

ULOGA GEOFIZIKE U GEOLOŠKIM  
ISTRAŽIVANJIMA HRVATSKE OD  
1951. DO 1961. GODINE

Praktična ili primijenjena geofizika jedna je od najmlađih prirodnih nauka. Prošlo je zapravo tek nekoliko desetaka godina, otkako se u većoj mjeri koristi za rješavanje mnogobrojnih problema. Poticaj za primjenu geofizike u praktične privredne svrhe došao je iz osnovne privredne grane — rudarstva, i to zbog potrebe za usavršavanjem starijih i pronalaženjem novih načina istraživanja rudnih ležišta. Geofizika prolazi brzo okvir uspješne praktične primjene samo u rudarstvu. Značajni uspjesi geofizičkih otkrivanja i ispitivanja naftonosnih struktura potiču geologe i druge stručnjake, da primijene geofizičke metode i za rješavanje drugih geološko-tektonskih, geološko-hidroloških i inženjersko-geoloških problema i praktičnih zadataka.

Većina zadataka rješava se pomoću ovih osnovnih metoda: gravimetrijske, magnetometrijske, seismičke i geoelektrične. U posebnim slučajevima primjenjuju se još i ove metode: geotermijska, radioaktivna i druge.

Odmah nakon oslobođenja naglo se razvija praktična primjena geofizičkih metoda istraživanja, koje su u prvom redu omogućile tačno lociranje brana za akumulacijska jezera: Fužine, Lokve i dr. Na tim radovima je započela aktivnost stručnog kadra Tehničkog fakulteta sa studentima rudarstva.

Od godine 1947. do 1949. suradnjom sa »Geozavodom« nastavlja se u neprekidnom radu mnoga geofizička istraživanja.

Pomoću geomagnetske metode istraživala su se ležišta Fe-rude u Bosni (Ljubija, Vareš) i Hrvatskoj (Bešlinac) i određivale naftonosne strukture srednje i južne Dalmacije.

Gravimetrijskom metodom određivale su se naftne strukture u Kovin-Gaju. Istom metodom radilo se u podzemlju na ležištima željezne rude u Bosni (Vareš).

1952. god. počinju geofizička i hidrogeološka istraživanja za pronalaženje vode na otoku Visu. Nakon uspješno riješenog problema vodoopskrbe prelazi se i na druge otoke krškog terena: Brač, Hvar, Korčula, Ugljan i na poluotok Pelješac.

Osim u Jadranskom pojasu slični radovi izvođeni su u većem opsegu u Bosni (Zenica, Maglaj, Zavidovići).

Za istraživanje vode u našem kršu primijenila se geoelektrička metoda specifičkoga otpora s velikom bazom i kroz iskustvo stvorene su specifične hidrogeološke metode istraživanja.

Geoelektrička i hidrološka mjerenja »kaverna« u rudniku Raši započeta 1954. god. imala su zadatak da privedu proizvodnji velike rezerve ugljena blokirane prodorom morske vode u niže dijelove rudnika. Zadatak je nakon dugih naučnih obrada riješen injektiranjem u suradnji s poduzećem »Geoistraživanja«. Uskoro će početi eksploatacija ugljena u tom dijelu rudnika, a time i povećana produkcija.

1959. god. istraživana je mogućnost povećanja kapaciteta ljekovitog sumporovodičnog izvora — Splitske toplice.

Hidrogeološkim istraživanjima na Rudniku kamene soli u Tuzli nastojalo se riješiti problem proticanja podzemne vode koja izlužuje sol. Sada se vrše geoelektrička i geomagnetska istraživanja ležišta boksita u okolini Mostara u suradnji sa geološko-istražnom službom rudnika.

Kao naučno dostignuće treba spomenuti brze približne i stroge metode izjednačenja geomagnetskih i gravimetrijskih mreža.

Uz mnogobrojne terenske radove i laboratorijska ispitivanja uzgajan je stručni kadar, koji danas uspješno radi na geofizičkim istraživanjima.

U god. 1951. osnovan je Zavod za geofizička ispitivanja koji se kasnije mijenja u privredno poduzeće »Geofizika«.

U prvim godinama pomaže razvoju ovog stručni kadar Tehničkog fakulteta.

Ovdje donosimo prikaz radova u pojedinim granama geofizičkih istraživanja, na kojima je poduzeće »Geofizika« radilo, i time pomoglo geološkom istraživanju.

#### GEOELEKTRIČKA ISTRAŽIVANJA

Težište rada bilo je rješavanje zadataka s područja inženjerske geologije i rudnih ležišta. Veoma opsežni istražni radovi izvedeni su na područjima hidroelektrana i akumulacija Peruća, Rama, Jajce II, Gračačko polje, Gradec; manji su radovi izvršeni na Rječini, Plivi, Gusić polju, Kompolju, Trebišnjici, na pojedinim lokalitetima HE Split. Veliki doprinos dala su geoelektrička ispitivanja rješavanju hidrogeoloških problema. Među opsežnije i veoma uspješne radove ubrajaju se ispitivanja na Sarajevskom polju, Bohori kod Maribora, Kamnici kod Maribora, Petrinji (arteška voda). Niz geoelektričkih ispitivanja vodoopskrbnog karaktera izvršeno je u priobalnom području i na otocima: Martinšćica, Lastovo, Hvar, Pelješac, Blatsko polje, Trpanj, Šolta.



Za potrebe rudarstva izvršeno je više ispitivanja rudnih ležišta barita, limonita i veoma opsežna ispitivanja rudišta boksita na području Istre i kod Drniša. Uspješna su geoelektrična ispitivanja bila izvršena na području ugljenog bazena Kreka, i to kako na području sjevernog sinklinorija tako i na području južne sinklinale. Osnovni zadaci bili su utvrđivanje kontakta pijesak—glina i kartiranje ispod nanosa rijeke Jale i Spreče, a na jednom mjestu određivanje protezanja osnovnog gorja (serpentina).

God. 1956. izvršena su probna geoelektrična ispitivanja kod Vrbovca radi proučavanja mogućnosti primjene geoelektrike u naftnoj geologiji. U idućim godinama bilježi se sve veći porast izmjerenih geoelektričnih sonda. Ispitivanja su izvršena na većem broju zadataka u moslavačko-savskom, dravskom i jadranskom pojasu. Primjerna geoelektrike bila je ograničena na određivanje dubine i konfiguracije temeljnog gorja i ispitivanja njegovih tektonskih odnosa. Kao naročito uspješni mogu se nabrojiti radovi na području Moslavačke gore, u Baranji, Visokoj Gredi, Lepavini, Janja Lipi i Ferdinandovcu. Ispitivanja na području istraživanja nafte predstavljaju danas težište rada geoelektričkih metoda ispitivanja.

Veoma uspješna ispitivanja metodom vlastitog potencijala bila su izvršena u okviru jako opsežnih geološko-geofizičko-rudarskih istražnih radova u Burmi. Zahvaljujući uspješnom radu naših geofizičara otkrivena su veoma velika, dosad pretežnim dijelom nepoznata rudna ležišta bakarnih ruda. Ispitivanja manjeg obima izvršena su također uspješno kod istraživanja malih rudnih leća i slojeva olovno-cinkanih ruda na području Istočne pustinje UAR.

## GRAVIMETRIJSKA ISTRAŽIVANJA

Prvih godina vršena su mjerenja uglavnom na području Panonskog bazena. Njima je uspjele otkriti veći broj interesantnih struktura, koje su zatim detaljnije istraživane seismikom i drugim metodama. Od 1954. pristupilo se i istraživanju jadranskog pojasa radovima u Ravnim Kotarima, koja su kasnije proširena i na područje zadarskih otoka, Istre i Kvarnera.

Prvih godina radilo se torzionom vagonom i starim tipovima gravimetra, a od 1958. godine prešlo se na rad modernim instrumentom Worden, dok su stariji instrumenti postepeno do 1960. izbačeni iz upotrebe. Time je poboljšana kvaliteta i brzina rada te se od 1958. prešlo na sistematsko mjerenje cijelog terena Podravine, i to preciznim i detaljnim mjerenjima, koja su omogućila otkrivanje i dubokih struktura, koje se dotada gravimetrijskim mjerenjima obično nisu mogle konstatirati.

U 1959. i 1960. izvršena su gravimetrijska mjerenja na području Etiopije radi istraživanja naftonosnih struktura. U 1960. godini započelo se i gravimetrijskim mjerenjima radi istraživanja vode u Egiptu.



Gravimetrijski radovi bili su izvršeni i na gdjekojim manjim terenima radi istraživanja ugljena i u vezi s istraživanjem terena za vodene akumulacije.

### GEOMAGNETSKA ISTRAŽIVANJA

Ova istraživanja su se vršila za potrebe nafte, rudarstva i za inženjersko-geološke svrhe. Do sada je izvršen sistematski premjer čitave jadranske obale za potrebe naftne industrije, a na području tercijara Panonskog bazena izvršena su mjerenja na većem broju izoliranih terena.

Na geomagnetskom istraživanju željeznih ruda radilo se na području Zagrebačke i Samoborske gore i Bukovice u Hrvatskoj i Visokog u Bosni. Mjerenja su otkrila nove rudne rezerve na mnogim mjestima. Magnetska mjerenja također su vršena u inozemstvu, i to u Burmi na istraživanju bakarnih ruda, a u Egiptu na istraživanju olovno-cinkanih ruda, oboje kao dopuna geoelektričkom mjerenju. U Etiopiji je izvršeno istraživanje radi određenja naftnih struktura.

### SEIZMIČKA ISTRAŽIVANJA

God. 1951. započeta su ova istraživanja na terenima naftonosnih polja. Vrlo često je njihova uloga bila odlučna, pa je do otkrivanja nekih ležišta došlo skoro isključivo zaslugom seizmike. Dovoljno je da kao primjer spomenemo otkrivanje strukture Stružec, našeg najvećeg proizvođača nafte, zatim polja Ferdinandovac i perspektivnih struktura Pitomača, Podravska Slatina, Lipovljani itd. Znatno doprinos dala su seizmička ispitivanja i na području obalnog pojasa. Iako ti radovi znače tek početak sistematskog izučavanja te zone, ipak su već postignuti i prvi rezultati (Istra, Ravni Kotari, Ulcinj).

Prvih godina radilo se starom seizmičkom aparaturom, a danas se prešlo na rad sa novim modernim aparaturama, od kojih su neke posljednja riječ tehnike u toj grani djelatnosti.

Osim zadataka na naftnim poljima rješavana je problematika strukturnih odnosa u nekim našim ugljenim bazenima (Kreka, Aleksinac, Golubovac, Ladanje). Radilo se i na ispitivanju podloge projektiranih akumulacijskih bazena i brana, pa su investitoru dani podaci o elastičnim osobinama stijena.

Pri ispitivanju za naftu i ugljen primjenjivana je bila samo reflektivna seismička metoda. Međutim nedavno se započelo i s ispitivanjima metodom refrakcije, što može dati neke prednosti pri rješavanju specijalnih problema i pružiti dopunske podatke o geološkim odnosima u područjima, koja su već reflektivno ispitana.

Da bi se uočilo razvoj primjenjene geofizike u posljednjih 10 godina navode se tabele kapaciteta i osoblja poduzeća Geofizika iz kojih je vidljiv nagli uspon.

»GEOFIZIKA« — KAPACITETI

TABELA I

	1951.	1961.
GRAVIMETRIJA	3 (2 Askanić, 1. Nörgard)	7 (3 Wordena u radu)
MAGNOMETRIJA	2	6 (s automatskom registracijom)
GEOELEKTRIKA	2 Siemens 1 Ambronn 1 elektromagnetska	9 Ambronna 3 Siemens 1 elektromagnetska 1 Turam
SEISMIKA	1 12-kanalna	7 24-kanalnih (6 u radu, od toga 1 s magnetskom registracijom) 3 radiostanice
BUŠENJE	16 geofona 1 motorna	preko 700 geofona 14 motornih 5 kompresora 2 čekića 16 ručnih garnitura
GEODEZIJA	3 instrumenta	25 instrumenata
Vozila	8	80
KOMPLETNI ELEKTROLABORATORIJ —		da
AUTOMEHANIČKA RADIONICA S POTREBNIM UREDAJIMA		
RADOVI U INOZEMSTVU S KOMPLETNOM OPREMOM ZA KAMP		

»GEOFIZIKA« — OSOBLJE

1951.	1961.
8 inženjera	40 inženjera (i s fakult. spremom)
16 tehničara	92 tehničara
27 ostalo osoblje	131 kvalificiranih radnika
<u>51 ukupno</u>	87 ostalo osoblje
	<u>341 ukupno</u>

ELEKTROKAROTAŽNA MJERENJA

Nakon oslobođenja ova mjerenja i perforacije na naftnim terenima Jugoslavije vršili su ruski stručnjaci, koji su rezultate i interpretirali.

God. 1948. firma Schlumberger uz aparaturu upućuje i svoje stručnjake, koji su imali dužnost da osposobe naše ljudstvo za rad na aparaturnama.

U međuvremenu nabavljaju se još neke aparature i nakon godine 1952. poduzeće »Naftaplin« formira »Pogon za elektrokarotažna (EK) mjerenja«.



Sve veći opseg radova na bušenju i na proizvodnji nafte i plina iziskuje formiranje posebnih ekipa za EK mjerenje a posebno za perforacije.

Dok se u početku razvoja naftne industrije Jugoslavije zadovoljava samo s osnovnim operacijama EK mjerenja, kao:

- a) konvencionalne EK (normalni mali i veliki sond i inverzni sond)
- b) mikrolog
- c) promjer bušotine
- d) inklinacija
- e) mjerenje pada slojeva
- f) uzimanje bočnih jezgri
- g) mjerenje temperature

razvojem modernijih metoda u svjetskoj naftnoj industriji pokazala se potreba primjene tih metoda i u našoj naftnoj industriji, tako da danas uz navedene metode postojeće aparature obavljaju još i:

- h) mjerenja laterologom
- i) sondom za vapnence
- j) mjerenje sa RA sondom:
  - 1) prirodni radioaktivitet (gama karotaža)
  - 2) sekundarno izazvani (neutron karotaža)

Sva determinacija naftnih, plinskih, vodonosnih slojeva, kao i interpretacija njihovih fizičkih osobina bazira se na EK mjerenjima. U kombinaciji tj. nadopuni stratigrafskih podataka vrši se usporednom metodom determinacija geoloških podataka.

Određivanje strukturnih oblika i tektonike na naftnim poljima uglavnom se bazira na usporedbi EK diagrama. Geofizičke metode (seizmika itd) često se nadopunjavaju sa rezultatima EK diagrama u bušotinama — mjerenje brzina.

Primjena RA izotopa u vezi sa EK mjerenjima u naftnoj industriji sve više dolazi do izražaja.

Osim u naftnoj industriji postojeće metode primjenjuju se i na determinaciju slojeva ugljena (Kreka i Velenje), slojeva soli (Tuzla) i vodonosnih slojeva za industrijske potrebe gdje su dobiveni zadovoljavajući rezultati.

Razvoj EK mjerenja u posljednjih 10 godina najbolje je predočen u tabelama kapaciteta i osoblja »Pogona EK mjerenja«.

TABELA II

POGON ZA EK MJERENJA — KAPACITETI

	1951.	1961.
E. K. EKIPE	2 (2 Dems)	3 (2 Dems — 1 Inter-nacional)
EKIPE ZA PERFORACIJE	2 (jedna zastarjela)	2 (1 nova nabavljena)

DUBINSKI MANO-  
METAR

	1 (Amerada)	2 (Amerada)
<b>OSOBLJE</b>		
	1951.	1961.
inženjera .....	—	1
tehničara .....	7	13
ostalo osoblje .....	14	22
ukupno ...	21	36
Osoblje izvan pogona za EK mjerenja (interpretatori pri upravi »Naftaplina«)		
	1951.	1961.
inženjera .....	2	2
tehničara .....	1	2
ukupno ...	3	4

Iz svega napred izloženog očito je, da je uloga geofizike geološkim istraživanjima pokročila velikim koracima napred u posljednjih 10 godina, i da je u budućnosti očekivati još veću saradnju geologa i geofizičara.

*Zavod za rudarska mjerenja  
i geofizička istraživanja,  
Zagreb, Kačićeva 26*