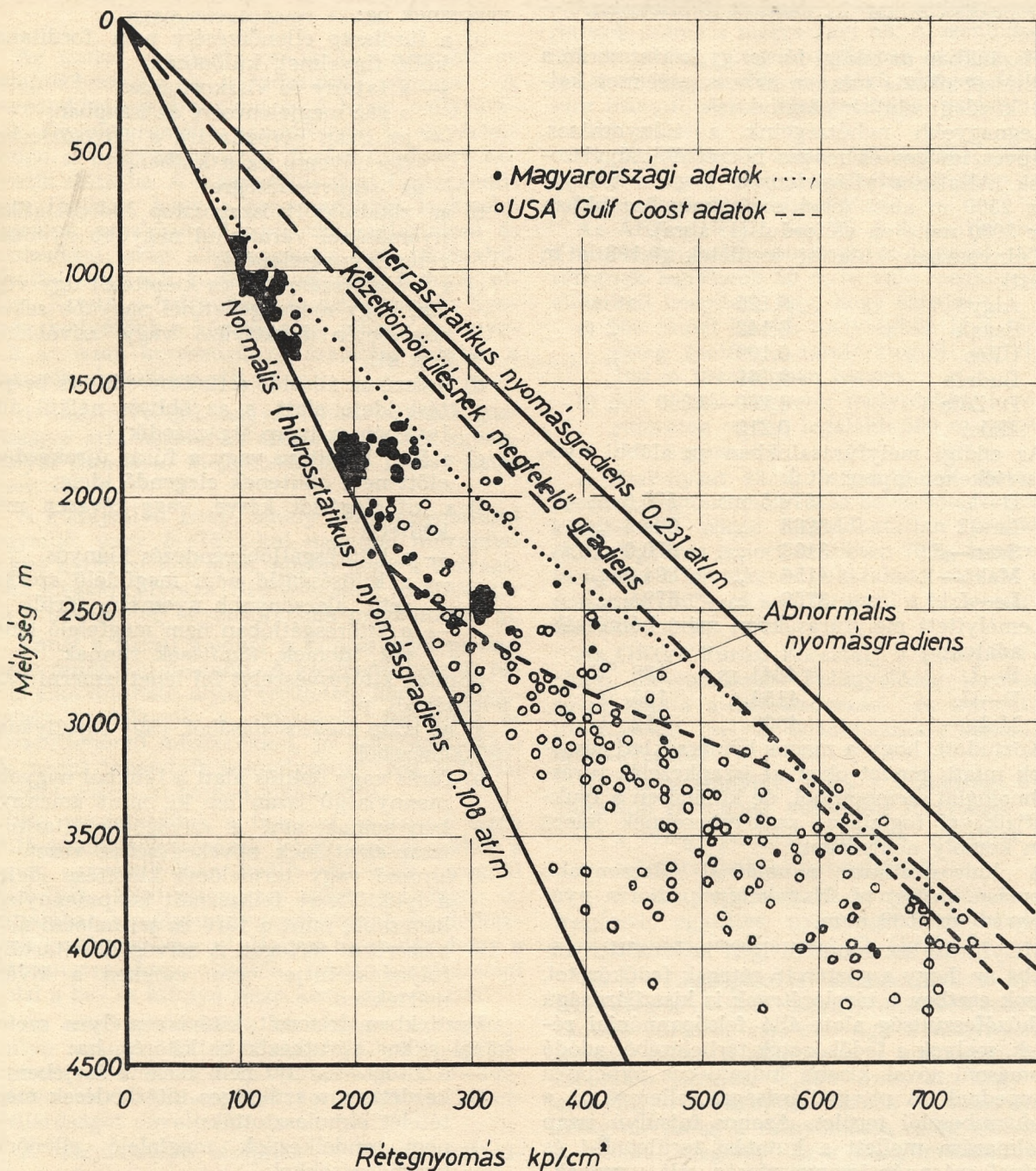
Írta: Lendvai László

A fúrási iparág feladata a szénhidrogének kutatása és feltárása céljából mélyített fúrólyukak biztonságos lemélyítése és termelésbe állítása.

A kitörésvédelem a személyi balesetvédelmen túl műszaki-gazdasági szempontból is rendkívül jelentős. A mély- és nagymélységű lyukak fú-

rását igen drága fúróberendezésekkel végzik, ezeknek elvesztése jelentős kárt jelentene. Egy olaj, vagy gázkitorés alkalmával a veszendőbe menő több ezer m³ olaj és több millió m³ gáz értékén túl, az olajmező rétegenergia helyzetében is felbecsülhetetlen károkat okozhat.

A kitörések megelőzésével az olajbányászat



fenállása óta foglalkoznak. A szomorú tapasztalatok és a technika fejlődése mindig újabb eszközöket és gyakorlati megoldásokat eredményez.

Hazánkban az utóbbi évtized legnehezebb éve — kitörések tekintetében — az 1963-as év, amikor 6 kitörés volt. Ebből igen súlyos volt az Üllés—3; 4 és Hsz—59 jelű, majd 1966-ban az L—453 és Psz 26 jelű fúrások. Az L—453 fúróponton a berendezés leégett. A kitörések bizonyítják, hogy az olajbányászatban az egyik legrégebb, legismertebb mező is szolgálhat igen kellemetlen meglepetésekkel, és, hogy nem lehet a technológiai és biztonságtechnikai kérdéseket felületesen kezelni.

Hazánkban az eddigi fúrási gyakorlat során a természet okozta minden nehézséggel meg kellett küzdeni olajbányászainknak.

Legnagyobb nehézségeink a túlnyomásos, iszapveszteséges és magas hőmérsékletű viszonyok. Általános világhjelenség, hogy a túlnyomás 2500 m alatt jelentkezik, míg hazánkban már 2000 méteren előfordul (1. ábra).

Túlnyomásos kutatási területek (0,108 at m felett):

Algyő	0,125	at/m
Szank	0,142	„
Üllés	0,160	„
Budafa	0,166	„
D. Zala	0,160—0,200	„
Makó	0,213	„

Az eddigi mélyfúrásainkban az alábbi nyomásértékeket tapasztaltuk:

B—I.	3970,5 m	570,0 at
Le—2	3263 „	624,6 „
Szen—5.	3193 „	670,0 „
Makó—1.	4156 „	884,0 „
Le—I.	3750 „	679,0 „

Lemélyített mélyfúrásokban mért hőmérsékleti adatok:

B—I.	4341 m	188 °C
B—II.	4150 „	195 °C
Makó—1.	4060 „	172 °C

Köztudott, hogy a magas hőmérsékleti viszonyok miatt gondot okoz az iszapkezelés fúrás-technológiai szempontból, de különösen a lyukgeofizikával foglalkozó szakembereknek jelent igen komoly nehézséget.

A hidrosztatikus nyomásnál alacsonyabb nyomású terület pl. Nagylengyel, ahol a nyomásgrádiens 0,09 at m.

Mélyfúrási szempontból igen kedvezőtlen továbbá az, hogy a gáztároló rétegek fedőkőzetei, de sok esetben a tárolórétegek is kisszilárdságú és húzófeszültség alatt álló felsőpannóniai rétegek, melyek a fedőkőzetek terheléséből adódó nyomásnál jóval kisebb hidraulikus nyomásra felrepednek. A rétegszilárdságra jellemző pl. a hajduszoboszlói terület. Azonos fajsúlyú iszap alkalmazása mellett a kutatási terület É-i és középső szárnyán iszapveszteség volt, ugyanak-

kor a D-i területen iszapveszteséget nem tapasztaltunk.

A kitörések megelőzése szempontjából nézzük meg, mi is a kitörés és annak előidéző okai? A kitörés a fúrólyuk mélyítése során a rétegekből folyadéknak vagy gáznak ellenőrzés nélküli beáramlása a fúrólyukba és ezt követően hirtelen kiáramlása az atmoszférába.

Az öblítőiszap hidrosztatikus nyomásának a fúrólyuk bármely mélységében nagyobbak kell lenni, mint a rétegyomásnak.

Kitörések okai

Kitörések általában az alábbi okok miatt következnek be:

- a) a fúróiszap ellenőrzésére nem fordítanak kellő figyelmet, különösen
 - a fajsúly és viszkozitásra,
 - a gáz megjelenésére az iszapban,
 - az iszap nívoállására a szívógödörben (tartályban) és a kútban,
 - az iszapveszteségre;
- b) az alkalmazott iszaposzlop hidrosztatikus nyomásánál váratlanul nagyobb nyomású rétegek megjelenése;
- c) a fúrószerszám be- és kiépítését úgy végzik, hogy megengedettnél nagyobb sebesség esetén dugattyúzó vagy szívóhatást fejt ki;
- d) hosszú az állásidő a fúrócsere ki- és beépítési ideje alatt, s az öblítés nélkül álló lyukban az iszap átgázosodik;
- e) a fúró kiépítése vagy a fúrás újratekzdése előtt nem öblítenek elegendő ideig;
- f) a kitörésgátlót késve, vagy tévesen működtetik:
 - a kitörésgátlóberendezés hiányos,
 - a kitörésgátló nem megfelelő szerkezetű: alacsonyabb nyomású, sérült,
 - a kitörésgátlóban nem megfelelő betétek, idomok, tömitések vannak.

Minden kitörésveszélyt fel lehet ismerni több jelenségből, pl:

- a) az iszap átgázosodásából, vagy fajsúlyának csökkenéséből,
- b) fúrás vagy öblítés alatt a lyukból nagyobb mennyiségű iszap lép ki, mint amennyit benyomnak, ami a szívógödör (tartály) iszap-szintjének növekedéséhez vezet,
- c) fúrócső vagy termelőcső kiépítése idején a lyuktöltésre felhasznált iszapmennyiség kevesebb, mint a fúró és termelőcső által kiszorított térfogat. A szívógödör (tartály) folyadékszintje nem csökken a kívánt mértékben.

Fentiekben felsorolt kitörésveszélyes esetek közül akkor következik be kitörés, ha:

- a kitörésveszélyt nem észlelik idejében;
- kezdetben a szükséges intézkedések megtételét elmulasztották;
- nem rendelkeznek megfelelő ellenőrző berendezésekkel;

— a biztonsági berendezések működése nem megfelelő.

A kitorések megelőzésének legfontosabb tényezője az első jelzés észlelése, amely az öblítőkör egyensúlyának megbomlására utal. Ebben az esetben a lyukat még kellő időben lezárhatjuk, az öblítőközeget és az öblítőrendszert idejében lehet szabályozni.

A hidrosztatikus egyensúly alapja; a rétegyomást öblítéssel úgy biztosítjuk, hogy az iszap hidrosztatikus nyomása statikus és dinamikus körülmények között is megfelelően az átfúrt réteg nyomásának.

Kiegyensúlyozott fúrás

Az utolsó években rendkívül megnőtt az iszaptechnológia és a hidraulika szerepe. A nemzetközi szakirodalom és a hazai mélyfúrások figyelemreméltó eredményei is egyértelműen a kiegyensúlyozott fúrási rendszert helyezik előtérbe. A kiegyensúlyozott fúrási rendszer lényege, hogy a megengedhető legkisebb fajsúlyú, viszkozitású, szilárdanyagtartalmú és vízleadású iszap alkalmazására kell törekedni. Ezáltal nagyobb fúrási sebességet tudunk elérni. Kisebb a hidraulikus és differenciális nyomás, kedvezőbb a kőzetbontás, jobban érvényesül az iszap keresztirányú áramlása folytán a furadék elszállítása stb.

A nagymélységű, nagynyomású rétegek gazdaságos átfúrásának az alapja az öblítés egyensúlyát fenntartó kiegyensúlyozott fúrási rendszer.

A kisfajsúlyú iszap, amely a rétegyomással egyenlő, vagy 8—15⁰/₀-kal nagyobb hidrosztatikus nyomást hoz létre, éppen hogy a beáramlást megakadályozza. Szinte számol az öblítőkör és a tárolóréteg egyensúlyának megbomlásával.

Ennél a fúrási módnál a kitorésvédelem szerepe rendkívül megnőtt. A kiegyensúlyozott fúrás alkalmazható olyan területen, ahol a berendezés rendelkezik a szükséges technikai és iszapellenőrző műszerekkel, jó kitorésgátlókkal és végül tapasztalt személyzettel. Ezt a fúrási módot csakis itt szabad alkalmazni.

Ha rendelkezünk a bemenő és kijövő iszap differenciális mérésének lehetőségével, akkor a lyuk egyensúlyában beállt változást azonnal észleljük. Nívó ellenőrzés szinte felesleges is. Általában a mélyfúróberendezéseink rendelkeznek ezzel a műszerrel. Helyes megoldás, hogy a fúrómesteri kapcsolótábla felett fényjelzéssel jelzi a be- és kifolyó iszap közti differenciát.

Az előző gyakorlat a biztonságot a nagyfajsúlyú iszapban látta. A nagyfajsúlyú iszap kőzetroncsolás szempontjából lényegesen kedvezőtlenebb körülményeket teremtett; a kőzet-szilárdságot növelte.

A nagyfajsúlyú iszapnak — magas szilárdanyag tartalma miatt — nagy a viszkozitása,

nehéz és költséges az iszap kezelése, a vízleadás szabályozása.

Gazdasági szempontból is igen előnytelen; egyrészt a magas iszapelőállítás és kezelési költség, másrészt a nagy fajsúly sebességromlást okoz. Bátran kimondhatjuk, hogy csökkentette a biztonságot, — főleg abban az időben, amikor nem rendelkezünk megfelelő műszerekkel és zárószervezetekkel — a rétegrepesztés, iszapvesztés és megszorulás veszélyét rejtette magában.

Biztonsági beléscsőoszlop elhelyezése

Általános tapasztalat, hogy a túlnyomásos rétegek száma a mélységgel nő. A szénhidrogének kutatása világviszonylatban a még ismeretlen mély- és nagymélységű rétegek feltárására irányul, ami a fúrás technikai problémákat tovább növeli.

Nagynyomású kőzetek átfúrásánál alapvető követelmény a biztonsági beléscsőoszlop megfelelő mélységig való beépítése.

Az ÁBBSz. XVII. fej. 36. § 2. pontja szerint a biztonsági beléscsőoszlopot a legfelső tárolórétegnek legfeljebb 50 m-re való megközelítése előtt kell beépíteni úgy, hogy saruja:

- a) 500 m-nél kisebb mélységben lévő tárolóréteg esetén a tárolórétegtől legfeljebb 100 m távolságban legyen;
- b) 500 m-nél nagyobb mélységben lévő tárolóréteg esetén legalább 500 m mélységben legyen.

A Szabályzat 43. § 2. pontjának betartása azonban legtöbb mélyfúrás beléscsőtervének elkészítésénél szinte megoldhatatlan problémát okoz. Ugyanis ismert területen 70⁰/₀, ismeretlen területen a következő lyukszakasz várható nyomásának 100⁰/₀-ra kell tervezni a biztonsági beléscsőoszlopot.

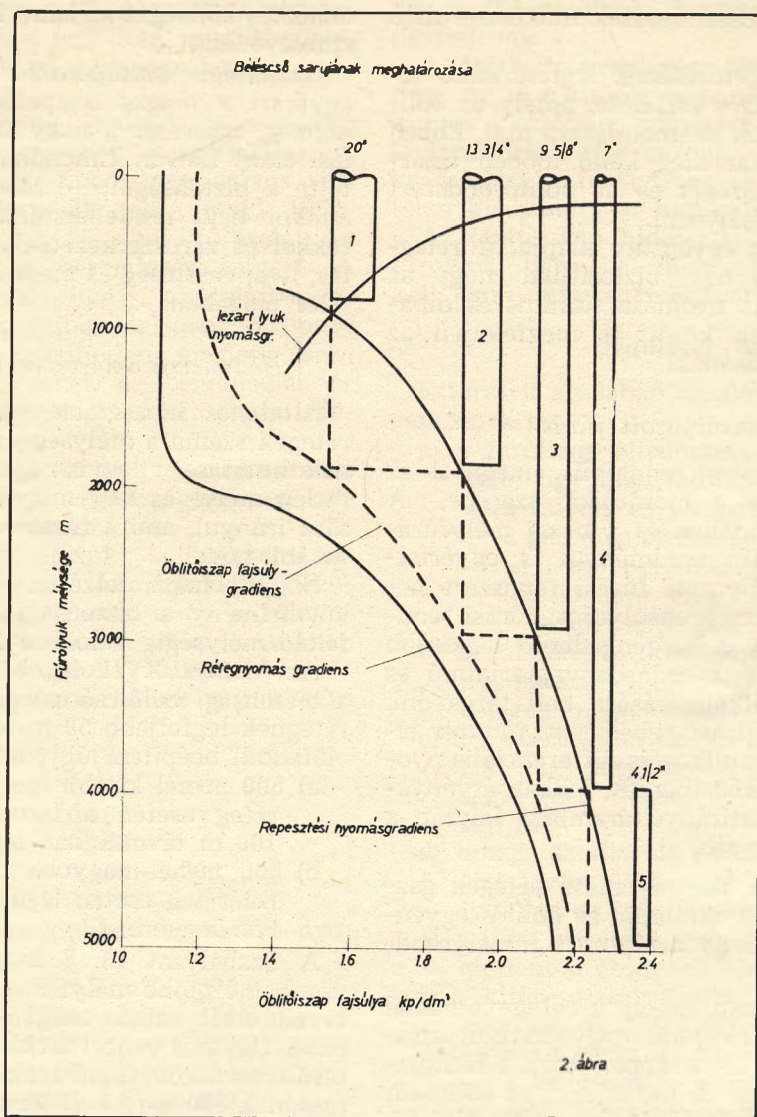
Az OKGT Fúrási Főosztály a Budapesti Kerületi Bányaműszaki Felügyelőség jóváhagyásával kiadta a beléscsővezési és cementezési utasításokat, melyek tartalmazzák a biztonságos munkavégzést.

Általános irányelv, hogy a biztonsági beléscsőoszlop sarujának minimális mélységét:

- a rétegrepesztési gradiens vonalnak,
- a lezárt lyukfej nyomásának,
- az iszap hidrosztatikus nyomásának

megfelelő együttes nyomásgradiens-vonalának metszéspontja szabja meg. (2. ábra)

Ha a rétegrepesztési szempontból is szilárd fedőrétegek mellett nagynyomású rétegeket hárántoló fúrásról van szó, úgy a nagynyomású rétegbe célszerű elhelyezni a biztonsági beléscsőoszlop saruját. Újabb irányzat, hogy alacsonyfajsúlyú iszappal fúrnak a túlnyomásos réteg eléréseig, a túlnyomásos réteg elérésekor a lyukat „megölik” és a túlnyomásos rétegbe ültetik a beléscsővet.



A kisszilárdságú rétegsorban a biztonsági bélelcsőoszlop nem biztosít megfelelő kitérésvédelmet. Különös gonddal kell ügyelni a felszínig történő cementezés minőségére.

Ha a rétegre rátelepült fedőréteg vastagsága nő, vele együtt fokozódik a tömörítő nyomás értéke is.

A tömörítőnyomás csökkenti a pórusterfogatot a rétegben. Ha a folyadék szabadon távozhat, a pórnyomás normális marad. Ha azonban a tárolóréteg le van zárva, a tömörítőnyomás átterjed a rétegfolyadékokra is, s ezzel megszűnik a további tömörülés. A pórusban lévő folyadék átveszi a fedőréteg járulékos nyomását, s ezáltal a rétegben abnormális lesz a nyomás. Rendkívül jelentős az utóbbi időben mindinkább térhódító túlnyomásos rétegek előrejelzésének meghatározó módszerei. Ilyenek:

- akusztikus módszer,
- ellenállás mérési módszer,
- kőzet minőség meghatározás.

A márgafuradék sűrűségének csökkenése —

a mélység függvényében — a rétegnyomás növelését jelenti. Ezáltal lehetőség nyílik a fajsúly megfelelő időben való felemelése (3. ábra).

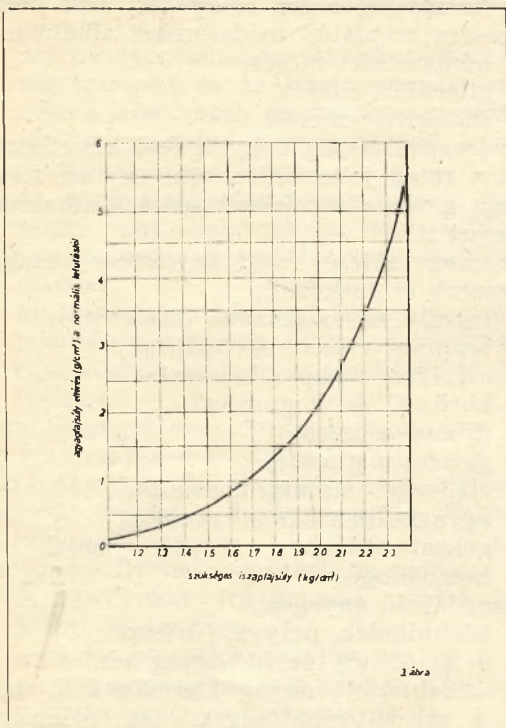
Üllésen a 7. sz. fúrás mélyítése során 2000 méterben 324 at. 60%-os túlnyomású réteget harántoltunk. Ez a fúrás adott választ az 1963-as évben kitört Ű—3. és 4. jelű fúrások kitérésének körülményeire.

Fentiekben ismertetett túlnyomás előrejelző módszer bevezetésével igen sok váratlan meglepetésnek elejét vehetjük.

Nyomáshullámok

A kitérések megelőzésének igen fontos feltétele a nyomáshullámok kiküszöbölése.

Hazánkban is a kitérések több mint egyharmada — a két legutolsó kitérés a Lovászi—453 és Psz—26 kiépítés közben fellépő nyomáshullám hatására következett be.



3. ábra

Negatív nyomáshullám:

Akkor keletkezik, ha a fúrócsövet a megengedtnél nagyobb sebességgel építjük ki, ezáltal a réteget „megdugattyúzzuk”. Kiépítéskor a lyuk falánál nincs iszapmozgás, a kiépített csőnél viszont nagy a folyadékmozgás, ezáltal ellenáram keletkezik, vagyis a fellépő nyomáscsökkenést a fúrócsővel érintkező folyadék felületi súrlódása okozza!

Gyors kiépítésnél keletkezett negatív nyomáshullám a hidrosztatikus nyomás jelentős csökkentését idézi elő, ami kőolaj, vagy földgáz beáramlásához vezethet.

A fúrólukban lévő hidrosztatikus nyomás a kiépített fúrócső hosszával egyenes arányban csökken.

Pozitív nyomáshullám:

Akkor keletkezik, ha az iszappal feltöltött fúrólukban nagy sebességgel építjük be a fúrócsövet vagy béléscsövet. A nyomáshullám egyenesen arányos:

- a beépített béléscső hosszával,
 - a beépítési sebességgel,
 - a folyadék fajsúlyával és reológiai tulajdonságaival,
 - a folyadék mozgási ellenállásával.
- fordítva arányos:
- a gyűrűstér felületével.

Az iszap reológiai tulajdonságait nagymértékben rontja a nagy fajsúly és a magas hőmérséklet.

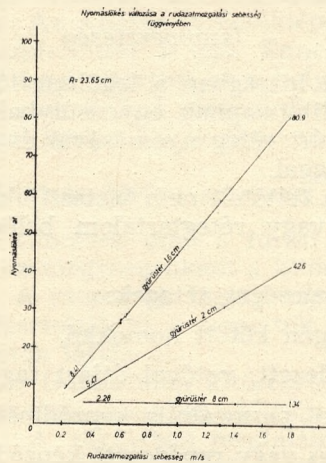
A Psz—26. és Lovászi—453. gázkitörések tapasztalásai alapján az OKGT Fúrási Főosztálya utasítást adott ki a túlnyomásos és iszapvesztéses területeken végzett fúrási tevékenységre

vonatkozóan. Az utasítás a kitörésvédelmi utasításunk részeként szolgál, amely a be- és kiépítésre vonatkozóan konkrét sebesség értékeket ír elő.

Az irodalomból ismert elméleti feltevések igazolására a DKÜ szanki üzemegységében végeztek nyomáshullám értékekre vonatkozó kísérleteket. A kísérletek igen hasznos tapasztalatokkal szolgáltak.

A kísérletet irányítók az alábbi fontosabb tanulságokat tették közzé:

- béléscsővezésnél a nyomáshullámok csökkentésére kedvező hatással van az öntöltő saru használata,
- béléscsővezés előtt alapos iszapkondicionálást végezzünk,
- fúrócső és béléscső beépítés előtt lassú csőmozgatást végezzünk,
- öblítés megindításakor a fúrócsövet emeljük meg, hogy a nyomáshullám értékét ezzel csökkentjük,
- a nyomáshullám független a mélységtől, azonban nagymértékben függ a beépítés sebességétől (4. ábra),



4. ábra

- a beépítési sebesség, ha 1 m/s felett van, a nyomáshullám értéke rohamosan nő,
- a nyomáshullám értéke csökkenthető, ha a legkedvezőbb gyűrűstér viszonyokat hozzuk létre.

Fúrócső, vagy béléscső gyors beépítése igen nagy nyomáshullámokat tud létrehozni. Kis gyűrűstér szelvényben 100 m-enként tized-, nagyobb szelvényben csak század értékű nyomáshullámokat.

A rétegek felrepezstése

Hazánkban a felsőpannon rétegek igen érzékenyek a felrepezstésre. A gáztároló rétegek fedőkőzetei, de maguk a tároló rétegek is kis szilárdságúak, amelyek a fedőkőzet terheléséből adódó nyomásnál kisebb, 1/2—2/3 hidrosztatikus nyomásra felrepednek. Ezek a repedések a leg-

kisebb feszültség síkjára merőlegesen, csaknem függőlegesen és a nagy mélységből a felszínig érhetnek. Ezért rendkívüli jelentősége van a biztonsági béléscsőoszlop sarujának megfelelő mélységig való beépítése és a béléscső kifogástalan felszínig való cementezésének.

A réteg repesztési nyomása a környező fúrások tényleges adataiból megszerkeszthető. A repesztési nyomás a fedőrétegek terheléséből adódó 0,23 at/m gradiensvonal és a sósvíz hidrosztatikus nyomásának megfelelő 0,108 at/m nyomásgradiens vonal közé esik.

A repesztési nyomás értéke jelentősen csökken, ha fúrás közben már volt nyomáshullámzás által előidézett iszapvesztés. Ez az eset állt fenn a Hsz—26. jelű fúrásnál is, ahol több esetben megkísérelték az iszapvesztéséget cementdugóval megszüntetni, azonban minden esetben a cementdugó elhelyezése sikertelen volt. Majd kiépítés közben — feltehetően — újabb negatív nyomáshullám még jobban előidézte a kút beindulását, majd lezárás után 1—2 óra múlva — a keletkezett repedés, amely kráterképződéssé fajult — a berendezés elsüllyedt.

Iszapvesztés

A fúrási iparágban a legalapvetőbb szabály: az öblítőiszapnak egyensúlyban kell lenni az átfúrt réteg nyomásával és a réteg szilárdsággal.

Ha ezt a feltételt nem biztosítjuk, úgy iszapvesztés vagy rétegtartalom belépése következik be.

Iszapvesztéses rétegek:

- gyengén kötött homokkő,
- repedezett, vetővel átjárt tagolt kőzetek,
- durva, permeabilis képződmények,
- üreges vagy repedezett képződmények.

Ezen rétegek porusterében kis rétegnyomáson gáz- vagy folyadék van jelen.

Vannak természetes repedések, melyek tektonikai mozgások eredménye. A mesterséges repedéseket magas iszapfajsúlyal vagy pozitív nyomáshullámmal hozták létre.

Az iszapvesztés megszüntetése érdekében ismerni kell az iszapvesztéses rétegek helyét. Ennek meghatározását gátolja az a körülmény, ha a lyuk lemélyítése során több ízben előfordult iszapvesztés. Első vesztés esetén, ha az iszap paramétereiben változás nem volt, feltehetően talpi vesztésről van szó.

Iszapvesztés megszüntetésére igen sok — a gyakorlatban használt — módszert ismerünk. A vesztés felszámolására alkalmazott módszer megválasztásánál az iszapvesztés pontos helyén túl, ismernünk kell a vesztés nagyságát is.

Az iszapvesztéses réteg helyének meghatározására az alábbi módszereket alkalmazzuk:

- hőmérséklet mérés,
- ellenállás mérés,
- rádióaktív mérés.

Az iszapvesztés nagyságából következtetni lehet a réteg jellemzőire, ami egyben meghatározza a vesztés felszámolására alkalmazott módszert is.

Az iszapvesztés megszüntetésére kialakított módszerek és eszközök:

- fajsúly és viszkozitás csökkentése,
- áramlási viszonyok javítása,
- celofános iszap alkalmazása,
- kordszál, örölt gumival,
- gázolajos iszap,
- gázolajos gipsztej,
- vízüveges alumíniumszulfát,
- agyagszilikát vizes keveréke,
- gélcementdugó + tömítőanyaggal,
- homokdugó.

Tömedékelő anyagok:

- bőrhulladék, pelyva, fűrészpor,
- örölt dióhéj, perlit, agyag stb.

Az alkalmazott anyag használatánál ügyeljünk a szivattyúzhatóságra. Az örlemények egymással keverve is adagolhatók. Ajánlatos a tömítőanyag elhelyezése után 14—24 órás szünetet tartani. Bőrhulladék, kordszál és egyéb nedvszívó anyagoknál ügyeljünk arra, hogy a nedvességtartalom ne haladja meg az 5, illetve 30⁰/₀ nedvességtartalmat. (Sz. U. VNIIBT adatai alapján).

Az előzőekben említett Fúrási Főosztály által kiadott utasítás konkrét utasítást tartalmaz az iszapvesztés felszámolására is.

Rétegtartalom beáramlásának megakadályozása

Fúrólukak mélyítésénél alapvető követelmény, hogy a hidrosztatikai nyomás egyensúlyban tartsa az átharántolt réteg nyomását. A tárolórétegek általában 2000 méterig nem túlnyomásosak, azonban az előbbieken ismertett területek azt bizonyítják, hogy hazánkban már 2000 méterben több területen túlnyomásos réteget harántoltunk.

Folyadék vagy gáz belépése a fúrólukba akkor következik be, ha a rétegnyomás nagyobb, mint az iszaposzlop hidrosztatikus nyomása.

Nemcsak túlnyomásos, hanem normális nyomású rétegekből is történhet beáramlás a fúrólukba, ami kitöréshez vezethet. Ilyen esetek pl.:

- a negatív nyomáshullám következtében az iszap hidrosztatikus nyomása kisebb a réteg nyomásánál;
- a beáramlott gáz gázdugókat képez, ezek felfelé áramlás közbeni tágulása nyomáscsökkenést okoz, ami kisebb mint a fölötte lévő iszaposzlop nyomáscsökkenése;

- kiépítés közben a folyamatos lyuktöltés elmulasztása;
- pozitív nyomáshullám következtében a réteg felreped és az iszapveszteség olyan mérvű lehet, hogy az iszaposzlop hidrosztatikus nyomása nem elegendő a réteg nyomását ellensúlyozni;
- az iszap lassú átgázosodását nem veszik észre, nem ellenőrzik az iszap fajsúlyát, viszkozitását, a tartály vagy szívógödör nivóját;
- az iszaposzlop hidrosztatikus nyomásánál jelentősen nagyobb nyomású réteg átfúrása közben belépő gáz észlelésének elmulasztása.

Igen lényeges megállapítani, hogy gáz, olaj, vagy víz áramlik-e a lyukba.

Gáz vagy folyadék belépésének észlelésekor elsődrendű feladat a lyukegyensúly öblítéssel való helyreállítása.

Az egyensúly helyreállításának módja:

- A fúrólyukat fokozatosan zárjuk le az alábbi sorrendben:
 - a kitörésgátlót lezárjuk,
 - a négyperemes közdarabon elhelyezett teleszelvényű tolót zárjuk le,
 - végül a fuvókéval ellátott oldalt zárjuk le. A fuvóka átmérője max. 3—6 mm legyen.

A teljesen lezárt állapot a fúrócső és béléscsőnyomások megállapítását és az egyensúly helyreállítási műveletre való felkészítését célozza.

A lyuk teljes lezárási idejét a fenti értékek megállapítására, a legminimálisabbra kell korlátozni, max. 2—3 perc.

- Az öblítést folytassuk a lefuvató vezetékén keresztül olyan fuvóka alkalmazásával, hogy a réteget ne terheljük túl.
- A fuvóka változtatásával állítsuk be a megfelelő kútfejnyomást.
- Allapítsuk meg az iszap fajsúlyát és viszkozitását.
- Állapítsuk meg az egyensúly helyreállításához szükséges iszap fajsúlyát.

A fúrólyuk lezárása előtt meg kell győződni arról, hogy a lefuvató vezeték nyitva van-e; elzárt lefuvatóvezeték esetén, ha a lyukat lezárjuk, a kútfejszelvény a hirtelen nyomásnövekedést kibírná, azonban a réteget felrepsztyük.

Különösen ügyelnünk kell a mélyfúrásoknál a nagy fajsúlyú iszap alkalmazása esetén, mivel a nagy fajsúlyú iszapban felemelkedő gáz nagy lyuktlpi nyomást és repesztést okozhat.

Fentieket egy konkrét példán keresztül mutatjuk be:

Fúrólyuk mélysége:	4117 m
bizt. bcső saru:	2439 m
iszap fajsúlya:	1,6 kp/dm ³
talpi rétegnomás:	840 at

A gáz belépését vizsgáljuk meg három esetben:

- a) gázdugó a lyuktalpon van nyitott lyukfej esetén

— nyomás a lyuktalpon	791 at
— nyomás a bcső sarunál	469 at
— nyomás a lyukfejen	0
- b) gázdugó a lyuktalpon van lezárt lyukfej esetén

— nyomás a lyuktalpon	840 at
— nyomás a sarunál	539 at
— nyomás a lyukfejen	70 at
- c) gázdugó a lyukfejnél van lezárt lyukfej esetén

— nyomás a lyuktalpon	1034 at
— nyomás a sarunál	713 at
— nyomás a lyukfejen	260 at

Fenti példa is bizonyítja, hogy lezárt lyukfej esetén a lyukfejszelvény a 260 at nyomást kibírja, azonban a c) pontban közölt értékekkel rétegrepsztyést idézhetünk elő.

A lyukfej gyors és fokozatos lezárásának az a célja, hogy megakadályozzuk a nagyobb mennyiségű rétegtartalom beáramlását a fúrólyukba.

A fúrólyuk iszappal való feltöltése alapvető követelmény. Az ÁBBSz fúrócsőkiépítéskor folyamatos lyukfeltöltést ír elő. Ennek ellenére még ma is eléggé elterjedt az a helytelen gyakorlat, hogy csak 2, 3, 4 fúrócsórákat kiépítése után töltik fel iszappal a fúrólyukat.

Kitörésvédelmi szervezet

Az üllési kitörések után a fúrási iparágban létrehoztuk üzemegységként a kitörésvédelmi csoportokat. A csoportok tagjait tapasztalt fúrósokból választották ki, a csoportok irányítását az üzemvezetők látják el.

Alföldön és Dunántúlon kitörésvédelmi raktárt állítottak fel, amelyben előírták, hogy mit kell tárolni. A raktárban megtalálhatók azok az eszközök, amelyeket előző kitöréseknél sikerrel alkalmaztak, továbbá a szervezet személyi felszerelése, a szükséges eszközök és szerszámok. A kitörésvédelmi csoport munkáját mindkét területen a kitörésvédelmi vezetőmérnök irányítja.

A kitörésvédelmi szervezet felépítését és feladatát az OKGT Fúrási Főosztálya dolgozta ki, melyet a Budapesti Kerületi Bányaműszaki Felügyelőség 692/64. sz. alatt hagyott jóvá az „Utasítás a kitörések megelőzésére és leküzdésére” c. utasításban. Ez az utasítás az ÁBBSz. XVII. fejezet 43. § Kitörésvédelem c. fejezetének kiegészítő része, ami jelenleg is érvényben van.

Az utasítás az alábbi főbb fejezeteket tartalmazza:

- I. Kitörésgátló szerelvények
- II. Kitörések megelőzése
- III. Kitörések leküzdése

IV. Kitérésvédelmi készenléti csoportok

V. Gázriadók gyakorlása

VI. Általános rendelkezések.

Ebben az utasításban foglaltak szerint a csoportok részt vettek negyedévenként 8 órás elméleti és gyakorlati képzésben.

A jelenlegi kitérésvédelmi csoportok összetétele és kiképzése alkalmassá tette a csoportokat arra, hogy megalakulásuk óta bekövetkezett kitérésnél igen eredményesen működjenek. Az Algyő—168, Algyő—83 és B—2 jelű kitérésnél a kitérésvédelmi csoportok munkáját, helytállását felső fokon lehet dicsérni. Minden túlzás nélkül kimondható, hogy hősiess munkát végeztek.

Az Algyő—168 kitérés időtartamát és volumenét tekintve egyedülálló volt a hazai olajbányászat történetében. Az előző kitérésnél a kitérésvédelmi csoportok összetétele, felszereltsége megfelelt a kívánalmaknak. Azonban az Algyő—168 kitérés során szerzett tapasztalatok alapján a jelenlegi szervezetet ki kell egészíteni kiegészítő csoportokkal, melyre vonatkozó javaslat elkészült.

A javaslat alapján még korszerűbb kitérésvédelmi szervezet alakul, mely biztosítéka lesz a biztonságosabb és eredményesebb kitérésvédelmi munka végzésének.

IRODALOM

1. Dr. *Alliquander Ö.*: Mélyfúrások kitérésének megelőzése és leküzdése. *Bányászati Lapok* 1963. 7. sz.
2. Dr. *Alliquander Ö.*: A gázkutak tervezésének és fúrásának néhány szempontja. *Bányászati Lapok* 1968. 8. sz.
3. Nehézipari Műszaki Egyetem Olajtermelési Tanszék: Szénhidrogénkutak fúrása közben fellépő (fenyegető) kitérésnek észlelése és leküzdése.

4. *Barabás L., Németh F., Szabó J.*: Nyomáshullámok mérése és értékelése béléscsővezésnél és cementezésnél. *Bányászati Lapok*, 1967. 4. sz.
5. OKGT Fúrasi Főosztály műszaki dokumentációi.
6. Wesley W. Moore-Let's ban blowouts I—IV. *Drilling* 1966. IX—XII.
7. *Lumonius I. L.*: Automatic Backpressure Valva. *Randale B. V.*: To Aid in Preventing. *The Drilling Contractor* 1966. I—II.
8. Ham H. Harold: New charts help estimate formation. *The Oil and Gas Journal* 1966. XII. 19.

AUSBRUCHSVERHÜTUNG IN DER KOHLENWASSERSTOFFERFORSCHUNG

L. Lendvai

Der Aufsatz gibt auf Grund ungarischer Erfahrungen einen kurzen Überblick der in den einzelnen Tiefbohrungen gemessenen Druck- und Temperaturwerte. Er behandelt jene Verhältnisse, die falls man sie nicht rechtzeitig bemerkt, gewöhnlicherweise zum Ausbruch führen. Der wichtigste Faktor in der Ausbruchsverhütung ist die Wahrnehmung des ersten auf das Aufhören des Gleichgewichtes im Spülkreis hinweisenden Signals. Das sich immer mehr verbreitende ausgeglichene Bohrverfahren verlangt moderne technische Ausrüstung und erhöhte Aufmerksamkeit.

Den Druckwellen hervorbringenden schnellen Ein- und Ausbau soll man vermeiden. Nach Angaben im internationalen Schrifttum sind die meisten Ausbrüche Folgen von negativen Druckwellen. Auch bei uns in Ungarn sind die zwei letzten Ausbrüche während der Bohrung an den Bohrstellen L—453 und Psz—26, infolge der durch den schnellen Ausbau hervorgerufenen negativen Druckwelle zustande gekommen.

Die Konsequenz ziehend vom Ausbruch Algyő—168 und von dessen Bändigung, umformen wir unsere jetzige Ausbruchsverhütungsorganisation. Wir modernisieren den organisatorischen Aufbau, ergänzen sie mit Fachmännern der Produktion und der Brunnenbedienung, errichten aus erfahrenen Fachmännern Aushifsguppen in der Maschinenkunde, im Transport, in der Verteilung, usw., so dass die Ausbruchsverhütungsorganisation in unserem Erdölbergbau noch schlagfertiger werde.

Kutató magfúrás a földtani kutatás szolgálatában

Írta: **Sinoros Szabó Lóránd**

Régen a megismerés vágya volt az a tényező, mely sarkallta, ösztönözte a kutatókat arra, hogy mind több, minél alaposabb ismeretekre tegyenek szert.

Napjainkban ennél sokkal többről van szó. Ma már a kutatás parancsoló szükségyszerűség, nélkülözhetetlen velejárója annak a rohamos társadalmi és technikai fejlődésnek, melynek tanúi, részesei vagyunk.

A földtani kutatással szemben támasztott követelmények fokozatosan nőttek, napjainkban rohamosan fokozódtak mind mennyiségi, mind minőségi értelemben. Ami tegnap jó, sőt kifogástalan eredménynek minősült, az ma már nem kielégítő, sőt elfogadhatatlan.

Eredményes, igényes kutatást végezni csak úgy lehet, ha kutatófúrásaink technikai színvonalra elér, ill. meghalad egy megfelelő szintet. A földtani megismerés megbízhatósága, a kutatás költségigénye függ attól, hogy a fúrások szolgáltatta mintaanyag mindenkor a tényleges földtani helyzetet tükrözze. Ennek viszont bizonyos tárgyi feltételei vannak.

A hazai földtani kutatófúrás története az elmúlt két évtizedben jelentős fejlődést mutat. Ha visszagondolunk azokra az évekre, mikor pl. szénkutató fúrásaink többsége még teljes-szelvényű fúrási eljárással mélyült; mikor a geofizikai szelvényezés terén csupán az első lépéseket tettük abban az irányban, hogy az átfúrt széntelepek kimutathatóak legyenek; mikor egy-egy szinte véletlenszerűen a felszínre hozott szén magminta a szenzáció erejével hatott; mikor egy-egy viszonylag mélyebb fúrás lemélyítése több évet vett igénybe; akkor nagyon is szembetűnő a megtett út. Ma már alig-alig van olyan szakmai feladat, melyet a kinevelt szakember gárdánk megoldani nem tudna. Mégis, nem mondható el az, hogy felszereltség és methodikai vonatkozásban elértük volna azt a szintet, amit világszínvonalnak nevezünk.

Ismeretes, hogy a gyémántkoronás magfúrás a jelen korszerű fúrásmódja, s belátható időn belül az is marad. Alkalmazása világszerte egyre inkább terjed, hovatovább szinte kizárólagos lesz; háttérbe szorítja az ún. konvencionális magfúrási methodikát. Hazai vonatkozásban az elmúlt évek során jelentős erőfeszítéseket tettünk a gyémántkoronafúrás megvalósítása, meghonosítása terén. Eredményeink igen jelentősek ezen a téren. Évente ma már több tízezer folyóméter magfúrást végzünk gyémántkoronákkal. Ez a tevékenység azonban az országban évente lefúrt össz magfúrás százalékában még alacsony, s majdnem kizárólag a nagyobb mélységű kutatófúrásaink mélyítésénél alkal-

mazott. Amikor gyémántkoronafúrásról beszélünk, akkor tudnunk kell, hogy az nem csupán abból áll, hogy egyszerű korona cserét hajtunk végre, pl. egy keményfémbevetés koronát gyémántkoronával váltunk fel, s ugyanúgy fúrunk tovább, mint azt megelőzően. Egy ilyen „váltásnál” egy sor intézkedést kell végrehajtunk, s a fúrás folyamata sem azonos; azt mondhatjuk, hogy a gyémántkoronás magfúrás igényesebb fúrási feladat, mint a konvencionális eljárások. Belátható ez akkor, ha gyémántkoronánk fokozott sérülékenységre gondolunk, mely az ipari gyémántok fizikai tulajdonságai-ból fakad. Más a gyémántkoronák kőzetbontási mechanizmusa is, mint egy fogas, vagy keményfémbevetés koronáé; kiváltképpen nagy a kontraszt a sörétfúrás és gyémántkoronafúrás bontási mechanizmusa között. Nyilvánvaló, hogy fentiek szükségessé teszik azt, hogy a fúrási rendszer is módosuljon attól függően, hogy melyik módszert alkalmazzuk.

A gyémántkoronás magfúráson mint fúrási eljáráson belül is különbséget kell tennünk bizonyos módozatok között. Két fő csoportot kell élesen elkülöníteni, nevezetesen azt, melynél magcső hosszanként a teljes fúrószárat ki kell építeni a furatból azért, hogy a maghoz hozzájussunk, s a fúrást csak ismételt beépítés után folytathatjuk. A másik szisztéma esetén a magcső belső csöve — benne a maggal — kötélen a fúrórudazaton belül kihúzható, anélkül jutunk tehát a maghoz, hogy a teljes fúrószárat ki, utána ismételten be kellene építeni. Egy tartalék belső cső beejtése, ferde lyukaknál beszivattyúzása után a fúrás folytatható. Jóllehet ez az ún. gyorsmegszedéses fúrási eljárás megérdemli a legnagyobb figyelmet, mégis — mint-hogy ez idő szerint még hazai viszonylatban nem alkalmazzuk — csak a másik gyémántkoronafúrási változattal foglalkozunk.

A „szakaszos” gyémántkoronafúráson belül ugyancsak meg kell különböztetnünk két egymástól különböző módozatot, nevezetesen a nagytérű és a kisátérű változatot. Az előző, vagyis a nagy fúróméreteket alkalmazó változatot csak nagyon ritkán, bizonyos speciális esetekben alkalmazzák, ill. akkor, ha erre valamely áthidalhatatlan körülmény folytán rá vannak utalva. Ugyanakkor a kis fúróméreteket alkalmazó változatot széles körben, általánosan alkalmazzák.

Nézzük kissé közelebbről, hogyan fúrunk jelenleg hazai viszonylatban gyémántkoronákkal, melyek azok az okok, melyek az alkalmazott fúróméreteket meghatározzák.

Ismert tény, hogy a fúrási gyakorlatban szükség van arra, hogy a lyukakat szakaszosan acélcövekkel biztosítsuk. Ezeket a bélés-csőveket teleszkópikusan helyezzük el oly módon, hogy legfelül egy viszonylag nagyobb átmérőjű bélés-cső kerül elhelyezésre, majd ezen belül még további kisebb méretű bélés-csővek. Minden bélés-csőhöz két különböző fúró méret tartozik; nevezetesen egy a bélés-cső külső átmérőjénél nagyobb, s egy annak belső átmérőjénél kisebb. A nagyobb fúró mérettel az illető bélés-cső elé fúrunk, a másikkal abban járunk. Ez utóbbi fúróval a következő kisebb méretű bélés-cső elé fúrunk. Minden kutatófúrásba annyi bélés-cső-rakatot építünk be, amennyi szükséges. A bélés-csőveket vagy palástcementezzük, vagy nem; ez utóbbi esetben azokat a fúrás befejezése után visszahúzzuk. Tehát szükség van egy fúró so-

rozatra továbbá egy bélés-cső sorozatra. A bélés-cső és a fúró sorozat nem választható meg önkényesen; azoknak egymással összhangban kell lenniök. Minthogy egy országban általában egy vagy több meghatározott kivitelű acélcső sorozatot szabványosítottak, ebből következik, hogy azokat alkalmazzák bélés-csőként. Kívánatos lenne egy, a kutatófúrások speciális igényei szerint kialakított kimondottan bélés-csővezési célokat szolgáló csősorozat szabványosítása és gyártása; ez azonban nehezen valósítható meg elsősorban azért, mert a mennyiségi igény viszonylag kis értékű.

Nézzük ezt a csősorozatot, mely hazai viszonylatban rendelkezésünkre áll, s mely meghatározó szerephez jutott kutatófúrásaink bélés-csősorozatának, s ezen keresztül fúró sorozatának kialakítása során.

BÉLÉSCSŐ, MELEGEN HENGERELT, Msz. 3160—53.

A cső külső átmérője hüvelyk	mm	Falvastagsága mm	A kúpos tágitás átmérője mm	A cső belső átmérője mm	Menet-szám 1"-re	Gyűrű-méret mm	Dugó-méret mm
2 ³ / ₄	70	4,00	74,6	62,0	11	75,2	59,0
3	76	4,00	80,6	68,0	11	81,2	65,5
3 ¹ / ₂	89	4,00	93,4	81,0	10	94,0	78,0
4	102	4,25	106,9	93,5	10	107,5	90,0
5 ¹ / ₄	108	4,25	112,9	99,5	10	113,5	96,5
5	127	4,50	132,4	118,0	10	113,3	114,0
5 ¹ / ₂	133	4,50	138,3	124,0	10	139,2	120,0
6 ¹ / ₄	159	5,00	165,3	149,0	10	166,3	145,0
6 ¹ / ₂	165	5,00	171,3	155,0	10	172,3	151,0
7 ¹ / ₂	191	5,50	198,3	180,0	10	199,4	176,0
8	203	5,50	210,3	192,0	10	211,4	188,0
9	229	6,50	238,2	216,0	10	239,7	211,0
9 ¹ / ₂	241	6,50	250,2	228,0	10	251,7	223,0
10 ¹ / ₂	267	7,00	276,4	253,0	8	278,0	248,0
11	279	7,50	289,4	264,0	8	291,1	259,0
12	305	7,50	315,4	290,0	8	317,1	285,0
12 ¹ / ₂	318	8,00	329,3	302,0	8	331,1	279,0

1. sz. táblázat

Az 1. sz. táblázat 17 különféle bélés-cső méretet tartalmaz. Úgy tűnhet, hogy ebből nem okozhat gondot egy olyan sorozatot kiválasztani, mely kutatófúrásaink igényeinek minden tekintetben megfelel. Valójában a helyzet nem ilyen egyszerű. Mint láttuk a bélés-csősor és fúró sorozat kellő összhangjára van szükség. Tekintettel kell lenni a bélés-csősor megválasztásánál arra is, hogy milyen görgős fúró méretek állnak rendelkezésre. Ezek többségét import úttján szerezzük be. A kölföldi görgős fúrók szabvány sora pedig nem igazodik az Msz. 3160-hoz. Kívánatos lenne magfúró méreteinknek valamely kölföldi szabvány soral egyeznie, de azok ugyancsak nem igazodnak kellőképpen a belföldi bélés-csősorhoz. A belföldön alkalmazott magfúró méretek kezdetben az európai Craelius méretek voltak, s később igazodtak az említett magyar bélés-csőméretekhez.

Jelenleg az alábbi bélés-csősorozatot alkalmazuk a kutató magfúrásainkhoz: Ø 159/149; Ø 127/118 és Ø 102/93,5. Az alkalmazott magfúró méretek (külső korona átmérők): Ø 146; Ø 113; Ø 86 és Ø 76. Az alkalmazott görgős-fúró méretek: Ø 190; Ø 145 és Ø 112. A nem tulzottan távoli múltban még ilyen magfúró méretek is alkalmazásban voltak mint: Ø 190; Ø 212 és Ø 245.

Nincs olyan szempont a kutatásban, ami ez utóbbi tulzottan nagy magfúró méretek alkalmazását indokolná.

Ha a jelenleg alkalmazott magfúrók méret-sorát tekintjük, úgy bizonyos kettősség mutatkozik; nevezetesen egy Ø 146-os méretet egyértelműen nagynak kell minősíteni. Amennyiben ugyanezt a korszerű gyémántkorona fúrás adta lehetőségek szemszögéből vizsgáljuk, úgy egy Ø 113-as magfúró méretet ugyancsak nagy

méretnek kell tekintenünk. Ugyanakkor az Ø 86-os és Ø 76-os magfúró méretek már a kis fúróméretek csoportjába tartoznak. Vagyis elindult egy egészséges folyamat, mely abból áll, hogy a mind földtani, mind technikai szempontból indokolatlan nagy fúróméretek használatáról fokozatosan a kisebb, végül a kis magfúró méretek alkalmazására térünk át. Nem lehet közömbös senki számára az, hogy mennyibe kerül kutatófúrásaink 1 folyómétere, vagyis egy adott kutatási feladatra ráfordított összegből hány effektív magfúrási folyóméter teljesíthető. A kutatási költségek csökkentése és a magfúróméretek csökkentése közé egyenlőségjelet tehetünk, s ennek elősegítése a kutatás bármely területén dolgozó szakember kötelessége.

Nézzük meg milyen fúróméreteket alkalmaznak a földtani kutatófúrások kivitelezésénél, melyek azok a béléscső méretek, melyeket a munkák kivitelezésénél használnak. Két igen széles körben elterjedt szabványt érdemes megemlíteni, az egyik az ún. hüvelyk méretű, a másik a metrikus. Mindkettőt számos kontinensen, sok országban általánosan alkalmazzák.

ISO/TC 82/WG 6. SZ. SZABVÁNY

Méret	Cső külső átmérő	Cső belső átmérő	Köz- csavar külső átmérő	Köz- csavar belső átmérő
	hüvelyk	hüvelyk	hüvelyk	hüvelyk
RX	max. 1,442	1,200	1,442	1,200
	min. 1,437	1,190	1,437	1,190
EX	max. 1,822	1,625	1,822	1,510
	min. 1,812	1,615	1,812	1,500
AX	max. 2,260	2,000	2,260	1,916
	min. 2,250	1,990	2,250	1,906
BX	max. 2,885	2,562	2,885	2,385
	min. 2,875	2,552	2,875	2,375
NX	max. 3,515	3,187	3,515	3,015
	min. 3,500	3,172	3,500	3,000
HX	max. 4,515	4,125	4,515	3,952
	min. 4,500	4,110	4,500	3,937

2. sz. táblázat

A 2. sz. táblázatban az ISO/TC 82/WG 6. sz. ún. közcsavaros hüvelyk méretű kívül sima béléscső sorozat főbb méreteit láthatjuk.

ISO/TC 82/WG 6. SZ. SZABVÁNY

Méret	Külső átmérő		Belső átmérő	
	Max.	Min.	Max.	Min.
RW	1,442	1,437	1,200	1,190
EW	1,822	1,812	1,510	1,500
AW	2,260	2,250	1,916	1,906
BW	2,885	2,875	2,385	2,375
NW	3,515	3,500	3,015	3,000
HW	4,515	4,500	4,000	3,985

3. sz. táblázat

A 3. sz. táblázat az ISO/TC 82/WG 6. sz. szabvány szerinti ún. kívül-belül sima hüvelyk méretű béléscső sorozat főbb méreteit tartalmazza.

Hasonlítsuk össze az 1. sz. táblázat szerinti Msz. és a 2-es és 3. sz. táblázatban szereplő ISO szabvány béléscsöveit. Ez első különbség a csövek típusában nyilvánul meg, az ún. tokos kivitel helyett az ISO-nál közcsavaros, ill. kívül-belül sima közvetlen menetkapcsolat van, kötőelem nélkül, vagyis a csövek kívül duzzasztva, vastagítva semmi módon sincsenek.

A másik különbség abban van, hogy ugyanazt az átmérő intervallumot, 4, 1/2 hüvelyk—1 1/2 hüvelyk közötti 3 hüvelyk hasznos átmérőkülönbséget az ISO-nál 6 hasznosítható béléscsörakat fedt át, míg kb. ugyanezt az intervallumot az Msz. 3160 esetében névlegesen csak 5 rakat, s ebből csupán 3 hasznosítható, alkalmazható, mert az öt méret közül 2—2 db egymással nem teleszkopizálható. Nem használhatók ugyanazon csősoron belül egymás után az Msz. 3160 szerinti 133 és 127; a 108 és 102; a 76 és 70 névleges méretű csópárok. Ebből következőleg áll elő az a helyzet, hogy míg két szomszédos béléscső közötti átmérőkülönbség 25—32 mm-t tesz ki a hazai csősornál, addig az ISO-nál csupán ugyanez az alábbi értékeket veszi fel: 25,4—15,9—15,9—11,1—9,5 mm.

A másik világszabvány az ún. metrikus (Craelius) rendszer, mely az alábbi béléscsöveket tartalmazza:

Névleges méret (mm)	Béléscső		Fúrókorona külső átmérő	Fúrórudázat külső átmérő
	külső átmérő (mm)	belső átmérő (mm)	(mm)	(mm)
36	35,20	29,00	36	35,5
46	44,15	37,15	46	42,0
56	54,15	47,15	56	50,0
66	64,25	57,15	66	60,0
76	74,25	67,15	76	—
86	84,25	77,15	86	—

4. sz. táblázat

A 4. sz. táblázaton a béléscsősoron túlmenően az összetartozó fúrókorona és fúrórudázat jellemző főbb méreteket is feltüntettük.

Az összehasonlíthatóság érdekében álljon itt a hüvelyk méretű szabvány metrikus egységben, ugyanazon adatok feltüntetésével.

A 4. sz. és 5. sz. táblázatok szemléletesen mutatják az elvi hasonlóságot a két rendszer között. Előnye a hüvelyk méretű rendszernek az, hogy újabban a nagyobb fúróméretekhez is rendszeresítettek egy-egy megfelelő rudazatméretet. Vagyis kitűnik, hogy minden fúrómérethez tartozik egy rudazat méret, s minden két szomszédos fúróméret „között” egy-egy béléscső méret áll rendelkezésre.

Névleges méret (mm)	Béléscső		Fúró- korona	Fúrórudazat külső átmérő	
	külső átmérő	belső átmérő	külső átmérő	régi	új
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
EW	46,0	38,1	48,0	41,3	44,5
AW	57,1	48,4	60,0	48,4	55,6
BW	73,0	60,3	75,7	60,3	69,9
NW	88,9	76,3	96,0	—	88,9
HW	114,3	101,6	—	—	114,3

5. sz. táblázat

Mindkét nemzetközi szabvány a gyémántkoronás magfúrás üzemviszonyai figyelembevételével készült, s mai előírásai többszöri módosítás, javaslat után alakultak ki. E módosításokat az elméleti összefüggések egyre nagyobb mértékű érvényesítésének parancsoló igénye, valamint a gyakorlati üzemi tapasztalatok konzekvenciái tették szükségessé.

Azt mondhatjuk, hogy a földtani kutatófúrások technikai fejlődésének alapja a gyémántkoronafúrás, mint fúrási eljárás ugrásszerű tökéletesítése volt. Ezen belül alapvető tényezőként szerepelt a gyémántkoronák gyártástechnológiájának tökéletesítése, a gyártás korszerűsítése, a nagyüzemi gyártás megvalósítása. Megfelelő műszaki szinten, megfelelő minőségben rendelkezésre álló gyémántkoronák lehetővé tették korszerűbb, a gyémántkoronafúrás igényeinek jobban megfelelő magcsövek konstrukcióját. Felvetették egy megfelelő fúrórudazat és béléscső sorozat előállításának igényét, sőt a felszíni gépi berendezések módosításának, sőt teljes újjáalakításának szükségességét. Tehát a földtani kutatófúrási gyakorlatban egy alapvető műszaki változásnak vagyunk tanúi, részesei. A fejlődés jellege, iránya egyértelmű. Szükséges, hogy ezzel a fejlődéssel lépést tudjunk tartani, jóllehet ez nem kis anyagi ráfordítást igényel.

Ahhoz, hogy egyértelművé váljon — nem kifejezetten fúrási technológiával foglalkozó kollegák számára is — hogy miért is van szükség ilyen mélyreható változásokra a fúrástechnikában, — a teljességre való törekvés nélkül, — említést teszünk egy-két fúrástechnikai fogalomról, s ezen át jutunk el néhány következtetéshez.

A gyémántkoronás magfúrás kivitelezésének egyik fontos követelménye az, hogy az öblítőközeg, legyen az folyadék vagy légnemű anyag, képes legyen a mindenkori működő szerszám hűtésére, a lyuk talpának tisztántartására, a felfúrt közet anyagának felszínre szállítására, valamint a lyuk falának kondicionálására. Az öblítés mennyiségének tehát meghatározó szerep jut; s ezt általában a fúrórudazat és lyuk fal, ill. a fúrórudazat külső átmérője és a béléscső belső átmérője között kiadódó gyűrűs tér-

ben felfelé áramló öblítőközeg sebességének beszabályozásával biztosítják.

Az 1. sz. ábra egy grafikont mutat be. Erről leolvasható, hogy vízöblítés esetén — a fenn felsorolt feltételek kielégítéséhez — 30 méter/perc optimális felszálló sebességre, levegő öblítés esetén pedig 1200 méter/perc optimális felszálló sebességre van szükség. Ha tehát például egy adott fúrószár összeállítás esetén 80 cm² a gyűrűs tér nagysága, úgy 237 liter/perc vizet vagy 9¹/₂ m³/perc levegőt kell cirkuláltatni ahhoz, hogy eleget tegyünk a követelményeknek. Ez viszonylag tekintélyes szivattyú teljesítmény igény, különösen egy mély lyuk esetén, ahol viszonylag magas üzempomás párosul hozzá, s ezt csak nagy motor teljesítménnyel lehet produkálni. A 9¹/₂ m³/perc levegő igény biztosítása pedig a belföldön gyártott mobil kompresszorokkal nem lehetséges, minthogy az meghaladja azok teljesítményét.

Nézzük hogyan alakulnak a gyűrűs tér értékek a metrikus szabvány esetén:

Fúró- Fúrólyuk-fúrórud gyűrűs tér értékek; (cm²)
lyuk Ø
(mm) Ø 33,5 (rúd) Ø 42 (rúd) Ø 50 (rúd) Ø 60 (rúd)

36	1,54	—	—	—
46	8,03	2,99	—	—
56	16,08	11,04	5,26	—
66	25,71	20,67	14,89	5,25
76	36,91	31,87	26,09	16,45
86	49,68	44,64	38,86	30,22
116	—	—	86,80	77,96
146	—	—	148,55	139,91

6. sz. táblázat

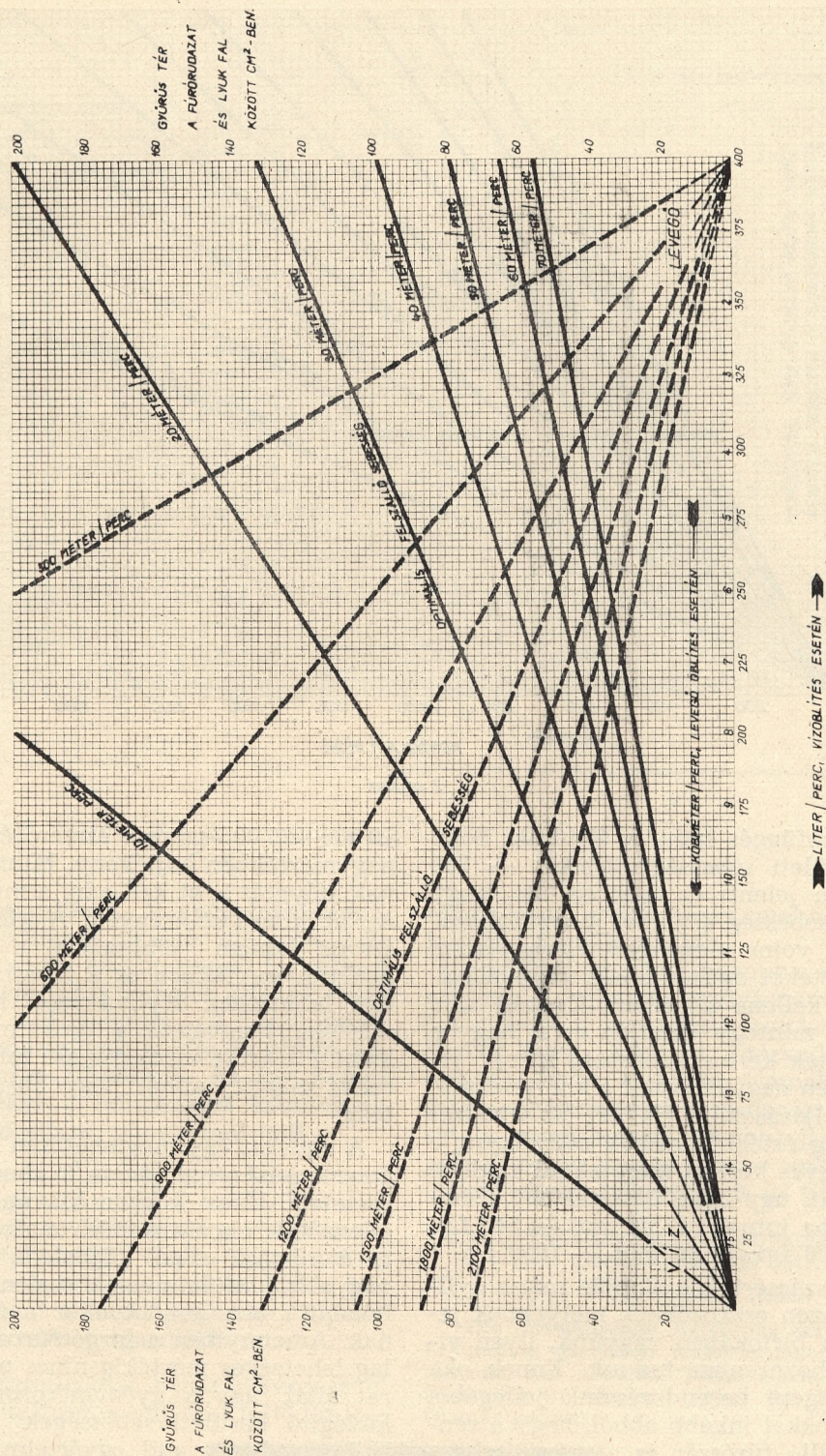
Fúrólyuk-fúrórud gyűrűs tér értékek;
(négyzethüvelykben)

Fúrólyuk méret (jelkép)	Fúrórudazat méretek				
	EW	AW	BW	NW	HW
EWX	0,247	—	—	—	—
AWX	1,321	0,401	—	—	—
BWX	2,819	1,969	0,827	—	—
NWX	5,490	4,570	3,428	1,563	—
HWX	10,493	9,573	8,431	6,566	2,357

7. sz. táblázat

E két táblázat adatai numerikusan mutatják, hogy pl. egy Ø 76-os magcsővel fúrt kutatófúrásban Ø 60 mm-es rudazatot alkalmazva a gyűrűs tér értéke 16,45 cm²-nek adódik; ehhez viszont (lásd 1. sz. ábrát) csak mintegy 50 liter/perc értékű vízvolumen, illetve csak 1¹/₂ m³/perc levegőt kell cirkuláltatni.

Még kedvezőbb a elyzet az NWX méretű magcső esetén, (itt a korona mérete az előbbivel majdnem azonos: 75,6 mm) ahol a táblázatból



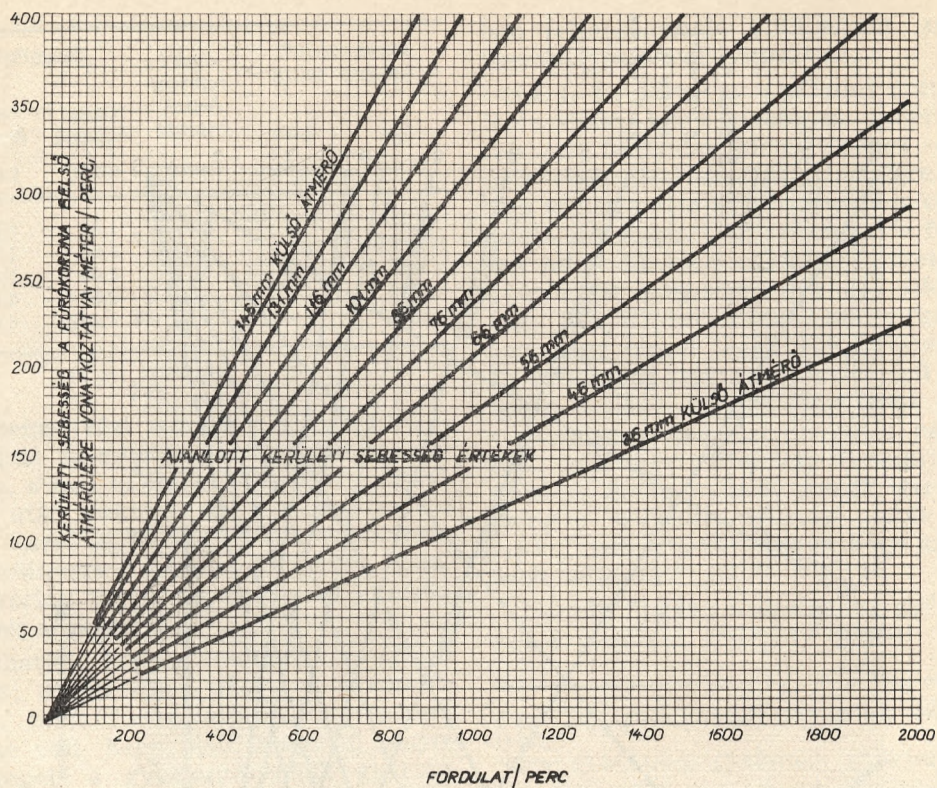
1 sz. ábra

leolvashatóan a gyűrűs tér 1,563 kvadráthüvelyk (10,08 cm²); az 1. sz. táblázat szerint ehhez a fűrőmérethez, s a hozzá tartozó rudazat-méret alkalmazása esetén csak mintegy 30 liter/perc vízre, ill. 1,25 m³/perc levegőre van szükségünk ahhoz, hogy optimális felszálló sebességértékhez jussunk.

Fenti áramlástanai megállapítások, ill. a megemlített példák alapján nyilvánvaló miért ta-

lálkozunk azzal a törekvéssel, hogy a rudazat átmérőjét minél jobban közelítsék a lyukfal méretéhez, ill. a korona külső méretéhez. De a vázolt hidraulikai okozat közel sem az egyetlen — jóllehet igen fontos — szempont, mely ezt a törekvést alátámasztja, indokolja.

A 2. sz. ábra egy grafikont szemléltet, melyen a koronák fordulatszámra és azok belső átmérőjére vonatkoztatott kerületi sebesség érté-



2. sz. ábra

kek közötti összefüggés látható. Kitűnik, hogy az ajánlott kerületi sebesség értéke: — 150 méter/perc. Nem jelenti ez azonban azt, hogy ennél nagyobb sebesség értékkel gyémántkoronák üzeme nem volna megengedett, vagyis ezt a 150 m/perc értéket optimumnak, vagy maximum értéknek kellene tekinteni. Csupán arra hivatott, hogy mintegy utaljon arra, hogy a gyémántkoronák kerületi sebesség igénye jelentős, lényegesen nagyobb mint a korvencionális magfúrási eljárásoké. Ha ezt az ajánlott kerületi sebesség értéket vesszük szemügyre, s leolvassuk az egyes korona méreteknél kiadódó fordulatszámokat, úgy ilyen összetartozó számértékek birtokába jutunk: \varnothing 86 mm — 540 f/p; \varnothing 66 mm — 700 f/p; \varnothing 46 mm — 1000 f/p.

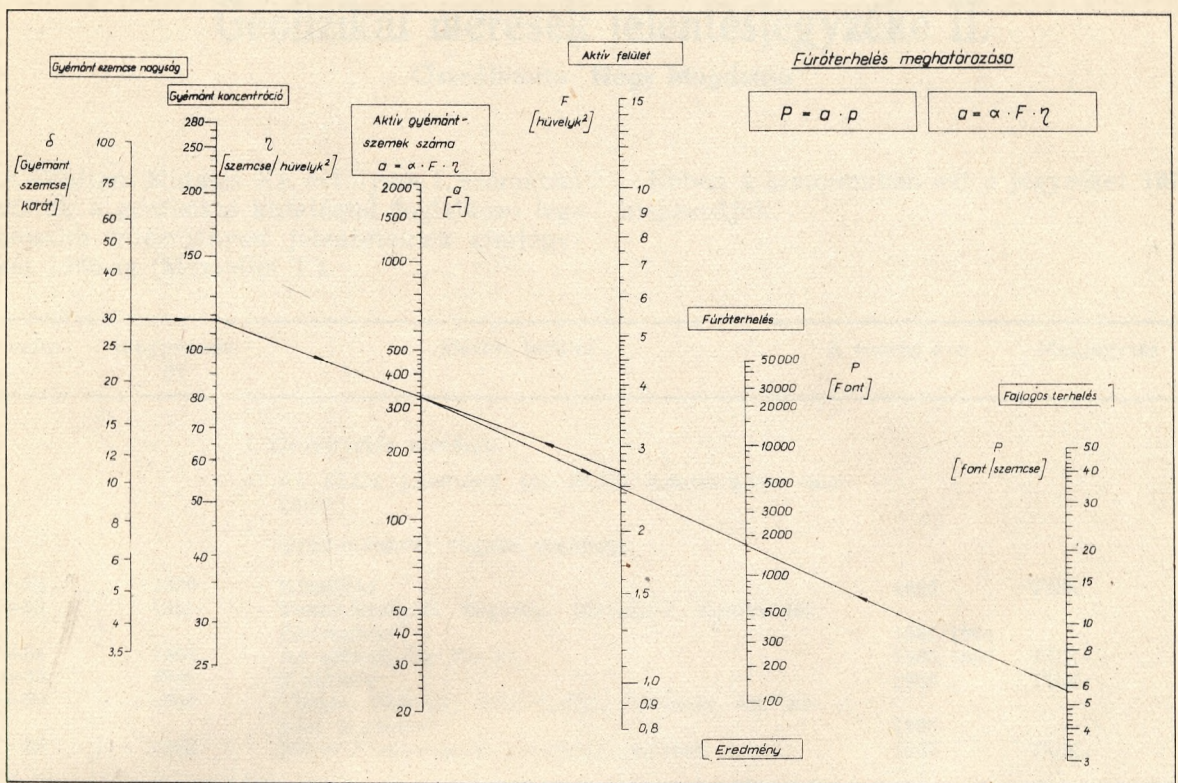
A kiragadott számértékek alapján máris nyilvánvaló, hogy azon eszközökkel, melyeknek jelenleg belföldön birtokában vagyunk, ilyen viszonyokat létrehozni nem tudunk. Ennek oka nem csupán a gépi berendezéseink jellegéből fakad, hanem sokkal inkább abból, hogy a rendelkezésünkre álló fúrószár és a már részletesen tárgyalt hazai beléscső sorozat nem képez olyan szerves egységet, mely a gyémántkoronás magfúrási üzemviszonyaihoz adaptálható lenne.

A fordulatszám értékek kívánatos növelésének határt szabnak azok a viszonyok, melyek a fúrólyukban adva vannak. A fúrórudazat végeredményben egy olyan tengely, mely hidraulikus és mechanikai energiát továbbít a felszínről a lyuk talpára; jellegéből fakadóan hossza

10 000—20 000-szerese átmérőjének; ennél fogva nagymértékben hajlékony. Minthogy a rudazatnak súlyerőt is át kell adni a működő szerszámmra, az kihajlást szenved. A kihajlás nem egyszeres, hanem többszörös, s olyan mértékű, amilyen mértékben az a furatban ill. beléscsőben lehetséges. Nyilvánvaló, hogy a kihajlás mértéke függvénye a lyukátmérő és rudazat külső átmérője viszonyának; minél kisebb a rudazat mérete, annál nagyobb a kihajlás mértéke.

A rudazat egy meglehetősen bonyolult kényszermozgást végez üzem közben, igénybevétele összetett. Üzem közben ki van téve vibrációs jelenségek okozta nemkívánatos erőhatásoknak is. A vibráció elleni küzdelem, mely elsősorban nagyobb fordulatszámok esetén válik súlyponti feladattá, sok gondot okoz a fúrótechnikusoknak. Amennyiben a forgó fúrószár a technikailag lehetséges mértékig nincs megvezetve a furat által, úgy a gyémántkoronafúrás igényeit kielégítő kerületi sebességek biztosításáról le kell mondani, ami egyértelmű azzal, hogy a munka megfelelő hatékonysága, kellő technikai szintje nem biztosítható még akkor sem, ha egyébként a legkorszerűbb felszíni gépi berendezések birtokában vagyunk.

A 3. sz. ábra egy nomogramot mutat, melyet a fúrótechnikusok használnak, arra a célra, hogy gyorsítsák a fúróterhelés meghatározására irányuló számításait. Nézzük milyen adatokat használunk fel erre a célra: az alkalmazott gyé-



3. sz. ábra

mántok szemcse nagyságát, a gyémántkoncentrációt, az aktív felületet, az aktív szemcsék számát, az egy szemcsére alkalmazandó terhelőerő értékét, vagyis a fajlagos terhelés értékét, mely függ a gyémánt minőségétől. A bemutatott nomogram alkalmazásának módja az ábrán bejelölt példa alapján követhető. Az így kapott fúróterhelés értéket a mindenkori kőzetviszonyok szerint módosítani, pontosítani kell.

Többször hallható szakmai berkekben olyan megállapítás, hogy amennyiben a fúróméretet csökkentik, úgy ez a csökkentés a magkihozattal negative befolyásolja. Ilyen aggodalomra gyémántkoronafúrás esetén nincs ok. Ezt a körülményt egyébként a hazai gyakorlati tapasztalatok teljes mértékben igazolják.

A földtani kutatófúrások néhány kérdésével foglalkozva rámutattunk a műszaki fejlődés irá-

nyára, azon problémákra, melyek a fúrótechnikusokat foglalkoztatják.

Végezetül alá kell húznunk egy igen fontos kérdést; a fejlesztés iránya nem csak a technikai színvonal egyoldalú javítását célozza, nem öncélú tehát. Azok az intézkedések, melyek a műszaki szint emelését vannak hivatva szolgáltni, egyszerre mind a minőségi munka javítását, a magkihozatal további javulását is szolgálják, olyan magas szintre emelve azt, mely a legkényesebb igényeket is ki tudja elégíteni.

ERKUNDUNGSKERNBOHRUNGEN IM DIENSTE DER GEOLOGISCHEN ERKUNDUNG

L. Sinoros Szabó

Die fortwährende Steigerung der der geologischen Erkundung gestellten Anforderungen nötigt die Einführung von neueren Technologien. Der Verfasser behandelt in seinem Artikel die Kernbohrung mit Diamantkronen.

Geofizikai mérések jelentésjegyzéke II.

Öszeállította: Nagy Magdolna

A Földtani Kutatás XI. évfolyam 1. számában közöltük a geofizikai kutatással foglalkozó legfontosabb intézmények jelentéseinek címjegyzékét 1965-ig (Mozsolits T.).

Ebben a számunkban ezt a jegyzéket 1970-ig kiegészítjük.

Sorszám	Megjelenési év	Mérési terület	A mérés éve	Megjegyzés
<i>I. Gravitációs mérések</i>				
a) Az ELGI jelentései (az ELGI Adattárában található)				
Graviméterrel végzett mérések:				
G —52	1956	Kisalföld	1965	TÜK
G —53	1967	Tokaj-Szalánci hegység, Zempléni dombvidék, Bodrogeköz	1961, 1964	
G —54	1967	Az alföldi ún. flis-öv	1965, 1966	TÜK
G —55	1967	Kisalföld	1966	TÜK
G —56	1967	Vértes, Bakony, Pilis-Budai, Velencei hg. közötti medence	1966	
G —57	1968	Heves-Kunmadaras környéke, Nyírség	1967	TÜK
Egyéb gravitációs jelentések				
G —29	1968	Erdőhegy-Szőlőhegy-Abony környéki függővonal-elhajlás-számítások	1968	TÜK
G —30	1968	Az OFTH Földmérési Intézet megbízásából végzett gravitációs munkák	1968	TÜK
b) Az OKGTSzKÜ jelentései (az OKGT GKÜ* Adattárában található, Eötvösingával végzett mérések)				
G—2	1966	Soltvadkert—Szank—Kecskemét	1965—1966	TÜK
<i>II. Földmágneses mérések</i>				
M—66	1966	Alföldi részletes mérések (Szeged, Kiskunfélegyháza, Szolnok)	1965	
M—67	1967	E-i Középhegység és Déldunántúl, légimágneses mérések	1965	
M—68	1967	Alföldi részletes mérések (Balmazújváros, Debrecen, Nyíregyháza, Nyírbátor)	1966	
M—69	1968	Alföldi részletes mérések (Nyíregyháza, Kisvárd, Fehérgyarmat)	1967	
M—70	1969	Alföldi részletes mérések (Mátészalka, Berettyóújfalú, Püspökladány, Gyula)	1968	
M—71	1969	Sámsonháza—Mátraverebély; részletes	1968	
M—72	1969	Recsk—Parád, légimágneses	1969	
M—73	1969	Alföldi részletes mérések	1969	
M—74	1970	Nagybárcány—Pásztó, részletes	1969	
<i>III. Szeizmikus mérések</i>				
a) Az ELGI jelentései				
Sz—111	1966	Földkéregkutató mérések (Balatonakali—Dávod)	1965	
Sz—113	1967	Tarpa	1966	
Sz—118	1967	Földkéregkutató mérések; III. nemzetközi vonal	1966	
Sz—122	1968	Földkéregkutató mérések (Fertőszentmiklós—Balatonakali—Dávod)	1967	

* Az OKGTSzKÜ 1969-ben GKÜ-re változtatta nevét

Sorszám	Megjelenési év	Mérési terület	A mérés éve	Megjegyzés
Sz—125	1968	Börzsöny	1968	
Sz—128	1969	Nagyveleg	1967	
Sz—129	1969	Halimba	1968	
Sz—130	1969	Recsk—Parád	1968	
Sz—131	1969	Fenyőfő	1968	
Sz—134	1969	Sátoraljaújhely	1969	
Sz—135	1969	Földkéregkutató mérések; III. nemzetközi vonal jugoszláv—magyar szakasza	1968	
b) Az OKGTSzKÜ jelentései				
91	1967	Vasvár—Körmend—Zalaegerszeg	1966	
92	1967	Mosonmagyaróvár—Lébény	1965—66	
93	1967	Tiszabura—Kunhegyes	1965—66	
94	1967	Somogyudvarhely—Berzence—Curgó	1966	
95	1967	Gyórszentiván—Nagyigmánd	1965—1966	
96	1967	Celldömölk	1963—1966	
97	1968	Buzsák—Táska—Mesztegyő	1965—1966	
IV. Geoelektromos mérések				
a) az ELGI jelentései				
E—94	1967	Alföld, tellurikus (Kecskemét, Tiszaföldvár, Szarvas, Szentés, Fábiansebestyén, Kiskunfélegyháza)	1966	
E—95	1967	Kunszentmárton	1965—66	
E—96	1967	Szentés	1966	
E—99	1968	Szentés	1966—67	
E—101	1968	Az alföldi tellurikus mérések (Kiskunfélegyháza, Szentés, Fábiansebestyén, Orosháza, Makó, Algyó, Kistelek)	1967	
E—104	1968	Alföldi sekélyszondázások (Kocsér, Tiszaföldvár, Mezőnyék, Békésszentandrás, Kunszentmárton, Alpár)	1967	
E—106	1968	Az ún. flis-öv kutatása	1967	
E—107	1968	Nyírség	1967	
E—115	1969	Mátra—Börzsöny	1968	
E—116	1969	Kismélységű geoelektromos mérések (Alpár, Kunszentmárton, Békésszentandrás, Fábiansebestyén, Szentés, Gátér)	1968	
E—117	1969	Hajdúság, Nyírség	1968	
E—118	1969	Békési medence	1968	
E—119	1969	Szegedi medence	1968	
b) Az OKGTSzKÜ jelentései				
E—9	1966	Ózd	1966	
E—10	1967	Jászberény, Heves, Tiszabura	1965—66—67	
V. Az ELGI komplex jelentései				
Kx—1	1966	Szolnok környéke	1964—65	
Kx—2	1966	Alföldi geoelektromos mérések (Zagyvarékas, Fegyvernek, Mezőtúr, Tiszaföldvár, Nagykörös, Abony)	1964—65	
Kx—3	1967	Alföld	1966	tájékoztató összefoglalás előzetes
Kx—4	1967	Bicskei medence	1966	
Kx—5	1967	Tiszakécske, Kunszentmárton környéke	1965—66	
Kx—6	1967	Cserehát	1964—65	
Kx—7	1968	Tiszakécske—Kunszentmárton—Csongrád—Kiskunfélegyháza térsége	1966—67	
Kx—8	1968	Bicskei medence	1965—66	
Kx—9	1968	Csehbánya	1967	
Kx—10	1968	Recsk—Parád	1968	előzetes
Kx—11	1968	Recsk—Parád	1968	
Kx—12	1968	Szápári—móri medence	1967	
Kx—13	1968	Devecseri medence D-i része	1967	
Kx—14	1968	Bicskei medence D-i része	1967	
Kx—16	1969	Hortobágy—Nyírség	1966—68	

Sorszám	Megjelenési év	Mérési terület	A mérés éve	Megjegyzés
<i>VI. Az ELGI mérnökgeofizikai mérései</i>				
Mg—1	1967	Uzsai bazaltbánya	1966	komplex
Mg—2	1967	Szobi kőbánya	1967	szeizmikus
Mg—3	1967	Tályai andezitbánya	1967	szeizmikus
Mg—4	1966	Rakacaszend	1966	geoelektromos
Mg—5	1966	Izamajor	1966	geoelektromos
Mg—6	1966	Óbarok, Vázsonypuszta	1966	geoelektromos (módszertani)
Mg—7	1966	Felsőpetény	1966	graviméteres
Mg—8	1966	Tarcali andezitbánya	1966	geoelektromos
Mg—9	1967	Sukoró (Velencei hg.)	1967	komplex
Mg—10	1967	Uzsabánya	1967	komplex
Mg—11	1967	Tályai andezitbánya	1967	komplex
Mg—12	1968	Törökbálint	1968	komplex
Mg—13	1968	Vác	1968	komplex
Mg—14	1968	Neszmély	1968	komplex
Mg—15	1968	Szirma—Diósgyőr	1968	komplex
Mg—16	1968	Balatonmárfürdő	1968	komplex
Mg—17	1968	Lesencetomaj—Várvölgy	1968	szeizmikus
Mg—18	1968	Aszófó	1968	komplex
Mg—19	1968	Tamási	1968	szeizmikus
Mg—20	1968	Tamási	1968	geoelektromos
Mg—21	1968	Gyöngyösoroszi	1968	geoelektromos
Mg—22	1968	Siklós	1968	geoelektromos
Mg—23	1968	Pannonhalma	1968	komplex
Mg—24	1967	Bp-Zugló	1967	alapozáshoz
Mg—25	1967	Robbantási nyomáshullámok terjedése	1967	rezgésvizsg. kísérlet
Mg—26	1967	Fűzfő	1967	szeizmikus
Mg—27	1969	Kőbánya	1968	rezgésvizsg.
Mg—28	1969	Balatonfűzfő	1968	robbantási kísérlet
Mg—29	1968	Kőbánya, Mádi úti lakótelep	1968	geoelektromos, szeizmikus
Mg—30	1968	Sátoraljaújhely	1968	komplex
Mg—31	1968	Ikervár—Rábahidvég	1968	komplex
Mg—32	1968	Újpest	1968	komplex
Mg—33	1968	Hatvan	1968	komplex
Mg—34	1968	Halimba—Kabhegy	1968	komplex
Mg—35	1969	Mura völgye	1969	geoelektromos
Mg—36	1969	Veszprém—Séd völgye	1968	szeizmikus
Mg—37	1968	Vokány—II. fúrás	1968	szeizmikus
Mg—38	1969	Szentendre	1969	komplex
Mg—39	1969	Eger	1969	komplex
Mg—40	1969	Kőszeg	1969	komplex
Mg—41	1969	Sikonda	1969	komplex
Mg—42	1969	Budatétény	1969	gravitációs, szeizmikus
Mg—43	1969	Dorogi mészkőbánya	1969	geoelektromos
Mg—44	1969	Ellend—Bátaszék	1969	szeizmikus
Mg—45	1969	Hatvan	1969	komplex
Mg—46	1969	Dabas	1969	komplex
Mg—47	1969	Csákberény, Sőréd	1969	geoelektromos, gravitációs
Mg—48	1969	Tab	1969	gravitációs
Mg—49	1969	Tata—Fényes források	1969	komplex
Mg—50	1969	Szombathely, Perint	1969	geoelektromos, szeizmikus
Mg—51	1970	Pápa, Tapolcafő	1969	gravitációs
Mg—52	1970	Üregkutató mérések (Eger)	1969	módszertani

Kitüntetések

A CSEHSZLOVÁK
NEMZETKÖZI KAPCSOLATOK
ASSZOCIÁCIÓJA

Dr. F Ü L Ö P J Ó Z S E F-et

a Központi Földtani Hivatal elnökét
a Csehszlovák Szocialista Köztársasághoz fűződő
barátság elmélyítése és az együttműködés bőví-
tése érdekében kifejtett tevékenységének elis-
meréseképpen

1970. október 12-én

SZALAGGAL ÉKESÍTETT ARANYÉREMMEL
tüntette ki.

A Magyar Forradalmi Munkás-Paraszt Kormány
1970. november 7-e alkalmából

M O Z S O L I T S T I B O R-t

a MUNKAÉRDEMREND ezüst,

Dr. Á D Á M O S Z K Á R-t

a MUNKAÉRDEMREND bronz fokozatával
tüntette ki.

A Központi Földtani Hivatal elnöke
a XX. Bányásznapi alkalmából

M A J O R O S G Y Ö R G Y-öt,

P O P I T Y J Ó Z S E F-et,

S I M O N L Á S Z L Ó-t,

V E C S E R N Y É S G Y Ö R G Y-öt,

V I R Á G H K Á R O L Y-t

a

FÖLDTANI KUTATÁS KIVÁLÓ DOLGOZÓJA
jelvénnel tüntette ki.

A Központi Földtani Hivatal elnöke
1970. november 7-e alkalmából

H U L L A Y G Y U L A-t

a

FÖLDTANI KUTATÁS KIVÁLÓ DOLGOZÓJA
jelvénnel tüntette ki.

Magyar Bányászati és Földtani Hivatal

1881. évi jelentés

Magyar Bányászati és Földtani Hivatal

Magyar Bányászati és Földtani Hivatal

Magyar Bányászati és Földtani Hivatal

Magyar Bányászati és Földtani Hivatal

Magyar Bányászati és Földtani Hivatal

Magyar Bányászati és Földtani Hivatal

Magyar Bányászati és Földtani Hivatal

Magyar Bányászati és Földtani Hivatal

Magyar Bányászati és Földtani Hivatal

Magyar Bányászati és Földtani Hivatal

Magyar Bányászati és Földtani Hivatal

Magyar Bányászati és Földtani Hivatal

СО Д Е Р Ж А Н И Е

<i>Бямба Жамбын—Рягузов Н. Т.:</i> Тектоника среднемонгольских каледонид	1
<i>Д-р Сабо Нандор—Сюч Йожеф:</i> Установление водозадерживающей плотины в шахте Чольнок XII/A на основе естественных испытаний пород	9
<i>Д-р Юхас Андраш—Шиньей Иштван—Зентаи Тибор:</i> Последующий контроль структурных данных геологических заключительных отчётов	19
<i>Д-р Карачоньи Шандор:</i> Директивы разведок гравийных полей с точки зрения промышленности строительных материалов	22
<i>Яшко Тамаш—Вицзан Иштван:</i> Несколько методов точной классификации применимые в геологии	33
<i>Бондаренко В. М.—Викторов Г. Г.—Гархов А. Г.:</i> Положение и перспективы развития геокосмического метода	40
<i>Патаки Нандор:</i> Современные тенденции развития строения колодцев в Венгрии	46
<i>Лендваи Ласло:</i> Предупреждение взрывов в разведке углеводородов	59
<i>Шинорош С. Лоранд:</i> Разведочное керновое бурение в геологической разведке	67
<i>Надь Магдолна:</i> Перечень отчётов геофизических измерений. II.	75

Faint, illegible text, possibly bleed-through from the reverse side of the page.