

A recski mélyszinti ércesedés vízföldtani helyzete

Szilágyi Gábor*

(9 ábrával)

Összefoglalás: A szerző a recski mélyszinti ércelőfordulás földtani-szerkezeti-geofizikai és hidrogeológiai kutatásainak eredményeire támaszkodva a regionális vízföldtani képhez illesztve vizsgálja az ércesedés víztároló kőzeteinek nyomásviszonyait, utánpótlódási helyzetét, töredezettségének alakulását, tárolt vízének kémiai karakterét, gáztartalmának mennyiségi és minőségi változását, s végül rámutat a tervezett mélyművelésű bányászat várható vízföldtani hatására.

Regionális vízföldtani kép

A térség mélyvíz-földtani képe alapvetően az érces szubvulkáni testet is magába ölelő triász karbonátos alaphegység térbeli helyzetében, kapcsolataiban és szerkezeti állapotában körvonalazódik.

A középhegységi süllyedék ÉK-DNy-i csapású, határa ÉNy-on az ópaleozóos öv, DK-en a paleozóos ék és a bükki eugeoszinklinális. ÉK-i folytatása a vas-tag oligocén és miocén takaró alatt egyelőre bizonytalanul nyomozható (SCHMIEDER et al. 1971, SCHMIDT 1962).

Szerkezeti állapotát a többszörösen kiújult Darnó térségi mozgások jellemzik, melyek eredményeként számos tört zóna és karsztelem harántolja.

A repedéseiben tárolt víz valószínűsíthető nyomásfelületének tendenciája, valamint vegyi jellegének változása alapján feltételezhető, hogy a Darnó menti tört zónában a Gömör—Tornai karszt, a rudabányai-hegység, az É-i és Ny-i Bükk, valamint a Mátra dinamikus vízkészletének talán nem elhanyagolható hányadát gyűjti össze és szállítja az Alföld pannon medencéjébe.

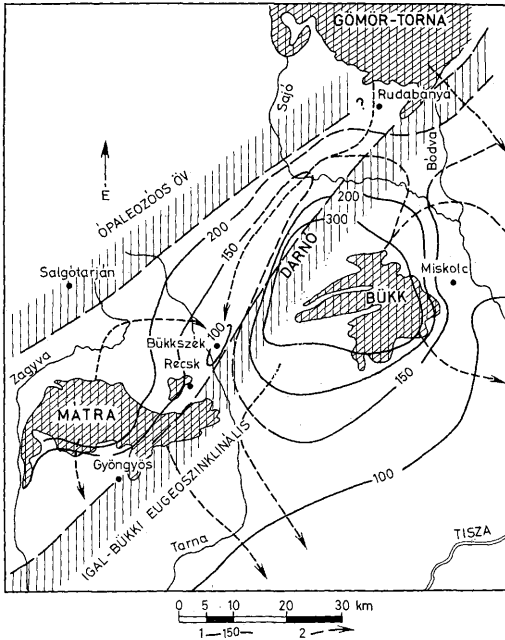
Az 1. ábrán látható áramkép természetesen sok tekintetben feltételezésre épül, és a nagyvonalú tendenciák szemléltetésével csupán a kutatási területünk is magában foglaló Darnó szerkezeti zóna vízföldtani szerepére és jelentőségére kíván rámutatni.

Az ércesedés közvetlen környezetének vízföldtani helyzete

A karbonátos alaphegységbe nyomult magmatömeg hidrogeológiai szempontból is számottevő mértékben megváltoztatta környezetét:

- az eredetileg tektonikusan legjobban igénybe vett közvetlen környezet merev mészkő- és dolomitzövezeteit nagy mértékben összeroncsolta, s ezzel víztároló- és vízszállítóképeségüket nagyságrendekkel megnövelte;

* Bányászati Kutató Intézet. A dolgozat dr. SCHMIEDER Antal, SZILÁGYI Gábor, DR. ZELENKA Tibor és WILLEMS Tibor közös munkájában készült. „A recski mélyszinti színesfémérc előfordulás hidrogeológiai viszonyai” című kutatási jelentés rövid összefoglalója.



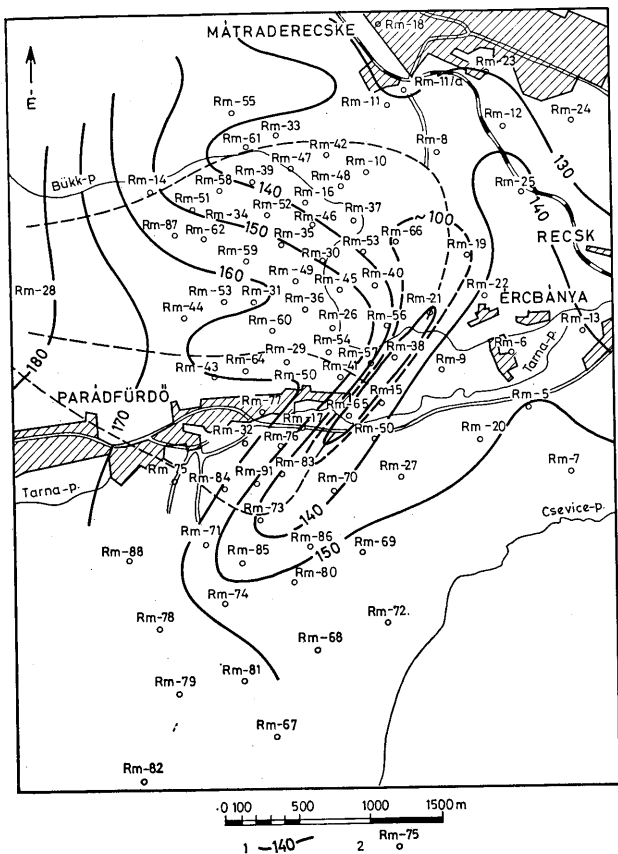
1. ábra. A Darnó zóna térségének regionális hidrodinamikai vázlata. J e l m a g y a r á z a t: 1. Valószínűsíthető nyomásmagasság (m.A.F.), 2. Valószínűsíthető áramlási irány
 Fig. 1. Regional hydrodynamic sketch of the Darnó zone. L e g e n d: 1. Supposed piezometric head (above Adriatic Sea level), 2. Supposed flow direction

- az alaphegységben tárolt víz viszonylag zavartalan nyomásfelületét eltorzította;
- a víz kémiai összetételét, illetve vegyi jellegének tendenciáját átalakította;
- s végül, de nem utolsósorban a környezet geotermikus állapotát is módosította.

A szubvulkáni andezittest szintvonalakkal ábrázolt burkolt felületét a 2. ábra vázolja.

A szubvulkáni test és karbonátos környezetének töredezettsége

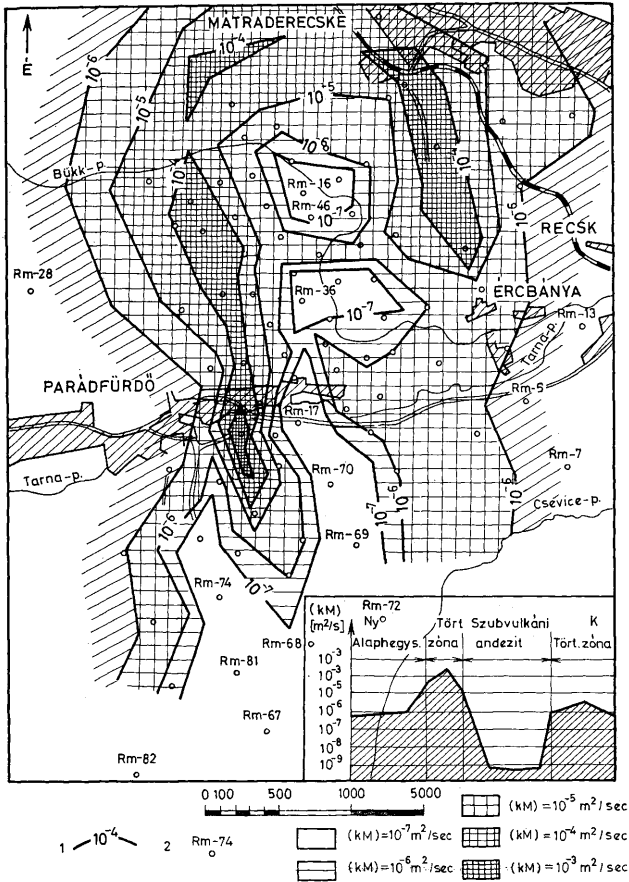
Hasadozott víztároló kőzetekről lévén szó, a repedéssűrűség vagy más néven töredezettség alapvető hidraulikai paraméter: ez határozza meg a víztároló- és vízvezetőképességet.



2. ábra. A szubvulkáni andezittest burkolófelülete. Jelmagyarázat: 1. A burkolófelület magassága (m.a.f.), 2. Érekkutató fúrás

Fig. 2. Enveloping surface of the subvolcanic andesite body. Legend: 1. Altitude of the enveloping surface (above Adriatic Sea level), 2. Ore-exploratory drilling

A makro- és mikrotektonika által eredményezett töredezettségi állapot — a makroszkópos magvizsgálatokon, illetve repedésstatistikai elemzések eredményein túl — az érekkutató fúrások kanalizációs és víznyeltetéses kútvizsgá-



3. ábra. A vízzállítókéesség területi alakulása. J e l m a g y a r á z a t: 1. Vízzállítókéesség (km) (m²/sec.), 2. Érc-kutató fúrás

Fig. 3. Areal variation of transmissivity to ground-water flow. L e g e n d: Transmissivity to ground-water flow (km) (m²/sec), 2. Ore-exploratory drilling

lataiból nyert vízszállítóképeséggel jellemezhető. E tényező a porózus kőzetek hidraulikájából ismert szivárgási tényező és rétegvastagság szorzata, de tartalma repedezett víztárolók esetén — extenzív jellegéből következően nem a kőzet, hanem a formáció vízszállítóképeségét fejezi ki, ezért itt település- szerkezeti, áttörtségi vagyis töredezettségi mutatóként is értelmezhető. A recski kútvizsgálatokból nyert vízszállítóképeségi értékek összessége tehát nem az andezit, vagy a mészkő hidraulikai paramétere általában, hanem e földtani formáció szerkezeti állapotának egyik kvantitatív jellemzője.

A 3. ábrán a vízszállítóképeség vagy most már csak egyszerűen a töredezettség mértékének területi alakulása látható. (A sraffozás sűrűsége a töredezettség mértékét jelzi.)

A karbonátos alaphegység szerkezetileg kiemelt, erősen igénybe vett részén a benyomuló magma továbbroncsolta környezetét, így a formáció alakjához — a 2. ábrán bemutatott burkolófelület körvonalaihoz — simuló öv mentén nagyságrendekkel megnövelte az alaphegység egyébként viszonylag mérsékelt vízszállítóképeségét.

A triász mészkő „zavartalan” vízszállítóképesége a szubvulkáni andezitek közelében két nagyságrenddel megnövekszik, 10^{-5} -ről 10^{-3} m²/s-ra emelkedik. Magának a szubvulkáni andezitnek alig van vízszállítóképesége: a (kM) érték többnyire 10^{-6} m²/s alatt marad. A szubvulkáni andezittestet átszelő alaphegységi tektonikus vonalak mellett azonban esetenként jelentősebb vízszállítóképeséggel kell számolni. A vízszállítóképeség egy Ny-K-i szelvény menti alakulását mutatja a 3. ábra alsó részlete. A szubvulkáni andezit hatására létre jött palástszerű szkarnos övben a vízszállítóképeség átmeneti értéket mutat.

Csupán a nagyságrendek érzékeltetéséül néhány ismert triász medence átlagos vízszállítóképesége:

dorogi dachsteini mészkő	$4 \cdot 10^{-2}$ m ² /s
nyirádi nóri földolomit	$3 \cdot 10^{-2}$ m ² /s
tatabányai dachsteini mészkő	$1 \cdot 10^{-2}$ m ² /s
iszkaszentgyörgyi karni dolomit pedig	$0,3 \cdot 10^{-2}$ m ² /s

Megállapítható tehát, hogy a recski alaphegység vízszállítóképesége a tört zónában mintegy 1,5–2, a zavartalan külső környezetben közel 4, a szubvulkáni test belsejében pedig már 5 nagyságrendet meghaladó mértékben kisebb a Dunántúli Középhegység jól karsztosodott triászában tapasztalhatónál.

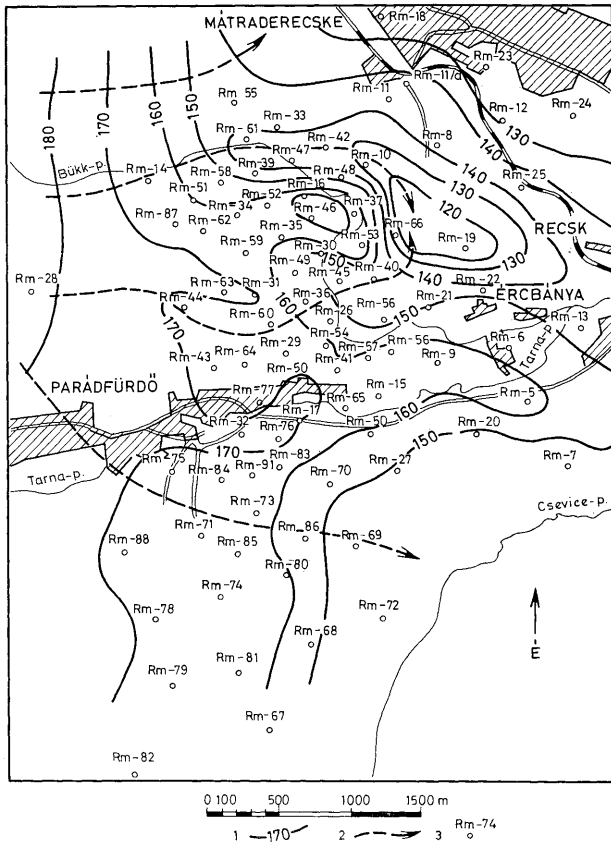
E nagyságrendi különbségek értelmezésénél azért megjegyzendő, hogy nem csupán és nem elsősorban töredezettségi különbségek mutatkoznak itt, hanem karsztosodottsági, illetve a réstérfogat alakulása tekintetében azzal ellentétes hatású metasztatikus folyamatok eredményeinek különbségei is.

A vízszállítóképeség mellett a kőzetek réstérfogata is a töredezettség mértékét jellemző mérőszám. A zavartalan alaphegységben 0,1–0,5%-os, a roncsolt zónában 1%-ot megközelítő, a szubvulkáni testben pedig 0,1% alatt maradó szabad hézagtérfogat becsülhető.

Ismét csak érzékeltetésül: a bányászati csapolások során a Nyirád térségi dolomitban

az iszkaiban	3%
a Dorog térségi mészkőben pedig	2%
szabad hézagtérfogat adódott (SCHMIEDER 1970).	1–1,5%

A különbségek itt is szembetűnnek, bár koránt sincs nagyságrendekről szó.



4. ábra. Az alaphegység és a szubvulkáni test primér vízföldtani helyzete. Jelmagyarázat: 1. Nyomásmagasság (m.A.f.), 2. Áramlási irány, 3. Ércutató fúrás

Fig. 4. Primary water pressure surface of the basement and the subvolcanic body. Legend: 1. Piezometric head (metre, above Adriatic Sea level), 2. Flow direction, 3. Ore-exploratory drilling

Az ércetest és környezetének hidrodinamikai vázlata

A szubvulkáni andezittest és a karbonátos alaphegységi környezet egyetlen szabad felszínű hidrodinamikai rendszert alkot. Repedéseikben tárolt víz nyomásmagassága több-kevesebb anomáliával tarkított felületté szerkeszthető (4. ábra).

A 4. ábrán látható áramkép szerint az áramlás uralkodó iránya a Darnó-vonal, illetve Bükkszék felé mutat. Számottevő eltérés ettől csupán a Lahóca-hegy környezetében mutatkozik, ahol mintegy 40 m-es depresszió tapasztalható. Magyarazatául a közel 100 éves lahócai bányászat csapoló hatása kínálkozik, de csak a fedő rétegvulkáni andezit és az alaphegység hidraulikai összefüggésének érvénye esetén.

Azért feltételes e magyarázat, mert nyolc kutatófúrásban elkülönítve vizsgálták az alap- és fedőhegységet, s e vizsgálatok során — leszámítva a három sikertelenül végződöttet — a fedőhegység vízszintje mindenkor különbözött az alaphegységben mérhetőnél. Négy esetben 2—37 m-rel magasabban, egy esetben pedig 11 m-rel mélyebben adódott.

Ez az anomália a két víztároló hidraulikai önállóságának feltételezését tenné szükségessé, ezt viszont sem a települési helyzet, sem a szerkezeti viszonyok, sem a felszínről kimutatható közvetlen utánpótlódás, és a fentebb említett lahócai depresszió sem indokolja. Az ellentmondás feloldása a D-i terület kutatásától, illetve a mélybányászat csapoló hatásának eredményétől várható majd.

Visszatérve a nyomásfelület elemzésére; a bemutatott áramkép alapján kétirányú utánpótlódás valószínűsíthető:

— az uralkodó K-i, ÉK-i áramlási irány Ny, DNy felől tehát a Mátrából származó, vagyis oldalirányú,

— a nyomásfelület Ny-K-i gerincű relatív kiemeltsége, „dombhátja” pedig a felszínről, beszivárgásból származó utánpótlódásra utal.

A laterális utánpótlódás bázisa a Mátrában évente beszivárgó 30—40 mm csapadék ÉK felé áramló része, ami nagy valószínűséggel nem haladja meg az 5 m³/percet.

A felszínről közvetlenül beszivárgó csapadék magassága az oligocénnel nem borított rétegvulkáni andezit nyílt felületén is 30—40 mm/évre tehető, ami összértékben kifejezve nem éri el percenként az 1 m³-t.

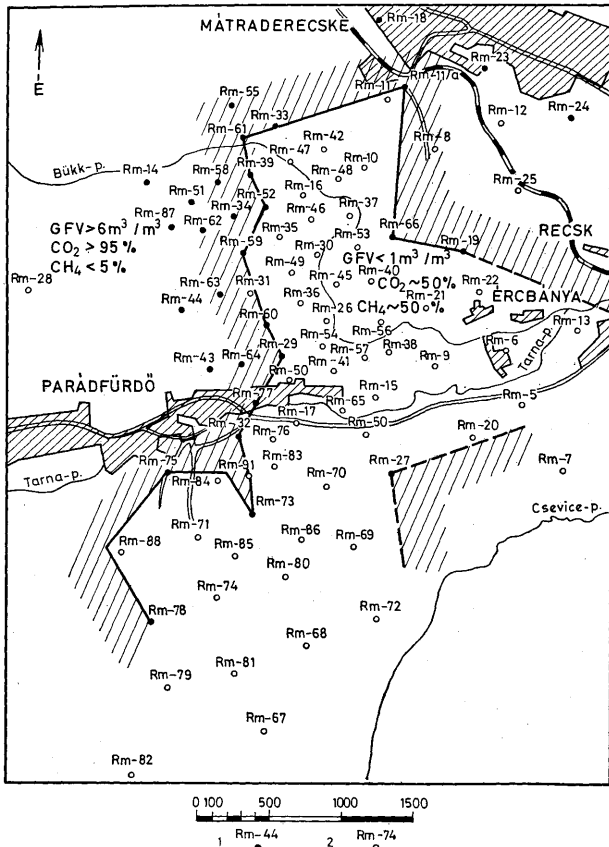
Az együttes, vagy teljes utánpótlódás értéke tehát nagy valószínűséggel 6 m³/perc alatt van.

E számok vízháztartási vizsgálatok és hidraulikai becslések eredményei, amiket a kutatás során létesített vízszintészlelő fúrásokban mért éves vízszintingadozások kvantitatíve is megerősítettek.

Csupán érdekességgént említem, hogy a figyelőkutakban is jól követhető a Hold-járás okozta napos periodusú, 70—80 cm-es amplitudójú vízszintingadozás, továbbá a csapadékeloszlás hatása 3—5 hónapos fáziskéséssel, valamint az éves vízjárás 8 m-es szélső értékkel.

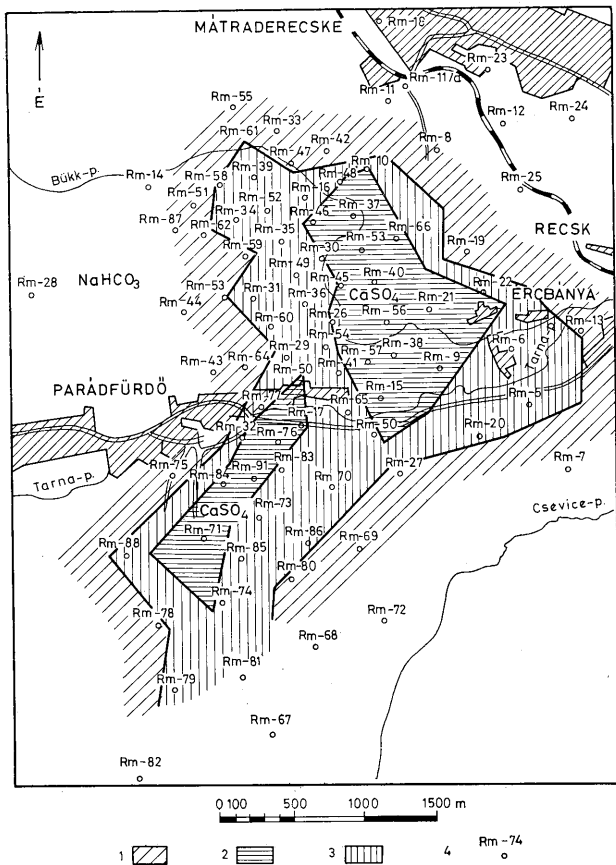
A vízben oldott gáz mennyisége és összetétele

Fúrás során számos esetben tapasztalták az öblítőközeg bugyborékolását és ún. „gyarapodását”, kanalazások során pedig a kút vízének kapcsolóállásig fellövelő erupcióját. Az Rm-11/a. számú fúrás ma is működő hévízkúttá



5. ábra. A vízben oldott gáz mennyiségének és összetételének alakulása. J e l m a g y a r á z a t: 1. Gázos kút, 2. Érc-kutató fúrás

Fig. 5. Variation in the quantity and composition of gas dissolved in water. L e g e n d: 1. Gaseous water producing well, 2. Ore-exploratory drilling



6. ábra. A víz vegyi jellegének alakulása. Jelmagyarázat: 1. Uralkodóan NaHCO_3 , 2. Uralkodóan CaSO_4 , 3. Kevert vegyi jelleg, 4. Érckutató fúrás

Fig. 6. Variation of the chemical character of the water. Legend: 1. Predominantly NaHCO_3 , 2. Predominantly CaSO_4 , 3. Mixed chemical composition, 4. Ore-exploratory drilling

alakult. E jelenségek javarészt a szubvulkáni testet környező, vagy átszelő zúzott övben jelentkeztek.

A mélységi vízmintavételek tanúsága szerint a repedésekben tárolt víz széndioxidot, nitrogént, szénhidrogéneket és egyebek között kénhidrogént is tartalmaz.

Az oldott gáz mennyisége a szubvulkáni testen belül többnyire $1 \text{ m}^3/\text{m}^3$ alatt marad, az alaphegységi zúzott övben viszont ugrásszerűen $6 \text{ m}^3/\text{m}^3$ fölé emelkedik (5. ábra).

E mennyiségi ugrás összetételi változást is jelent, ugyanis e környezetben a széndioxid 95 tf %-ot meghaladó uralkodó komponenssé növekszik. A többi összetevő — nitrogén, szénhidrogének, kénhidrogén — mennyisége e kontúr mentén is többnyire változatlan marad, csupán az összes gáztartalomhoz viszonyított térfogatarányuk változik. Így, a $0,5 \text{ m}^3/\text{m}^3$ átlagos metántartalom az intrúzióban 50 %-os, az alaphegységben viszont 5% alatt maradó térfogatszázalékot jelent.

A kénhidrogéntartalom nem éri el a 0,02 tf %-ot.

A gáztartalom ugrásszerű változása a tárolóközet víz- és gázszállítási tényezőjének ugrásszerű változásával magyarázható.

A gázok származását illetően az a feltevés valószínűsíthető, hogy a széndioxid, a metán és társai közeli szénhidrogéntárolóból, illetve szerves anyag bomlásából származtathatók. A gázösszetétel egyébként nagyfokú rokonságot mutat a Bükkszék-fedémesi boltozatban feltártakkal (BARNABÁS 1949, MAJZON 1940).

A víz kémiai összetétele

A víz vegyi jellegének alakulását is az alaphegységbe nyomult szubvulkáni test elterjedése és közzettani összetétele határozza meg (6. ábra).

Az alaphegység külső környezete uralkodóan nátriumhidrogénkarbonátos vizet tárol, a szubvulkáni test viszont többnyire szulfátos jellegűt melynek uralkodó kationja a kalcium.

Az alaphegység vizének nátriumhidrogénkarbonátos jellege a Mátra felől valószínűsíthető utánpótlódást látszik igazolni, az intrúzió szulfátos jellege viszont a szulfidos ércek bomlásának tulajdonítható.

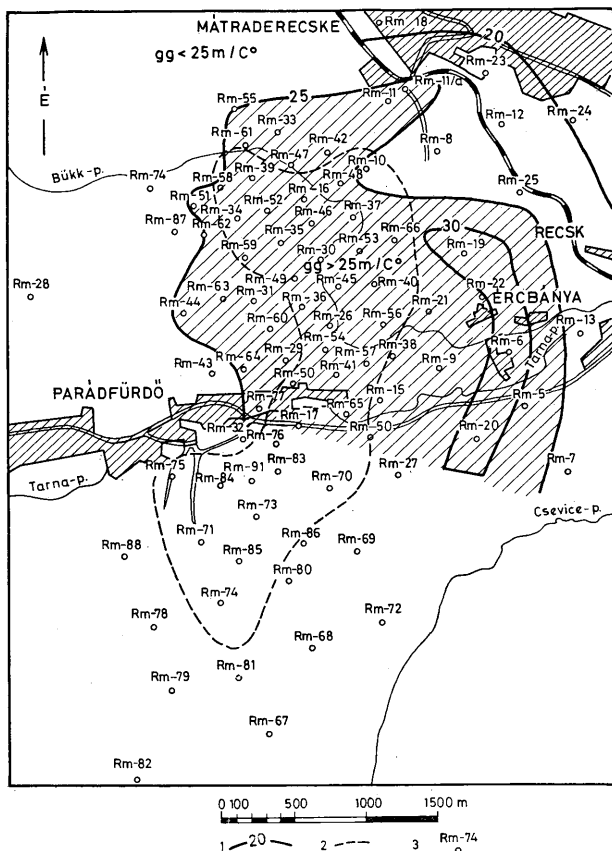
Az ellentétes vegyi jelleg a kontaktus mentén természetesen keveredik.

Számottevő mennyiségben jelentkezik a kationok között még magnézium, amely főleg az alaphegység dolomitosodásának környezetében dúsul, illetve anionok között a klór, melynek ilyen mennyiségben való jelenléte azonban még nem teljesen tisztázott. (Itt is szénhidrogéntároló közelségére kell gyanakodnunk.)

A víz oldott anyagtartalma helyenként a 20 000 mg/l-t is eléri, általában az intrúzióban magasabb, kémhatása pedig a környezet közel semleges jelle gével ellentétben itt enyhén savas.

A geotermikus gradiens területi alakulása

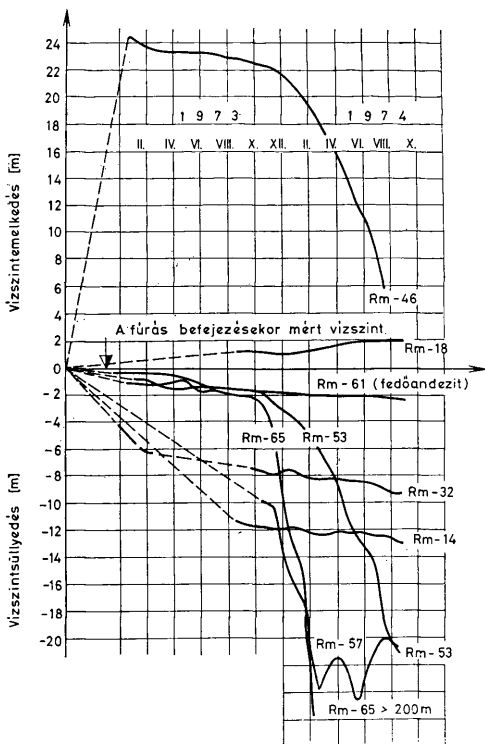
E kérdés csupán annyiban tartozik ide, hogy a fúrásokban mért hőmérsékletek többnyire vízhőmérsékletek voltak, no meg érdekességként, amennyiben a földtani formáció — helyzetéből következően — a geotermikus gradiens területi alakulását is szembetűnően módosította (7. ábra).



7. ábra. A geotermikus gradiens alakulása. J e l m a g y a r á z a t: 1. Geotermikus gradiens (m/C°), 2. A szubvulkáni andezit elterjedése, 3. Ércutató fúrás

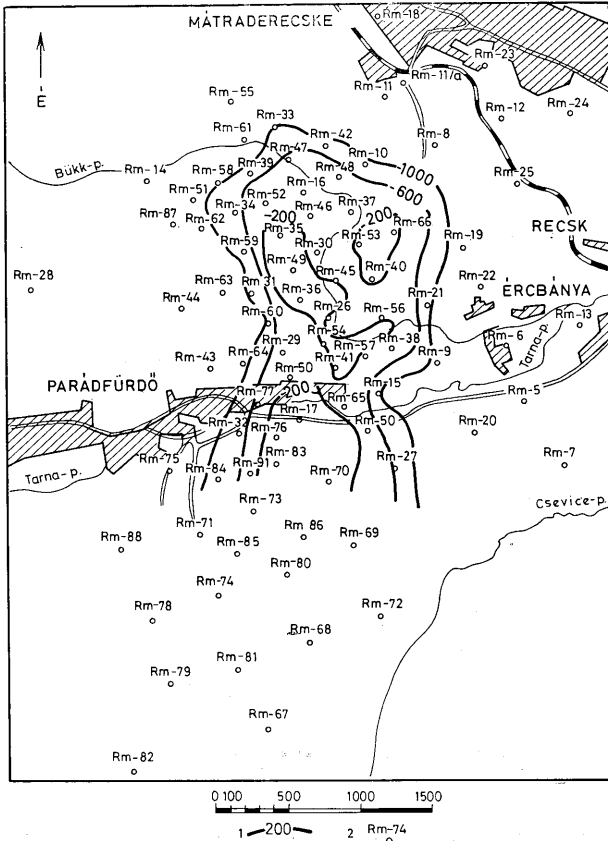
Fig. 7. Variation of the geothermal gradient. L e g e n d: 1. Geothermal gradient (m/C°), 2. Extent of subvolcanic andesite, 3. Ore-exploratory drilling

A 7. ábrából látható, hogy a geotermikus gradiens az intrúzióban és hatásterületén az ércesedés övezetében többnyire $25 m/C^\circ$ fölött van, helyenként a $30 m/C^\circ$ -ot is eléri, a peremeken viszont $20 m/C^\circ$ alá csökken.



8. ábra. Az aknamélyítés hatására bekövetkezett vízszintsüllyedések
 Fig. 8. Depressions of ground-water table due to shaft sinking

Ennek magyarázatában most kivételesen nem csupán a szubvulkáni test jelenlétére kell utalnunk — hiszen önmagában e körülmény éppen ellentétes tendenciájú geotermikus eloszlást követelne (belül alacsony, kívül magasat) — hanem inkább a peremen megjelenő és kivastagodó oligocén „paplanra” amely számottevő hőakkumulációra készíti az alaphegységi képződményeket. E geotermikus modellen a relatíve jó hővezető szubvulkáni tömeg és hatásterülete a fedőhegységi andezittel együtt „szellőztető kürtöként” értelmezhető.



9. ábra. Az aknamélyítés és a mátraderecskei fürdő hatására módosult nyomásfelület. Jelmagyarázat: 1. Nyomásmagasság (m.A.f.), 2. Érkutató fúrás

Fig. 9. Piezometric surface as modified by shaft-sinking and the exploitation of the Mátraderecske swimming pool, Legend: 1. Piezometric head (metre, above Adriatic Sea level), 2. Ore-exploratory drilling

A bányászat várható hatása

A bányászat a művelendő ércetest tárolt vízkészletét elfogyasztja, majd az oldalról és felülről érkező utánpótlódó készletet pedig folyamatosan emelni fogja. A fakasztott öszvizhozam várhatóan 15 m³/perc alatt marad. A csapolás alapvetően megváltoztatja a térség hidrodinamikai egyensúlyát: az ércetest belsejében és közvetlen környezetében 1000 m-es vízszintsüllyedés várható, melynek távolhatása több kilométer távolságban is észlelhető lesz.

A bányászat hatása már most is, az aknamélyítés vízelvonása következtében erősen érezhető.

A folyamatosan regisztrált észlelőfúrások többsége változó métékű, de azonos tendenciájú változást jelez. A legnagyobb süllyedés az aknától 250 m-es távolságban mélyült Rm-65-ös fúrásban mutatkozik, ahol meghaladja a 200 m-t (8. ábra).

A süllyedés egyébként nem minden ponton jelentkezik egyértelműen, pl. az Rm-18. fúrás vízszintje — a kutatási terület északi peremén — érintetlennek tűnik, itt azonban valószínűleg a természetes vízjárás hatása miatt közvetlenül nem észlelhető süllyedésről van szó.

Az aknamélyítés és az Rm-11/a. immár több éves víztermelése számottevően módosította az előbb bemutatott primér nyomásfelületet (9. ábra).

A 9. ábrán látható szekunder nyomásfelület egyenlőre sok bizonytalanságot tartalmaz — hiszen mindössze 6 pont méréséből, és bizonyos hidraulikai megfontalásokból született — tendenciája azonban így is világos: az erősen lenyúlt depressziós tölcser középpontja az Rm-38. helyén mélyült szállítóakna. A depressziós tölcser egy közel ÉK-DNy-i zónában helyezkedik el, mely valószínűleg ilyen irányú tektonikai vonal menti gyorsabb vízmozgásra is utal.

A bányászat kiteljesedésével e nyomásfelület további számottevő változására kell számítanunk, a hatásterület tágulása pedig az alapegység több kilométer sugarú környezetében várható majd.

Irodalom — References

- BARNABÁS K. (1949): A bükkzséki vízkutatások. Földt. Int. Évi Jel.
 CZIRÁKI J.—SCHIEFNER K. (1962): A mátravidéki szénsavas források. Hidr. Közl. 42.
 DEDINSZKY J. (1968): A nagylengyeli kőolajtároló kőzetek repedezettségi-üregességi vizsgálata. Földt. Közl. 98. pp. 91—97.
 JUBÁSZ J. (1967): Hidrogeológia. Tankönyvkiadó, Budapest
 KESSERŰ Zs.: A rétegvízvédelem helyzete és lehetőségei a hazai mélybányászatban (Doktori ért., NME)
 KESSLER H. (1959): Országos forrás nyilvántartás. VITUKI, Tanulmányok és kutatási eredmények 7. sz.
 MÁELGI: Jelentés a Salgótarján környékén végzett geofizikai kutatásról. Budapest, 1970.
 MAJZON L. (1940): A bükkzséki mélyfúrások. Földt. Int. Évkönyve
 SCHMIDT E. R. (1962): Magyarország vízföldtani atlasza. MÁFI
 SCHMIEDER A. (1965): A rétegvízutánpótlódás mennyiségi vizsgálata a Mátra- és Bükkalján. Hidr. Közl.
 SCHMIEDER A. (1970): A Dunántúli Magyar Középhegység főkarsztvíztároló kőzeteinek paraméterei. VI. Bányavízvédelmi Konferencia kiadványa. I. pp. 1—7.
 SCHMIEDER A. (1970): A megcsapolások és tárolókőzet jellemzőinek és azok eloszlásainak értelmezése a Dunántúli Magyar Középhegységben. VI. Bányavízvédelmi Konferencia kiadványa II.-2.
 SCHMIEDER A.—SZILÁGYI G.—ZELENKA T.—WILLEMSZ T. (1971): A recski mélyszínti színesfémérc elfordulás hidrogeológiai viszonyai. BKI 13—4/1971. sz. Kutatási jelentés, a recski mélyszínti ércesedés földtani zárójelentésének 4—5. fejezete
 SCHRETER Z. (1950): A Borsod-Heves vármegyei mőcön köszönmédenőek hidrogeológiai viszonyai. Hidr. Közl.
 SCHRETER Z. (1954): A Bükkhegység régi tömegének földtani és vízföldtani viszonyai. Hidr. Közl.
 SZÓFÓKÁDÓ P. (1959): A Darnó-vonal szerepe Recsk bányatelep vízellátásában. Hidr. Közl.
 ÚRBANCSÉK J. (1966): Magyarország mélyfúrású kútjainak katasztere I—III. OVH.
 VITÁLIS Gy. (1959): Adatok az Úpponyi-hegység vízföldtanához. Hidr. Közl.
 VITÁLIS Gy.: (1966): Adatok a DNy-i Bükk vízföldtanához. Hidr. Közl.
 VITÁLIS S. (1939): Újabb hidrogeológiai adatok Salgótarján és környékéről. Hidr. Közl.
 V. NAGY I. (1967): Hidrológia. Tankönyvkiadó, Budapest
 ZELENKA T. (1969): Előzetes értékelő jelentés a recski mélyszínti ércesedés hidrogeológiai viszonyairól. OÉÁ kézirat

Hydrogeology of the subvolcanic ore mineralization of Recsk

G. Szilágyi

The deep-seated ore deposit of Recsk is situated in the Triassic karstic aquifer of the North Hungarian Highland Range, along the tectonic line of Darnó.

The magmatic mass intruded into the carbonate basement has considerably changed its environment even from the hydrogeological point of view:

- it crushed the rigid limestone and dolomite rocks of the immediate vicinity and, consequently, it led to an increase by several orders of magnitude of the value of their transmissivity to ground-water flow and their water-storing capacity (in the neighbourhood of subvolcanic andesites the transmissivity of the Triassic limestone increases from 10^{-5} m²/sec to 10^{-3} m²/sec.);
- it largely changed the pressure surface of the water contained in the basement;
- it transformed the predominantly hydrogen carbonate character of the basement's water to sulphatic in the vicinity of ore mineralization;
- it provoked changes in the quantity and composition of the gas dissolved in water (in the basement the gas-water ratio attains 10 m³/m³, here the gas is represented predominantly by CO₂; in the ore-bearing subvolcanic body its value decreases below 1 m³/m³ and the volume ratio of methane increases to 50%);
- it modified the geothermal pattern of the region (in the area adjacent to the ore body a geothermal gradient of less than 25 m per °C, inside the ore body more than 25 m per °C can be observed).

Begun with shaft-sinking, mining operations will largely modify this hydrogeological pattern and the draw-down effect of water-lifting from the workings will be felt within an area of several kilometres radius.