

Geol. vjesnik	Vol. 36	str. 267—273	Zagreb 1983.
---------------	---------	--------------	--------------

UDK 550.38(497.13)

Prethodno saopćenje

Aeromagnetski podaci i zemljina kora na pravcu Dugi otok — Koprivnica

Slobodan VUKAŠINOVIC

Geoinstitut, Rovinjska 12, YU—1100 Beograd

Aeromagnetskim ispitivanjima dobijeni su podaci koji ukazuju da geomagnetsko polje duž profila odlikuju uglavnom blage promene, sa malim horizontalnim gradijentom; izrazitije ispoljene anomalije su malobrojne. Uzročnici ustanovljenog anomalnog magnetskog polja prostorno su vezani i za gornji i za donji deo Zemljine kore. Na osnovu karakteristika anomalnog magnetskog polja i drugih relevantnih geološko-geofizičkih podataka šire teritorije, determinisani su dubinski razlozi i izvršena je opšta geotektonska rejonizacija duž ispitivanog profila.

The data obtained by aeromagnetic survey indicate the gentle variations of geomagnetic field, with low horizontal gradient, along the investigated section. The well defined anomalies are rather infrequent. The anomalous sources are spatially related both to upper and lower parts of the Earth's crust. Based on the characteristics of the anomalous magnetic field and other regional geological and geophysical data, the deep lineaments were determined, and the general geotectonical subdivision, with delineation of most important geotectonic units, have been obtained along the investigated section.

Aeromagnetska ispitivanja duž profila Dugi Otok — Koprivnica izvedena su 1980. g., u cilju izučavanja geološke građe Zemljine kore. U istom cilju duž ovog profila izvodi se i duboko seizmičko sondiranje. Investitori ispitivanja su Republički komitet za znanost, tehnologiju i informatiku — Zagreb i Republički sekretarijat za privredu — Sarajevo.

Aeromagnetska merenja izvršena su iz aviona sa protonskim magnetometrom osetljivosti 0.1 nT, duž tri maršrute međusobno udaljene 4 km (v. prilog 1). Od Dugog Otoka prema pučini Jadrana maršrute su se pružale 20 km. Merenja su obavljena na dva visinska nivoa: viši nivo imao je istu apsolutnu visinu — 2500 m, dok je na nižem nivou avion blago sledio osnovne morfostrukture terena na prosečnoj relativnoj visini leta od oko 500 m. U cilju povezivanja maršruta izvršena su i merenja duž poprečnih trasa, koje su se pružale po jedna na oba periferna dela uzdužnih — osnovnih maršruta. Radi kontrole rada aeromagnetometra i određivanja tačnosti merenja ponovljena su merenja na nekim kraćim delovima središnje maršrute, na delovima koji uključuju i terene sa relativno mirnim magnetskim poljem. Srednja kvadratna greška merenja iznosi $\pm 0,8$ nT.

Rezultati aeromagnetskih merenja grafički su prikazani na prilogu 1 u vidu dijagrama ΔT intenziteta oba nivoa sve tri maršrute, od kojih su

oni za bočne maršrute — 1 i 3, radi preglednosti, translahirani u odnosu na situaciouu položaj dotičuuh maršruta. Geotektonska interpretacija dijagrama — anomalnog polja ΔT grafički je iskazana na prilouu 2, uz dijagrame ΔT središnje maršrute (maršrute 2).

KARAKTERISTIKE DIJAGRAMA — ANOMALNOG POLJA ΔT

Posmatrajući u globalu dijagrame ΔT intenziteta ove tri maršrute i oba visinska nivoa (v. prilou 1) može se konstatovati da su po formi veoma sličui i da iskazuju mahom blage promene geomagnetskog polja, na najvećem delu profila horizontalni gradijent je neznatan. Izrazitije ispoljene anomalije su malobrojue. I po prostranstvu i po intenzitetu izuzetno se ističe anomalija sa maksimumom iznad Jadrana, koja sa negativnim delom zauzima skoro celu jugozapadnu polovinu profila. Markantue su i anomalije »lokalnog« karaktera u središtu i na severoistočnom kraju profila, dok su ostale promene ΔT intenziteta uglavnom u domenu »nultog« — normalnog polja Zemlje. Neke razlike u detaljima anomalnog polja po maršrutama i nivoima su uslovljene horizontalnim i vertikalnim udaljenjem odgovarajućeg dela maršrute, odnosno magnetometra od uzročnika anomalija.

S obzirom na navedeno i vidnije ispoljene regionalne promene dijagrama ΔT , po osobenostima anomalnog polja na profilu se izdvajaju tri dela: jugozapadni, od Jadrana do linije Cazin — Tržac, sa prostranom anomalijom pozitivnog i negativnog znaka; središui, dalje do r. Save, sa »lokalnom« anomalijom i širim povećanjem ΔT i severoistočni, severoistočno od r. Save, sa poljem koje je pretežno blisko normalnom, u kome se ističe jedna »lokalna« anomalija.

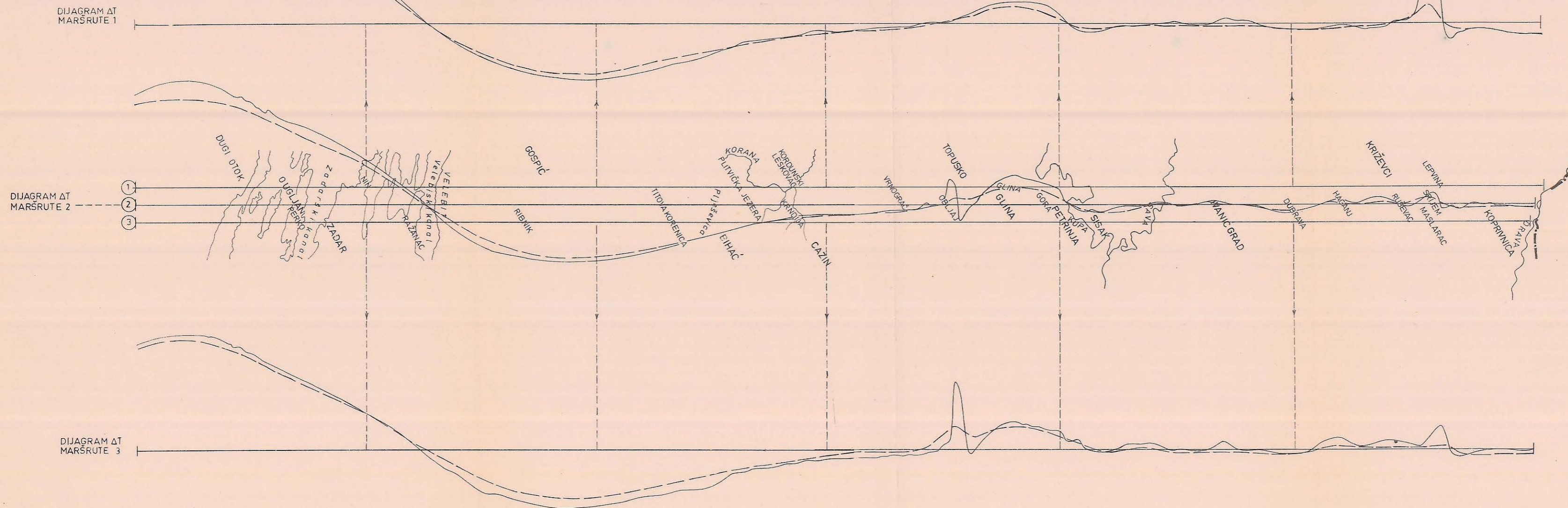
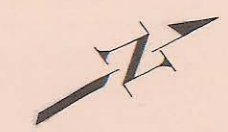
Prostrana anomalija JZ dela nije u celini presečena profilom, a i inače je samo integralni deo jedue impozantue anomalue zone Jadrana, čie postojanje je još ranije utvrđeno brodskim magnetskim merenjima (Damjanović 1968 i Vukašiuović 1980) i aeromagnetskim ispitivanjima na delu srednjeg Jadrana (Vukašiuović 1977). Intenzitet ove anomalije, poznate pod imenom »Jadranska anomalija«, na aeromagnetskim maršrutama je preko stotinu nT. Maksimum intenziteta registrovan je na maršruti 1, na nižem nivou — »500« m. Na nižem nivou registrovane su i manje promene lokalnog karaktera desetak nT.

Anomalno polje središnjeg dela profila karakteriše relativno široka anomalija na sve tri maršrute i oba nivoa i »lokalna« anomalija na maršrutama 2 i 3 oba nivoa. Maksimum intenziteta »široke« anomalije je nekoliko desetina nT, a »lokalne« preko sto nT. Ove anomalije u pravcu jugozapada i severoistoka prelaze u anomalna polja negativnog znaka, intenziteta desetak nT, od kojih one sa jugozapadne strane iskazuju postojanost na priličnoj dužui.

Na SI delu profila, severoistočno od r. Save, geomagnetsko polje je u proseku blisko normalnom, naizmeuično se smenjuju slabo intenzivna povećanja i sniženja ΔT na sve tri maršrute nižeg i delimično višeg nivoa. Dijagrami iskazuju visok stепен korespodentnosti, tako da se pojedine magnetske indikacije mogu pratiti — prepoznati od maršrute do maršrute, iako su u pitanju poglavito niski intenziteti. Najizrazitija indikacija je krajua severoistočna, »lokalna« anomalija sa maksimumom intenzi-

DIJAGRAMI ΔT INTENZITETA NA PROFILU
 DUGI OTOK - KOPRIVNICA
 DIAGRAMS OF ΔT INTENSITY ON THE
 DUGI OTOK - KOPRIVNICA FLIGHT LINES

0 5 10 15 20 Km



||| AEROMAGNETSKE MARŠRUTE
 ||| AEROMAGNETIC FLIGHT LINES

DIJAGRAMI ΔT NA NIVOU 2500m
 DIAGRAMS OF ΔT ON THE LEVEL 2500m

DIJAGRAMI ΔT NA NIVOU „500m“
 DIAGRAMS OF ΔT ON THE LEVEL „500m“

teta od preko sto nT na maršruti 1, nivo »500 m«. Severoistočno od nje anomalno polje je negativnog znaka, sa neznatnim kolebanjima intenziteta do kraja profila. Napominjemo da su dobijeni podaci ovog dela profila u potpunosti saglasni sa podacima odgovarajućeg prostora Dravske depresije koja je ranije ispitana (Vukašinović 1980).

INTERPRETACIJA DIJAGRAMA — ANOMALNOG POLJA ΔT

Registrovane anomalije izazvali su uzročnici čiji prostorni položaj, dubinu i delimične razmere opredeljuju parametri dotičnih anomalija. Lito-loška priroda većine uzročnika sagledava se sa postojećih geoloških karata, direktno ili u kontekstu ostalih geološko-geofizičkih podataka u domenu profila Dugi Otok — Koprivnica i šire. Priroda uzročnika prostrane Jadranske anomalije i opštih (regionalnih) povećanja ili sniženja anomalnog polja na dužim delovima maršruta ne može se, naravno, proceniti sa geološke karte. Nesumnjivo, kroz ove magnetske strukture odražen je donji deo Zemljine kore.

Uzročnici gornjeg dela Zemljine kore predstavljeni su uglavnom bazitima (serpentinitima, gabrovima, dijabazima) i kristalastim stenama, neisključujući i mogući uticaj kiselijih magmatita. Neke od ovih stena izdaju na profilu ili nešto dalje od njega. Baziti izgrađuju strukture koje dopiru u donji deo kore i do Mohorovičićeva diskontinuiteta. Uticaj donjeg dela kore potpunije će se moći sagledati u kontekstu podataka dubokog seizmičkog sondiranja.

Detaljnije tumačenje prirode uzročnika anomalija prikazujemo saglasno prednjem opisu karakteristika dijagrama — anomalnog polja ΔT .

Jadranska anomalija na ovom profilu, kao integralni deo prostrane anomalne zone koja je na srednjem Jadranu detaljnije aeromagnetski ispitivana, ima svakako isti uzročnik o kome smo ranije raspravljali (Vukašinović 1977). To znači da se anomalija pripisuje uzročniku koji se nalazi veoma duboko ispod površine Zemlje. Na području Srednjeg Jadrana dubina gornjeg kraja povećava se od jugoistoka ka severozapadu, od 17 do 32 km, dok na delu predmetnog profila iznosi oko 30 km. S obzirom na dubinski nivo uzročnika opravdano je njegovu prirodu identifikovati sa izrazitije namagnetisanim delom bazalnog sloja i gornjeg Omotača. Na prostoru najveće dubine gornjeg kraja (30—32 km) moguće je da uzročnik zahvata samo Omotač. Posmatran u celini uzročnik se ispoljava kao »magnetski masiv«, koji ima veliko i horizontalno i vertikalno rasprostranjenje. Uzrok postojanju ovako prostrane magnetične mase u graničnom delu Zemljine kore i Omotača nije moguće sagledati na postojećem nivou geološko-geofizičkih podataka. Lokalne promene ΔT intenziteta Jadranske anomalije na nivou »500 m« posledica su uticaja površinskih ili blisko površinskih uzročnika, predstavljenih heterogenostima u krečnjačkoj seriji (moguće crvenicom, boksitima) ili magmatitima (dijabazima i dr.).

Anomalno polje središnjeg dela profila izazvali su bez sumnje baziti, koji su delimično otkriveni u recentnom erozionom nivou. U pitanju su dve zone bazita koje se sačeljavaju u domenu profila, pružajući se od jugoistoka. Jedna od njih, odražena »lokalnom« anomalijom na profilu, prostire se na pravcu Topusko — Banja Luka — Konjuh — Zlatibor —

Merdita (Albanija), a druga, ispoljena »širokom« anomalijom, na potezu Topusko — Kozara — Ozren — Zvornik — Maljen — Raška — Skoplje — T. Veles — Studena voda i dalje kroz Grčku.

Manje promene ΔT intenziteta SI dela profila, severoistočno od r. Save, uslovile su pojedine partije kristalastih stena, a moguće delom i kiseliji magmatiti, prekriveni tercijskim sedimentima. Krajnja severoistočna anomalija »lokalnog« karaktera sa maksimumom intenziteta na maršruti 1, posledica je uticaja bazita, čija je dubina reda 1 km ispod površine terena. Ovi baziti predstavljaju segment zone bazita koja se u pravcu jugoistoka prostire na Frušku Goru. Prema rezultatima aeromagnetskih ispitivanja Dravske depresije, slabija kolebanja intenziteta do kraja profila najverovatnije uslovljavaju manje mase bazita i vulkanita (Vukašinić 1980).

S obzirom na konfiguraciju anomalnog polja na profilu Dugi Otok — Koprivnica, uzročnike i geotektonsko značenje struktura u kojima se uzročnici nalaze, determinisani su dubinski razlomi i izvršeno je razgraničavanje osnovnih geotektonskih jedinica (v. prilog 2). Naravno, pri ovome su bila od uticaja i ranije stečena saznanja o strukturnom sklopu šire teritorije.

Dubinski razlomi, koji presecaju čitavu Zemljinu koru ograničavajući individualisane geotektonske jedinice višeg reda, magnetski se ispoljavaju anomalijama uzročnika koje kontrolišu ili ograničavaju, ili se manifestuju opštim porastom, odnosno sniženjem anomalnog polja na relativno većim prostorima. Na predmetnom profilu izdvojeno je pet dubinskih razloma (v. prilog 2).

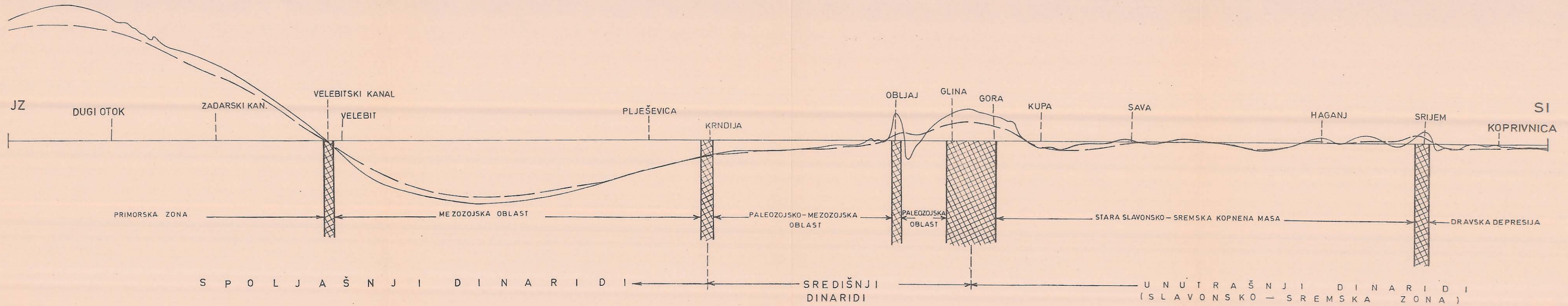
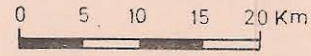
Naše je mišljenje da uzročnik prostrane Jadranske anomalije — »magnetski masiv« sa severoistoka i jugozapada ograničavaju dubinski razlomi za čiju aktivnost vezujemo pojave magmatita i seizmizma u domenu njihovog rasprostranjenja (Vukašinić 1977). Severoistočni razlom predstavlja granicu između Primorske zone i Mezozojske oblasti koje zajedno čine Spoljašnje Dinaride. Po položaju koji zauzima i geološko-strukturnim odnosima u epidermalnom delu kore, predpostavlja se da je »magnetski masiv« odigrao značajnu ulogu u geološkoj evoluciji južne grane Alpida.

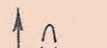
Dubinski razlom u predelu Krndije manifestuje se promenom opšteg karaktera anomalnog polja između delova profila koje razgraničava. U pravcu severozapada i jugoistoka postojanje ovog razloma se sagledava i preko geoloških ukazatelja — mestimičnih pojava dijabaza i gabrova, intenzivnih rasedanja i reversnih navlačenja, na potezu Ajdovščina — Vrhovsko — Bosanska Krupa — Jablanica. Predstavlja granicu između Spoljašnjih i Središnjih (Paleozojsko-mezozojske oblasti) Dinarida.


Dubinski razlom kod Obljaja markira »lokalna« anomalija, odnosno baziti koji su anomaliju izazvali. Prema pomenutom rasprostranjenju, bazita, ovaj razlom se prostire više stotina kilometara kroz Jugoslaviju i dalje, na pravcu Topusko — Konjuh — Zlatibor. Razgraničava Središnje Dinaride na Paleozojsko-Mezozojsku i Paleozojsku oblast.

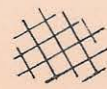
Postojanje dubinskog razloma na prostoru Glina — Gora proističe takođe po bazitima i njima izazvanoj anomaliji (»širokoj«). Prostorno je blizak prethodnom, saglasno sučeljavanju odgovarajućih zona bazita u domenu profila. I on se prostire stotinama kilometara kroz našu zemlju

DIJAGRAMI ΔT INTENZITETA (MARŠRUTE 2)
I OSNOVNE GEOTEKTONSKE JEDINICE NA
PROFILU DUGI OTOK-KOPRIVNICA
DIAGRAMS OF ΔT INTENSITY (OF FLIGHT LINE N° 2)
AND PRINCIPAL GEOTECTONICAL UNITS OF THE
DUGI OTOK-KOPRIVNICA CROSS-SECTION



 DIJAGRAM ΔT NA NIVOU 2500m
DIAGRAM OF ΔT ON THE 2500m LEVEL

 DIJAGRAM ΔT NA NIVOU „500m“
DIAGRAM OF ΔT ON THE „500m“ LEVEL

 DUBINSKI RAZLOMI
DEEP FAULT ZONES

i dalje, sledeći »svoju« zonu bazita na pravcu Ljubljana — Topusko — Zvornik — Skoplje. Čini granicu između Središnjih i Unutrašnjih Dinarida na delu jugoistočno od reke Kupe, odnosno Središnjih Dinarida i Istočnih Alpa severozapadno od Kupe. Ovaj dubinski razlom, posmatran u celini, bio je aktivan praktično kroz čitav period alpskog tektonomagmatskog ciklusa, naročito u tercijaru kada su na znatnom delu njegovog rasprostranjenja nastale velike mase kiselih magmatita.

Dubinski razlom u predelu Srijema obeležavaju dotična anomalija i prekriveni baziti koji su je neosporno uslovili, kao i opšte sniženje anomalnog polja do kraja profila. Ovaj razlom se prostire od Kalničkog gorja na jugoistok preko severoistočnog oboda Slavonskih planina i Fruške gore do Kovačice u Banatu, odakle naglo menja pravac prema jugu — ka Avali, Kopaoniku i dalje, gde je poznat kao centralni dubinski razlom Vardarsko-Šumadijske tektonomagmatske zone. Na prostoru Slavonije razgraničava staru (mezozojsko-paleogenu) Slavonsko-Sremsku kopnenu masu i Dravsku depresiju, koji zajednički čine Slavonsko-Sremsku zonu Unutrašnjih Dinarida. I on je imao velikog značaja u geološkoj evoluciji terena u domenu svoga rasprostranjenja, posebno u Sumadiji i dalje u pravcu juga. Stvaranje Dravskog rova i Bilogore svakako je posledica njegove aktivnosti.

Na osnovu navedenog proističe da profil Dugi Otok — Koprivnica preseca Dinaride praktično u celini i to sledeće njene geotektonske jedinice višeg reda: Jadransku zonu, Mezozojsku oblast, Paleozojsko-mezozojsku oblast, Paleozojsku oblast, Slavonsko-sremsku staru kopnenu masu i veliki deo Dravske depresije (v. prilog 2). Primorska zona i Mezozojska oblast sačinjavaju Spoljašne Dinaride, Paleozojsko-mezozojska i Paleozojska oblast — Središnje i Slavonsko-sremska stara kopnena masa i Dravska depresija Unutrašnje Dinaride, odnosno Slavonsko-Sremsku zonu, koja sa Vardarsko-šumadijskom zonom na jugu čini Unutrašnje Dinaride u celini. Dijagrami ΔT intenziteta pokazuju da u domenu ovog profila Spoljašne Dinaride odlikuje pozitivna i negativna amplituda Jadranske anomalije. Središnje — opšte ujednačeno anomalno polje dvadesetak nT sniženo u odnosu na normalno, sa jednom »lokalnom« i relativno širom anomalijom i da Unutrašnje Dinaride karakterišu blage i slabo intenzivne oscilacije ΔT oko »nultog« polja, praktično na čitavoj dužini odgovarajućeg dela profila, sa izuzetkom jedne izrazitije anomalije.

ZAKLJUČAK

Aeromagnetska ispitivanja duž profila Dugi Otok — Koprivnica izvedena su 1980. god., u cilju dobijanja podataka koji će uz podatke dubokog seizmičkog sondiranja poslužiti proučavanju građe Zemljine kore. Merenja totalnog intenziteta geomagnetskog polja izvršena su na dva visinska nivoa, duž tri maršrute međusobno udaljene 4 km. Viši nivo imao je istu apsolutnu visinu — 2500 m, dok je niži bio na prosečnoj relativnoj visini od oko 500 m.

Dobijeni podaci aeromagnetskih ispitivanja ukazuju da geomagnetsko polje duž profila odlikuju uglavnom blage promene, sa malim horizontalnim gradijentom; izrazitije ispoljene anomalije su malobrojne. I po prostiranju i po intenzitetu izuzetno se ističe anomalija jugozapadnog dela

profila — Jadranska anomalija. Markantne su još i anomalije lokalnog karaktera u središtu i na severoistočnom kraju profila. Ostale promene ΔT intenziteta su skoro isključivo u domenu »nultog« — normalnog polja Zemlje.

Uzročnici ustanovljenog anomalnog magnetskog polja prostorno su vezani i za gornji i za donji deo Zemljine kore. U gornjem delu to su uglavnom bazične (serpentiniti, gabrovi, dijabazi) i kristalaste stene, koje su izazvale izražene »lokalne« anomalije i manje »sinusoidne« promene ΔT intenziteta središnjeg i severoistočnog dela profila. Izuzetno markantna Jadranska anomalija pripisuje se uticaju donjeg dela Zemljine kore, izrazitije namagnetisanom delu bazalnog sloja — »magnetskom masivu«, koji delom zahvata i gornji Omotač. Uticaj donjeg dela Zemljine kore ispoljava se i kroz opšta povećanja ili sniženja anomalnog polja na dužim delovima maršruta.

Na osnovu karakteristika anomalnog magnetskog polja, litološke prirode uzročnika anomalija i drugih relevantnih geološko-geofizičkih podataka šire teritorije, determinisani su dubinski razlomi i izvršena je opšta geotektonska rejonizacija, razgraničavanje osnovnih geotektonskih jedinica duž ispitivanog profila.

Primljeno: 21. 6. 1982.

LITERATURA

- Đamjanović K. i dr., (1968): Jadranska magnetska anomalija. Simpozijum o Mohorovičića diskontinuitetu, JAZU, Zagreb.
- Vukašinović S., (1977): Zemljina kora i geotektonska rejonizacija srednjeg Jadrana u svetlosti aeromagnetskih podataka. *Radovi Geoinstituta, 11*, Beograd.
- Vukašinović S., (1980): Prilog rešavanju naftno-geološke problematike Dravske depresije na osnovu aeromagnetskih podataka. *Radovi Geoinstituta, 14*, Beograd.
- Vukašinović S., (1981): Izveštaj o aeromagnetskim ispitivanjima duž profila Dugi Otok — Koprivnica. FSD Geoinstituta, Beograd.
- Zagorac Ž., (1975): Neki rezultati magnetometrije u sklopu kompleksne geofizičke interpretacije područja Dinarida. »Nafta« 26, Zagreb.

Composition of Earth's Crust along Dugi otok — Koprivnica section as based on aeromagnetic data

S. Vukašinović

The airborne magnetometric investigations along the Dugi Otok — Koprivnica section were conducted in 1980. These investigations were directed, combined with the deep seismic soundings, to give more data on the composition of the Earth's crust. The total intensity of geomagnetic field was measured at two altitude levels, along the three flight lines, mutually separated by 4 km. The higher level was at the absolute altitude of 2500 m, and the lower at average relative altitude of about 500 m.

The data obtained by aeromagnetic survey indicate the gentle variations of geomagnetic field, with low horizontal gradient, along the investigated section (Encl. 1). The well defined anomalies are rather infrequent.