

Geofizikai módszerek komplex alkalmazása hidrotermális ércek kutatásában*

DRASKOVITSPÁL**

A cikk egy, feladatát és felépítését tekintve újszerű ércutató csoport tapasztalatait foglalja össze. A felszíni geofizika különböző módszerei mellett a csoport geológiai, geokémiai, bányászati és fúrásos kutatást végez. A több módszer együttes alkalmazásával az ércindikációk értéke jóval hamarabb becsülhető fel, mint a hagyományos – egyre kisebb léptékű térképezéssel történő – kutatásnál. Ugyanakkor az értékeléshez kevés fúrás szükséges, tehát az indikációk viszonylag gyorsan és olcsón minősíthetők, illetve selejtezhetők.

В работе дается краткое описание опыта, накопленного рудопосковкой партией, новой по своим задачам и организации. Помимо различных методов полевой геофизики эта партия выполняет геологические, геохимические, рудные и буровые работы. Благодаря комплексному применению ряда методов рудопроявления могут быть оценены несравнимо быстрее чем при стандартном способе поисков, применяющем картирование во все меньшем масштабе. В то же время для оценки рудных проявлений не нужно иметь большое количество скважин, в связи с чем поисковые работы выполняются не только быстрее, но и стоят дешевле.

Experiences of an exploration group are summarized. Structure and tasks of the group are rather of a new style. Besides various methods of surface geophysics the group performs geological, geochemical, mining and carottage works too. The simultaneous application of several methods provides a more effective and quicker estimation of ore indications than it is possible using conventional methods of mapping, even if its isoline distances are becoming more and more smaller. At the same time less borings are necessary for the estimation, thus the indications can be evaluated quicker and with less cost, respectively they can quickly be scrutinized and those of no interest rejected.

Az ércelőhelyek felkutatása általában több fázisból álló folyamat. Ennek első lépése az ércindikációk észlelése. Az indikációkat legtöbbször a geológusok fedezik fel a nagy méretarányú ($M = 1 : 200\,000$) földtani térképezés során. A felszínen maga az érc általában nem látható, csak az ércesedés közvetett jelei. Az indikáció kifejezés általában olyan kőzetbontást jelent, amely ércesedésre utalhat. Valamennyi ércindikáció tehát potenciális ércetest.

Az indikációk továbbkutatása eddig kétféleképpen történt. Az egyik módszer az egyre kisebb léptékű térképezés, miközben a kutatott terület fokozatosan csökken. Így az ércesedés általában jól megismerhető, az indikáció értékét reálisan fel tudják becsülni. A módszer azonban nagyon időigényes az egymás után következő térképezési fázisok miatt.

A másik eljárás: az indikáción fúrásos kutatást kezdenek. Ezt a drága módszert olyan területen érdemes alkalmazni, ahol ipari mennyiségű és minőségű érc előfordulása feltételezhető. Az indikációk túlnyomó többsége fúrásos kutatásra nem alkalmas. Nagy a kockázat, ha egy indikáción kellő előkészítés nélkül fúrásos kutatást kezdenek. Az ércesedés törvényszerűségeinek, az érc koncentrációjának és várható mennyiségének ismerete nélkül a meddő fúrások aránya általában nagy, a kutatás pedig gazdaságtalan lesz. Ezért az indikációkat valamilyen, viszonylag gyors és olcsó módszerrel értékelni, illetve selejtezni kell. Számos példa igazolja – többnyire utólag – az ilyen, értékelést végző csoportok létjogosultságát. A tapasztalat szerint az elkerülhető meddő

* Elhangzott 1975. március 11 – 13-án az Ifjú Szakemberek Ankétján, Pécsen. (Díjnyertes előadás.)

** Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet.

fúrások költsége évekre fedezné az értékelő kutatást. A cikk egy értékelést végző csoport tapasztalatait ismerteti.

Egy indikáció értékelésénél meg kell állapítani a terület földtani felépítését, az érchordozó kőzetet, ennek méreteit, települési viszonyait, határait, a benne dúsuló elemeket. A meglehetősen összetett feladatból következik, hogy azt egy olyan komplex csoport tudja gazdaságosan megoldani, amelyben együtt dolgoznak a geológusok, geofizikusok, vegyészek, fúrásokat és bányászati kutatást végző szakemberek. Ezen belül az alábbi, geofizikai módszereket alkalmazzuk: gravitációs, földmágneses, különböző elektromos (*PS*, ellenállás és gerjesztett polarizációs szelvényezés és szondázás), radiométeres és szeizmikus refrakciós mérések. A komplex csoport munkájának minden fázisában megnyilvánul a komplexitás: a mérések tervezésében, végrehajtásában, valamint az értelmezésben.

A csoport létszámából általában adódik az elvégezhető mérések mennyisége. Első feladatként ezt kell a lehető legésszerűbben elosztani a megvizsgálandó indikációk között. Kiindulási alapunk a térképező geológus indikációleírása. Ebben megtalálható az indikáció helye, a felismert kőzetek, a kőzetbontás minősége, intenzitása, területe, esetleg 1–2 geokémiai szelvény elemzési eredménye. A geofizikai mérések tervezéséhez ez általában kevés, ezért az indikációkon először földtani bejárásokat végzünk, sziklametallometriai mintákat gyűjtünk és elemzünk. Ezek alapján döntjük el, geológusok és geofizikusok együtt, végzünk-e részletes geofizikai kutatást vagy elég adatunk van a terület kiselejtezésére. Amennyiben részletes kutatásra kerül sor, ilyenkor határozzuk meg, ugyancsak közösen a megkutatandó terület nagyságát, a szelvények irányát. *Ez a tervezés előre nem végezhető el, csak a terepen, a kutatással párhuzamosan.*

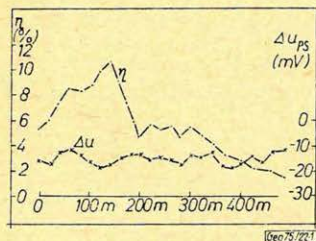
A kutatás legérdekesebb, de egyben legnehezebb szakasza a terepi mérések végrehajtása. Az első méréseket néhány kísérleti szelvény mentén végezzük. Ezek helyét és irányát általában földtani megfontolások, légifényképek alapján jelöljük ki. E szelvények mentén legtöbbször valamennyi módszerünkkel végzünk méréseket. Előre ugyanis ritkán dönthető el, hogy egy területen melyik geofizikai módszer lesz a leghatékonyabb. A módszerek kiválasztásánál és a mérismennyiség elosztásánál a rendelkezésre álló kapacitás szab korlátokat. A kísérleti mérésekkel a területen előforduló kőzetek fizikai paramétereinek változékonyságát, az anomáliák várható nagyságát, az optimális ponttávolságot, esetleg a tervezettnél alkalmasabb szelvényirányokat és egyéb mérési paramétereket határozzuk meg, illetve esetenként megállapítjuk, hogy valamelyik módszer nem ad anomáliát.

Egyik indikációnk egy diorit-területen levő gránit-intruzió volt. Az érce-sedés turmalinosodott berezitekhez kapcsolódott. A felszínen levő kőzetekben szulfidos ércszemcsék kioldási üregei voltak láthatók. A kísérleti mérések során jelentős GP-anomáliákat kaptunk, ugyanakkor a természetes potenciál alig változott (1. ábra). Másik területünkön a kísérleti GP-mérések csatlakoztatásánál olyan jellegbeli eltéréseket tapasztaltunk, hogy a szelvények összerajzolhatatlanok voltak. Az ellenállásmérésekből a kezdeti szelvényiránnyal kb. 45 fokos szöget bezáró nagy ellenállású közbetelepülés tűnt ki. A tápvonal irányát elforgatva, normális átfedéseket kaptunk (2. ábra).

A kísérleti szelvények után következő fázis: nagyobb, összefüggő terület-részek felmérése a korábban kiválasztott módszerekkel, mérési paraméterekkel. A bejárások, a látható kőzetbontás területe, a domborzat alapján kijelölt

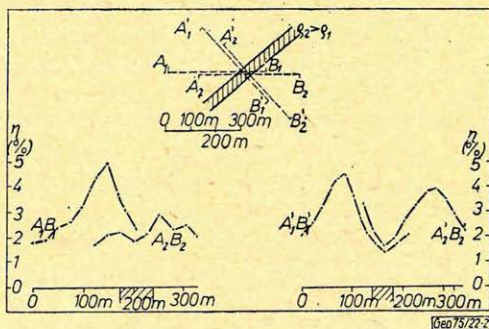
terület teljes felmérése nem mindig célunk: a méréseket abbahagyjuk ott, ahol az anomáliák megbízhatóan lezárulnak és megfelelő szakaszon háttérszintet kapunk. Ezen geofizikai mérések alapján az egyéb geológiai adatok figyelembevételével többnyire már ki tudjuk jelölni az árkokat és fúrásokat.

Ebben a lépésben mutatkozik meg legjobban a komplex kutatás hatékonysága; ezt az alábbi példával illusztráljuk:



1. ábra. Természetes potenciál- és GP-mérések eredménye szulfidérces területen
 Рис. 1. Результаты работ по методам потенциалов и ГП в районе сульфидного оруденения

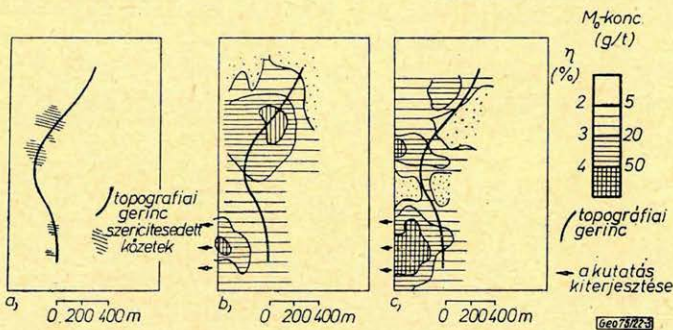
Fig. 1. Natural potential and IP measurements on an area with ore sulfides



2. ábra. Különböző tápvonal-irányokkal mért GP-szelvények átfedése

Рис. 2. Перекрытие профилей ВП, проведенных при различных направлениях питающей линии

Fig. 2. Overlapping of profiles measured with different feedline-directions



3. ábra. a) Topográfiai gerinc és a szericitesedés helyzetének vázlatja
 b) GP-mérések eredménye

Рис. 3/а) Схема местоположения топографического массива и серицитового оруденения

b) Результаты работ по методу ВП

в) Концентрации молибдена, выявленные спектрографическим анализом

Fig. 3. a) Sketch of a topographical ridge and of site of sericitic development

b) Results of IP measurements

c) Molybdenum-concentrations determined by means of spectral analysis

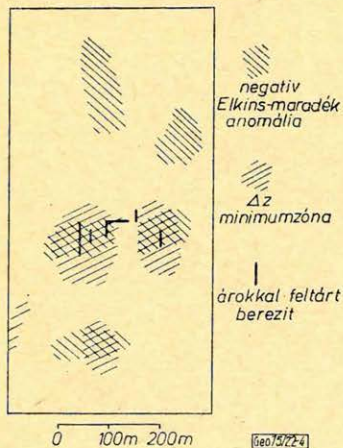
Ív alakú gerincvonulaton paleozoós és mezozoós gránitkibúvások érintkezésénél szericitesedést figyeltek meg, amelyhez ércesedés kapcsolódhat (3a. ábra). A begyűjtött kőzetmintákban több fém (molibdén, réz, ólom, ezüst) dúsult. A földtani bejárások, valamint az első szinképelemzési eredmények alapján kiindulási modellként feltételeztük, hogy az ív belső oldalán vékony laza üledék alatt nagy területre kiterjedő ércesedés várható. Az esetleges

termelési költségek szempontjából igen fontos a laza üledék vastagságának ismerete, ezért ide *VESz*-eket és refrakciós méréseket terveztünk. A várható szulfidércesedést a kibúvásokról induló GP-mérésekkel nyomoztuk. Az egész területen földtani térképezést végeztünk és közetmetallometriai mintákat gyűjtöttünk színképelemzés céljából.

A különböző módszerekkel végzett kutatások nem igazolták a feltételezett modellt. A földtani térképezés szerint a kőzetbontás elterjedése és intenzitása a gerincvonulat belső oldalán a vártnál kisebb volt, a külső oldalon pedig nőtt. A *VESz* és a szeizmika túlságosan vastag üledékeket mutatott ki, amelyek alatt már valószínűtlen volt az összefüggő ércesedés. A belső oldalon a GP-anomáliák lezárultak, a külsőn nem, sőt ott az értékek növekedtek (3b. ábra). Ugyanerre helyezkedtek el a geokémiai anomáliák is (3c. ábra). A módszeregyüttesből arra a következtetésre jutottunk, hogy az eredeti modell helytelen volt, a kutatásokat az ív külső oldalára terjesztettük ki. A későbbi eredmények igazolták a módosítás helyességét: nagy területű, 10% csúcsértékű GP-anomáliát kaptunk. A komplex kutatás hatékonyságával kapcsolatban fontosnak tartjuk megjegyezni, hogy a modell helytelenségét felismertük volna csak földtani térképezés vagy csak GP-mérés során is, a különböző módszerekkel kapott, egymást erősítő eredmények alapján azonban kevesebb mérés felhasználásával tudtuk megváltoztatni a kutatás irányát. Ebből az egy példából is látható az eredményes komplex kutatás két alapja: egyrészt a mérések bár elsődleges, de azonnali értelmezése, másrészt a geológusok és a geofizikusok közötti állandó kapcsolat, amelyek lehetővé teszik a kutatás rugalmas, a legfrissebb adatokat is felhasználó irányítását.

A feldolgozásnál, végleges értelmezésnél ismét a módszerek együttesére támaszkodtunk. A légifényképekről leolvasott törések, szerkezeti vonalak az üledékek alatt általában több geofizikai módszerrel követhetők voltak, dőlésüket meg tudtuk határozni. Egyes kőzetek elterjedését felszíni módszerekkel le tudtuk határozni. Pl. a már említett diorit-területen több árok tárta fel a turmalinosodott bereziteket, de ezeket sem az árkokkal, sem kis behatolású elektromos mérésekkel nem sikerült lehatározni. Az összes geofizikai adat együttes elemzésénél tűnt ki, hogy a mérési területen negatív Elkins-maradék-anomáliák és mágneses minimumok együttesen csak a berezitek felett fordulnak elő. Az egybeeső Elkins- és ΔZ minimumok tehát a berezitek elterjedését adják meg, illetve jelzik, hol várhatók még felszín alatti berezít-testek (4. ábra).

A különböző módszerek alapján hatószámitásokat végzünk, ezeket egybevetjük egymással és a földtani eredményekkel. Az egyes területek földtani modelljét az összes kutatási eredmény felhasználásával alkotjuk meg. Végző térképeink komplex földtani-geofizikai eredménytérképek.



4. ábra. A berezitek és a geofizikai anomáliák kapcsolata

Рис. 4. Связь местоположений беризитового оруденения и геофизических аномалий

Fig. 4. Connection between berylite sites and geophysical anomalies