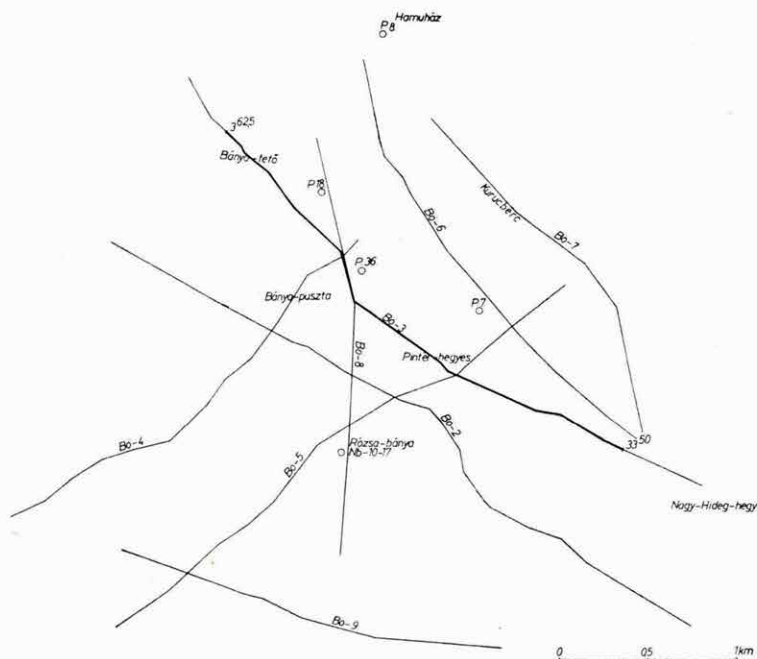


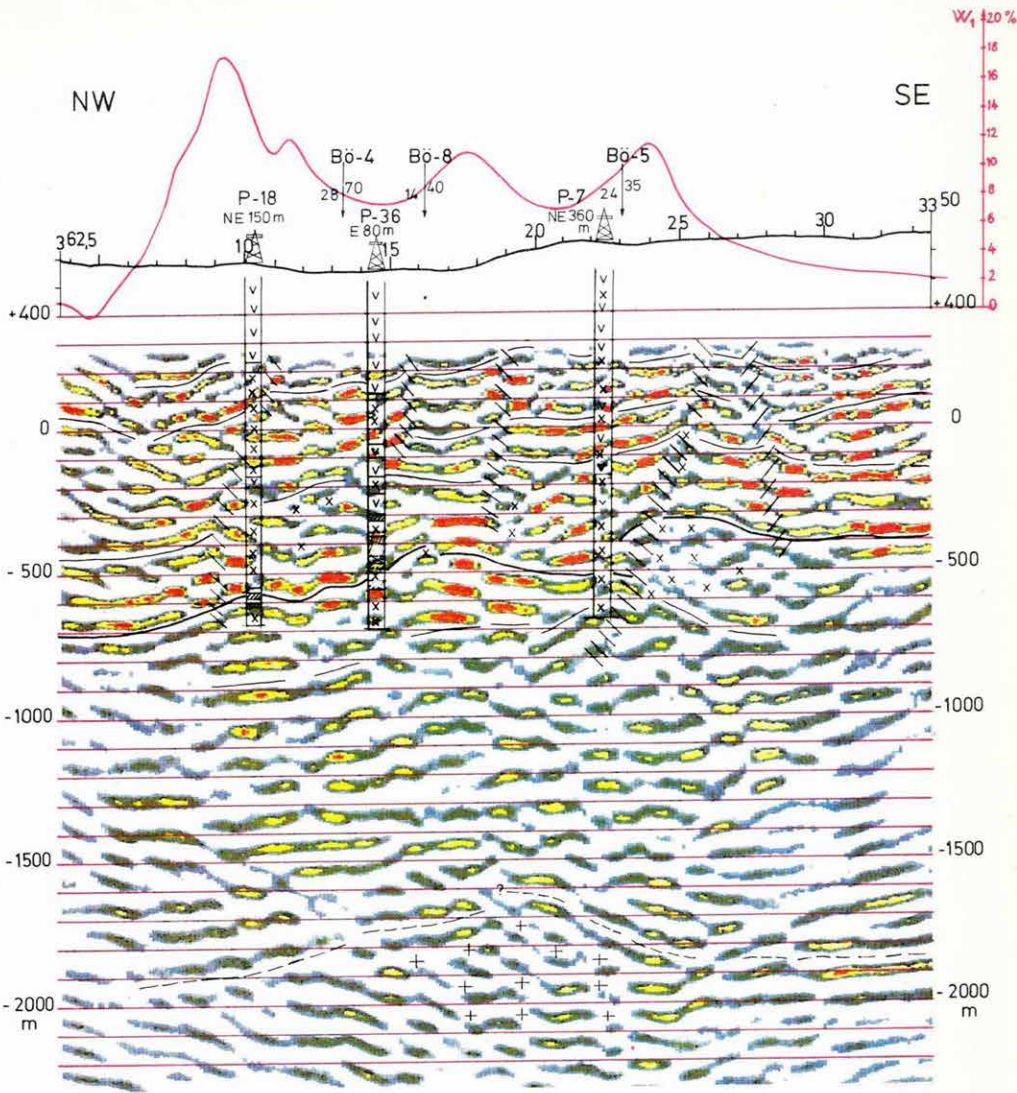
### 1.3 A BÖRZSÖNY-HEGYSÉG ÉRCESEDÉSÉNEK GEOFIZIKAI KUTATÁSA\*

A központi terület kutatását 1979-ben befejeztük. A szerkezeti felépítés tisztázására további reflexiós (vibroszeiz) méréseket (13. ábra), az ércesedés vizsgálatára kiegészítő módszertani geoelektromos méréseket és vizsgálatokat végeztünk.



13. ábra. A börzsönyi szeizmikus reflexiós mérések helyszínrajza  
 Fig. 13. Location map of seismic reflection profiles in the Börzsöny Mts  
 Рис. 13. План сейсморазведочных работ в районе гор Бёржень

\* Király E., Szalay I.



#### 14. ábra. Bö-3 reflexió mélységzselvény

v – andezit, tufa, tufit, agglomerátum; x – andezit; a szelvényben feltételezett szubvulkáni test; ///// – alaphégység (kvarcsillámpala); + – feltételezett intrúzió; piros vonal: GP anomália görbe

#### Fig. 14. Migrated reflection depth section Bö-3

v – andesite, tuff, tuffite, agglomerate; x – subvolcanic andesite; ///// – crystalline basement; + – supposed intrusion; red line: IP anomaly

#### Рис. 14. Глубинный разрез МОВ Вö-3

v – андезиты, туфы, туфиты, аггломераты; x – андезиты; предполагаемое в разрезе субвулканическое тело; ///// – фундамент (кварцево-слюдистые сланцы); + – предполагаемая интрузия; красная линия – график аномалий ВП

## Szeizmikus mérések

A méréseket 12-szeres fedéssel, 25 m geofonbázisközzel, 50 m geofon- és vibrátorcsoport-hosszal, 72–18 Hz-es, 14 s-os vibrátorjellel, 24-szeres vertikális összegzéssel végeztük. A vibrátorjel frekvencia határait az alacsony frekvenciákon bekövetkező káros rezonancia jelenségek miatt a tervezettnél magasabbra állítottuk be, ügyelve arra, hogy az alaphegységről még feltétlenül kellő amplitúdójú reflexiókat kapjunk. A beállítást a műszerkocsiba épített COROLLPRESS színes plotter – segítségével oldottuk meg. A dinamikus korrekciót az egész szelvényhosszra kiterjedő sebességvizsgálatokból (c. v. s) kapott adatokkal készítettük. A feldolgozáshoz jó előzetes tájékoztatást adtak a refrakciós átlagsebességek. A reflexiós átlagsebességek 10–20%-kal kisebbek a refrakciós átlagsebességeknél.

A szelvények feldolgozása migrációt, 20–40 Hz-es sávszűrést és mélységszerinti átrendezést tartalmazott. A torzítatlan léptékű mélységszelvényeket amplitúdó szerinti színezéssel ábrázoltuk. A sebességértékek lehetséges eltérései a valóságostól elhanyagolható hibát okoznak, ahhoz az előnyhöz képest, amit a mélységszelvény ezen a rendkívül bonyolult vulkáni területen a szerkezetéről ad.

A mélyfúrások közelében levő Bő-3 mélységszelvény illusztrálja a hegység felépítésének reflexiós szelvénnel kimutatható részleteit (14. ábra). A P-18 és a P-36 fúrásokból korrelált kristályos alaphegység (kvarccsillámpala) felszínéről nagy amplitúdójú reflexiókat kapunk, alatta azonban hirtelen amplitúdó csökkenés látható. Az ép aljzatról származó reflexiók a nagy sebességkontraszt miatt nagyobb amplitúdójúak, mint a szubvulkáni andezitekkel átjárt, esetleg teljesen beolvasztott részokről kapott jelek. A szelvényben, a bevetített P-7 fúrástól DK-re, az aljzat – valószínűleg szubvulkáni benyomulás hatására – kiemelkedett, az energiaszegény szakaszon részben felemésztyődött. A benyomulás a rétegvulkáni felépítményt is megemelte és összetördelte.

A rétegvulkáni alakulatban a többé-kevésbé párhuzamos reflexiók megszakadása, valamint a fedő és a fekü ellentétes elmozdulása jelöli ki a magasabb helyzetű, nagyobb szubvulkáni testeket, ill. azok felvezető zónáit (pl. 10°–14°; 18°–19° és 25° körül). Ilyen törésszónákhoz kapcsolódnak a GP anomáliák is a hegység legkiemeltebb aljzatú, szubvulkáni andezitekkel átjárt szakaszán, ahol mintegy 2 km mélységben boltozódási tendencia, belső diszkordancia és reflexióhiány alapján nagyobb intrúziót tételezünk fel.

## Geoelektromos mérések

A méréseket négy kérdés megoldására koncentráltuk:

- módszertani mérések a középgradiens hálózatos mérések szelvénymenti kiegyenlítésére és a hároméves mérési anyag egységes kiértékelési eljárás szerinti feldolgozásra,
- a szelvényhálózat sűrítése a zavart anomália tér pontosabb meghatározására,
- kombinált GP-ellenállás szelvényezés a Kuruc-pataki fúrásos metallo-metriai anomáliák értelmezésére,
- a bánya-pusztai GP anomália lehatárolása.

### *Módszertani mérések*

A középgradiens szelvényezéssel meghatározott GP anomáliákból csak abban az esetben lehet a hatók méreteit megállapítani, ha az AB terítési távolság a ható szélességénél legalább fél nagyságrenddel nagyobb. Mivel a kutatási területen az anomáliák 1–3 km szélesek, s az AB távolságot a generátor adott teljesítménye mellett nem lehetett 1080 m-nél nagyobbra venni, az egyes szelvényszakaszok átfedésénél néhol igen nagy és nem mindig párhuzamos eltolódás jelentkezett, amelynek nagysága elsősorban a gerjesztő elektródák és a GP hatók kölcsönös helyzetétől függ. Ezeket az eltolásokat kellett az anomáliák alakjának torzulása nélkül úgy kiegyenlíteni, hogy a teljes szelvény, mint egy nagy AB távolsághoz tartozó középgradiens szelvény, legyen értelmezhető. A kiegyenlítésre kidolgozott eljárást az egyik szelvényen AB=1080 m elektródatávolságú szimmetrikus szelvényezéssel ellenőriztük.

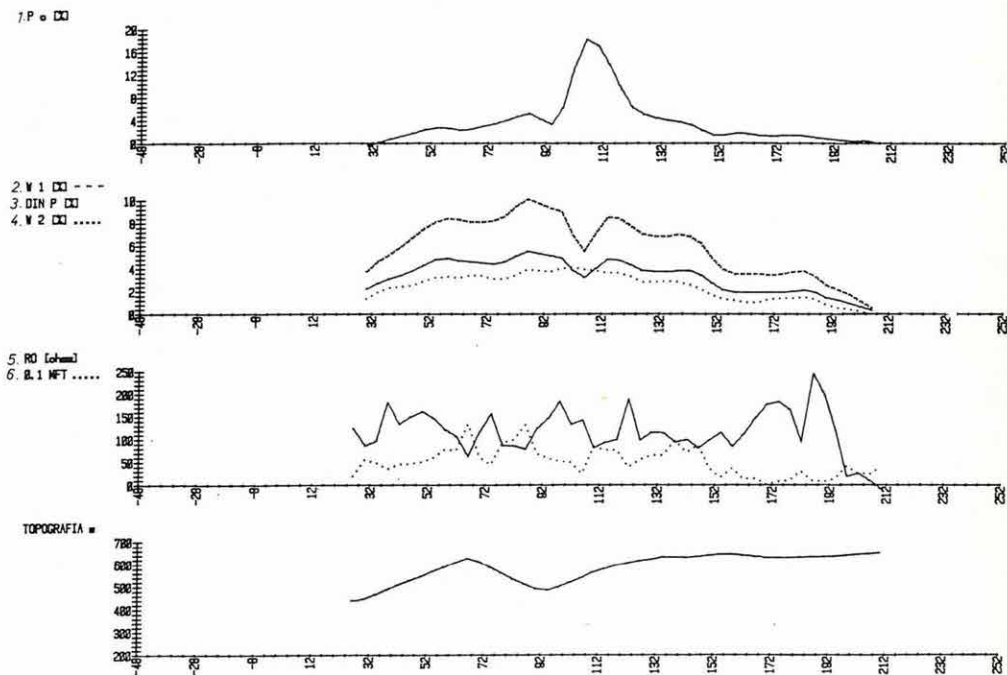
A méréseket DIAPIR–4005 típusú műszerekkel végeztük, amelyek binárisan növekvő időléptékben öt ponton mérik meg a látszólagos gerjeszthetőség értékét 0,125–2 s között. A feldolgozási módszert a hosszúidejű lecsengési görbék kiértékelésénél szerzett tapasztalatok figyelembevételével dolgoztuk ki:

- a gerjesztési idő hosszától függően – különösen ha az kisebb az ércesedésre jellemző legnagyobb időállandónál – a dinamikus paraméterek és a látszólagos gerjeszthetőség értéke változik. Ebben az esetben a nagy időállandójú komponens egy konstans értékkel – a remanens gerjeszthetőséggel ( $P_0$ ) – hozzáadódik a lecsengési görbéhez. A  $P_0$  nagyságát úgy határozzuk meg, hogy keressük a remanens gerjeszthetőségnek azt az értékét, amely mellett a látszólagos differenciális és dinamikus polarizálhatóság különbsége a minimumot adja. A  $P_0$  értéket a mérési adatokból levonva, a dinamikus paraméterek meghatározása a szokásos módon történik;
- a kiértékelési adatokat a topográfiai szelvényre HP–9815 számítógéphez csatlakozó plotterrel rajzoltatjuk ki;
- a szelvénymenti kiegyenlített és szűrt adatokból a geoelektromos paraméter-térképeket hagyományos módon szerkesztjük meg.

### A szelvényhálózat sűrítése a zavart anomáliátér pontosabb meghatározására

A 36 szelvényből álló középgradiens mérésekből két jellegzetes szelvényt mutatunk be (15. és 16. ábra). A különböző paraméterek földtani értelmezéséről a következőket mondhatjuk:

- a nagy amplitúdójú ellenállás anomáliák az osztályozatlan vulkáni összletben levő andezit testek felett alakultak ki: a 19 szelvény 74. pontja (19/74) a Pogány-hegyi kvarcdús biotit-amfibolandezit kibúvásoknál van, a 19/122 pont közelében amfibolos-piroxénes andezit lávaped valószínűsít



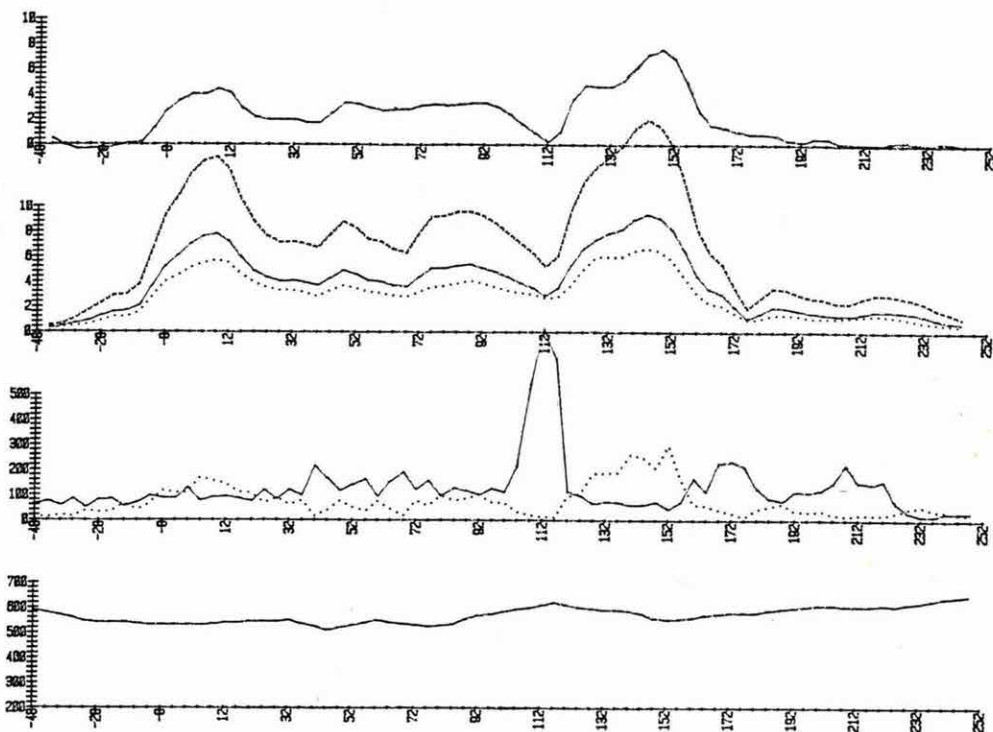
15. ábra. A börzsönyi hálózatos mérések 19. szelvénye

1 – remanens gerjeszthetőség; 2 – az első exponenciális amplitúdója; 3 – látszólagos dinamikus polarizálhatóság; 4 – a második exponenciális amplitúdója; 5 – látszólagos fajlagos ellenállás; 6 – metallfaktor

Fig. 15. Profile No. 19 of the central gradient grid measurements, Börzsöny Mts  
1 – remanent polarizability; 2 – amplitude of the first exponential; 3 – apparent dynamic polarizability; 4 – amplitude of the second exponential; 5 – apparent specific resistivity; 6 – metal factor

Рис. 15. Профиль 19 геофизической площадной съемки района гор Бёржёнъ

1 – остаточная возбуждаемость; 2 – амплитуда первого экспонента; 3 – кажущаяся динамическая поляризуемость; 4 – амплитуда второго экспонента; 5 – кажущееся удельное сопротивление; 6 – металлфактор



16. ábra. A börsönyi hálózatos mérések 37. szelvénye

1 – remanens gerjeszthetőség; 2 – az első exponenciális amplitúdója; 3 – látszólagos dinamikus polarizálhatóság; 4 – a második exponenciális amplitúdója; 5 – látszólagos fajlagos ellenállás; 6 – metalfaktor

Fig. 16. Profile No. 37 of the central gradient grid measurements, Börsöny Mts  
1 – remanent polarizability; 2 – amplitude of the first exponential; 3 – apparent dynamic polarizability; 4 – amplitude of the second exponential; 5 – apparent specific resistivity; 6 – metal factor

Рис. 16. Профиль 37 геофизической съемки района гор Бёржён

1 – остаточная возбуждаемость; 2 – амплитуда первого экспонента; 3 – кажущаяся динамическая поляризуемость; 4 – амплитуда второго экспонента; 5 – кажущееся удельное сопротивление; 6 – метalfaktor

hető, a 19/186-nál a szelvény nagy-földpátos—piroxénes amfibolandezit telért harántolt. A 37. szelvény 112 pontja a Kuruc-pataki GP anomáliákat Ny-felől lezáró fluidális amfibol-andezit telér felett alakult ki, a 37/172 és 37/208 pont ellenállás anomáliája a tufás agglomerátumban, piroklasztikumban levő lávapakokkal kapcsolatos;

– a metalfaktor (MFT) szelvény azokat a GP anomáliákat emeli ki a magas háttérszintből, amelyek ellenállás minimumokhoz, vagyis erősen bontott kőzetekhez kötődnek (19/66, –86, –138 és 37/132–152);

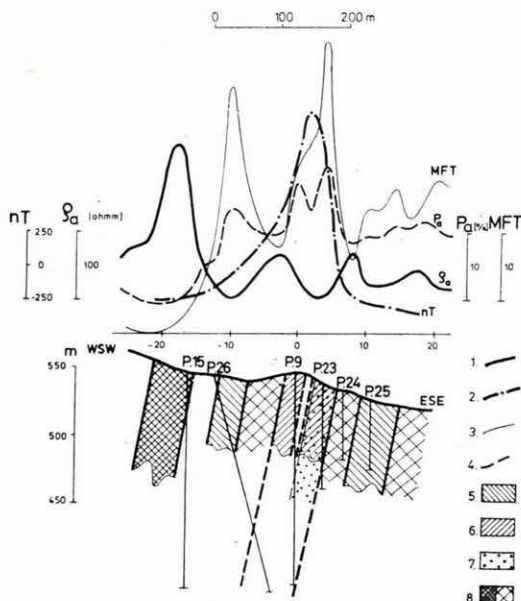
- a lecsengési görbe exponenciális összetevőjének amplitúdója ( $W_1$ ) a látszólagos dinamikus polarizálhatósággal (DIN P) valamennyi szelvényen igen jól korrelál. Néhány mérési pontot kivéve a  $W_2$  szelvény is hasonló lefutású, s ezért az anomáliatérkép megszerkesztésénél elegendő volt a  $W_1$  értékét felhasználni;
- a GP hatók minősítésénél a remanens gerjeszthetőség ( $P_0$ )  $W_1$  és  $W_2$  értékekhez viszonyított változását vettük alapul. Teléres ércesedés várható a 19/100–120, valamint a 37/144–156 GP anomáliák alatt. Hintett vagy hálószerűsége a bánya-pusztai 37/0–16 és a pogány-hegyi 19/52–70 anomáliák.

*Kombinált GP-ellenállás szelvényezés a Kuruc-pataki fúrásos metallometriai anomáliák értelmezésére*

A Kuruc-pataki anomálián (37/112–172) kis behatolási mélységgel GP szelvényezést és mágneses mikroméréseket végeztünk, mivel a fúrásokban kimutatott szulfidkoncentráció növekedés felett alacsony, magas szulfidtartalmú szakaszok felett közepes GP anomáliát észleltünk.

A komplex mágneses-geoelektromos szelvényen a kiértékelés során igen összetett kép alakult ki (17. ábra):

- négy nagy ellenállású, Ny-i dőlésű zónát határoztunk meg, amelyek a fú-



17. ábra. A Kuruc-pataki mágneses-geoelektromos szelvény értelmezése

1 – látszólagos fajlagos ellenállás; 2 – földmágneses  $\Delta T$  szelvény; 3 – metallfaktor; 4 – a látszólagos gerjeszthetőség; 5 – pirites ható; 6 – magnetites és pirites ható; 7 – kalkopirités ható; 8 – nagyellenállású andezittelérek

Fig. 17. Interpretation of the geoelectric—geomagnetic profile of Kuruc-patak

1 – apparent specific resistivity; 2 – geomagnetic  $\Delta T$  profile; 3 – metal factor; 4 – apparent polarizability; 5 – pyrite bearing zone; 6 – magnetite and pyrite bearing zone; 7 – calcopyrite bearing zone; 8 – high resistivity andesite vein

Рис. 17. Интерпретация магнитометрического—электроразведочного разреза в районе Куруц-патак

1 – кажущееся удельное сопротивление; 2 – график геомагнитной величины  $\Delta T$ ; 3 – металлфактор; 4 – кажущаяся возбуждаемость; 5 – пиритовое возмущающее тело; 6 – магнетитовое и пиритовое возмущающее тело; 7 – калькопиритовое возмущающее тело; 8 – андезитовые жилы высокого сопротивления

rások földtani szelvényei szerint többnyire üde, tömött szövetű piroxénes amfibolandezit kőzet telérek. A közöttük levő ellenállás minimumoknál bontott andezit, andezit agglomerátum, tufák, tuftok találhatóak. Az ellenállás-inhomogenitások önmagukban is elegendő magyarázatot adnak az eredetileg egységes GP anomália kép felbomlásához;

- az MFT szelvényen az ellenállás-inhomogenitások hatása mérséklődik, és ily módon három Ny-i dőlésű szulfidérces hatót lehet a szelvényen elkülöníteni;
- a mágneses anomáliát egyrészt a piroxénes amfibolandezitek, másrészt a keskeny zónában végbement magnetit feldúsulás okozza. Mivel a magnetit igen jól gerjeszthető, a P.9 és P.23 fúrások környezetében levő GP anomáliát a szulfid és magnetit tartalom együttese alakította ki.

A magnetit és a kalkopirit feltételezések szerint azonos paragenézisben képződhetett, erre alapozva más GP anomáliák felett is végeztünk hasonló komplex vizsgálatokat (Bánya-pusztá, Rózsa-hegy). Bár a fúrási szelvényekben igen sok mintában lehetett vékony teléres vagy hintett magnetit dúsulást megfigyelni, a Kuruc-patakihoz hasonló zónákat egyetlen esetben sem sikerült kimutatni.

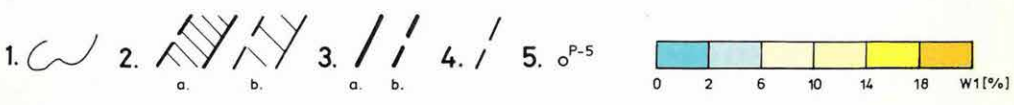
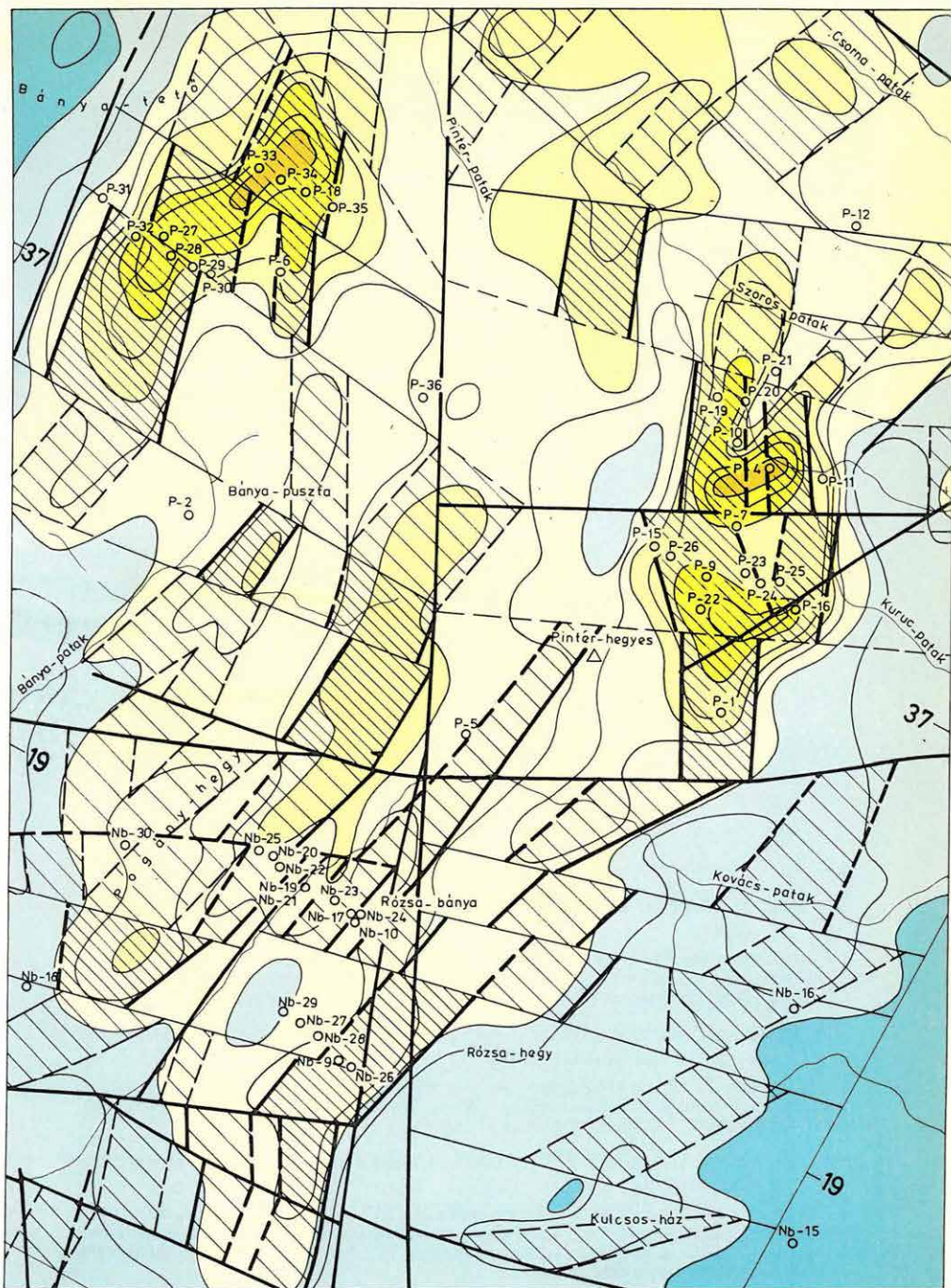
A GP mérésekből a  $W_1$  paraméter térképét szerkesztettük meg (18. ábra). Az összetartozó anomáliák hatóinak szélességét a szelvényeken meghatároztuk és a térképen sávokban ábrázoltuk. (Vastag vonallal, sűrű sraffozással a nagy amplitúdójú felszínközeli hatókat; szaggatott vonallal, ritka sraffozással a kisebb amplitúdójú nagyobb mélységű hatókat ábrázoltuk.). Ugyancsak feltüntettük a légi fotók kiértékeléséből meghatározott valamint a földtani térképezés során észlelt törésvonalakat, továbbá azokat a töréseket, amelyek a GP hatók horizontális elmozdulását indokolják.

A hosszanti és haránttörések egységes rendszert képeznek; a hosszanti É-i, illetve ÉÉK-i csapású törések mentén alakultak ki az érces hatók, amelyeket egy későbbi harántirányú törésrendszer blokkokra tagolt.

### *A Bánya-pusztai GP anomáliák lehatárolása*

A méréseket az anomáliák D-i határáig folytattuk, elértük a Bánya-patak menti háttérszintet. A kiegészítő mérésekkel nagyobb mélységű ható valószínűsíthető, amely egy haránttörésen át kapcsolódik az anomália csoport É-i tagjaihoz tartozó hatókhoz.

A börsönyi ércesedés kutatására 1977-től alkalmazott műszerek-módszerek eredményesek a tekintetben, hogy a fúrások kutatás csak ott tárt fel magasabb koncentrációjú szulfid dúsulást, ahol azt a GP anomáliák jelezték. A hatók dőlésére és kiterjedésére vonatkozó megállapításokat a fúrások igazolták. Bár a kutatások során sikerült tisztázni az ércföldtani viszonyokat, ipari méretű és koncentrációjú érclelőhelyet a fúrások sehol sem harántoltak.



**18. ábra.** A központi terület É-i részének GP-anomália térképe és szerkezeti vázlata

1 – gerjesztett potenciál izovonalak; 2 – GP hatók (a) felszínközéleben, (b) nagy mélységben; 3 – törések (a) a légi fényképek alapján, (b) egyéb földtani módszerekkel meghatározva; 4 – GP hatók alapján feltételezett törések; 5 – térképező és ércföldtani kutató fúrások

**Fig. 18.** IP anomaly and structural map of the northern part of the central ore district of the Börzsöny Mts

1 – IP isolines; 2 – IP causative bodies: (a) near surface, (b) at great depth; 3 – fractures (a) from photogeology, (b) determined by other geological methods; 4 – fractures determined by IP anomalies; 5 – drillings for geological mapping

**Рис. 18.** Карта аномалий ВП и схема строения северной части центрального района

1 – изолинии ВП; 2 – тела вызывающие аномалии ВП: (a) вблизи поверхности; (b) на больших глубинах; 3 – сбросы: (a) по аэрофотоснимкам, (b) по прочим геологическим методам; 4 – сбросы, предполагаемые по данным ВП; 5 – картировочные и рудногеологические разведочные скважины