

Л. ФАЧИНАН—М. МЕСАРОШ:

О ПЕРЕОБРАБОТКЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ГИПСО-АНГИДРИТО-
НОСНОГО РАЙОНА ПЕРКУПЫ.

В статье дается описание геофизических работ, проведенных в гипсо-ангидритном районе Перкупы, результаты которых сопоставляются с общей картиной о строении района, полученной в результате геологических исследований.

L. FACSINAY—M. MÉSZÁROS

GEOPHYSICAL REVALUATION OF THE GYPSUM-ANHYDRITE AREA
OF PERKUPA

Authors are reviewing the geophysical researches performed in the gypsum-anhydrite area of Perkupa and compare them with the picture formed on the basis of the geological investigations.

**A PERKUPAI GIPSZ-ANHIDRIT TERÜLET GEOFIZIKAI
ÚJRAÉRTÉKELÉSE**

FACSINY LÁSZLÓ—MÉSZÁROS MIHÁLY

I. BEVEZETÉS

Sokáig az volt a geológiai vélemény, hogy hazánk területén nem találhatóak só-gipsz-féleségek. Rácáfoltak azonban erre az utóbbi idők kutatásai, amelyek az 1950-es évek táján a felső-magyarországi területen — Rudabánya—Perkupa—Tornakápolna környékén — gipsz-anhidrit telepeket produkáltak, legutóbb pedig 1957-ben a Mecsek környékén mutattak ki gipszrétegeket.

Ez utóbbi előfordulás felismerése szintén nagy érdeklődést váltott ki. De amint látni fogjuk, a perkupai terület koránt sincs kutatási szempontból lezárva, és vizsgálataink szerint még sok meglepetéssel és újdonsággal szolgálhat.

A Perkupa—Rudabánya környéki gipsz-anhidrit kutatásokkal kapcsolatban, ill. azokat megelőzve főleg vasércutatók keretében nagyarányú geofizikai mérőmunkák folytak. Érdekes, hogy éppen a vasércutatók keretében bukkantak a gipsz-anhidrit telepekre, ugyanakkor a vasércvizsgálatok nem jártak olyan eredménnyel, amelyet érdemes lenne megemlíteni.

Dolgozatunkban szeretnénk összefoglalni ezeknek a vizsgálatoknak az eredményeit. Megkíséréljük összevetni a földtani vizsgálatok

A kézirat 1959. április 10-én érkezett.

alapján kialakult képpel a geofizikai eredményeket. A korábbi geofizikai vizsgálatok megítélésénél figyelembe kell venni, hogy a mérések lebonyolítása és értékelése alkalmával hiányzott a mai földtani megalapozottság. Mostani következtetéseink eredményességét és ellenőrizhetőségét jelentékenyen elősegítette az a nagymértékű földtani, fúrási és bányászati kutatómunka, amely lehetővé tette a terület jelenlegi földtani, szerkezeti képeinek kialakítását.

Figyelembe kell venni továbbá, hogy a gipszkutatás új feladata volt a magyar geofizikának. Éppen ezért az újraértékelés során az esetleges későbbi kutatások számára néhány gondolatot adhatunk, és egyúttal a komplex értékelés is érdekes új adatokat szolgáltat arra, hogy milyen földtani, közettani viszonyokat lehet a felhasznált módszerekkel vizsgálni.

Nem kívánunk új, az eddigiektől különböző megállapításokat tenni, csupán néhány összefüggésre, eddig kellőképpen nem hangsúlyozott megállapításra mutatunk rá. Ezenkívül olyan javaslatokat kívánunk tenni, amelyek a további geofizikai mérésekre vonatkoznak.

A terület, mellyel foglalkozni kívánunk, a Bódva-völgy és a hozzá csatlakozó Jósua-páta környékére terjed ki.

II. A GEOFIZIKAI VIZSGÁLATOK ISMERTETÉSE

Az eddigi geofizikai kutatásokat két nagy időszakra lehet csoportosítani.

Az első időszak a gipsz-anhidrit képződmények felkutatásáig tart. A vasérckutató céllal végzett geofizikai vizsgálatokat sorolhatjuk ide. A második időszak geofizikai vizsgálatait a gipsz-anhidrit telepek felismerése után, kifejezetten gipszkutató céllal végezték.

Ugyanezeket a szempontokat érvényesíthetjük a földtani kutatásokra vonatkozóan is. A régebbi földtani vizsgálatok a terület nagyvonalú megismerésén túlmenően a részletes kutatások esetében speciálisan vasérckutató jellegűek voltak. A második időszak földtani vizsgálatai pedig a gipsz-anhidrit összlet megismerésére, sztratigráfiai szerkezeti helyzetének felkutatására irányultak.

Dolgozatunkban a terület kutatástörténeti ismertetésénél csak a geofizikai vonatkozásokra és a belőlük nyert eredményekre fogunk rámutatni. A földtani vizsgálatok jelenlegi állásáról külön fejezetben számolunk be.

1922. és 1953. között végeztek Perkupa környékén geofizikai méréseket földmágneses, gravitációs, geotermikus és geoelektromos módszerekkel. A mérések eredeti célja vasérckutató volt, és mint ismeretes, a mágneses mérések alapján kitűzött fúrások vasérc helyett nagy kiterjedésű gipsztelepet tártak fel.

A további gipszkutatás és feltárás részletesen ismertté tette a terület földtani felépítését, és a gipsztelep feltárása után került sor 1949 után a gravitációs és geoelektromos mérésekre is, most már gipszkutatás céljából. A Perkupán és környékén végzett geofizikai vizsgálatok és

a földtani kutatások eredményeinek ismeretében összefoglalhatók azok a tapasztalatok, amelyek a gipszkutatás geofizikai alkalmazásából szü-
rödtek le.

Mindenekelőtt a kutatás menetéről kívánunk rövid összefoglalást adni, különös tekintettel a nagyobb terjedelmű földmágneses mérésekre.

Megjegyezzük azt, hogy a Magyar Geofizikusok Egyesülete 1955. március 25—26-i ankétján *Haáz István Béla* részletesen beszámolt az Uppony, Rudabánya és Bódva-völgy környékén végzett földmágneses mérésekről, ez az értékes tanulmány nyomtatásban is megjelent a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet 1955. évi Külön Kiadványában. A Kiadvány az ankét teljes anyagát tartalmazza „Geofizika az ásványi nyersanyagkutatás szolgálatában” címmel. *Haáz István Béla* előadásának [19] és a rendelkezésre álló jelentéseknek alapján kívánjuk feleleveníteni a geofizikai kutatások földmágneses részének történetét.

1922-ben Tornakápolna, Répáshuta és Uppony vidékén *Fekete Jenő* és *Szecsódi Miklós* tájékoztató méréseket végeztek. Tornakápolna mellett mutatkoztak olyan anomáliák, amelyek jelentékeny mágneses hatású felszín alatti tömegre engedtek következtetni. A ható vizsgálására próba-fúrást tűztek ki. 1924-ben *Pekár Dezső* [29] és *Szecsódy Miklós* részletesebb vizsgálatai után feltételezték, hogy a csaknem 2 km széles mágneses maximum nagykiterjedésű eruptívum hatásából származik. A próba-fúrás, amely a maximum nyugati szárnyán mélyült le, 532 m-ig végig mészkőben haladt, az eruptívumot nem érte el, de már akkor feltűnt, hogy 511—517 m között gipszréteget harántolt.

Ezután 1925-ben *Pekár*, majd 1930-ban *Szecsódy* irányításával vasgyári mérnökök végeztek a Bódva-völgyében mágneses méréseket, de vasércbányászás szempontjából ezek a mérések nem hoztak eredményt, mert figyelembe kellett venni, hogy a kapott mágneses anomáliát okozó ható nemcsak vasércből eredhet, hanem valamilyen eruptívumtól is, s azt, hogy a környéken bányászott vasércnek alig mutattak mágnesezettséget.

Ezek az 1938 előtti horizontális intenzitás-mérések azonban felhívták a figyelmet arra, hogy az addig észlelt anomáliák részletesebb megismerése szükséges és 1938. év tavaszán a Geofizikai Intézet megbízást kapott, hogy a MAVAG részére a Szalonna, Martonyi, Tornaszentandrás, Bódvarákó, Dobódél, Perkupa, Szőlősardó községek közti területen földmágneses méréseket végezzen [11, 14]. A megbízás alapján további feladat volt a vertikális intenzitás anomáliáit is meghatározni.

Az 1938-ban Bódvarákó vidékén *Haáz István Béla* vezetésével végzett földmágneses mérések Komjáti, Bódvarákó és Perkupa mellett, ill. Bódvaszilás és Szögliget között olyan mágneses anomáliákat mutattak, melyeket esetleg vasérc hatásának lehetett tulajdonítani. *Fekete Jenő* több lehetséges felszín alatti mágneses alakulat hatását számította ki, hasonlította össze az észlelt anomáliákkal. Ezeket szerinte legjobban olyan függőleges fal hatása közelíti meg, amely a mágneses meridiánra merőlegesen húzódik, a felszínhez 100 m-nél közelebről nyúlik fel s igen nagy mélységig folytatódik. Mágnesezhetősége azonban sokkal nagyobb, mint a helyszínen talált kőzetmintáké. A vasércnek közül a hematit lehet ilyen mágnesezhetőségű. Ebből azonban mégsem következik az, hogy a

talált anomáliákat hematit okozza, mert igen sok eruptív kőzet (pl. bazalt, diorit, szerpentin) mágnesezhetősége szintén akkora. A maximumokra fúrásokat javasoltak. Ezek pontosabb kitűzése érdekében 1949-ben újabb mérések történtek, horizontális és vertikális magnetométerrel [15, 16, 17].

E mérések 10 maximumot mutattak ki. Ezeken az anomáliák értékei kerekén 400—1700 gamma között ingadoznak.

A részletes mérések nagyobb anomáliákra vezettek, mint 1938-ban, mert pl. a bódvarákói maximum területen a függőleges összetevőben a régebbi anomália mellett most 1140 gammaérték, a perkupai 500 gamma mellett 1049, ill. 988 gamma is adódott.

A Bódvarákó melletti maximumon a számítás szerint a hatóalakulat DK—ÉNy irányban húzódik. S ha azt függőleges falszerű telérnek tulajdonítjuk, akkor a számítás szerint az alakulat teteje 12 m mélyen van a felszín alatt, vastagsága 18 m, s a hatóanyag mágnesezhetősége $7300 \cdot 10^{-6}$ cgs. Ilyen mágnesezhetősége van a mágneses vasszulfidnak (pyrrhotinnak), olivinnek, gabbrónak és a nagy magnetittartalmú nefelinbazaltnak.

A maximumon kitűzött Bódvarákó 1. sz. fúrást 1949 őszén mélyítették le. A fúró már 6 m mélységben szerpentinnesedett magnetit-tartalmú nátron-gabbrót ért el és igazolta a számítás helyességét.

A Bódvarákó 2. sz. fúrás kitűzésével kapcsolatban kiegészítő mágneses méréseket végeztek 1950-ben [18].

Ezekből a vizsgálatokból a következők szűrhetők le:

A bódvaszilasi műút közelében a csupán $300 \cdot 10^{-6}$ szuszceptibilitást mutató diorit, ill. nátron-gabbró ismert kibúvási helyén nem mutatkozott anomália. Ellenben tőle mintegy 100 m-re délre 1271, ugyanennyire északra 1691 gammás anomáliát találtak. A korábbi értékelés szerint az anomáliák nem a gabbrótól, hanem valamilyen más, nagyobb szuszceptibilitású eruptívumtól származnak. Valószínűbb azonban, hogy nem a kibúvási hely alatt helyezkedik el a mágneses gabbró főtömege, hanem ettől D-re és É-ra a két maximum helyén.

A tornaszentandrászi mészkőbánya feletti hematit-kibúváson végzett mérések szerint felszíni hematit-előfordulás mindössze 100 gamma nagyságrendű hatást mutatott.

A bódvarákói „Kállai lápa” területén a hematit-görgeteg helyén is csupán 100 gammát el nem érő anomália mutatkozik $6.600 \cdot 10^{-6}$ nagy szuszceptibilitással, ami a nagy magnetittartalomtól származik. A görgeteg eredeti anyaga magnetit volt, és az oxidáció folytán alakult át a felület mentén hematittá.

A lemélyített Bódvarákó 2. sz. fúrás sem vasércet, sem más mágneses kőzetet nem talált, s így nem lehetett kielégítő következtetéseket levonni a ható alakulatra. Meg kell jegyezni azonban, hogy a fúrás nem a fő, hanem egy kisebb anomáliára települt.

Ezután került sor a bódvaszilasi műút mellett kitűzött szögligeti 1. sz. fúrás lemélyítésére. Ez a fúrás ugyanolyan eredménnyel járt, mint a bódvarákói 1. sz. fúrás: a felszín közelében 7 m mélységben ugyanolyan gabbrót tárt fel.

A további fúrások kitűzése előtt kívánatosá vált, hogy a hatóalakulat helyzetére, méreteire és mélységére vonatkozó számításokhoz kiegészítő földmágneses méréseket végezzenek. A Perkupa, Szögliget és Komjáti mellett végzett mérések kapcsán a szögligeti gabbró-kibúvás táján a még előbb észlelt anomália folytatásaként egy több mint 200 gammaérték maximumot állapítottak meg. Ez a legnagyobb a Bódva völgyében talált összes anomáliák között. Az itt lemélyített fúrás (Szögligeti 2. sz. fúrás) a hatóalakulatot már 8 m mélységben elérte.

A Komjátitól D-re lemélyített fúrás (Komjáti 1. sz. fúrás) pedig a ható alakulatot 181 m mélységben harántolta.

A perkupai 1. sz. fúrás a megállapított nagyobb anomália-maximum helyén mélyült, s itt 5 m mélységtől kezdve szerpentes dolomitot és szintén magnetitszemekkel hintett gabbrót hozott felszínre.

A perkupai 2. sz. fúrást a kisebbik anomáliát okozó alakulat kiszámított helyére telepítették, s a fúrás az alakulatot 6 m mélységben érte el. Mindkét perkupai fúrás a mágneses alakulat alatt, a felszínhez még mindig elég közeli mélységben, jelentékeny vastagságú gipszréteget talált.

A gipszréteg kiterjedésének megvizsgálására a két első fúrás közelében több további fúrást is lemélyítettek, és a gipszréteget ezek a fúrások is feltárták.

Figyelemre méltó, hogy a *Haáz István Béla* által javasolt fúrások az anomáliákat okozó alakulatokat a számítás eredményével jól megegyező mélységben találták meg.

A fúrási eredmények azt bizonyítják, hogy a Perkupa, Szögliget és Komjáti környékén talált nagy mágneses anomáliákat a felszínhez közel levő eruptív kőzetek okozzák. Ezek után felvetődött a kérdés, hogy a Bódva-völgy D-i irányú folytatásában is vannak-e ehhez hasonló elfedett mágneses tömegek, melyeket esetleg ércesedés is kísérhet. Az erre a területre kiterjesztett mérésekkel a Rudabányától Barakonyig húzódó 15 km hosszú, s általában 3 km széles területen sehol sem találtak olyan nagy anomália-értéket, mint Perkupa, Szögliget és Bódvárakó mellett, így feltételezhető, hogy Szuhogy, Szendrő, Szálonna, Martonyi és Barakony vidékén nincsenek olyan mágneses hatású eruptív tömegek, mint amilyeneket az előbbi helyeken lemélyített fúrások feltártak.

Ugyancsak a Bódvaszilas, Komjáti, Tornanádaska, Bódvalenke és Hidvégardó környékén végzett mágneses mérések is csak csekély mágneses anomáliákat mutattak ki.

A legnagyobb érdeklődésre számot tartó Perkupa—Szögliget—Bódvárakó területen a felszín alatti eruptívum kiterjedésének és domborzati viszonyainak pontosabb megállapítására irányuló megkezdett részletes mérések technikai okokból félbemaradtak, és folytatásuk nem is remélhető, mert a perkupai gipszrétegek feltárása az eruptívumok iránti érdeklődést egyelőre tárgyaltanná tette.

A mágneses méréseken kívül, melyek a legnagyobb jelentőségűek, a területen gravitációs és geoelektromos méréseket is végeztek. A teljesség kedvéért a geotermikus méréseket is megemlítjük, amelyeket az 1952—53. évek folyamán hajtottak végre, de ez a kísérleti jellegű munka is félbemaradt.

Mint hogy a vasérckutató mágneses módszerrel nem vezetett eredményre, s a fúrások vasérc helyett eruptívumokat mutattak ki, sőt a perkupai fúrások meglepetésül gipszet szolgáltatottak, a további mágneses mérések helyett 1950-től más geofizikai módszerek alkalmazására tértek át. Felvetődött az a gondolat, hogy a kisebb sűrűségű gipsz-indikációt gravitációs mérésekkel kutassák tovább.

Eötvös-ingával átnézetesen felmérték a Felső-Bódvavölgy Szendrőtől Hidvégardóig terjedő szakaszát. Megvizsgálták az itt talált mágneses maximumokat gravitációs módszerrel is, hogy a mágneses anomáliák és a ható eruptívumok milyen összefüggésben vannak a gravitációs anomáliákkal. A mérések ezenkívül felvilágosítást nyújthattak a pleisztocén és alsópannon üledékekkel borított Bódva-völgy fenekét alkotó idősebb kőzetösszletek helyzetéről [33]. A mágneses maximumok néhol egybeesnek a gravitációs minimumokkal (Szögliget, Komjáti), másutt a mágneses maximum gravitációs minimumtengelyre esik (Perkupa, Bódvárakó). Perkupánál gravitációs minimumfolt van, amelynek északi részén találták az eruptívumoknál kisebb sűrűségű gipsztestet.

A minimum és gipsztest összefüggése arra a gondolatra vezetett, hogy sűrűbb állomáshálózattal esetleg több részlet is kimutatható a gipsztest helyzetére vonatkozóan. Ezért 1952-ben sűrítették az Eötvösinga mérések hálózatát a perkupai minimumban, azonban a sűrítés nem lehetett teljes, mivel a Bódva-patak kiöntött és a mérést nem lehetett folytatni. A jelentés [10] azonban már itt rámutat arra is, hogy a gradienseken megnyilvánuló látható regionalitás mellett a felszín alatt nem nagy mélységben levő kőzetek sűrűségi elrendeződése is jelentkezik egyes gradiensek és görbületi irányok ugrásszerű változásaiban. A sűrítés hasznos voltát utólagosan igazolja az újabban elkészített W_{zz} térkép is, amely jobban szemlélteti a helyi anomáliák földtani okát. Ez a térkép a sűrítés nélkül nem lett volna elkészíthető.

A gravitációs mérésekön kívül az 1952—53 évben geoelektromos méréseket is végzett a Geofizikai Intézet Perkupa környékén. 1952-ben kísérleteket végeztek arra vonatkozóan, hogy melyik geoelektromos módszer lesz a legalkalmasabb, s a kísérletek eredményeképpen 1953-ban megkezdték az ellenállásméréseket, először Perkupa környékén az ismert gipsztest felett, majd a Bódva völgyében É-i irányban folytatták a kutatásokat Szín vasúti állomásig. A 4 elektródás Wenner-elrendezést alkalmazták. Felváltva vertikális szondázást és ellenállás-szelvényezést végeztek. Az utóbbinál kétféle elektródatávolságot használtak: az $a = 40$ m-t és az $a = 80$ m-t. A mérési szelvényeket a meglévő fúrásokon át fektették kb. ÉNy—DK irányban. Erre merőleges irányú szelvényeken is végeztek ellenállásmérést. Így a kereszt-szelvények nagyjából merőlegesen haladnak a Bódva völgyére, a hosszanti szelvények a Bódvavölgy irányába esnek.

Az elektromos ellenállásmérést az tette indokolttá, hogy a Bódvavölgyben feltárt kőzeteken mért fajlagos ellenállások a gipsznél nagyobb értékkel jelentkeztek (300—500 ohm). A többi kőzetekhez képest ez az ellenállásérték nem nagy, így nem volt várható, hogy a gipsz nagyobb mélységben vagy vékonyabb rétegekben kimutatható legyen. Az ered-

mények kiértékelését az is megnehezíti, hogy a település igen zavart, igen meredek rétegsorokkal kell számolni. A kísérleti kutatásról a Geofizikai Intézet jelentésben számolt be [30].

Itt említjük meg, hogy 1938-ban a Geofizikai Intézet Bódvarákó és Komjáti mellett már végzett geoelektromos méréseket [12, 31], de a mérések eredményeinek értékelése nem volt kielégítő. Megállapították azonban, hogy a jól vezető felszíni réteg alatt nagy ellenállású, majd mélyebben kisebb ellenállású rétegek vannak. Tehát az 1938-ban Perkupától É-ra talált ellenállás-viszonyok nagyjából hasonlóak, mint az 1952—53. évi perkupai mérések ellenállásviszonyai.

III. A FÖLDTANI KUTATÁSOK EREDMÉNYEINEK ISMERTETÉSE

1. Az előfordulás környékének földtani felépítése

Az előfordulás területileg a Gömör—Tornai karszt déli zónáját képező Jósva-völgyi antiklinális és a Rudabányai-hegység érintkezésénél fekszik.

A régebbi geológiai munkák a két hegység között éles határt húztak [23, 28, 34]. Az újabb vizsgálatok bebizonyították, hogy a két hegység földtani kifejlődése párhuzamosítható [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].

A rétegsor karbon, triász, eocén, miocén, pleisztocén és holocén képződményekből áll.

Perm-képződményeket még eddig nem sikerült kimutatni. A kis foltokban megjelenő karbon mészkövet és agyagpalát nem számítva, a vizsgálat alá vont terület képződményei csaknem teljes egészükben triász, pontosabban alsó- és középső-triász korúak. Az alsó-triász szeizi alemeletét zöldes és lila, néha fekete homokkövekből, agyagpalákból álló sorozat képviseli, mely a gipsz-anhidrit összletet is magába zárja. A campilli összlet zöldesbarna és szürke lemezes mészkőből és agyagpalából, közbetelepült homokkövekből áll.

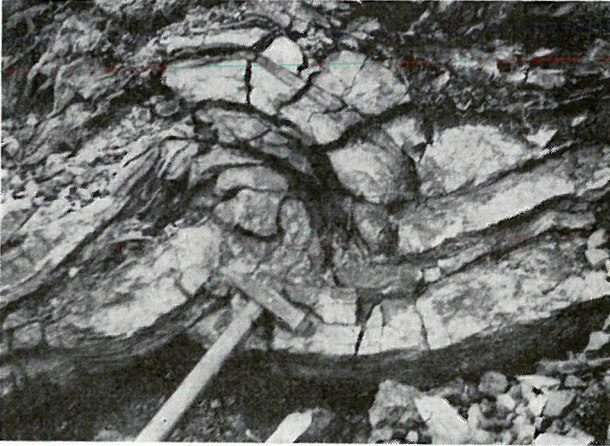
Az alsó-triász vége felé a karbonáttartalom egyre inkább növekszik, a törmelékes anyag rovására. Végül is a karbonáttartalom a középső-triász anisusi emeletében a jellegzetes sötétszürke, fekete dolomit és mészkő kifejlődésű guttensteini rétegekben uralkodóvá válik. A sötét guttensteini dolomitokat felváltó világosabb színű vagy éppen fehér, sokszor cukorszövetű mészkő vagy dolomit ugyancsak még az anisusi emelet képviselője. A középső-triász felső részét alkotó ladini emelet igen változatos. A Rudabányai-hegységben nyugtalan üledékképződési viszonyokra utalnak a szaruköves piros és szürke mészkövek, radiolaritok, kovapalák, sötét agyagpalák és márgák. A Gömör—Tornai karszt viszont szárazföldi anyagokban szegény mészalgákat, kagylókat, csigákat, szivacsokat, korallokat tartalmazó ősmaradvány társaságú világos mészkövekből épül fel.

A felső-triászt szaruköves mészkő és agyagmárga képviseli.

A bemutatott rétegsor első megfigyelésre nem kelt különösebb érdeklődést. Ha azonban meggondoljuk, hogy a „mobilis” képződményekre, agyagpalákra, gipszre-anhidritre merev mészkövek, dolomitok települnek,

a szokatlan méretű tektonizáltságot mindjárt érthetőbbnek találjuk. Az 1. ábrán bemutatott gyüredezett, pikkelyeződött campilli márga, agyagpala, mint kis lokális részlet jól illusztrálja a hegységmozgások hatását.

Ilyen megvilágításban geofizikai szempontból is sokkal nagyobb jelentőséget kell tulajdonítani ennek az egykor egyre inkább mélyülő üledékgyűjtőre valló rétegsornak. Térképeinken összevontan ábráztuk a két összetétel képződményeit, hogy szemléletesebbé tegyük a két sorozat hegység szerkezeti jelentőségét.



1. ábra. Gyüredezett campilli márga agyagpala a varbóci völgyből

Az intenzív hegység szerkezeti mozgásokkal összefüggésben a magmatizmusnak is jelentős nyomai tapasztalhatók, amelyek geofizikailag sokkal jobban érzékelhető, mérhető jelenségek.

A felszínen csak a Bódva-völgy egy pontján bukkan fel parányi foltban a nátron-gabbró [23, 27]. A fúrásokban és bányavágatokban azonban gabbró-, diabáz- és serpentin - féleségek több helyen fellelhetők.

Keletkezési idejük azonban még mindig vitatott, ugyanúgy, mint a tömszök-tellérvék formájában megjelenő kvarcporfirnak, valamint a campilli és anisusi dolomitok metasomatózisa révén létrejött rudabányai ércesedésnek.

A harmadidőszaki képződmények laza üledékei durva mészkőből, homokkőből, konglomerátumból, agyagból, homokból, kavicsból épülnek fel. A pleisztocént és holocént édesvízi mészkő, vörös és barna agyag, lejtőtörmelék alkotja.

A hegység szerkezeti viszonyok tárgyalásánál előljáróban le kell szögezni, hogy eddigi ismereteink szerint felszínközeli gipsz-anhidrit előfordulás csak a Rudabányai-hegység nyugati peremén található, a perkupai előforduláson kívül az alsótelekesi és rudabányai fúrásokban. Ettől a vonulattól eltérő helyen csak nagy mélységben (Tornakápolna) sikerült kimutatni.

A gipszes-anhidrites összetétel felszínhez közelebb kerülésében igen nagy szerepe volt a tektonikának. Különösen az a szerkezeti vonal, amelyet Upponytól Rudabányáig, sőt DNy-i irányban még tovább is nyomozhatunk.

A perkupai előfordulás szerkezeti helyzetének bonyolultságát azonban még további tényezőkkel kell kapcsolatba hozni és magyarázni.

A Rudabányai-hegység nagyjából ÉK-i DNy-i szerkezeti irányára szinte merőlegesen lép fel a Gömör—Tornai karszt antiklinálisokból és szinklinálisokból felépített rendszere. A gipsz-anhidrit indikációk éppen ott helyezkednek el, ahol a két különböző csapásirányú hegység között a legnagyobb az irányeltérés. A Rudabányai-hegység többszörösen át-pikkelyezett boltozatot alkotó triász-képződményekből felépített szerkezete a Szendrői-hegység paleozoikumára van torlódvá, mint ahogy arra *Balogh Kálmán* és *Pantó Gábor* vizsgálatai során rámutattak [7]. A rátolódás vonala egybeesik a Bódva-völgy szalonna-szendrői vonalával, mely pannon-képződményekkel fedett és így a rátolódás közvetlenül, sajnos, nem tanulmányozható.

A Gömör—Tornai karszt déli szegélyét képezi a Jósvafőtől kiinduló ún. jósvavölgyi antiklinális.

Az antiklinális tengelyében lefutó felszakadás alkotta völgyben folyik a Jósua-patak. Az antiklinális déli szárnya szabályos kifejlődésű, az északi azonban már nem. A déli szárnyban az alsó-triásztól kiindulva a középső-triász legfelső tagjáig valamennyi képződmény megtalálható. Az északi szárny hiányos, mert az alsó-triász képződményei a középső-triász ladinikumával közvetlenül érintkeznek és csak helyenként található meg a hiányzó anisusi sötétszürke, fekete mészködolomit-sorozat [6].

A szerkezeti viszonyok bonyolultságát a plasztikus és merev képződményekből felépülő rétegsor magyarázza, mint ahogy arra már felhívtuk a figyelmet.

A különféle hegységmozgások a perkupai gipsz-anhidrit öszlet többszörös felpikkelyeződését és az alsó-triász sorozatnak a középső-triász sorozatra való tárolódását eredményezte. Ennek a folyamatnak a szemléltetésénél az I. és III. sz., de különösen a II. sz. szelvényünkre kell hivatkozni, mely világosan megmutatja a települési viszonyokat.

Természetesen ez nem lokális és csak a perkupai helyzetre érvényes jelenség. Egyben azt is mutatja, hogy a Gömör—Tornai karszt déli részét képező jósvavölgyi antiklinális déli, délkeleti részével a Rudabányai-hegységre van rátolódva. Végeredményében tektonikus és a gipsz-anhidrit hidratációs átalakulás eredményeként létrejövő atektonikus erőhatásokra keletkezett antiklinális képződési időszakot lehet megkülönböztetni, mely alatt a peremi részek a paleozoikumra rátolódtak. Ezután egy többször megismétlődő felpikkelyeződési időszakot lehet felismerni.

A geofizikai értékelés szempontjából igen fontosak a hidrogeológiai viszonyok.

A Gömör—Tornai karsztot és a Rudabányai-hegységet is jórészt mészkövek, dolomitok építik fel, melyek karsztosodása révén hazánk legszebb karszt-területe keletkezhetett itt. Sorra fedezik fel a szebbnél-szebb barlangrendszereket, rejtelmes, föld alatti vízfolyásokat.

A perkupai előfordulás közvetlen környékén nem számíthatunk komolyabb karsztosodásra, mert a főleg agyagos, márgás, homokköves kifejlődésű rétegsor ezt nem teszi lehetővé. Mégis a nagyobb mélysébe került mészkőtömegekben összefüggő víztároló rendszerre számíthatunk. Bizonyította ezt a perkupai XIV. sz. fúrás is, mely 1000 liter/perc langyos vizet fakasztott ezekből a rétegekből.

A werfeni rétegek homokkő-, márga-, agyagpala-sorozatában a váltakozó vízzáró és vízrekesztő rétegek felszínre bukásánál gyérvízű források találhatók.

A Bódva-völgy alluviális hordalék-anyagában felhalmozott víz, mivel a jelenlegi bányaterület felett helyezkedik el, komoly veszélyt jelent a bányászatra nézve. Az eddig lefolytatott geofizikai vizsgálatok mérési eredményeit azonban nem igen zavarta, inkább csak a mérések lebonyolítását hátráltatta.

2. Az előfordulás földtani felépítése

Mielőtt még az előfordulás földtani felépítésének ismertetéséhez kezdenénk, fel kell hívni a figyelmet arra, hogy főleg azokkal a képződményekkel kívánunk részletesebben foglalkozni, amelyek geofizikai kutatás szempontjából is jelentősek. Így természetesen magával a gipsz-anhidrittel, a szerpentinnel, diabázzsal elsősorban.

Az előfordulás ásvány-kőzettani felépítésének tárgyalásánál a meddő-, ill. fedőképződményeket illetően hivatkozni kell az általános földtani ismertetésnél elmondottakra. A későbbiekben javasolt további geofizikai vizsgálatok szempontjából azonban az előfordulást felépítő rétegsor részletesebb tárgyalására is ki kell térni.

Az előfordulás területén a triász-képződményeket túlnyomórészt a werfeni rétegek képviselik. Ezen belül a szeizi rétegsor igen változatos, és az eddigi vizsgálatok szerint több szintre oszlik.

Jellegzetes a sötétszürke-fekete, finomszemű, ritkán kissé homokos agyagpala. Mindmáig nem sikerült eldönteni, hogy ennek a képződménynek mi a pontos rétegtani helye, fedőt vagy feküt képvisel-e. Egy azonban biztos, hogy mindig a produktív összlet közelében található.

A produktív összlet pontos rétegtani helyzete szintén bizonytalan. Teljes mértékben analógiákra és földtani meggondolásokra vagyunk utalva. Csehszlovákiában a hasonló kifejlődésű gipsz-anhidrit összletet a werfeni sorozat tagjának tekintik. Az Alpok jellegzetes evaporitos rétegsorozatát régebben a campili alemeletbe helyezték. Az újabb spóra pollen-vizsgálatok perm-triász határra, sőt permre mutatnak. A produktív összletet kőzettanilag gipsz és anhidrit alkotja.

A vizsgálatok szerint a gipsz főtömege nem elsődleges keletkezésű, hanem az anhidritből hidratáció révén alakult át. Előre kell bocsátani, hogy vannak primer keletkezésű gipsz-típusok is. Ezek repedések mentén vagy üregekben köröző vizekből váltak ki. Kristályformájuk alapján azonban jól elválaszthatók az anhidritből keletkezett gipszektől. Két fő anhidrit-típust lehet megkülönböztetni szürke, alaptónusú agyagos agyagban szegény dolomitos anhidritet és zöldesszürke agyagpala-zárványos anhidritet.

Az első típus néhány millimétertől centiméteres nagyságú anhidrit-kristályok tömött szövedéke. A dolomit vagy automorf romboéderek formájában az anhidrit-kristályokba beépülve, vagy pedig az anhidrit-kristályok közé beékelődve tömeges, kőzetszerű formában jelenik meg (2. ábra).

Az agyagpala-zárványos anhidrit általában sokkal kisebb kristályokból építődik fel, mint a dolomit-zárványos típus. Jellegzetesek benne a világos-zöldesszürke, vagy barna, ill. a lilás-vörös színű kerekített agyagpala-zárványok.

Már az előzőkben szó volt arról, hogy az előfordulás tömeges gipsze a primer anhidritből vízfelvétel révén jött létre.

A hidratáció, bár alaposan megváltoztatta az anyag ásványos összetételét, színét, szerkezetét stb., mégsem okozott olyan nagyarányú változást, hogy az eredeti anhidrit-típusok jellemző vonásait megsemmisítette volna.

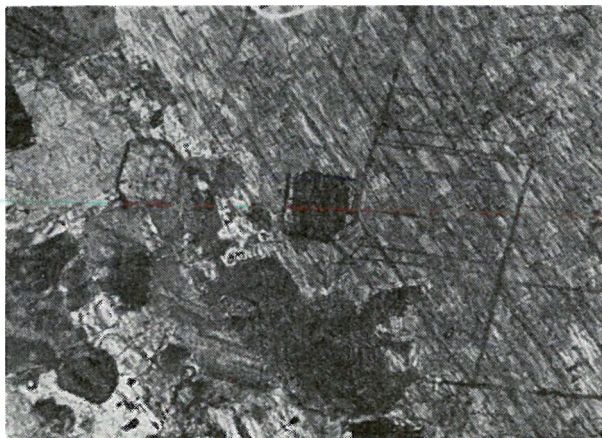
Jól felismerhető, hogy a dolomitos gipsz a dolo-

mitos anhidritből, az agyagpala-zárványos gipsz pedig az agyagpala-zárványos anhidritből keletkezett. A dolomitos gipsz világosszürke vagy hófehér, apró gipszkristályokkal. Az agyagpala zárványos szürke, zöldes-szürke.

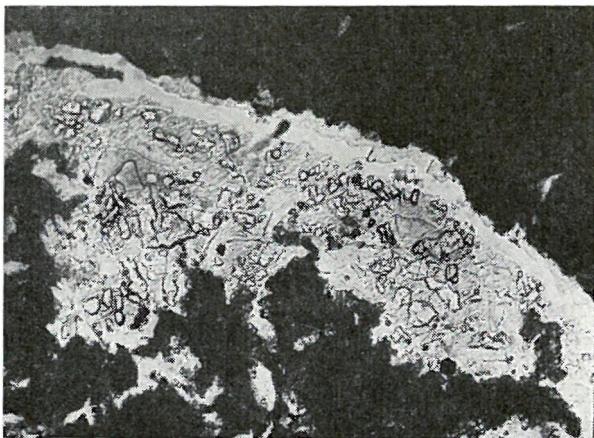
A gipszesedés nem mindig teljes mértékben járja át a kőzetanyagot, így a folyamat nem megy teljesen végbe. Nemcsak egy nagyobb kőzetdarabot tekintve áll elő ez a helyzet, hanem egy-egy kristályon belül is. A gipszesedés folyamata szinte fokról fokra, molekuláról molekulára halad előre az anhidritkristályon belül (3. ábra).

A bemutatott képen jól megfigyelhető, hogy az anhidritkristályoknak jó része el van már gipszesedve. A gipszesedés folyamatát jellemzik még az itt-ott visszamaradó élesen kiugró anhidrit-törmelékek is.

A gipszesedés rendszerint ott jött létre, ahol az anhidrit vízfelvé-



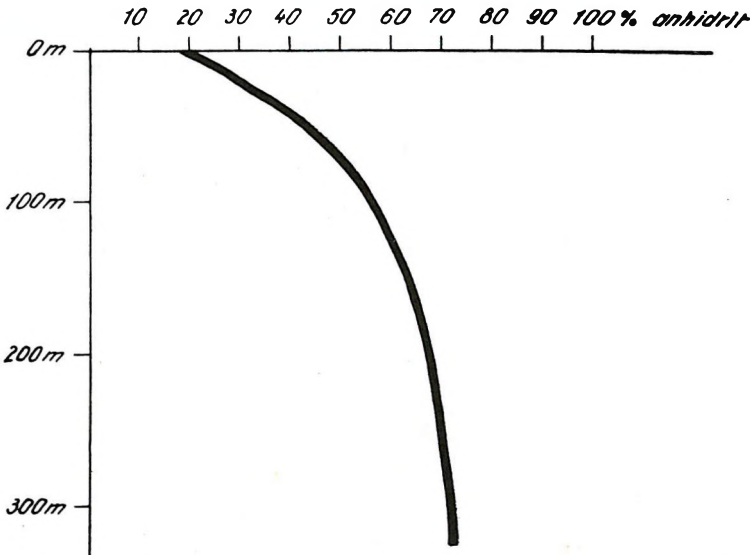
2. ábra. Anhidrit dolomit romboéderekkel (vékony-csiszolat X nikol, kb. 50-szeres nagyítás)



3. ábra. Gipszkristályokban élesen kirajzolódó még át nem alakult anhidrit-maradványok

telére sor kerülhetett, s így az anhidritpikkelyek határán a szerpentinrel, vagy meddővel való érintkezés mentén 1—4 m-es sávban mindig található gipszesedés. Bár a meddő-pikkelyek gyakorlatilag nem vízvezetők, mégis annyi nedvességet tartalmaznak, hogy az anhidritet bizonyos mértékig elgipszesítik. Repedések, hasadékok mentén is tapasztalható hasonló jelenség.

A gipszesedés a mélységgel is összefügg. A 4. ábra azt szemlélteti, hogy az egész ma ismert összletben az anhidrit és gipsz aránya miként változik a mélység felé haladva. A felszínközeli csekély anhidrit—gipsz arány a beszivárgó felszíni vizek révén végbement intenzív hidratációnak tulajdonítható.



4. ábra. Az anhidrittartalom változása a mélység függvényében

A vízföldtani kérdések ismertetésénél már utaltunk arra a bányászati szempontjából sajnálatos tényre, hogy a fedőt alkotó alluviális képződmények vízzel telítettek. Hatásuk a gipszesedés folyamatára természetesen nem maradhatott el.

A geofizikai mérések és értékelés szempontjából igen fontos tények ezek. Rávilágítanak arra, hogy egyes geofizikai módszerek eredményeit befolyásoló víztartalom milyen földtani helyzetben várható. Hozzá kell tenni ehhez még azt, hogy ezek a vizek rendszerint nagy ion-koncentrációjúak.

A víztartalom és porozitás összefüggése szempontjából vizsgálva a kérdést, a gipsz—anhidrit összlet porozitása igen csekély. Az egyes kísérő kőzetek lényegesen nagyobb likacsstérfogatók.

A produktív összletre a szürke agyagpala, mészkő, dolomit sorozat települ, amelyet vörös és zöld agyagpala csoport vált fel.

Az eddig ismertetett rétegeket, rétegcsoportokat a felszínen sehol sem sikerült még eddig megtalálni. A lila és barna, sok csillámot tartalmazó agyagpala—homokkő sorozatot viszont felszíni előfordulásáról nagyon jól ismerjük. A szeizi rétegeket vörösmész-kőből, lilászvörös homokkőből és agyagpalából álló rétegcsoport zárja le.

A campilli emelet rétegcsoportja a már ismertetett kifejlődésben főleg a felszínen, de néhány fúrásban is megtalálható.

Ugyanez a helyzet a középső-triász mészkövekkel, dolomitokkal, amelyeket a nagyobb mélységű és az előfordulás keleti felén levő fúrásokban sikerült harántolni. Diabáz (gabbró) és szerpentin a többé-kevésbé rétegtanilag meghatározott üledékes képződmények mellett bizonytalan korról a fúrásokban s a bányászati feltárásokban található.

Mindkét képződménynek nagy szerepe volt a perkupai előfordulás felfedezésében. Az eddig lefolytatott mágneses mérések anomáliái a szerpentin, ill. a diabáz indikációjára jöttek létre. Ez volt a magyarázata, hogy a várt vasérctelepek helyett gipsz-anhidritet találtak.

A diabáz (gabbró) zöldesszürke, néha vörös, tömött szövetű, fekete augitszemekkel. Plagioklászai a szokottnál nagyobb nátrontartalmukkal tűnnek ki. Számos karbonátos ér járja át. Néhol, mint pl. a XX. sz. fúrásban, teljesen elkarbonátosodva található.

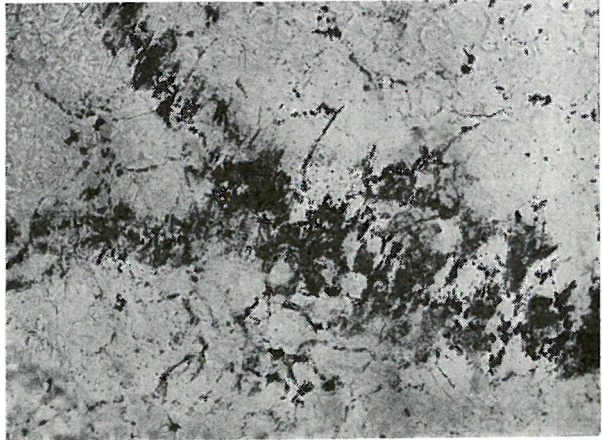
Gyakran hintett piritesedésű. A szabályos piritkristályok sokszor 4—5 mm-es nagyságúra is megnőnek. Jellegzetes a piriten kívül, a főleg repedések mentén elhelyezkedő vascsillám-tartalom. A nagy diabáz-tömszök a terület déli felén helyezkednek el. Térképeinken feltűnő módon megjelöltük őket.

A szerpentin hosszan elnyúló telepeket, pikkelyeket alkot. Színe sötét és világoszöld, néha sárga. Csúszási síkokkal át- meg átszótt, amelyek mentén talk- és azbesztszerű. Repedéseiben 4—5 mm-es rostú azbeszt található.

Különösen vékony csiszolatban mutatkozik meg, hogy magnetites zsinórok járják át. A mágneses szuszceptibilitást a magnetites szerpentin magyarázza (5. ábra).

Különösen vékony csiszolatban mutatkozik meg, hogy magnetites zsinórok járják át. A mágneses szuszceptibilitást a magnetites szerpentin magyarázza (5. ábra).

A szerpentin a diabáz-gabbró tömegből keletkezett. Számos olyan szerpentinömb került elő a bányászat folyamán, amelynek belsejében meg lehet találni az átalakulatlan diabázt. A diabáz és a szerpentin között fokozatos az átmenet.



5. ábra. Szerpentin magnetit-erekkel

Fúrásadatok szerint is a diabáztömsöket szerpentinköpeny veszi körül. A hosszan elnyúlt szerpentinpikkelyeket a szerpentinnesedett diabáztömsökről a hegység szerkezeti mozgások következtében levált szerpentinanyag alkotja.

A szerpentin két igen fontos települési tulajdonságát kell még megemlíteni, melyek a további kutatásokra nézve irányt mutatnak.

A szerpentinpikkelyek csapás- és dőlésirányú kiterjedése nem olyan állandó, mint a gipsz-anhidriteké. Sokkal könnyebben kiékelődnek, elvékonyodnak. Megegyezik, hogy sok esetben többször 10 m vastagságú szerpentinpikkely néhány centiméterre vékonyodik el. Ez a jelenség az eltalkosodott, lágy vagy összetöredezett szerpentin anyagával hozható kapcsolatba.

Miként a közölt térképek és szelvények is mutatják, a szerpentinpikkelyek mindig gipsz-anhidrit közé ékelődve találhatók. Ez nem jelent genetikai összefüggést is, mert a határokon semminemű kontakt-hatásnak jele nincs. A szerpentin és gipsz-anhidrit ilyen összetartozása a hegység szerkezeti erőhatásokkal szemben tanúsított, hasonló képlékenységre vezethető vissza. Ennek az összefüggésnek a továbbkutatások szempontjából igen nagy jelentősége van. A mágneses módszerekkel ugyanis könnyen kimutatható magnetites szerpentinek segítségével az eddigi tapasztalatok szerint gipsz-anhidrit telepeket találhatunk.

Beszélni kell a lépten-nyomon fellépő piritesedésről és hematitosodásról. Mindkettő olyan fizikai állandókat adhat a kőzeteknek, amelyek a mérési eredményeket befolyásolhatják, de ha kiterjedésükről, helyzetükről tudomásunk van, korrekcióba vehetők.

A piritesedés eredményeként nemcsak a diabázban, szerpentinben és az egyéb meddő kőzetekben, hanem a gipsz-anhidritben is szabályos piritoéder formájú, sokszor babszemnyi automorf piritkristályok fordulnak elő. Keletkezésük az evaporit képződmények redukációs közegben végbemenő folyamataival hozható kapcsolatba. Vannak azonban — és ezek főleg a mellékkőzetekben találhatók —, amelyek utólagos hidrotermális jelenségekkel magyarázhatók. A helyenként fellépő hematitot részben limonitosodott pirit metamorfizációjából, részben pedig eredeti ércesedési folyamatokból származtathatjuk.

A meddő és produktív pikkelyek víztartalma igen csekély, ez a víz azonban elektrolitokkal telített.

Az ún. körző és szivárgó vizekből repedések mentén különféle klorit- és szulfáttartalmú ásványok válnak ki.

Így meg kell említeni a tipikus hófehér, 10—20 cm-es hosszú kristályokból álló rostos gipszet, valamint a lemezeket alkotó ún. lemezes gipszet. A glauberit (Na_2CaSO_4)₂ nem gyakori ugyan, de bizonyítja azt, hogy a rétegvizek igen változatos összetételűek.

Utoljára hagyjuk, de először kellett volna említenünk az ugyancsak repedések mentén kiváló kősót (NaCl).

A kősó eredete elsősorban az agyagpala zárványos gipsz-anhidrit, sós agyagpala-darabjaira vezethető vissza. Az agyagpala-zárványok ugyanis, bár nem mindig, de igen sok esetben némi sót tartalmaznak. Ez a só tartalom az agyagásványok abszorpciós képességével hozható

kapcsolatba. Némi sótartalom származhatott a réteg által bezárt fosszilis tengervizből is.

Az előforduló képződmények ismertetésénél kitértünk néhány közetfizikai sajátosságra is. Az értékelés szempontjából igen fontos közetfizikai tulajdonság a térfogatsúly és a fajsúly. Éppen ezért külön kívánunk ezzel foglalkozni és a fontosabb kőzetek térfogatsúly-, ill. fajsúly-értékeit az alábbiakban adjuk meg:

A kőzet megnevezése	Térfogatsúly	Fajsúly
Gipsz	2,2—2,3	2,32
Anhidrit	2,7—2,9	2,96
Mészkövek	—	2,54
Agyagpalák	—	2,60
Szerpentin	2,41	2,60
Gabbró	—	3,00

A táblázatból látható, hogy a produktív képződmények közül az anhidrit térfogatsúlya nem sokban különbözik a mellékkőzetekétől. Ezt a tényt, tekintettel arra, hogy a megismert gipszes-anhidrites öszlet mintegy 50%-a anhidritből áll, továbbá az anhidrit-tartalom a mélység felé növekedik, a gravitációs mérések eredményeinek értékelésekor a maximumok és minimumok megítélésénél figyelembe kell venni.

Itt ragadjuk meg az alkalmat, hogy az előfordulás települési viszonyaira is kitérjünk.

Megemlítjük, hogy hosszú ideig még az egymás közelében lemélyült fúrások rétegsorait sem lehetett azonosítani. A bányászati műveletek megindítása után sikerült a mai szerkezeti képet kialakítani. Mint ahogy a csatolt szelvényeken és térképeken látható, a produktív és meddő rétegcsoportok egymást váltó, hosszan elnyúló, meredek dőlésű pikkelyeket alkotnak. Hét gipsz-anhidrit és szerpentin pikkelyt sikerült megkülönböztetni. Némelyik több ágra szakad.

A pikkelyek csapásirányban még nincsenek lehatárolva. A jelek szerint a pikkelyek északi és déli irányban egyaránt folytatódnak. Dőlésirányú kiterjedésüket már valamivel behatóbban ismerjük, néhány pikkelyt azonban nagyobb mélységekből még nem sikerült részletesebben tanulmányozni. A régebbi tömzsős szerkezeti elképzelést felváltó pikkelyes szerkezeti ábrázolás a geofizikai vizsgálatok kiértékelését is új alapokra helyezi.

A bemutatott földtani kép igen bonyolult, mert különféle fizikai tulajdonságokkal rendelkező kőzetek változatos szerkezeti viszonyok között jelennek meg. Éppen ezért a mérési módszerek kiválasztásakor a mérések lebonyolításánál és értékelésénél az előadottakat nagymértékben kell tekintetbe venni és alkalmazni.

IV. AZ ÚJABB ISMERETEK ALAPJÁN LEVONHATÓ KÖVETKEZTETÉSEK

1. Az előfordulás távolabbi környéke

A következőkben az eddigi mérések szintézisét kívánjuk megadni az ismertett jelentések anyaga és az újabb földtani adatok figyelembevételével.

Összeállítottuk az 1938. évi mágneses mérések területének összevont földtani térképét. Ilyen földtani térképen ábrázoltuk a földmágnesesség vertikális intenzitásának izoanomálvonalait (1. mell.) és egy másikon az Eötvös-inga mérések izoanomálvonalait (2. mell.).

Az alsó-triászt függőleges vonalkázással különböztettük meg a középső- és felső-triász összlettől. A középső- és felső-triász képződményeit összevontan ábrázoltuk és ferde vonalkázással jelöltük. E szétválasztás indokoltságát a földtani viszonyok leírásánál megadtuk.

A földmágnesesség vertikális intenzitásának izoanomálvonalas térképe eredetileg két külön részből állott, a választóvonal Szin községen megy át É—D-i irányban. A területről áttekintő képet kívántunk nyújtani, s ezért a két részt összeszerkesztettük. A mágneses izoanomáltérképen azonnal feltűnik, hogy a mérési terület nyugati részén egy nagy-kiterjedésű anomália jelentkezik, a keleti részen sok kis helyi pozitív és negatív anomália váltja egymást. A nagyértékű, de kis terjedelmű anomáliák mind a Bódva völgyébe esnek.

A nyugati területen a Tornakápolna melletti nagy kiterjedésű maximum maximális értéke 357 gamma. A mágneses maximum tengelye párhuzamosnak látszik a földtanilag ismert antiklinális tengelyével. A ható valószínűleg egy nagy kiterjedésű, nagyobb mélységben levő, kb. $2000 \cdot 10^{-6}$ cgs mágnesezettségű kőzet. Hasonló mágnesezettségű ható okozhatja a komjáti maximumot is, a maximum legnagyobb értéke 219 gamma.

A tornakápolnai és komjáti maximumok tengelyiránya érdekes módon egyezik, a két maximum iránya esetleg egy szerkezeti vonalat jelöl. A kettő közötti összeköttetésre vallanak a bódvarákói és szögligeti maximumok is, bár az utóbbiak a Perkupa környéki mágneses maximumokkal együtt egy másik szerkezeti irány következményei is lehetnek.

A Bódva völgyében található kisebb terjedelmű, de 500—800 gamma értékű mágneses maximumok a felszínhez közel levő eruptívumok hatásainak tekinthetők.

Ezt a feltevést igazolják a már ismertett újabb és részletesebb mérések helyén végzett kutatófúrások eredményei is. A mérések későbbi sűrítése folyamán az első mérésekből származó 500—800 gamma közti értékek helyén 1000—2000 gammás maximumok is adódtak, s a fúrások, amelyeket ezeken a nagy anomáliákon telepítettek, a felszíntől néhány méterre általában gabbrót vagy serpentint tártak fel.

A Bódva-völgytől keletre eső területen a mágneses anomáliák nem jelentősek, kisebb helyi maximumok és minimumok váltakoznak. Itt eruptívumokra nem számíthatunk.

A 2. mellékleten az Eötvös-inga mérésekből levezetett izoanomáltérképet és a generalizált földtani térképet együttesen ábrázoltuk. Eötvös-inga mérések csak a Bódva-völgyben voltak. Feltűnő, hogy a Bódva-völgyben sok helyi maximum és minimum váltja egymást. A maximumok-minimumok tengelyiránya Bódvarákótól ÉK-re általában ÉK—DNy, ez a tengelyirány mutatkozik Perkupától DK-re is. Bódvarákó és Perkupa között azonban különböző tengelyirányú maximumok-minimumok csoportjai találhatók.

A jósvavölgyi antiklinális folytatása a Bódva-völgyben nem követhető egyértelműen, távolabb ÉK-re a Bódvarákótól É-ra eső, s a Komjáti—Bódvalenke maximum irányából valamilyen összefüggésre következtethetünk ugyan, de a Dóbódél-től Ny-ra eső, egészen más csapásirányú maximumok-minimumok helyzete az összefüggést megzavarja.

A fentiekből is világosan kitűnik, hogy a Bódva-völgyben igen bonyolult szerkezeti viszonyok alakultak ki, ahol a Gömör—Tornai—Karszt K—Ny-i irányú vonulata a Rudabányai-hegység ÉK—DNy irányú vonulatával találkozik.

Megvizsgálva a mágneses és gravitációs anomáliák közötti összefüggést, az alábbiakat mondhatjuk:

A mágneses és gravitációs mérések egyöntetűen igen zavart területet mutatnak a Bódva-völgyben. A völgy kialakulását intenzív tektonizmus előzte meg, ahol törések, felpikkelyeződések, intruzív tömegek komplikált szerkezeteket hoztak létre. Ezeknek összetevődő hatásai jelenteknek a gravitációs képből, az eruptívumok viszont a mágneses mérések eredményeiben különülnek el.

Vannak olyan területek, ahol a gravitációs és mágneses maximumok egybeesnek. Ilyen egyezés elsősorban a Komjáti—Bódvalenke közti mágneses és gravitációs maximumok közt található. A fúrások eredményeiből kapott földtani viszonyok ismeretében az aránylag kis anomáliaértékű mágneses maximum és a vele egybeeső gravitációs maximum hatója a gabbró. A Bódvarákótól Ny-ra eső kb. 100 gammás mágneses maximum is nagyjából egybeesik a Bódvarákótól ÉNy-ra eső gravitációs maximummal, itt is gabbróra számíthatunk. Szögligettől K-re viszont az egymást sűrűn váltó maximumok és minimumok a több száz gammát kitevő mágneses anomáliák területére esnek. Itt a gravitációs anomáliák kialakulása főleg a felszínközeli eruptívumoknak tulajdonítható.

Igen figyelemre méltó, de más jellegű a mágneses és gravitációs mérések közti összefüggés Perkupa és Bódvarákó mellett. Ezen a két helyen a nagy értékű mágneses maximumok gravitációs minimumok közelébe esnek. Ismeretes, hogy Perkupán a mágneses maximumot eruptívumok okozzák, s az eruptívumokkal együtt fordul elő a gipsz-anhidrit, mint ahogy erre már földtani szempontból is rámutattunk.

Perkupán a meddő kőzetek a gipsz-anhidrit pikkelyektől nagyobb távolságra is gipszerek. Lehet, hogy a geofizikailag Perkupával analóg módon jelentkező bódvarákói területen a további kutatások gipsz-anhidritet tárnak fel. Ismerve a bonyolult pikkelyes szerkezeti viszonyokat, lehetségesnek tartjuk, hogy a Bódvarákó mellett lemélyített fúrás gipsz-anhidrit pikkely mellett haladt el.

Természetesen nem mondhatjuk azt, hogy a környéken minden gravitációs minimum a kisebb sűrűségű gipsz indikációja, hiszen a perkupai minimum sem elsődlegesen a gipsz hatására alakult ki, hanem valószínűleg az alaphegység lemélyüléséből származik.

2. Az előfordulás közvetlen környéke

A regionális tájékozódást szolgáló mágneses és gravitációs mérések ismertetése után megvizsgáltuk, hogy a szorosan vett perkupai gipsz-előfordulás területén milyen földtani tényezők alakították ki a geofizikai anomáliákat. A felfúrt terület módot ad arra, hogy a földtani viszonyokat részletesen ábrázolhassuk.

Az alapul szolgáló földtani térképeket úgy szerkesztettük meg, hogy az alluviumot eltávolítva ábrázoltuk a telep csoport felszínét (3–7. mell.). A Bódva-völgy két oldalán a hegység morfológiai határát és a telepek alatti mélyfekű kibúvási vonalát is feltüntettük.

A mágneses mérések esetében világosan felismerhető a nagy pozitív mágneses anomáliák összefüggése a szerpentin közzel (3. mell.).

A bányászati művelés alatt álló területen a legnagyobb mágneses anomália értéke 1000 gamma. Ez az anomália egybeesik a szerpentin kivastagodott részével. A perkupai I. sz. és II. sz. fúrást az 1000 gammás maximum közelében jelölték ki, e fúrások a ható szerpentin mellett feltárták a gipsz-anhidritet is.

A XVII. sz. fúrás melletti 900 gammás, a XXVII. sz. és XIX. sz. fúrás közti 500, 600, 700 gammás, a XXVI. sz. fúrás melletti 600 és 800 gammás maximumok a szerpentin-től kissé Ny-ra eltolódva jelentkeznek. A nyugati eltolódás oka nyilvánvalóan az, hogy a szerpentinelemeknek nyugati dőlésük van. A II. sz. szelvényen jól látható a szerpentinek és a mágneses maximumok kapcsolata.

A terület É-i részén a XXXIII. sz. fúrás közelében két 1700 gammás maximumot láthatunk. A fúrás három szerpentinpikkelyt harántolt. A mágneses anomáliák tendenciája arra mutat, hogy a Ny-ra eső – a mélyben levő – szerpentinpikkelyek összefüggésben vannak a XXXIII. sz. fúrásban elért szerpentinpikkelyekkel. A területen, mint említettük, a mérések abhamaradtak, úgyhogy a további összefüggések felderítése nem lehetséges. Itt említjük meg, hogy a közölt mágneses térkép alapján szolgáló vertikális intenzitás izoanomál-görbéit Haáz István Béla szerkesztette és kérésünkre hocsátotta rendelkezésünkre.

A perkupai területen tehát a mágneses mérések valóban a szerpentin, vagy a szerpentinhez hasonló mágnesezettségű eruptív kőzetek felszín alatti jelenlétét mutatják ki. A nagy, 1000 gammát is kitevő mágneses maximumok az eruptív kőzetek felszínhez közeli elhelyezkedésére utalnak. Mint már említettük, a mágneses ható mélységére végzett számításokat a fúrások igazolták.

A gravitációs mérések eredményeit nem lehet közelebbi kapcsolatba hozni a Bódva völgyében feltárt gipsztelepekkel, vagy a szerpentin-vonulatokkal, bár az akna környéki kivastagodó gipsztelepek felett az izoanomál-görbék kipúposodása helyi minimumot mutat; az egész mi-

nimum legmélyebb része a XXI. sz. és XXIII. sz. fúrás közt szintén a vastag gipsztelepek felett található.

A minimum tengelye megegyezik a Bódva-völgy irányával, ezt a tengelyt keresztjezi az akna környéki helyi minimum tengelye.

A nyugati tendenciájú gradiensek a jósvavölgyi antiklinális irányába mutatnak. A gradiensek nagyság- és irányváltozásai helyi, felszín közeli hatók jelenlétére utalnak, ilyen helyi változások a déli gabbró-előfordulás közelében láthatók (4. mell.).

Utólagosan elvégeztettük a terület W_{zz} -értékeinek kiszámítását. A magasabb deriváltak számítását *Zilahi-Sebess László* végezte el kérésünkraaz *Olczak—Haalck*-módszerrel. Az 5. mellékleten a W_{zz} izoanomá-vonalak É—D-i irányú maximumok csoportját mutatják egységes vonulatban. Két maximum a már ismert gabbrótömegekkel esik egybe, a harmadik gabbró-előfordulás a XI. sz. és XV. sz. fúrások közti maximummal egyezik. A nagyobb sűrűségű gabbró maximumértékei mellett figyelemre méltó a keleti rész minimumzónája, amelyet azonban a kevés mérés miatt nem követhetünk nagyobb szakaszon, de a minimum tendenciája a kivastagodó, aránylag kis sűrűségű telepek felé mutat.

A nagyobb deriváltak W_{zz} anomáliáinak az a sajátossága, hogy a felszínközeli különböző sűrűségű gravitációs hatókat élesen elkülöníti a regionális jellegű anomáliáktól. A perkupai területen a módszernek ez a tulajdonsága igen jól érvényesül.

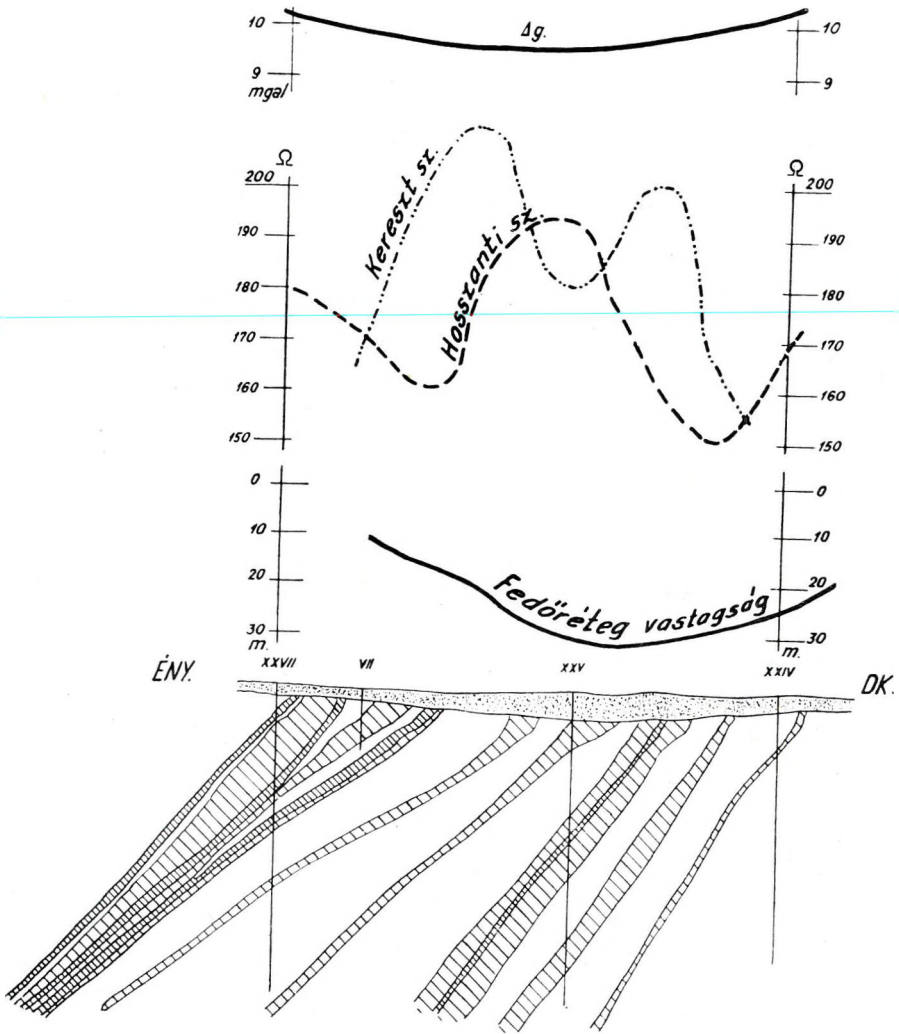
Ebből a kevés adatból is látható, hogy egy sűrűbb, nagyobb terjedelmű gravitációs hálózati mérésből számított W_{zz} minimum zónák a nagyobb gipszes összletekkel függhetnek össze.

A *geoelektromos mérésekről* két térképet közlünk. A térképek alapjául szolgált a *Dankházi Gyula* és *Szabadvány László* által szerkesztett két izoohm térkép. A hosszanti szelvények alapján készült izoohm-térképet összerajzoltuk az egyenlő fedővastagság vonalaival (6. mell.). Világosan látható, hogy a látszólagos ellenállás keskeny minimum-vonulata egybeesik a fedőrétegek árokszerű kivastagodásával, a kivékonyuló rétegek felé a látszólagos ellenállások nőnek.

A geoelektromos mérés tehát elsősorban a nagy víztartalmú fedőréteg vastagságának változását mutatta ki. A fedőképződmények minősége nem befolyásolta a mérést, mivel geoelektromos szempontból egységes, nagy víztartalmú réteggel van dolgunk.

A keresztshelvények alapján készült izoohm-térképet összerajzoltuk a földtani térképpel (7. mell.). A gipszes összlet szerkezeti viszonyait nem tükrözik a geoelektromos mérések, a szerpentin sem mutatható ki. A főbb szerkezeti irány azonban kijelölhető, ez az irány összefügg a pleisztocén előtti eróziós térszínnel. A gipszes-anhidrites összlet a szerpentinnek együtt jelentkezik, tehát a geoelektromos mérésekből ez összletek felső határának lefutására következtetni lehet.

A geofizikai mérések anomáliáit és a földtani viszonyokat még három szelvényen is összehasonlítottuk. A szelvények iránya közel merőleges a Bódva-völgy irányára, s fúrásokon haladnak keresztül. A szelvények földtani jelmagyarázata ugyanaz, mint a térképeké. Az északi I. sz. szelvény a XXVII, VII, XXV, XXIV. sz. fúrásokon, a középső II. sz. szel-

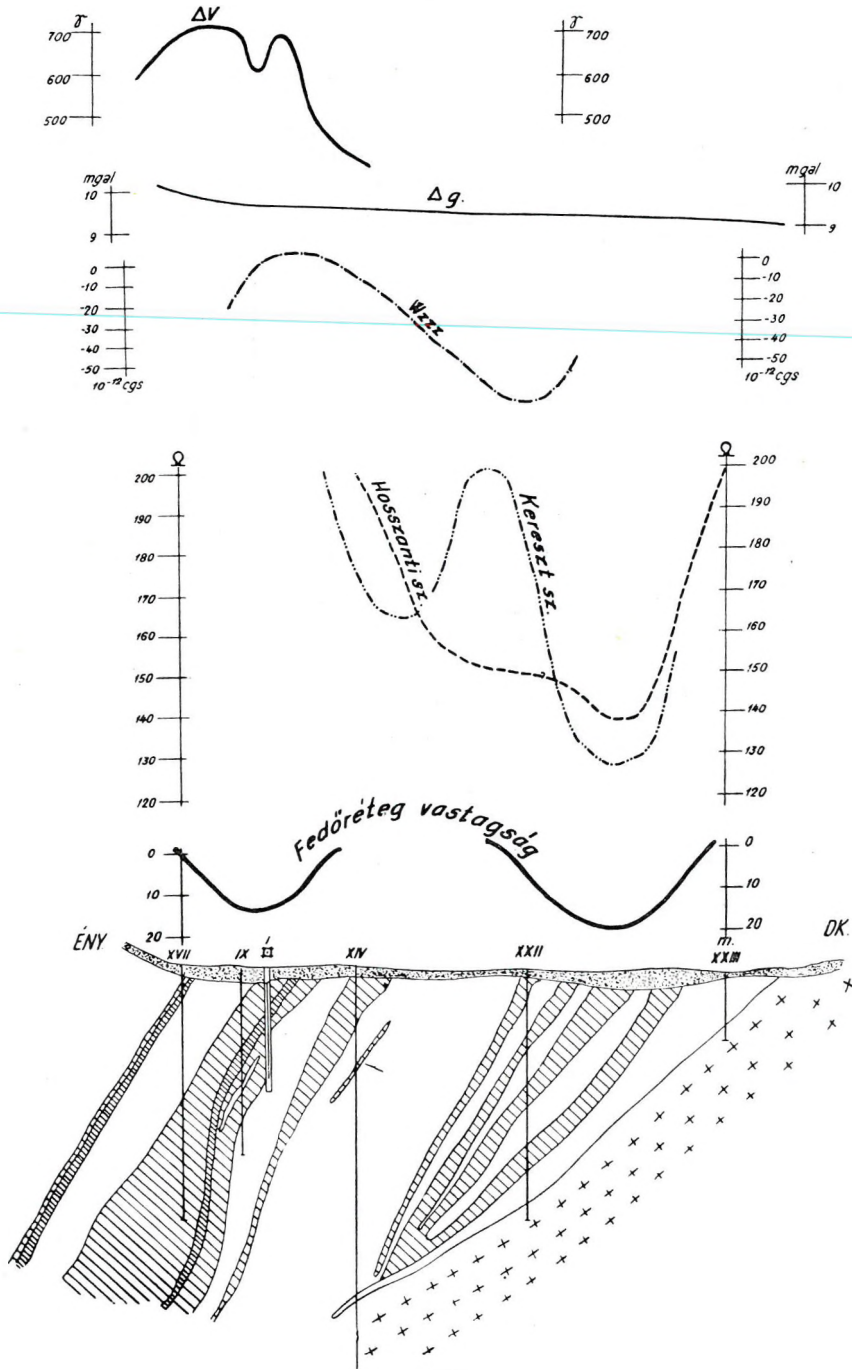


6. ábra

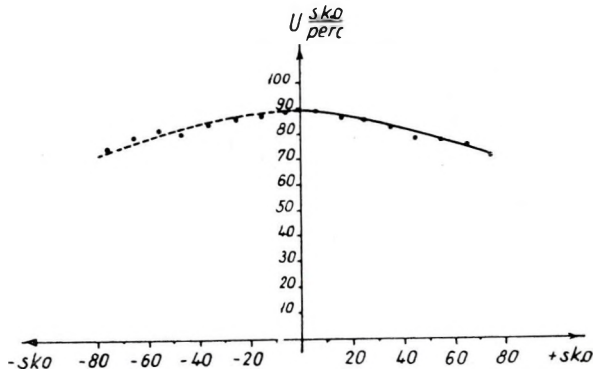
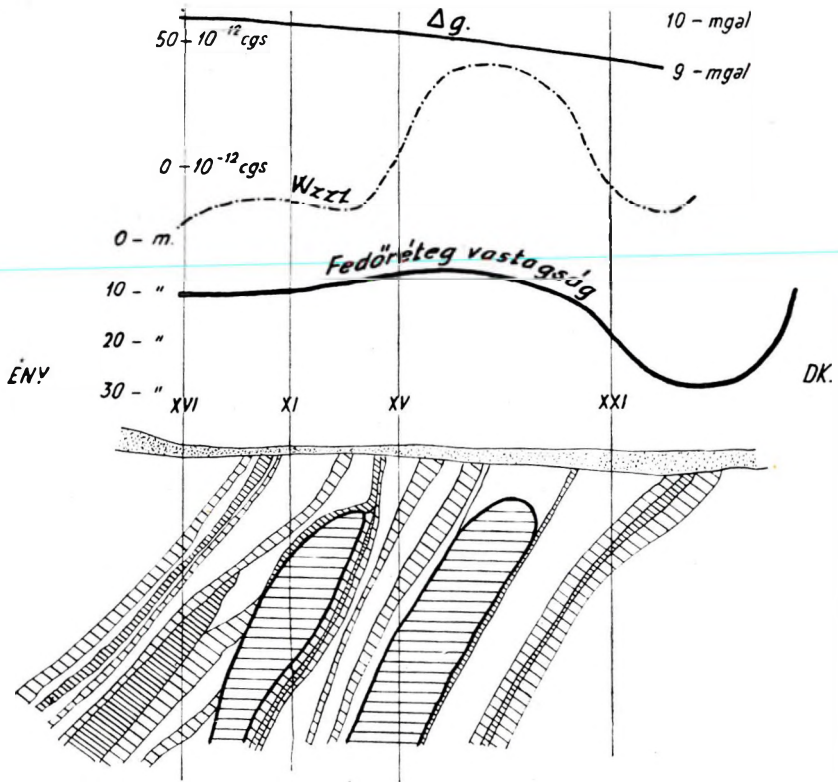
vény a XVII, XIV, XXII, XXIII. sz. fúrásokon, a déli III. sz. szelvény a XXVI, XI, XV, XXI. sz. fúrásokon halad át (6., 7., 8. ábra).

A földtani szelvény fölé rajzoltuk a gravitációs Δg görbét, a geoelektromos mérések izoohm-görbéit, a W_{zz} -görbét, a földmágnesség vertikális intenzitásának görbéjét és a fedőréteg vastagságának görbéjét ott, ahol ezek az adatok a szelvények mentén rendelkezésre álltak.

A I. szelvényen a Δg görbe enyhe, kb. 1 mgal-os minimumot mutat. A kereszt- és hosszanti szelvények szerint szerkesztett izoohm-görbék láthatóan nem egyeznek egymással, nem hozhatók összefüggésbe a tele-



7. ábra



8. ábra

pekkal, a keresztmetszelvény görbájének minimuma a fedőréteg legvastagabb részével egyezik.

A II. sz. szelvényen a Δg görbe kb. 1 mgal esését látjuk DK-i irányban. Az ellenállási görbék egyöntetű minimumot mutatnak a legnagyobb fedőrétegvastagságnál, egymáshoz képest azonban itt is eltérő értékek tapasztalhatók a két izoohm-görbe között. Az alaphegység emelkedése az ellenállásgörbék DK-i irányú erős emelkedésében jelentkezik. A mágneses görbe csak kis szakaszon volt felrajzolható, a szerpentinrétegek fölött 700 gamma körüli maximumot láthatunk. A W_{zz} -értékek a kivastagodó gipsztelepek fölött a szelvény DK-i részén minimumot mutatnak. A III. sz. szelvényen a Δg -értékek DK-i irányban 1 mgal értékkel csökkennek, a W_{zz} értékek maximuma a gabbró fölött jól mutatja az aránylag kisebb sűrűségű kőzetek közé benyomuló nagy sűrűségű felszinközeli gabbrótömeg gravitációs hatását.

A közölt térképek és a három szelvény megmutatja a geofizikai anomáliák és az anomáliákat okozó földtani szerkezetek, a különböző fizikai tulajdonságú kőzetek kapcsolatát. A hosszanti és kereszt szelvények mentén szerkesztett izoohm-görbék egymástól való eltéréseinek valószínű oka a kőzetek anizotrópiájában keresendő. Az ismertett tapasztalatok a további kutatások tervezésénél és értékelésénél nyújthatnak hathatós segítséget.

V. ÖSSZEFOGLALÁS, JAVASLATOK

A Perkupán feltárt gipsz-anhidrit telepek új ásványi nyersanyagokkal gazdagították országunkat. A felfedezés legfontosabb népgazdasági jelentősége, hogy sok új iparág fejlődésének lehetőségei teremődnek meg.

Már eddig is hatalmas gipsz-anhidrit ásványvagyonunk van, pedig a telepek még nincsenek lehatárolva. Mindezeket figyelembe véve nyilvánvaló, hogy a gipsz-anhidrit kutatás fontos feladat marad továbbra is. A folytatandó kutatások nemcsak készletnövekedéssel járnak majd, hanem a kutatások esetleges más hasznosítható nyersanyagok felfedezését is elősegítenék és gazdagodnának tudományos, földtani ismereteink is ezen a bonyolult szerkezeti felépítésű területen.

Geofizikai szempontból már az eddigi vizsgálatok is sok érdekes tapasztalatot szolgáltatottak. A geofizikai módszerek alkalmazása, mint láttuk, nagy körültekintést igényel és az értelmezést a földtani viszonyok figyelembevételével kell elvégezni. Bármilyen nehéz is a feladat, de talán nemzetközi viszonylatban is egyedülálló a Perkupa környéki, geofizikai módszerekkel végzett gipszkutatás, ezért is a mérések kiterjesztésével érdemes továbbra is foglalkozni.

Tanulmányunk célja az volt, hogy összefoglaljuk mindazt, amit a perkupai gipszkutatás során földtanilag, geofizikailag megismertünk és hogy felhívjuk a figyelmet a továbbkutatás szükségességére.

Összefoglalóan a következő megállapításokat tehetjük:

A gipsz-anhidrit üledékes eredetű.

Két fő típust különböztetünk meg: az agyagpala-zárványos és dolo-
mit-zárványos gipszet és anhidritet.

Az említett fő típusokon belül minőségi és összetételi elhatárolások
vannak: elsődleges származék az anhidrit, míg a gipsz másodlagos eredetű,
vízfelvétel útján keletkezik.

Kimutatható, hogy a gipsz a pikkelyek határán és a felszín közelében
helyezkedik el. Az anhidrit-arány a mélység felé növekszik.

Az összletben levő stagnáló vagy mozgó vizek nagy elektrolit-tar-
talmúak.

Szingenetikus és másodlagos hidrotermális ércesedés (pirit, hematit,
magnetit) lépten-nyomon felfedezhető.

A terület szerkezetileg igen bonyolult, különböző tektonikai fá-
zisok során többszörösen egymásra pikkelyeződött. Meddő és hasznos
anyagok pikkelyek következnek egymás után, és csapásirányban követik
a Bódva-völgy irányát, Ny felé dölve.

A szerpentin és gipsz tektonikailag hasonlóan viselkedik, ezért a
további kutatásokat megkönnyíti, hogy a szerpentin és gipsz együtt
fordul elő. A nagy magnetittartalmú szerpentin mágneses mérésekkel
kimutatható. A nagy mágneses anomáliákat a szerpentinben és diabáz-
ban mikroszkopikusan fellelhető magnetittartalom okozza.

Geofizikai szempontból az alábbi megállapításokat tehetjük:

A mágneses mérések geofizikai értelmezésénél a telepek helyzetét,
dőlését figyelembe kell venni.

A gravitációs mérések értelmezésére jól alkalmazható a magasabb
deriváltak módszere, mivel a felszínközeli nagyobb sűrűségű eruptív
kőzetek elkülöníthetők a kisebb sűrűségű kőzetektől, jelen esetben a
gipsztől, anhidrittől. Az anhidrit sűrűsége, mint láttuk, elég nagy, azon-
ban éppen a felszínközeli szegény anhidrit-tartalom miatt a kisebb sűrű-
ségű gipsz relatív minimumot indikálhat a W_{zz} -képben.

Az elektromos ellenállásmérés abban az esetben volna alkalmazható,
ha a gipszes, szerpentin rétegek nagyjából vízszintes településűek
lennének, mint ahogy az az eredeti elképzelés volt. Mivel azonban a ré-
tegek majdnem függőleges helyzetben követik egymást, az ellenállás-
mérésektől legfeljebb a magas víztartalmú fedőréteg vastagságváltozá-
sainak kimutatását várhatjuk.

Mindezek ismeretében geofizikai továbbkutatási javaslatunk a következő:

a) *Mágneses mérések*

Részletesen felméréndő a Bódva-völgy a horizontális és vertikális
mágneses intenzitás kimutatására. A két mágneses módszer alkalmazása
lehetővé teszi a már eddig is bevált számítást a ható-alakulatok mély-
ségére, szuszceptibilitására vonatkozóan. Elvégzendő az eddigi részletes
mágneses mérések összekötése és a részletes mérések kiterjesztendők
Perkupától nyugatra Tornakápolna környékére és a Jósva-völgyre is. A tá-
volabbi környék felderítő jellegű mágneses mérésekkel kutatandó meg.
Ezek a mérések esetleg feltételezhető vasérc-indikációk felderítését is
szolgálnák.

b) *Gravitációs mérések*

Graviméterrel áttekintő méréseket javasolunk a Rudabánya környéki mérésekhez csatlakozva a csehszlovák határig. Részletes mérések szükségesek Eötvös-ingával vagy graviméterrel a perkupai, bódvarákói minimumon és a két minimum közti völgyszakaszon. Az értelmezéshez a W_{zz} -értékek kiszámítását és felhasználását szükségesnek tartjuk.

Gipszkutatás szempontjából a bódvarákói gravitációs minimumnak a perkupai analógia folytán komoly jelentősége lehet. A bódvarákói fúrások közül a 3. sz. fúrásban 66–69 m közt fehér kvarcerekkel átjárt pirítiszemekkel hintett zöldes márgaörledéket találtak gipszerekkel. Ugyanitt 72–75 m közt szürke pirites, gipszes ladin márgát harántoltak. A fúrást 106 m-ig mélyítették le. A szögligeti 2. sz. és 4. sz. fúrásban szintén megjelentek a gipszeres serpentinek, dolomitok, ill. gipszeres gabbróbrecsnás kőzetek. Az említett gipsznyomok arra mutatnak, hogy a közelben valahol a gipsz nagyobb telepben is előfordulhat, mert a perkupai tapasztalatok szerint a gipsztelepek megjelenése előtt a kőzetanyag mindig gipszerekkel volt átszőve.

c) *Elektromos kísérleti mérés.*

Tanulmányunkban nem tárgyaltuk az alsótelekesi és rudabányai fúrásokkal kimutatott gipsz-anhidrit indikációkat. Erre a területre kísérleti jellegű elektromos ellenállásmérést javasolunk. A mérést a fedővíz nem zavarná, s az esetleg itt kimutatható nagyobb gipsz-telepeket kedvezőbb viszonyok mellett lehetne bányával feltárni, mint Perkupán, mivel a feltételezett gipsz-anhidrit fölött a jósvavölgyi antiklinális területén nincs vízzel telt fedőréteg.

Mint látjuk, az aránylag kis terjedelmű, de még le nem határolt perkupai gipszelőfordulás területén is sok a tennivaló, de a távolabbi környezet megkutatására is szükség van a fontos ásványi nyersanyagok fokozott feltárása céljából. Reméljük, hogy hozzájárulhatunk a további kutatások sikeréhez tanulmányunkkal, amelyben az eddigi gipszkutatással kapcsolatos földtani ismereteinket és geofizikai tapasztalatainkat igyekeztünk összefoglalni.

I R O D A L O M

- [1] *Balogh K.*: A Gömör–Tornai Karszt déli szegélye. Földtani Intézet Évi Jelentése. 1944-ről p. 51. 1944.
- [2] *Balogh K.*: Adatok a Gömör–Tornai Karszt geológiájához. Földtani Intézet Évi Jelentése. B) Beszámoló a vitaülésről. 1948. 10. p. 117.
- [3] *Balogh K.*: Az északmagyarországi triász rétegtana. Földtani Közlöny. 1950. 80. p. 231.
- [4] *Balogh K.*: Rudabánya környékének földtana. Földtani Intézet Évi Jelentése 1948-ról p. 21. 1952.
- [5] *Balogh K.*: A rudabányai vasérvonulat hegyszerszerkezete. M. Tud. Akad. Műsz. Tud. Oszt. Közl. 1952. V. 3. p. 3.
- [6] *Balogh K.*: Földtani tanulmányok Pelsőc környékén, továbbá Bódvaszilás és Jósfafő között. Földtani Intézet Évi Jelentése 1943-ról. 1953. p. 65.
- [7] *Balogh K.* – *Pantó G.*: A Rudabányai-hegység földtana. Földtani Intézet Évi Jelentése 1949-ről. 1952. p. 135.
- [8] *Balogh K.* – *Pantó G.*: Mesozoikum severního Madarska a přilehlých částí Jihoslovenského Krasu. (Sborník Ustr. Ust. Geol. XX. 1953. p. 613.

- [9] *Balogh K. – Pantó G.*: Földtani vizsgálatok Nekézseny környékén. Földtani Intézet Évi Jelentése 1953-ról. 1954. I. p. 17.
- [10] *Banai Gy. – Oszlaczky Sz.*: Jelentés az 1952. évben Perkupa környékén végzett Eötvös-inga mérésekről. Geofizikai Int. jelentése 1953.
- [11] *Fekete J.*: A MÁVAG részére 1938-ban végzett földmágneses mérések és azok eredményei. Jelentés az Eötvös L. Geof. Int. működéséről 1936–38. 1939. p. 35.
- [12] *Fekete J.*: A MÁVAG részére 1938-ban végzett elektromos mérések eredményeiről. Jelentés az Eötvös L. Geof. Int. működéséről 1936–38. 1939. p. 53.
- [13] *Földvári A.*: Szendrő, Meszes és Abod közti terület földtani viszonyai. Földtani Intézet Évi jelentése 1936–38-ról. 1942. II. p. 819.
- [14] *Haáz I. B.*: Jelentés a m. kir. báró Eötvös L. Geofizikai Intézet által 1938. évben a m. kir. áll. Vas-, Acél- és Gépgyár Diósgyőr megbízásából Martonyi és Tornaszentandrás környékén végzett földmágneses mérések eredményeiről. (Kézirat) 1938.
- [15] *Haáz I. B.*: Bódvarákó vidékén végzett földmágneses mérések. Geofizikai Intézet jelentése, 1949.
- [16] *Haáz I. B.*: 1949–50-ben a Bódva-völgyben végzett földmágneses mérések. Geofizikai Intézet jelentése, 1950.
- [17] *Haáz I. B.*: Jelentés a Bódvaszilas és Szendrő vidékén 1950. március 5. és június 11. között végzett földmágneses kutató felvételek eredményeiről. Geofizikai Intézet jelentése. 1951.
- [18] *Haáz I. B.*: A bódvarákói II. sz. fúrás kitűzése és a vele kapcsolatos földmágneses mérések. Geofizikai Intézet jelentése, 1950.
- [19] *Haáz I. B.*: Földmágneses mérések Uppony, Rudabánya és a Bódva-völgy vidékén. Geofizika az ásványi nyersanyagkutatás szolgálatában. A M. All. E. L. Geofizikai Int. kiadványa. 1955. p. 39.
- [20] *Jaskó S.*: Tektonische Beobachtungen in der Umgebung des Eisenerzvorkommens von Martonyi. Mitt. der Berg. u. Hüttenm. Abteilung, Sopron XII. 1940.
- [21] *Jaskó S.*: Hegyszerkeztani megfigyelések a martonyi vasércelőfordulás környékén. Mat. Term.-tud. Ért. 1941. 60. p. 519.
- [22] *Jaskó S.*: A Darnó-vonal. Földtani Intézet Évi Jel. B) Beszámoló a vitailésről. 1946. 8. p. 63.
- [23] *Koch A.*: A Rudabánya–Szentandrás hegyvonulat geológiai viszonyai. Mat. Term. Tud. Ért. 1904. 22. p. 132.
- [24] *Mészáros M.*: Előzetes jelentés a perkupai gipszkutatásról. Földtani Intézet Évi Jelentése 1953-ról. 1954. I. p. 277.
- [25] *Mészáros M.*: A perkupai gipsz-anhidrit előfordulás összefoglaló földtani jelentése és készletszámítása. (Kézirat.) 1957.
- [26] *Pantó G.*: Összefoglaló földtani jelentés a Rudabánya környéki vasérc-kutatásokról. Kézirat. 1955.
- [27] *Pantó G. – Földváriné Voql M.*: Natrongabbró a Bódva-völgyben. Földtani Intézet Évkönyve. 1950. 39. 3. füzet.
- [28] *Pálfy M.*: A Rudabányai-hegység geológiai viszonyai és vasérclelei. Földtani Intézet Évkönyve. 1924. 26. 2. füzet.
- [29] *Pekár D.*: Jelentés az 1924-ben Tornakápolna, Tornaszentandrás és Martonyi községek vidékén végzett földmágneses mérésekről. Kézirat. 1924.
- [30] *Sajti L.*: Jelentés a Perkupa környékén végzett ellenállásmérésről. Kézirat. 1954.
- [31] *Schmid R. – Gerő L.*: Jelentés a m. kir. báró Eötvös L. Geofizikai Intézet által az 1938. évben Rudabánya–Bódvarákó–Komjáti vidékén végzett elektromos mérések eredményeiről. Kézirat. 1938.
- [32] *Szilárd J.*: Geofizika az érc kutatás szolgálatában az Északi Középhegység ércterületein. Geofizika az ásványi nyersanyagkutatás szolgálatában. Geofizikai Int. kiadása. 1955. p. 33.
- [33] *Oszlaczky Sz.*: Jelentés a Bódva-völgyben az 1950. évben végzett Eötvös-inga mérésről. 1951.
- [34] *Vitális I.*: A Bódva–Tornaköz környékének földtani viszonyai. Földtani Intézet Évi jel. 1907-ről. 1909. p. 45.