

RADIOVOJE DREČUN

GEOFIZIČKO ISTRAŽIVANJE LEŽIŠTA SULFIDA DROŠKOVAC-SELIŠTE (VAREŠ) PRIMJENOM METODE INDUCIRANE POLARIZACIJE*

S 2 slike u tekstu i 2 priloga

Metoda inducirane polarizacije primjenjuje se kao osnovna geofizička metoda pri istraživanju rudnih pojava sulfidnih minerala. Istraživanja, izvedena ovom metodom blizu Vareša, na prostoru između Droškovca i Selišta, dala su veoma korisne, praktične i naučne rezultate.

Intenzitet polarizacije stijena u kojima su diseminirani sulfidi ovisan je o jakosti primarne struje kojom se vrši nabijanje tla. Vrijeme kroz koje se vrši nabijanje tla treba biti isto za cijelo područje istraživanja. Pogreška u vremenu nabijanja od 1 sek. više ili manje, mijenja vrijednost inducirane polarizacije za 10%.

Fonske vrijednosti polarizacije na istraživanom području su od 0% do 4%, a anomalne vrijednosti iznad 4% i sežu ponegdje i do 26%.

Negativne vrijednosti polarizacije javljaju se uz visoke pozitivne vrijednosti, te u slučajevima kada se mineralizirana stijena pojavljuje kao izdanak.

UVOD

U području istočno od Vareša, u sedimentima trijasko starosti, otkrivene su pojave sulfidnih minerala i barita. Od sulfida zastupljeni su: pirit, galenit, sfalerit, markazit, tetraedrit i cinabarit. Širina mineralizirane zone je prosječno 600 m, a duljina je više od 5 km.

Ispitivanjem površinskih pojava minerala u orudnjenoj zoni ustanovljene su povoljne koncentracije galenita i sfalerita, što je dalo povoda vjerovanju da dublje u podzemlju treba očekivati veća i bogatija rudna tijela.

Zbog visokog procenta polarizacije sulfidnih minerala primijenjena je metoda inducirane polarizacije. Mjerenjima je prekriveno područje od oko 2,5 km², a izmjereno je ukupno 1455 mjernih stajališta. U anomalnim zonama i zvedeno je nekoliko istražnih bušotina. Vrijedno je spome-

* Prema predavanju održanom u Hrvatskom geološkom društvu 29. IV 1970.

nuti otkrivanje sulfidnog rudnog tijela uvjetno nazvanog Daštansko, sa mjestimičnom koncentracijom Pb, Zn-minerala i do 5%. Detaljno ispitivanje geofizičkih anomalija se nastavlja.

Kontinuirano istraživanje pojava sulfidne mineralizacije u trijasi Borovice izvodi se od g. 1960. Već je i ranije pri eksploataciji i preradi željezne rudače u rudnicima i topionici rudarskog revira Vareš registrirano prisustvo sulfida uz željezne minerale. Zbog osnovne orijentacije na isključivu eksploataciju željeza i zbog neekonomičnih koncentracija sulfidnih minerala nije sve do g. 1965. obraćena veća pozornost sulfidnim mineralima.

Nakon otkrivanja značajnih pojava sulfida izvan područja u kojem se eksploatira željezna ruda, pristupilo se intenzivnim istraživanjima u namjeri da se odrede neophodne karakteristike orudnjenih zona kako bi se ove privede eksploataciji ili eliminirale kao ekonomski nezadovoljavajuće.

G. 1969. detaljnim je istraživanjima zahvaćeno područje između rudarskog revira Droškovac na zapadu i lokaliteta Selište na istoku. Istraživanja su se izvodila pomoću više različitih geoloških metoda. Rudarsko-geološko kartiranje i geokemijsku prospekciju terena izvršio je Institut za geološka istraživanja iz Sarajeva. U kompleks primijenjenih istražnih metoda uvrštena su i geofizička istraživanja. Zbog visokog intenziteta polarizacije sulfidnih rudnih tijela upotrijebljena je metoda inducirane polarizacije kao glavna metoda. Metode prividnog specifičnog otpora i spontanog potencijala primijenjene su kao pomoćne.

Geofizičkim površinskim istraživanjima trebalo je izdvojiti zone mogućeg orudnjenja i unutar tih zona utvrditi rudna tijela koja ne dopiru do površine.

GEOLOSKE KARAKTERISTIKE TERENA

Sulfidna mineralizacija trijasa Borovice javlja se u obliku lanca sa dužinom preko 30 km i prosječnom širinom do 1 km i prelazi preko Vareša gotovo u smjeru zapad-istok, da bi poslije Selišta nastavila sa pružanjem u pravcu jugoistoka.

Maleni dio cijelog sulfidnog lanca između Droškovca i Selišta, koji je zahvaćen geofizičkim istraživanjima, izgrađen je od jurskih i pretežno trijaskih sedimenata. Sulfidna mineralizacija do sada otkrivena javlja se isključivo u trijaskim stijenama.

Prema tabli I, serija slojevitih pješčenjaka sa prosljocima pjeskovitog vapnenca, a koja pripada donjem trijasi, ima najveće rasprostiranje i čini osnovu terena. U ovoj seriji uočene su manje pojave sulfida Pb i Zn, dok je pirit nešto češći. Dublje partije ovih naslaga nisu dovoljno upoznate i to će se tek učiniti narednim istražnim radovima. Više je zanimljiva brečasta serija sa baritom i sulfidima Pb, Zn, Hg i Cu i to zbog

veće koncentracije sulfida i razmjerno prostranog protezanja ove serije. Najjače je zastupljena u predjelu Veovače. Breče su škrljave i izgrađene od komada i valutaka kvarcnog pješčenjaka, crnog vapnenca, sivog pjeskovitog dolomita i filitičnih sericitskih škrljaca. Breče su mjestimično intenzivno cementirane baritom uz znatno povećanje sadržaja sulfida Pb i Zn. Prema rezultatima dosadašnjeg istraživanja ova orudnjena zona je ekonomski najinteresantnija. Starost serije još nije definitivno utvrđena, ali ima indicija da pripada donjem trijasu (D. Veljković).

Također vrlo bogate rudne zone nalaze se u seriji vapnenaca i dolomita koji se prostiru u istočnom dijelu terena, na potezu Jaglenac–Prijeljev–Strajbok–Selište. Zanimljivo je da su o ovoj seriji osim žica galenita i sfalerita konstatirane baritne žice sa fluoritom. Sva rudišta željezne rude na području Vareša vezana su za seriju hematitičnih glinenih škrljaca i hematita sa kvrgastim sideritičnim vapnencima. Sulfidi Pb i Zn i pirit vrlo često prate ovu seriju. Pojave sulfida u reviru Droškovac potvrđene su rudarskim radovima po dubini oko 60 m. Sulfidi se također mogu sresti u seriji roznaca sa tufitičnim pješčenjacima i glinenim škrljcima (D. Veljković).

Tektonski poremećaji orudnjenog područja bili su veoma snažni i raznoliki. Strukturu rudišta sačinjavaju brojni reversni rasjedi i navlake među trijaskim naslagama i preko jurske podloge. Uočava se pružanje tektonskih linija gotovo u smjeru istok–zapad sa padom prema sjeveru. Zapažen je i povećani sadržaj mineralizacije uzduž reversnih rasjeda i navlaka.

Problem geneze ležišta do danas nije definitivno i jednoznačno riješen. Na temelju već dobivenih podataka smatra se da je rudna pojava barita u brečastoj seriji na Veovači vulkanogeno-sedimentnog submarinskog načina postanka. Naknadni utjecaj hidrotermalnih procesa nije isključen. Paragenezu ležišta pored najčešćeg pirita sačinjavaju još galenit, sfalerit, markazit, tetraedrit i cinabarit (D. Veljković).

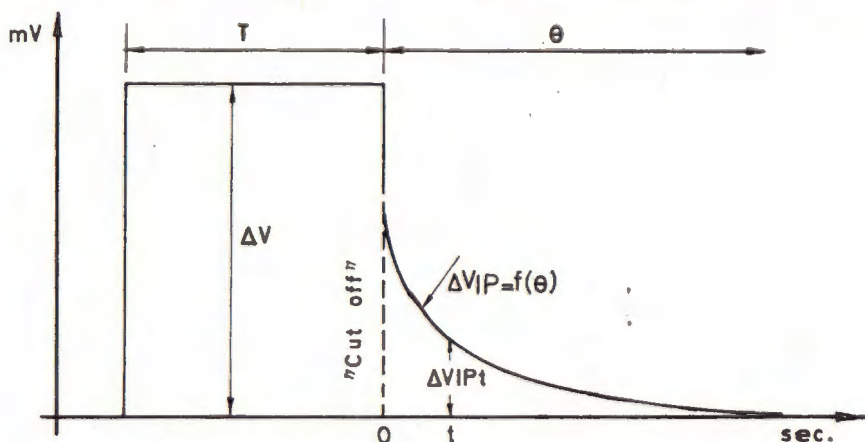
METODE INDUCIRANE POLARIZACIJE

Princip metode

Inducirana polarizacija ili I. P. metoda je geoelektrična tehnika koja mjeri efekte električne polarizacije stijena u podzemlju. Ime je dobila po analogiji sa polarizacijom elektroda koja se zbiva na kontaktu metalne elektrode s elektrolitom. Razlikuje se od većine geoelektričnih metoda po tome što se ne osniva na vodljivosti stijena nego uključuje prisutnost određene elektrokemijske pojave. Mjerni postupak za detekciju inducirane polarizacije sastoji se prema slici 1 u slijedećem: kontinuirani tok struje određene jakosti propušta se u tlo, uslijed čega u podzemlju nastaju elektrokemijski efekti koji najčešće ovise od fizičkih i kemijskih odnosa u stijenama. Kao posljedica efekta stijene postaju polarizirane, tj. dolazi do akumulacije električne energije koja se može mjeriti neposredno nakon iskapčanja struje nabijanja. Struja polarizacije opada približno po eksponencijalnoj funkciji, a ima negativni eksponent.

Nije nužno da energija bude akumulirana kao električna ili isključivo jedna vrst energije. Razloga za pojavu polarizacije može biti više i može ih se po nekoli ko zbivati u isto vrijeme u istim terenskim prilikama, ali ipak svi iz različitih razloga.

Za pojavu inducirane polarizacije osnovna su dva efekta. Prvi efekat nastaje uslijed toka struje na granici metalne čestice (elektronska vodljivost) i sredine s elektrolit-



Sl. (Fig.) 1. Princip mjerenja IP (Principle of IP measurement)

- T - Vrijeme nabijanja (Time on)
 θ - Vrijeme pražnjenja (Time off)
 ΔV - Potencijalna razlika za vrijeme nabijanja (Difference of potential during time on)
 ΔV_{IP} - Potencijalna razlika za vrijeme pražnjenja (Diference of potential during time off)
 ΔV_{IPt} - Potencijalna razlika u vremenu t (Difference of potential corresponding to time t)
 $\frac{\Delta V_{IPt}}{\Delta V}$ 100% - IP % Inducirana polarizacija u vremenu t (Induced polarization corresponding to time t)

skom vodljivošću (voda, razne otopine), kao i na graničnim plohama između sredina različitih elektrolitskih vodljivosti. U drugom slučaju električni strujni tok može proizročiti tokove fluida, a ovaj fluid može zbog toga predstavljati akumulaciju mehaničke ili gravitacijske energije. Kada je iskopčan električni strujni tok, povratak prvotno pokrenutog fluida u početno ravnotežje ispoljiti će se u formi polarizacionog efekta. Razumije se da fluid mora biti elektrolit.

Parametar koji se koristi za izražavanje efekata inducirane polarizacije je jednostavan odnos mjerenih veličina. Potencijalna razlika za vrijeme pražnjenja u određenom vremenskom momentu uspoređuje se sa naponom koji vlada među mjernim tačkama u vrijeme nabijanja tla primarnom strujom. Odnos je multipliciran sa 100, da bi se vrijednosti mogle izraziti u procentima.

Terenska mjerenja

Najprije je na području koje je predviđeno za primjenu metode I. P. iskolčena mreža profila duž kojih je trebalo obaviti mjerenje inducirane polarizacije. Obzirom na manje-više kontinuirano protezanje orudnjene zone u pravcu zapad-istok mjerni profili su orijentirani u smjeru sjevera i to zbog toga da bi se mjereći koaksijalno na pravac orudnjenja mogla dobiti maksimalna polarizacija. Duljina profila iznosila je 600 m, a udaljenost među profilima bila je 100 m. Ovakova duljina i udaljenost između profila bili su idealni za primjenu modificiranog Schlumbergovog rasporeda ili postupka srednjeg gradijenta, kako se još naziva. Cijelo područje ispitivanja takoreći ima pravilnu pravokutnu formu. Inače je raspored strujnih i prijemnih elektroda pri mjerenju inducirane polarizacije isti kao i raspored koji se koristi pri mjerenjima prividnog specifičnog otpora, izuzevši što kod prvog treba izbjegavati elektromagnetsko i kapacitativno udvostručavanje transmitera i prijemnika.

Za mjerenje je izabran modificirani Schlumberger-ov raspored i to iz više razloga. Osnovno je da se eliminira superpozicija telurskih struja na struju polarizacije. Pri većem razmaku između mjernih elektroda osjetljivost korištenog instrumenta bila je dovoljna za detekciju prirodnih telurskih struja. Tako na primjer razlika potencijala koju izazovu telurske struje na distanci od 1000 m iznosi u prosjeku 0,1–0,2 mv/km, a može mjestimice narasti i na 0,5–0,6 mv/km. Daljnja prednost je da je pri mjerenju ovakvim rasporedom moguće koristiti razmjerno jake struje, a što je napose važno, da se cijeli profil, dapače i nekoliko profila, mjeri sa strujom iste jakosti. Moguće je, ma da ne u potpunosti, kombinirati struju približne jakosti za cijelo područje mjerenja. Ovo je jako važno, ako se ima u vidu da efekat i intenzitet polarizacije značajno ovise o struji nabijanja. Vrijeme nabijanja je arbitrarno određeno. Interval vremena od momenta ukapčanja strujnog toka do momenta isključenja iznosio je 10 sek. Poželjno je održavati i za jedno određeno područje ispitivanja zadržati isto vremensko trajanje nabijanja tla. Tako greška od 1 sek izaziva smanjenje ili povećanje vrijednosti inducirane polarizacije oko 10%. Slijedi da bi veća odstupanja od fiksnog vremena intervala ili značajnija promjena vremena nabijanja imali jako nepovoljan učinak. Za nabijanje tla korištena je istosmjerna struja jakosti i do 2,5 A, a kontakt sa tlom ostvaren je pomoću većeg broja željeznih elektroda. Nastojalo se mjeriti pri jačim strujama, jer je uočena znatno veća stabilnost i ujednačenost očitaka, nego pri mjerenjima sa slabijim strujama.

Potencijalna razlika pražnjenja koja se ispoljava nakon prekida nabijanja tla mjerena je u konstantnom vremenskom momentu. Potencijalne elektrode bile su nepolarizirajuće, s otopinom CuSO_4 .

Ukupno je izmjereno 1445 stajališta. Osnovna mreža profila označena je brojevima od 1 do 40. Udaljenost između mjernih stajališta na pojedinom profilu iznosila je uvijek 20 m.

Razmak među strujnim elektrodama iznosio je $AB = 800$ m ili $AB = 1200$ m. Razmak među mjernim elektrodama bio je $MN = 20$ m.

Polarizacija sulfidnih minerala

Sulfidni minerali, kada tvore ležišta, vrlo rijetko formiraju rudna tijela koja bi u potpunosti bila izgrađena od čistih, jednoličnih, suhих sulfida. Teško bi se moglo i zamisliti potpuno odsustvo vode, jer je ona nužno potrebna za formiranje otopina koje sa metalom grade kontakt metal-otopina, duž kojega se zbivaju glavni elektrokemijski efekti osnovni za izazivanje polarizacije. Najčešće sulfidni minerali dolaze u formi diseminacije, obično sitno granulirani, zbog čega postoji veća površina za elektrokemijske reakcije. Intenzitet polarizacije će uz ostale već spomenute faktore ovisiti o veličini ukupne površine graničnih ploha između sredina elektronske i elektrolitske vodljivosti i od oblika tijela.

REZULTATI MJERENJA METODOM INDUCIRANE POLARIZACIJE

Konstatirano je da se efekti inducirane polarizacije mogu očekivati u sulfidonosnim stijenama. Osim sulfida značajno se polariziraju grafitne stijene, glinovite stijene i neki silikatni minerali. Iz ovoga slijedi da će ponekad biti otežano istraživanje sulfida ovom metodom, a to napose ako je matriks stijene konstituiran od glinovitih materijala, a koncentracija sulfida nije takova da bi izazvala detektibilan kontrast polarizacije. Ipak ostaje da je danas primjena inducirane polarizacije glavna u istraživanju sulfidne mineralizacije. Usprkos teškoćama, na koje se nailazi pri interpretaciji mjerenja inducirane polarizacije, nađeno je da ova geofizička metoda daje red veličina određenih parametara o prisustvu sulfidne mineralizacije znatno iznad metode specifičnog otpora.

Primjer za to prikazan je na tabli II.

Mjerenju izazvane polarizacije na pojedinom mjernom stajalištu prethodi mjerenje prividnog specifičnog otpora. To je također jedna od prednosti metode inducirane polarizacije, jer se istovremeno može raspolagati sa još jednim podatkom, doduše manje vrijednim, ali koji ipak ne bi bio dobiven da nije primijenjena osnovna metoda.

Na skicama (tabla II) prikazana je mreža profila. Brojevi profila su ispisani na osnovici i uglavnom su naznačeni samo počeci. Po cijeloj duljini izvučen je samo svaki peti profil. Sa svake strane su označeni brojevi mjernih stajališta.

Na svakom stajalištu upisana je vrijednost inducirane polarizacije (tabla II) i vrijednost prividnog specifičnog otpora (tabla II).

Osnovni kriterij za obrađivanje anomalija je prividna polarizacija okoline istraživanog tijela. Ispoljavanje anomalije ovisi o njoj. Polarizacija okolnih stijena predstavlja fon, a zone orudnjenja izazivaju anomaliju.

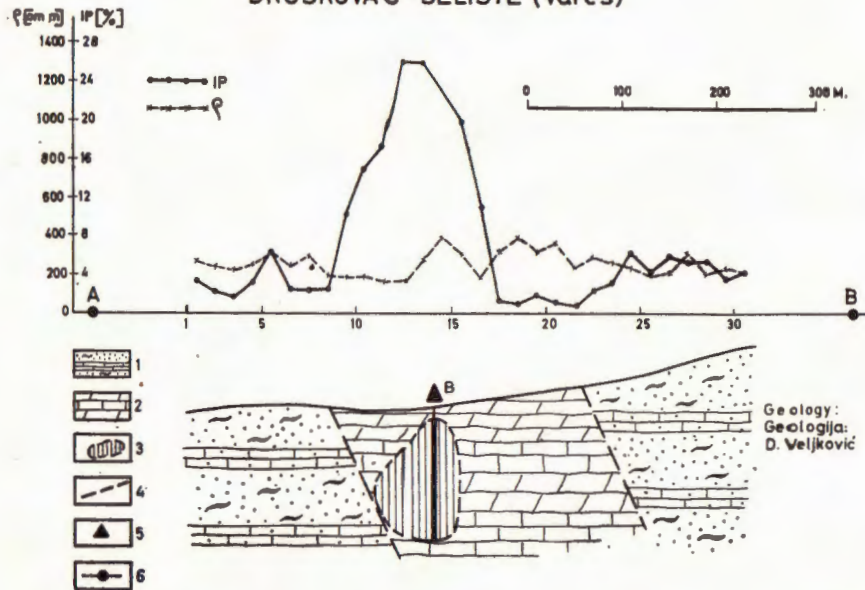
Izmjerene vrijednosti inducirane polarizacije su između 7% i 35%. Vrijednosti iznad 10% nisu posebno razdvajane, jer se smatra da kod izuzetno visokih vrijednosti polarizacije više pozornosti treba posvetiti prostornim dimenzijama anomalije negoli samim maksimalnim vrijednostima. Vrijednosti u opsegu od 0% do 4% su fonske vrijednosti i zanimljivo je da je gornja granica ovoga intervala prilično visoka. Razlog tomu može biti dvojak. Područje istraživanja izgrađeno je u većem dijelu od materijala najčešće bogatog glinovitom komponentom: lapori, glinjeni škriljci, pješčenjaci. Ti materijali, kako je prethodno spomenuto, mogu dati veći procenat inducirane polarizacije. Druga je pak mogućnost da je zbog veoma učestalih površinskih pojava piritra uslijedilo raspadanje ovoga minerala i rasipanje po veoma širokom području. Otuda najvjerojatnije barem djelomičan razlog za povišenje fonske vrijednosti.

Za izražajnost neke anomalije bitni su veličina rudnog tijela, dubina na kojoj se to rudno tijelo nalazi, vrsta sulfidnog minerala koji se polarizira, njegova granulacija, tip pojavljivanja (diseminacija, impregnacija, kompaktno rudno tijelo). Na prvom mjestu dolazi pirit (pri svim ostalim jednakim uvjetima: dubina, debljina, granulacija). Mineral pirit najčešće nije rudni mineral i naročito je sretna okolnost ako ostali sulfidi dolaze s njime zajedno. Nema još praktične mogućnosti za sigurno geofizičko izdvajanje anomalija izazvanih prisustvom piritra od onih koje su izazvane ostalim sulfidima.

Nekoliko anomalija na istražnom području već je potvrđeno direktnim istražnim radovima. Anomalija koja je ispoljena na profilima od broja 36 do 40 u području rudarskog revira Droškovac ispitana je podzemnim radovima i ustanovljeno je da je izazvana vrlo bogatim koncentracijama Pb i Zn minerala, mjestimice i iznad 5%. Ovdje sulfidni minerali dolaze uz željeznu rudu. Mineralizirana serija debela je oko 60 m.

Provjerena je bušenjem i anomalija ispoljena na profilima od broja 1 do 4 i ona je u stvari projekcija novootkrivenog rudnog tijela. Istražna bušotina izbušena je u blizini stajališta 13 na profilu 2 (sl. 2) i na dubini od 14 do 140 metara ustanovljena je sulfidna mineralizacija u trijaskim vapnencima i dolomitima. Na nekoliko dubinskih nivoa koncentracija Pb i Zn sulfida je iznad 5%. Zanimljivo je da se u paragenezi ovoga ležišta pojavljuje i hidrotermalni mineral fluorit, što će bez sumnje pomoći konačnom rješenju problema geneze sulfidnih minerala na ovome području. Novootkriveno ležište uvjetno je nazvano Daštansko, prema istoimenom selu koje se nalazi u neposrednoj blizini.

DROŠKOVAC - SELIŠTE (Vareš)



Sl. (Fig.) 2. Dijagrami IP i p po profilu 2 (Diagrams IP and p over profile 2)

1. Glinoviti pješčenjaci sa proslojcima pjeskovitog vapnenca, T_1 ; 2. Vapnenci i dolomiti, T_2 ; 3. Sulfidi u vapnencima i dolomitima; 4. Tektonske linije; 5. Bušotina; 6. Položaj strujnih elektroda.
1. Clayey sandstones with intercalations of sandy limestone; 2. Limestones and dolomites; 3. Sulphides in limestones and dolomites; 4. Tectonic lines; 5. Borehole; 6. Position of power electrodes.

Veći dio geofizičkih anomalija bit će tretiran u direktnim istražnim radovima.

Negativne vrijednosti inducirane polarizacije, osim uz jako oštre izražene vrijednosti, javljaju se i onda kada se polarizirani sloj pojavljuje u obliku izdanka, što dopušta da mjerenje bude izvedeno u kontaktu s njime. Tada je struja depolarizacije suprotnog smjera prema primarnoj struji. Na profilima 8 i 9 (tab. II) negativne vrijednosti na početnim mjernim stajalištima izazvane su izdancima mineraliziranog vapnenca.

Iz karte izolinija prividne inducirane polarizacije vidi se koncentracija anomalija u istočnoj polovici istraživanog područja. Očekivani koninuitet mineralizacije između krajnjih istočnih i krajnjih zapadnih sulfidnih pojava nije izražen. Na taj način anomalije istočnog dijela područja ostaju izolirane i slično područje se može očekivati najvjerojatnije prema sjeveru.

REZULTATI MJERENJA METODOM PRIVIDNOG SPECIFIČNOG OTPORA

Već je ranije naglašeno da je uporedo sa mjerenjem inducirane polarizacije vršena registracija podataka koji su korišteni za izračunavanje prividnog specifičnog otpora stijena u podzemlju. Prema razlikama specifičnih otpora jasno se ističu granice litološki različitih stijena, ali se metoda prividnog specifičnog otpora ne može uspješno primijeniti za lociranje i izdvajanje mineraliziranih zona. Naime, pojave sulfidnih minerala na istraživanom području nisu usko ograničene na jedan litološki član, nego se pojavljuju u stijenama različitih petrografskih karakteristika te prema tome i najčešće različitih geoelektričnih karakteristika. Ako se usporede izolinijske prividnog specifičnog otpora sa table II sa geološkom situacijom koja je prikazana na tabli I, uočava se da se granice između raznih geoelektričnih sredina podudaraju sa granicama različitih petrografskih članova (profili 4-9, profili 15, 15A), a ne podudaraju s anomalijama inducirane polarizacije. Napose su dobro ispoljeni kontakti klastičnih i karbonatnih stijena.

ZAKLJUČAK

Sve intenzivnijoj primjeni metode inducirane polarizacije u istraživanju sulfidnih minerala priključuje se i netom obrazloženo istraživanje jednog dijela mineralizacije trijasa Borovice. Mjerenja su potvrdila da je metoda efikasna za istraživanje sulfida, napose ako su diseminirani u stijenskom matriksu. Mjerenja su sporija i ponešto teža u poređenju s ostalim geoelektričnim mjerenjima, ali kada je rudno tijelo dosegnuto i otkriveno, ove manjkavosti nisu tako važne. Gotovo se sa sigurnošću može reći da je inducirana polarizacija u istraživanju sulfidnih minerala osnovna metoda i u velikom broju rudarskih revira ona je glavni instrument korišten u istraživanju.

Uočeno je da se i glinovite stijene polariziraju (slučaj visokih fonskih vrijednosti) te bi trebalo obratiti na to pažnju za eventualnu mogućnost korištenja tog fenomena u praktične svrhe. Općenito ipak, primjena inducirane polarizacije u istraživanju glinovitih materijala zahtijeva mnogo veću kontrolu interpretacije mjerenja.

Primljeno 7. 10. 1970.

»Geofizika«, Zagreb, Savska 64

LITERATURA

- Bertain, J. (1965): Some aspects of induced polarization (time domain). Compagnie Generale de Geophysique, 1-25, Paris.
- Drecun, R. (1969): Primjena metode izazvane polarizacije na istraživanju sulfidne mineralizacije na širem području Veovače kod Vareša. Fond stručnih dokumenata poduzeća »Geofizika«, Zagreb.

- K o m a r o v, V. A. (1965): Isledovanija po metodu vizvanoj polarizaciji. 1-195, WITR, Leningrad.
- M a d d e n, T. R. (1967): Induced polarization and its application to mineral exploration. Lecture read at the Interregional Seminar of UNO on New Methods for Mineral Exploration with Emphasize on Geophysical Techniques, hold in Moscow, 1-30.
- Š u m i, F. (1959): Geophysical exploration in mining by induced polarization. Geophysical prospecting, 7, Nr. 3, 300-311, The Hague.
- V e l j k o v i ć, D. (1960): Geološki izvještaj sa terena koji je istraživan geofizičkim metodama. Fond stručnih dokumenata, Geološki zavod Sarajevo.

R. DRECUN

GEOPHYSICAL EXPLORATION OF DROŠKOVAC - SELIŠTE (VAREŠ) SULPHIDE DEPOSITS BY INDUCED POLARIZATION

The geophysical surveying by induced polarization carried out near Vareš in the area between Droškovac and Selište, has yielded results of great importance.

Some practical information about IP measurement was obtained. The polarizability of underground layers depends very much upon the power of the primary current. For this reason the same power of the current ought to be kept for all prospected area. The time of the primary current charging into the underground must also always be the same. It was noticed that an increase or decrease of the charging time for one second only caused about 10% variations in IP values.

The modified Schlumberger (gradient) array of the electrodes was mainly used, and according to this exploration it can be concluded that this array is most favourable for the field application of the induced polarization method. It was found the best start when measuring with the greatest distance between power electrodes. After that on successful (anomaly) zones measurements ought to be repeated with smaller distance between power electrodes. In this way the depth of ore bodies could be estimated.

In the prospected area the mineralization of galena, sphalerite and pyrite occurs, disseminated in various rocks. The polarizability of »background« reached 4%. Very high values of the polarization of the »background« was caused by clayey rocks and many pyrite outcrops later disseminated on the surface.

The apparent polarizability of mineralized zones was higher than 4%. Somewhere it reached 26%.

The anomaly zone on profile (cross section 2) was verified by drilling. From 14 meters below surface to 140 meters downward, the sulphide mineralization was drilled through. Some anomaly zones were explored by mining works; high sulphide mineralization was determined.

The negative values of IP appeared in two cases only. First, as a result of the geometric relation towards high positive values. Second, when mineralized rock reaches the surface, the polarizability current has the direction opposite to that of the primary current.

The resistivity measuring with a view locating mineralized zones did not provide any successful results. It only gave the position of the contact between carbonatic and clastic rocks.

Received 7th October, 1970.

Enterprise »Geofizika«,
Zagreb, Savska c. 64

DROŠKOVAC - SELIŠTE (Vareš)

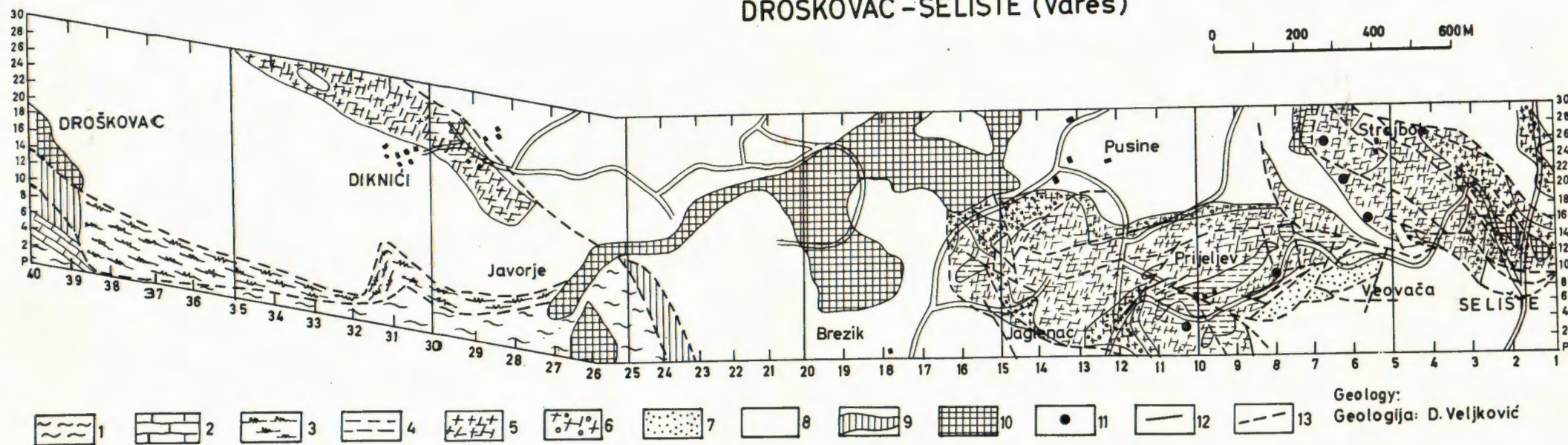


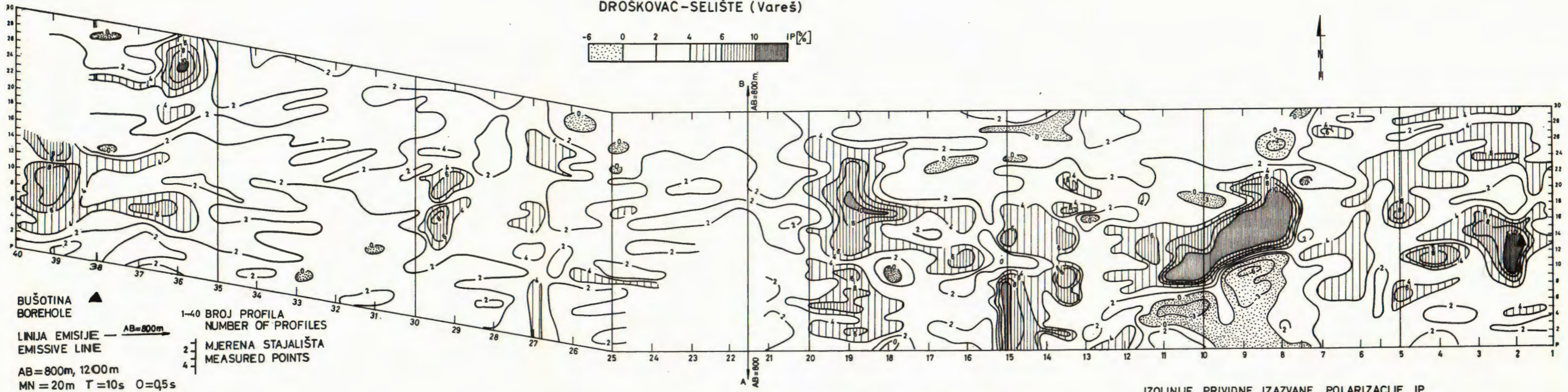
TABLA I. GEOLOŠKA KARTA PODRUČJA GEOFIZIČKIH ISTRAŽIVANJA

1. Vapneni lapori, glineni škriljci, pješčenjaci, laporoviti vapnenci i kalkareniti, J_3 ;
2. Slojeviti vapnenci sa rožnacima, T_1^1 ; 3. Serija rožnaca sa tufitičnim pješčenjacima, T_2^2 ; 4. Hematit, hematitični glineni škriljci sa sideritičnim vapnencima, $^2T_3^3$;
5. Serija vapnenaca i dolomita, $^1T_4^4$; 6. Brečasti dolomitični vapnenci, T_5^5 T_6^6 ; 7. Brečasta serija sa baritom i sulfidima olova i cinka; 8. Glinoviti pješčenjaci sa proslojcima pjeskovitog vapnenca (verfen), T_7^7 ; 9. Željezno rudište; 10. Jalovište;
11. Mineralizacija sulfida olova i cinka; 12. Granice stratigrafskih članova; 13. Tektonske linije.

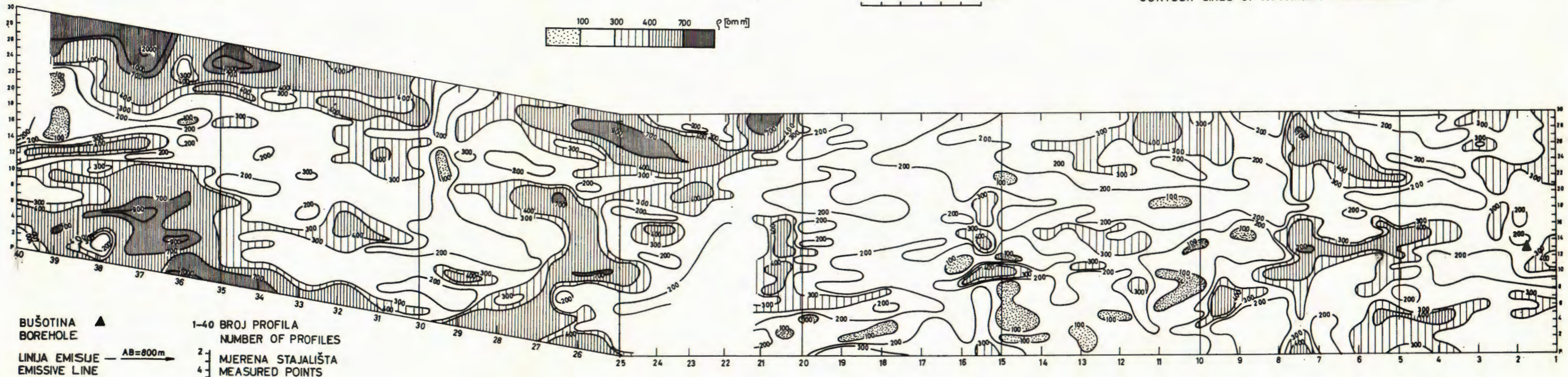
PLATE I. GEOLOGICAL MAP OF THE AREA OF GEOPHYSICAL EXPLORATIONS

1. Calcareous marls, shales, sandstones, marly limestones and calcarenites; 2. Bedded limestones with hornfels; 3. Series of hornfels with tuff sandstones; 4. Hematite, hematitic shales with sideritic limestones; 5. Series of limestones and dolomites; 6. Brecciated dolomitic limestones; 7. Breccias with barite and sulphides of lead and zinc; 8. Clayey sandstones with intercalations of sandy limestone (Werfenian); 9. Iron-ore mine; 10. Barren material; 11. Mineralization of lead and zinc sulphides; 12. Boundaries of stratigraphic units; 13. Tectonic lines.

DROŠKOVAC-SELIŠTE (Vareš)



IZOLINIJE PRIVIDNE IZAZVANE POLARIZACIJE IP
CONTOUR LINES OF APPARENT POLARIZABILITY IP



IZOLINIJE PRIVIDNOG SPECIFIČNOG OTPORA ρ
CONTOUR LINES OF APPARENT RESISTIVITY ρ