

GEOFIZIČKO ISTRAŽIVANJE BOKSITA U HERCEGOVINI

S 2 slike u tekstu i 5 slika u prilogu

Posljednjih godina vrše se opsežni istražni radovi na boksitonosnim terenima Hercegovine. Cilj je da se poveća sirovinna baza za nove kapacitete aluminijske industrije koja bi se trebala izgraditi u području Mostara. Rezultati dosadašnjih istražnih radova daju ekonomsko opravdanje za gradnju novog aluminijskog kombinata u tom dijelu Hercegovine.

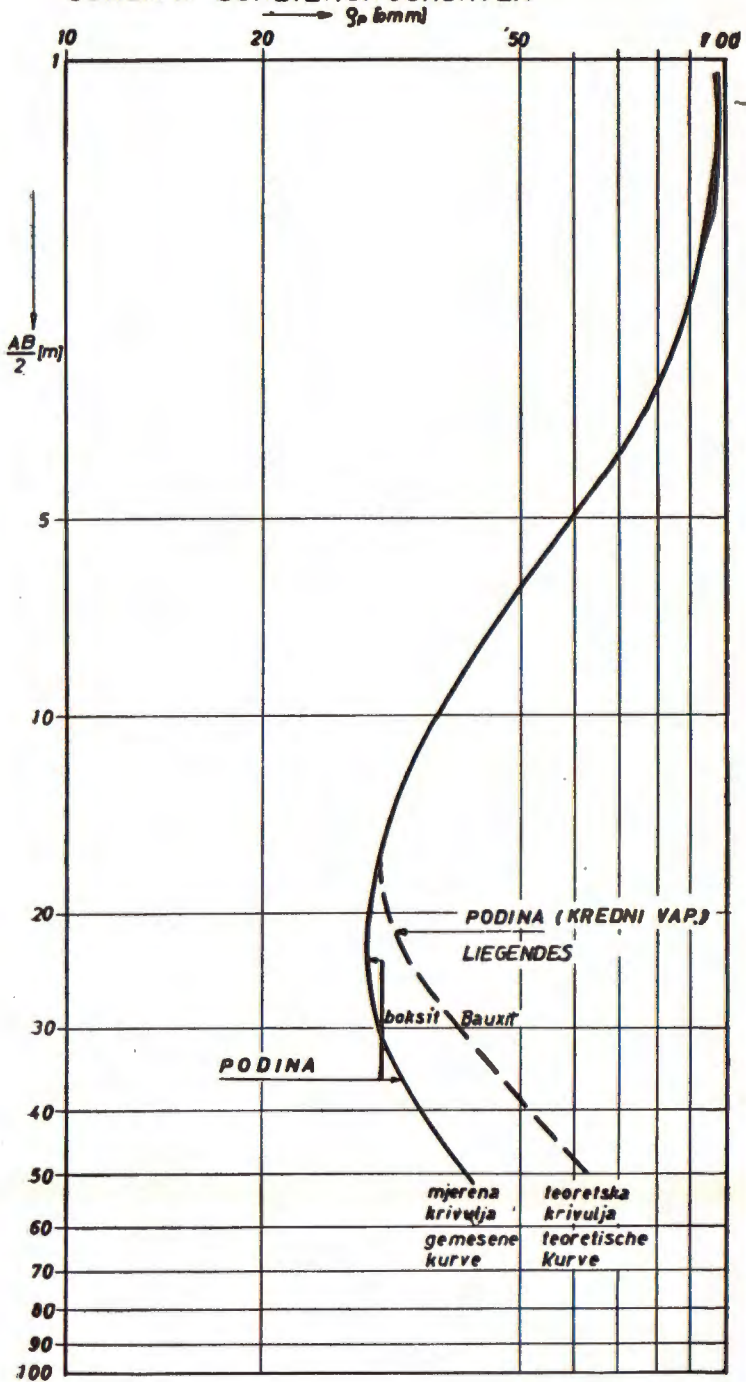
Unazad dvije godine pristupilo se je i geofizičkim mjerenjima sa svrhom da se do krajnjih granica ekonomizira raspoloživim sredstvima za istraživanje, koje je do tada vršeno isključivo bušenjem od strane geološke službe boksitnih rudnika Mostar.

GEOLOŠKE PRILIKE I METODE GEOFIZIČKIH ISTRAŽIVANJA

Izbor geofizičkih metoda istraživanja jedne korisne rudne pojave potčinjen je osnovnoj činjenici, da se određenom metodom može samo onda postići cilj ako rudno tijelo, prema okolnim stijenama, posjeduje zadovoljavajuću razliku u izvjesnoj fizičkoj osobini (direktna metoda), ili ako je ležište vezano za određenu geološku strukturu koja ga izdvaja iz okoline (indirektna metoda).

Geološki odnosi na pojavama boksitnih rudišta Hercegovine i fizikalne osobine boksita i popratnih stijena imaju sasvim određena obilježja. Utvrđeno je i bitno je da su sve pojave boksitnih ležišta vezane za vapnenac kao podinu. Ležišta se tipično javljaju kao ispunjena udubljenja karstificirane vapnenjačke podloge (paleoreljefa). Ovakva geološka struktura omogućila je primjenu indirektna metode. Izoome pri homogenoj krovini, za određenu dubinu zahvata, odražavale su svojim tokom oblik paleoreljefa. Vrijednosti specifičnog električkog otpora podinskog vapnenca su oko 1000 omm i više, a boksita od 200 do 250 omm (mjereno na izdancima). Neposredna krovina boksitnih ležišta je vrlo raznolika po svom sastavu. U jednom slučaju to je laporoviti vapnenac otpora 400 omm, ograničene debljine 10–15 m, na kojem slijedi kompaktni prominski vapnenjački konglomerat otpora većeg od 1000 omm. Ako dodamo da su moćnosti boksitnih ležišta i preko 15 m, onda je evidentna upotrebljivost direktne metode u vidu električkog sondiranja.

SONDA 11 SONDIERUNGSKURVEN



Sl. 3. Teoretska i mjerena krivulja električkog sondiranja
 Abb. 3. Sondierungskurven (theoretische und gemessene)

U drugom slučaju neposredna krovina je glinovito-laporovita serija (otpora 20–30 Ω mm) gdje je električka direktna metoda praktički nepotrebna. Kod ograničene moćnosti boksita i dobro vodljivog i moćnijeg pokriva dolazi se do slučaja kada iz krivulje sondiranja nije moguće direktno zamijetiti uticaj boksita.

Ovako litološko razgraničenje neposredne krovine mnogo je pomoglo npr. pri geofizičkom istraživanju boksita Zagorja, područja sjeverozapadne Hercegovine, u kojem su posljednje godine isključivo vršena geofizička istraživanja.

Magnetska metoda primjenjena je u više slučajeva također sa uspjehom. Boksit svojom susceptibilnošću izdvaja se izvjesno od popratnih sedimentnih stijena, a ta činjenica omogućila je primjenu magnetske metode kao direktnog načina istraživanja.

Obrađujući dva posebna lokaliteta u području Hercegovačkog Zagorja iznosim problematiku i rezultate istraživanja.

LEZIŠTE GAŠPAROVE KUĆE

Jedna široko disecirana potočna uvala razotkrila je boksitno ležište na kontaktu kreča – laporovito pješčana prominska serija. Izdanak boksita i neposredna krovina ručno su bušeni 1958. godine, te je rudno tijelo i omeđeno na osnovu rezultata tih bušenja (sl. 1 u prilogu). Podaci bušenja su bili nepouzdana, time i konture tijela. Geološka služba boksitnih rudnika stavila je u zadatak da se detaljno geofizički ispita uže područje krovine oko izdanka boksita. Rezultat nije izostao, rezerve rudne substance povećane su za oko 20 puta nakon mašinskog bušenja usmjerenog prema rezultatima geofizičkog istraživanja.

Istraživanje je izvršeno električnim sondiranjem sa razmakom sonde 20–25 m i rasponom vanjskih elektroda do 150 m. Uz to je vršeno i magnetsko profiliranje mjerenjem promjene vertikalnog magnetskog intenziteta (ΔZ). Ovako kombinirano istraživanje magnetskom i električkom metodom dalo je pouzdane podatke. Specifičan slučaj predstavlja rezultat na zapadnom dijelu rudnog tijela. Tu je dobivena anomalija izdužena u smjeru istok-zapad. Iz dobivene anomalije dalo se pretpostaviti da konture rudnog tijela, na osnovu provedenog ručnog bušenja, nisu dobro postavljene. U produženju ove magnetske anomalije izvršeno je i električko sondiranje, sa ciljem da se ocijeni dubina paleoreljefa. Na osnovu interpretacije magnetskih i geoelektričkih mjerenja izgrađen je prognozni profil B–B (sl. 2 u prilogu). Naknadnim mašinskim bušenjem (B 730 i B 807) u potpunosti su potvrđene prognoze dane geofizičkim mjerenjem. Utvrđeno je, da se rudno tijelo od bušotine 12 produžava prema istoku, u jednoj uskoj ali do 20 m moćnoj pseudo-žili.

Uz jugoistočnu konturnu liniju imamo moćnu krovinu, preko 20 m, i tu je isključivo geoelektričko sondiranje riješilo problem daljnjeg mehaničkog istraživanja. Bušotina 25 je prema rezultatima ručnog bušenja bila negativna, bušeno je 3 m kroz površinski nanos i 18 m kroz la-

porovito pješčanu seriju tj. na 21 m nabušen je vapnenac. Interpretacijom pak krivulje električkog sondiranja E 11 koja je smještena na bušotini 25 ocijenjena je granica podinskog vapnenca tek na 35 m, što znači da je ručno bušenje zaustavljeno u krovini, u nekom vapnovitom ulošku. Usporedba mjerne krivulje E 11 sa teoretskom krivuljom (sl. 3), izgrađenom pod pretpostavkom da je granica krednog vapnenca na dubini 21 m, dokazuje da rezultate ručnog bušenja moramo smatrati nepouzdanima. Dakle, interpretacijom sonde E 11 i niza drugih u neposrednoj blizini dobivena je jasna slika strukturnog zalijeganja ležišta. Izgrađen je prognozni profil (sl. 4 u prilogu) i dani prijedlozi za daljnje mehaničko istraživanje – južno od kontaktne linije – koje je također imalo pozitivan rezultat.

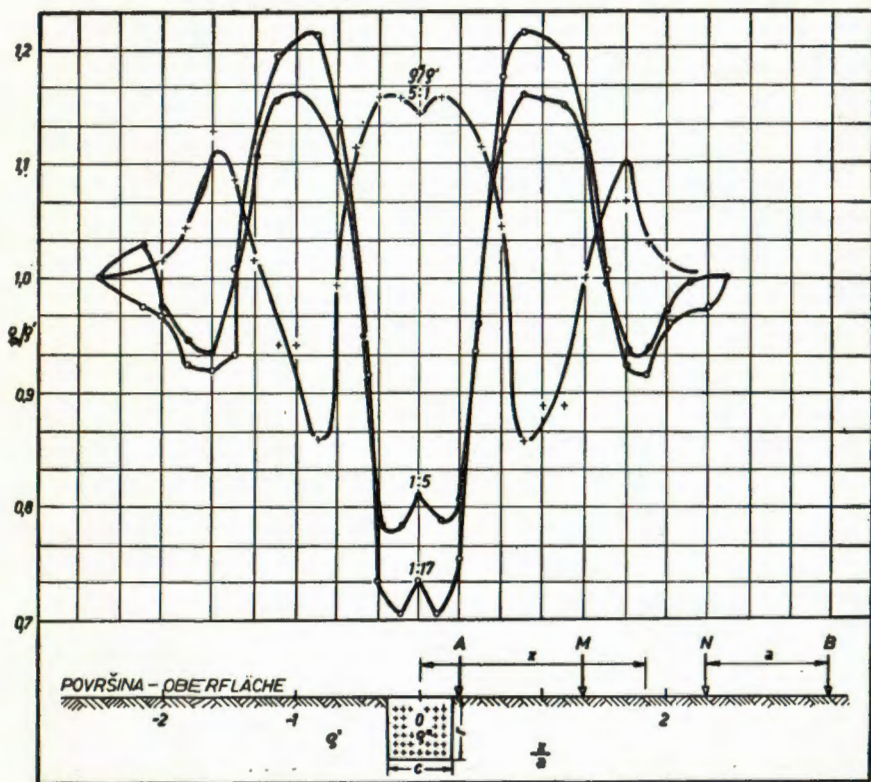
Vidimo često puta da je i uz najbolji raspored bušotina mehaničko istraživanje ležišta boksita nesigurno. Ležišta posjeduju vrlo nepravilne konture i geolizičke metode mogu dobro da posluže ne samo da pronađu nepoznata tijela nego i da pomognu pri definitivnom određivanju kontura, već djelomično poznatog, rudnog tijela.

JAZIN OSREDAK

Ovaj lokalitet nalazi se na samom zapadnom rubu tercijarne sinklinalne Zagorja. Krovinski sedimenti – pješčano-laporovita serija – dosežu najveću debljinu do 40 m. Predio je istraživani indirektnom metodom, tj. ispitivane su forme paleoreljefa koji bi strukturno mogle predstavljati ležišta boksita. Kao najpovoljniji način odabrana je metoda mjerenja prividnog specifičnog električkog otpora sondiranjem, sa razmakom sonde 20–30 m. Iz podataka sondiranja rađene su karte izooma za pojedine zahvate po dubini. Električko sondiranje prihvaćeno je kao osnovna metoda zato, što daje mogućnost da se lakše korigiraju mjereni prividni otpori od utjecaja površinske nehomogenosti.

Problem površinske nehomogenosti nas isključivo i interesira. Krški predjeli obiluju površinskim nehomogenostima, bilo da se radi o ispunjenim ili neispunjenim vrtačama i drugim oblicima karstificirane površine. Utjecaj površinske nehomogenosti obrađen je laboratorijski za električko profiliranje i sondiranje tj. za prelaz vanjskih i unutarnjih elektroda preko nehomogene površine. Uz eksperimentalne krivulje iznosim nekoliko diagrama električkog sondiranja sa područja Jažinog Osredka. Oni će poslužiti kao primjer utjecaja površinske nehomogenosti i mogućnosti korekcije mjernih otpora, zapravo, za iznalaženje popravljenih prividnih električnih otpora za određene dubine zahvata, a koji služe kao podaci za sačinjavanje karti izooma.

Za profiliranje, tj. za prelaz svih elektroda preko nehomogene sredine (raspored elektroda po Wenneru) eksperimentalni diagrami otpora, za određeni oblik tijela (isječak polucilindra sa $r = c$) i promjenljivi odnos otpora e''/e' , dan je na sl. 5. U ovom slučaju izrađene su krivulje samo za nehomogenosti koje su po veličini manje od razmaka elektroda, jer je takav odnos bio najčešće susretan pri mjerenju na terenu.



Sl. 5. Eksperimentalne krivulje prividnog električkog otpora pri profiliranju preko površinske nehomogenosti

Abb. 5. Experimentalkurven des scheinbaren elektrischen Widerstandes bei der Sondierungen über unhomogene Oberfläche

Za električko sondiranje (Schlumbergerov raspored) iznosim također krivulje dobivene na modelu istog oblika kao i kod profiliranja, s tim da je odnos $b/c = 2$ (b = baza elektrodnog rasporeda) (sl. 6). Vidimo da je promjena otpora daleko značajnija kod prelaza svih elektroda preko površinske nehomogenosti, ali i kod prelaza samo vanjskih elektroda (sondiranje) promjena prividnog otpora doseže značajne vrijednosti.

Uzmimo primjer triju sonde u području Jažin Osredak (E 189, 191 i 192). Navedene sonde raspoređene s uuzduž jednog suhog riječnog korita, djelomično zapunjenog valuticama, na različitim rastojanjima od njegove sredine (sl. 7 u prilogu). Sonde bilježe na svojim krivuljama otpora promjene čija forma je tipična za utjecaj površinske nehomogenosti. U usporedbi s eksperimentalnim krivuljama, vidljivo je da tačka infleksije S na krivuljama otpora nastupa tačno na rastojanju $AB/2$ jednakom udaljenosti od sredine rasporeda elektroda do sredine tijela,

koje predstavlja površinsku nehomogenost. Način na koji treba popraviti anomalne vrijednosti prividnog otpora na diagramu sondiranja, uzrokovane površinskom nehomogenošću, nameće se sam od sebe. Potrebno je na diagramu sondiranja (vrijednosti ρ_p i $AB/2$ ucrtane su u aritmetičkom odnosu) kroz tačku infleksije povući krivulju koja bi se asimptotski približavala neporemećenom dijelu diagrama -- ispred i iza tačke infleksije. Ako koristimo prividne otpore za izradu karata izooma, onda ćemo sa tako popraavljenog diagrama očitati vrijednosti otpora, a ne direktno iz zapisnika mjerenja.

Terenske i eksperimentalne krivulje pokazuju da su u navedenim slučajevima mogući popravci prividnog otpora i do 10%, što zavisi o položaju površinske nehomogenosti prema bazi rasporeda elektroda i s obzirom na raspon elektroda $AB/2$ -- čiji prividni otpor koristimo u danom slučaju za sastav karte izooma. Karta izooma za Jažin Osredak izrađena je baš na osnovu popraavljenih vrijednosti prividnog otpora. Time je ona dala bolju sliku forme paleoreljefa, i kao krajnji cilj, pozudanije, usmjerenje istražnih bušenja.

Pri identificiranim geološkim uslovima sa uspjehom su primijenjene geofizičke metode istraživanja boksita: električko sondiranje i geomagnetska mjerenja kao direktna metoda, te električko sondiranje kao indirektna metoda. Za primjenu ove posljednje važno je odstranjivanje utjecaja površinske nehomogenosti iz rezultata mjerenja prividnog električkog otpora sondiranjem. Eksperimentalne, laboratorijski izrađene krivulje, za neke slučajeve površinske nehomogenosti, omogućile su potpuno sagledavanje ovog problema i praktičnu upotrebljivost upravo na radovima geofizičkog istraživanja boksita Hercegovine.

U okviru terenskih i laboratorijskih radova osobita pomoć pružena mi je od strane prof. J. Baturića, te mu i na ovom mjestu srdačno zahvaljujem.

*Zavod za rudarska mjerenja
i geofizička istraživanja.
Tehnološki fakultet,
Zagreb, Pierottijeva 6*

Primljeno 26. 12. 1962.

LITERATURA

- Baturić J. & Tufekčić D., (1961-1962): Izvještaji o geofizičkom istraživanju boksita u Hercegovini. Arhiv Boksitni rudnici Mostar.
- Keneth L. & Russes L. (1961): Theoretical horizontal resistivity profiles over hemispherical sinks. Geophysics, 26, No 3.
- Patrlj D. (1958): Rezultati istraživanja ležišta boksita Gašparove kuće. Arhiv Geol. zav. Sarajevo.

D. TUFEKČIĆ

GEOPHYSIKALISCHE BAUXIT-UNTERSUCHUNGEN IN DER HERZEGOVINA

Bei identifizierten geologischen Bedingungen werden geophysikalische Methoden für Bauxit-Untersuchungen mit Erfolg angewendet, u. zw.: geoelektrische Sondierungen und Geomagnetik als direkte Methoden, sowie elektrische Sondierung als indirekte Methode. Bei Anwendung der letzten ist es sehr bedeutsam, die Einflüsse der Unhomogenität der Oberfläche zu beseitigen, die aus den Resultate der Messungen des scheinbaren elektrischen Widerstandes mit Sondierungen hervorgehen.

Experimental im Laboratorium gewonnene Kurven ermöglichen für einige Fälle von Unhomogenität der Oberfläche einen vollkommenen Einblick in dieses wie auch die praktische Brauchbarkeit, besonders bei den geophysikalischen Bauxit-Untersuchungen in der Herzegowina.

*Institut für bergmännische Messungen und
geophysikalische Untersuchungen,
Technologische Fakultät, Zagreb,
Pierottijeva 6*

Angenommen am 26. Dezember 1962.

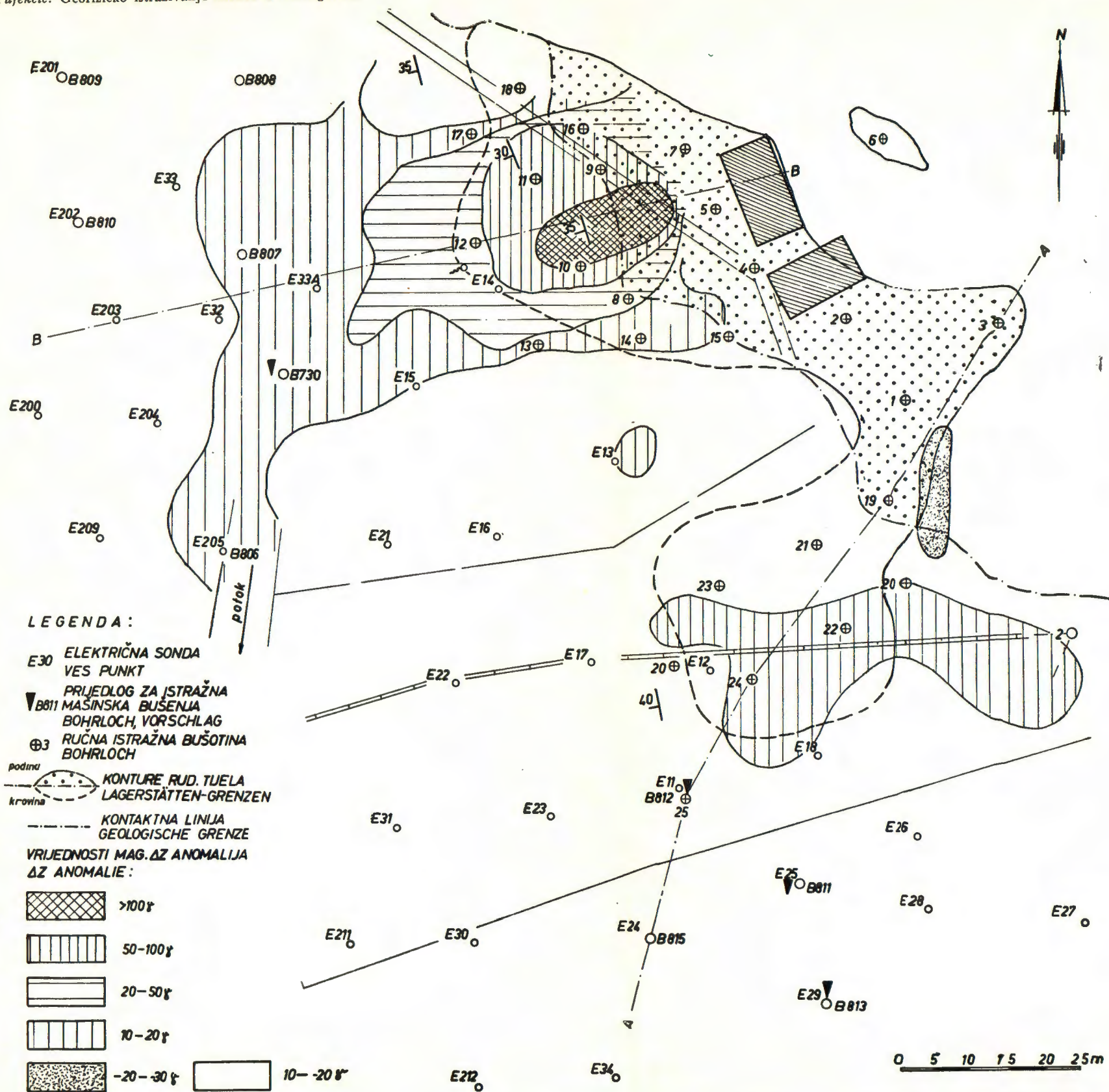
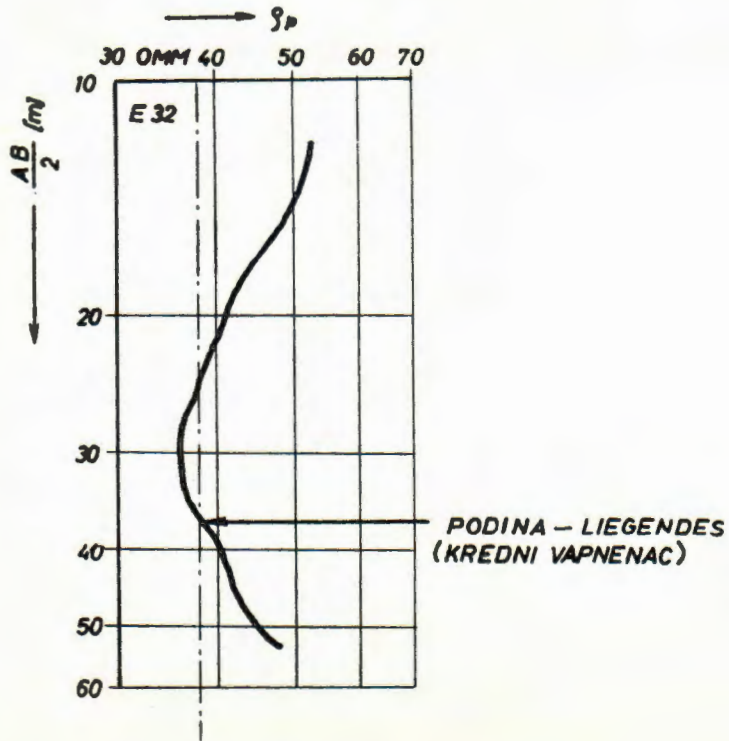


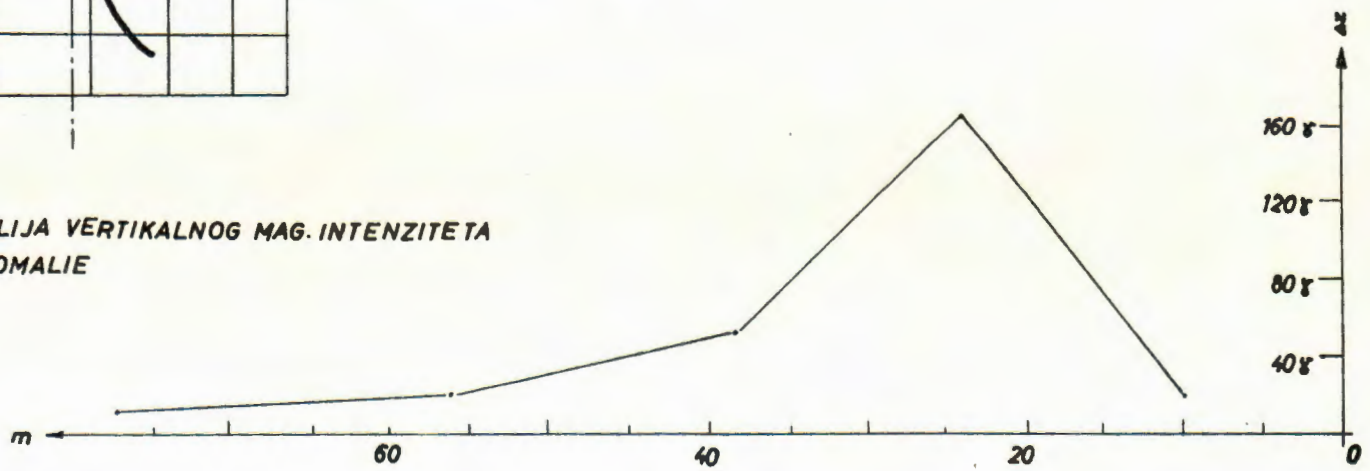
DIAGRAM ELEK. SONDIRANJA
SONDIERUNGSKURVE



LEGENDA-LEGENDE :



ANOMALIJA VERTIKALNOG MAG. INTENZITETA
 ΔZ -ANOMALIE



PROGNOZNI GEOLOŠKI PROFIL
GEOLOGISCHES PROFIL - PROGNOSE

