Baština Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

O našem geotektonskom nasljeđu / Milan Herak. O nekim problemima metamorfizma u Jugoslaviji uz osvrt za područje Bosne i Hercegovine / Vladimir Majer

Herak, Milan; Majer, Vladimir

Trubelja, Fabijan

1988

Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

https://bastina.anubih.ba/handle/123456789/892

Preuzeto s Baštine Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

https://bastina.anubih.ba/

AKADEMIJA NAUKA I UMJETNOSTI BOSNE I HERCEGOVINE

NAUČNE KOMUNIKACIJE

XVI

Odjeljenje tehničkih nauka

MILAN HERAK

O NAŠEM GEOTEKTONSKOM NASLJEĐU

VLADIMIR MAJER

O NEKIM PROBLEMIMA METAMORFIZMA U JUGOSLAVIJI UZ OSVRT ZA PODRUČJE BOSNE I HERCEGOVINE

Sarajevo 1988.

AKADEMIJA NAUKA I UMJETNOSTI BOSNE I HERCEGOVINE

NAUČNE KOMUNIKACIJE

XVI

Odjeljenje tehničkih nauka

ANU BiH
АНУ БиХ

MILAN HERAK

O NAŠEM GEOTEKTONSKOM NASLJEĐU

VLADIMIR MAJER

O NEKIM PROBLEMIMA METAMORFIZMA U JUGOSLAVIJI
UZ OSVRT ZA PODRUČJE BOSNE I HERCEGOVINE

Urednik
Fabijan Trubelja,
redovni član Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

Sarajevo 1988.

Recenzenti:
Ivan Soklić
Fabijan Trubelja

ANU BiH
АНУ БиХ

S A D R Ž A J

MILAN HERAK
O NAŠEM GEOTEKTONSKOM NASLJEĐU 5

VLADIMIR MAJER
O NEKIM PROBLEMIMA METAMORFIZMA U JUGOSLAVIJI UZ OSVRT NA PODRUČJE BOSNE I HERCEGOVINE 17

ANU BiH АНУ БиХ

ANU
ВіН
АНУ
БиХ

MILAN HERAK

O NAŠEM GEOTEKTONSKOM NASLJEĐU

U V O D

Svaki novi doprinos u geotektonici, kao i u drugim znanstvenim područjima, počiva na temeljima koji su postavljeni zaslugom brojnih istraživača u prošlosti. Pouzdanost tih temelja ovisna je o objektivnoj kritičkoj analizi u kojoj je potrebno dosljedno razlikovati podatke utvrđene egzaktnim metodama od posrednih zaključaka na temelju analogije ili nepouzdanih, ponekad pseudoegzaktnih postupaka. Tako se izbjegava opterećenost pojedinostima koje nisu uvijek relevantne za šire koncepcijske zaključke. A to traži sistematičnost i idejnu dosljednost, kako ne bi došlo do povezivanja heterogenog i razdvajanja homogenog.

Geotektonika obuhvaća probleme koje je teško, često i nemoguće, tretirati na takvom stupnju egzaktnosti da bi zaključci bili prihvatljivi za sve koje takva problematika zanima. Zato uvijek treba uzimati u obzir različite mogućnosti interpretacije, pa tek tada odlučiti koja je od njih najcjelovitija i najdosljednija. Svaki pokušaj dogmatiziranog pristupa, na temelju vlastitog (često privremenog) uvjerenja, koči misao i zaustavlja proces evolucije znanosti na tom tematskom području, kao i na svakom drugom. Jednako tako, nekritičan epigonski prihvat novih nedovoljno argumentovanih koncepcija svjetskih istraživača i primjena na područja koja oni nisu istraživali, rađa potrebom brzih korekcija zaključaka kada se oni ne mogu uskladiti s poznatom faktografijom. Doduše, i tako se napreduje prema cilju, ali nepotrebnim stranputicama koje bi se izbjegle kada bi se takve nove koncepcije prihvaćale samo kao nova mogućnost razmišljanja i usporedbe s drugim koncepcijama. Izbor između njih, ili njihovo odbacivanje, može se opravdati jedino prostorno i vremenski komplementarnim dokumentima.

Pokušat ćemo upravo na takav način razmotriti osnovne probleme geotektonskih odnosa u području Jugoslavije. O njima još uvijek u svijetu, pa i u nas, vlada šarenilo ideja. U njima se teško snalaze i iskusniji istraživači, a oni bez iskustva još i teže, pa često odustaju od pokušaja da svoja otkrića i teorijski evaluiraju. A ako se to i pokuša, najčešće se radi o suprotstavljanju ideja, više nego utvrđenih činjenica na kojima one počivaju. O izboru ponekad više odlučuje specijalistička opredijeljenost autora nego ustanovljen sklad različitih specijalističkih istraživanja.

Geotektonska je problematika u nas dugo vremena bila samo od akademskog interesa manjeg broja istraživača koji su se uglavnom oslanjali na strane autoritete,

---

Predavanje održano 12. marta 1987. godine u Akademiji nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine.

ali ne bez određenih inovacija koje su zadržale trajnu vrijednost. Danas je, međutim, stanje bitno izmijenjeno. Praktični geotehnički zahvati idu sve dublje i dalje, kako prostorno tako i u uvažavanju općih geotektonskih spoznaja, bez obzira radi li se o istraživanju mineralnih sirovina, rasporedu i količini podzemnih voda, nafte i plina ili o kompleksnim geotehničkim zahvatima. Najuspješniji su oni koji pravovremeno shvate potrebu ugradnje fundamentalnih spoznaja u istraživanja s određenom praktičnom namjenom. A za to su, pak potrebna različita specijalistička istraživanja. Tako je i praktičan interes pridonio njihovu razvitku. No, već je prisutna opasnost da pojedine specijalističke discipline, fundamentalne kao i primijenjene, nastave autonomnim putom bez dovoljne međusobne koordinacije. Taj put na kraju vodi u izolaciju pojedinih disciplina, što se može izbjeći jedino usmjeravanjem prema zajedničkom teorijskom ili praktičnom cilju. Jedan od fundamentalnih ciljeva je i geotektonika koja počiva na usaglašenim spoznajama različitih geoznanstvenih specijalističkih disciplina, kao što su stratigrafija, petrologija, geofizika i dr. Ona ujedno služi i kao provjera nihovih zaključaka.

Razvoj koncepcija

Geotektonika bilo kojeg šireg prostora mora uvažiti strukturne odnose globalnih razmjera, i to njihovu genezu i geometriju. To, dakako, vrijedi i za gorske sustave kao što su Dinaridi i Alpidi, koji izgrađuju prostor Jugoslavije, pa i zaključke o njima treba donositi uz uvažavanje općih zakonitosti koje vrijede za Zemlju kao cjelinu.

Među glavnim pokretačima dinamike što je dovela do današnjih strukturnih odnosa Zemlje spominju se, alternativno, toplinske struje u unutrašnjosti Zemlje i Zemljina kontrakcija, a kao dopunske se sile navode gravitacija i rotacija.

a) Toplinske struje, šire shvaćeno, već je R. Bošković smatrao uzrokom postanka gora. Prema Ž. Markoviću (1986, p. 108, 109 i 366), Bošković je polovicom 18. stoljeća iznio uvjerenje da je uzrok postanka gora toplinsko širenje tvari u dubini, zbog čega se Zemljini površinski slojevi uzdižu: "To uzdizanje ne znači prinos tvari u dubinu; praznina unutar gora kompenzira tvari koje se nalaze nad njima." Na tome je kasnije koncipirana teorija izostazije. On govori i o undulaciji Zemljine površine koja potječe "od jakog djelovanja podzemnih ognjeva koji uzdižu, negdje više negdje manje razne dijelove kore naše zemaljske kugle, savijajući ih, zakrivljujući ih, a uzdižući ih na jednom mjestu, spuštajući ih na drugom. Upravo tako kao što se kora kruha ..... diže i spušta pod živim djelovanjem topline koja tu koru i nutarnju njenu tvar zahvaća .... tako obično nastaju male neprekinute izmjene zemaljske kore, dok su mnogo veća djelovanja u davnini izdigla duboko iz mora goleme slojeve, nekoć horizontalne, i stvorila gore i nutarnja bila gora. Gdje su vatre raskinule koru, morali su nastati vulkani . . ." "A gdje se kora nije mogla razbiti, ostale su gomile i još vrlo dugi slojevi morske tvari u velikoj visini" (Marković, 1968, p. 367).

Kasnije (1795) J. Hutton, kao uvjereni plutonist, učinio je teoriju magmatskog izdizanja univerzalnom, a u 19. stoljeću slijedili su ga L. Buch, A. Humboldt i dr. Svi su oni računali samo s vertikalnim kretanjima kao uzročnikom strukturnih poremećaja. Na njih se nadovezuju ekspanzionisti J. Joly, G. Kirsch i dr. U novije vrijeme, od 1933, R.W. Bemmelen smatra da dotok

dubinske nediferencirane magme uzrokuje vertikalne pokrete (cikličke undacije) praćene gravitacijskim poremećajima. Na toj je osnovi pokušao rekonstruirati strukturne odnose istočnog dijela Južnih Alpa (B e m m e l e n, 1970) ali bez većeg utjecaja na razvoj geotektonske misli u nas.

U okvir toplinskih struja spadaju i konvekcijska kretanja u astenosferi, pa tako i vertikalna strujanja koja se manifestiraju u obliku koncentriranog toplinskog tečenja ("vruće točke"), na čemu se temelji suvremena tektonika ploča.

b) U međuvremenu, kontrakcijska teorija dala je glavno obilježje geotektonici. Nasuprot dotadašnjem shaćanju da vulkanske sile usvođuju brda, E. B e a u m o n t 1829. iznosi mišljenje da je tome uzrok kontrakcija Zemlje, a pružanje je gorja pokušao svesti na geometrijsku zakonitost. Među prvima koji su prihvatili teoriju kontrakcije bio je i naš Gj. P i l a r. On već 1869. u opsežnoj raspravi o geodinamici piše da do promjena u litosferi dolazi zbog hlađenja Zemlje. Tako dolazi do dizanja i spuštanja čitavih područja, do potresa i vulkanske aktivnosti (P i l a r, 1869, p. 31). Uz kontrakciju je pristajao i E. S u e s s (1875. i kasnije), ali je smatrao da je dopunjuju plimske sile i rotacija. Njemu je, za razliku od E. Beaumonta, svaki shematizam bio stran, a osnovni njegovi zaključci smatraju se temeljem moderne geotektonike. U vrijeme kada je koncepcija geosinklinale bila tek u nastajanju i kada navlačna tektonika nije uzimana u obzir pri rješavanju građe gorskih sustava, on je došao do zapaženih zaključaka, koje je kasnije razradio u svojem kapitalnom djelu "Das Antlitz der Erde", objavljenom u više knjiga između 1885. i 1909. Suess ističe da su gorski lanci u pravilu asimetrični, konveksni prema vanjskoj strani, a konkavni prema unutrašnjoj. Deformacije su posljedica tangencijalnih kretanja izazvanih jednosmjernim tlakom (u Alpama od juga prema sjeveru), zbog čega je simetrija Alpa samo prividna. On je razlikovao geometriju, kinematiku i dinamiku deformacija, a osobito ga je zanimala transmisija kompresijskih sila po kori kao faktor orogenetskih promjena. Svojim je pogledima utjecao na M. B e r t r a n d a (1884) u koncipiranju navlaka Glarnskih Alpa, kao i na H. Heima da se prikloni navlačnoj tektonici, što je imalo odraza i na rekonstrukciju strukturnih odnosa područja Jugoslavije. U vezi s tim F. N o p c s a (1921) i F. K o s s m a t (1924) unose nove elemente u geotektonsko zoniranje Balkanskog poluotoka. Tada F. N o p c s a izdvaja Jadransko-jonski pojas kao cjelinu, produžuje pojas Pindos-Cukali i na područje Jugoslavije, govori o vezi područja Parnasa s dinarskim neritskim vapnenačkim pojasom i dr. F. K o s s m a t uvodi naziv Zapadnocrnogorsko-hrvatska zona visokog krša, definira Vardarsku zonu, govori o Pelagonskom masivu itd. Kao što se vidi, tada su nastali neki pojmovi koji su se u geotektonskoj literaturi zadržali do danas, iako je kasnije dolazilo do većih koncepcijskih promjena.

Na naše su istraživače, u vrijeme dominacije kontrakcije kao uzroka orogeneze u okviru geosinklinale, utjecali osobito H. S t i l l e (1924) i L. K o b e r (1933, 1952). Priklanjaju se mišljenju da se kontinenti šire na svojem mjestu prirastom novih struktura u geosinklinalama koje migriraju, ali su uglavnom vezane na kontinentalne rubove. Od spoznaja toga vremena koje su izvršile snažan utjecaj i na naše istraživače, spomenut ćemo ireverzibilnost orogenetskih zbivanja u fazama i ciklima, uz uvjerenje da postoji koincidencija promjena na čitavom globusu. Vjerovalo se u prostornu pravilnost i geometrijski raspored strukturnih pojasova, pa su definirani pojmovi kraton (=kratogen), ortogeosinklinala, parageosinklinala, eugeosinklinala, miogeosinklinala, orogen i dr. Razgraničeni su procesi orogeneze i epirogeneze, a razlikovane su i mag-

matske faze (inicijalna, sinorogenetska, supsekventna i finalna). U tom se sklopu nalazi i Koberov dvostruki orogen s internidima u sredini, dok obostrano simetrično slijede centralidi, metamorfidi i predgorje. Međutim, taj koncept ni sam Kober (1958) nije mogao dosljedno primijeniti na Dinaride.

Prvo integriranje geotektonskih spoznaja za čitavo područje Jugoslavije izvršeno je uglavnom na osnovama Stillea i Kobera. Povratno djelovanje nije bilo adekvatno uloženom trudu zbog nedostatka standardizirane koncepcije koja bi bila potkrijepljena pouzdanom i iscrpnom dokumentacijom. Zato su i pokušaji nekih naših istraživača da svoje viđenje geotektonskih odnosa objave u međunarodnim časopisima (K. Petković, 1958; Ćirić, 1963; Sikošek i Medwenitsch, 1965; Posavec, 1969; Miljuš, 1973. i dr.) ostali bez šireg odjeka, jednako kao i pojedinačni istupi s tektonskom problematikom na međunarodnim znanstvenim skupovima. Možda je to razlogom da se ni u toku izrade Osnovne geološke karte nije došlo do neke uravnotežene geotektonske koncepcije, uprkos bogatom specijalističkom dokumentacijskom materijalu. Najcjelovitije uključivanje rezultata naših istraživača izvršili su suradnici J. Aubouina prilikom izrade doktorskih disertacija. No, to nisu ponovili u jednakoj mjeri u kasnijim publikacijama o istoj problematici (Aubouin et al., 1970). Tako su i naši rezultati pridonijeli koncipiranju revidiranih odnosa u okviru orogeneze s migracijom promjena od središta prema periferiji, uključujući i premještanje prostora fliške sedimentacije paralelno s napredovanjem orogeneze.

c) Prodor mobilističkog poimanja geotektonike imao je odraza i u nas. Pri tome se ne misli na shvaćanje A. Wegenera (1912), koji je smatrao da sijalski kontinenti plutaju na simskoj osnovi, pa je sve promjene vezao uz taj mobilizam, za razliku od suvremene koncepcije koja se zasniva na dinamici ploča litosfere koju sačinjava Zemljina kora i gornji plašt. Osnovni su pokretač te dinamike konvekcijske struje u srednjem plaštu. Postoje dva odvojena načina razmišljanja o utjecaju konvekcijskih struja, ovisno o tome je li težište promatranja stavljeno na kontinente ili u oceane.

Iako je kontinentalna koncepcija mobilizma starija, oceanska je poznatija, pa ćemo s njom i početi. Ograničit ćemo se samo na orogenetske konsekvencije koje su formulisali J.P. Deway & M. Bird 1970 (in: Cox, 1973). Njihov je model orogeneze zasnovan na već prije definiranom mobilizmu ploča, s osnovnom dinamikom u oceanskim prostorima, pa razlikuju dva tipa orogeneze: kolizijski i kordiljerski. Prvi je smješten u prostor između dva kontinenta koji se približuju i sudaraju, a drugi se veže uz dinamiku između otočnog luka i oceanske ploče. Veoma brzo nakon toga došlo je do primjene tektonike ploča u različitim područjima. Najprije je to učinjeno u gorskim sustavima koji su nastali u alpinskoj orogenezi. Zatim su se množili pokušaji da se na taj način objasne hercinske (varisčke) i kaledonske strukture, a u novije vrijeme čak i prekambrijske. Orogenetske se promjene pripisuju isključivo oceanskim subdukcijama

U našu geološku literaturu tektoniku su ploča prvi uveli V. Aleksić, N. Pantić i M. Kalezić (1971), a zatim se priključuju M. Dimitrijević, J. Pamić, S. Karamata, P. Mioč, M. Moićević i dr. nailazeći na otpor zastupnika "standardne" tektonike. Odnosi se polagano mijenjaju paralelno sa sve većim zamahom mobilističkog razmišljanja u svijetu. Ali bez šire podrške nije se moglo doći do koliko-toliko ujednačenih pogleda, pa je i izlazak u svijet obilježen više pojedinačnim shvaćanjima nego nekim standardiziranim modelom (Grubić, 1980; Dimitrijević, 1982; Pamić, 1982; Karamata, 1982). Neke

stratigrafske aspekte te dinamike objavili su u inozemnim časopisima N. Pantić, A. Polšak i dr. Uprkos tim nastojanjima i brojnim člancima u domaćoj literaturi, mobilistički način razmišljanja u našoj istraživačkoj praksi nije dovoljno prisutan, barem kao alternativan, što bi sigurno pridonijelo kritičnosti pri donošenju zaključaka.

U sjeni koncepcije o oceanskoj subdukcijskoj dinamici, koja se smatra primarnom u tektonici ploča, oživjela je i ideja o intrakontinentalnoj subdukcijskoj dinamici koja se nadovezala na već zaboravljeno tumačenje orogeneze kao posljedice "dubinskih struja", za što se zauzimao O. Ampferer (Ampferer, 1906; Ampferer & Hammer, 1911). On je odbacio čak i naziv kora (Zemljina) i zamijenio ga izrazom "koža" budući da je ona male debljine i zato veoma podložna utjecajima iz unutrašnjosti Zemlje. Smatrao je čak da kora nije sposobna da prenosi jednosmjerni tlak. Držao je također da je tečenje u plaštu regionalno raspoređeno, a izazvano je izostatskim prilagođivanjem na nehomogenosti u njemu samome. Utjecajem tih dubljih kretanja na tanku koru, on objašnjava osnovne geotektonske poremećaje, i to kao posljedicu regionalno razmještenog "gutanja" površinskih dijelova kore. Nije bio izričito protiv plutanja kontinenata, ali je tome procesu odricao bilo kakvo veće geotektonsko značenje.

U četvrtom deceniju ovoga stoljeća E. Kraus u nizu radova obnavlja teoriju "gutanja" i razraduje je u tektogenetski sustav, koji primjenjuje na rekonstrukciju geotektonike u svim važnijim područjima globusa (Kraus, 1958). Usprkos njegovoj upornoj odanosti toj ideji, ostao je do kraja života neshvaćen.

Tek u novije vrijeme obnovljena je ideja o značajnijim promjenama na samom kontinentu, paralelno sa subdukcijskom oceanskom dinamikom, koja očito nije dostatna za objašnjenje svih ustanovljenih alohtonih tektonskih pojava.

Nove su ideje oživjele i u nas prilikom rekonstrukcije tektogenetskih procesa u Gorskom kotaru i Kvarneru primjenom intrakontinentalnih subdukcija (Herak, 1980; Blašković i Aljinović, 1981). Tada se u svjetskoj literaturi o takvoj mogućnosti raspravlja tek uz put (npr., Argenio et al., 1980). O mogućnosti šire primjene svjedoči i pokušaj da se na toj osnovi rekonstruira tektogenetski put cjelokupnih Dinarida (Herak, 1986-a) kao i njihovi suvremeni strukturni odnosi.

Pojedinačna starija zapažanja

Promjene geotektonskih koncepcija u posljednjih stotinu godina bile su relativno česte. Modifikacije su poticane novim litostratigrafskim i tektonskim podacima koji su sadržani i u radovima bez geotektonskih pretenzija. Obilje takvih podataka nalazi se i u našim publikacijama objavljenim na nekom od naših jezika, što se lijepo može uočiti u pojedinim širim kritičko-analitičkim prikazima (Anđelković, 1982; Čičić i Miošić, 1986). Zato je manje važno u okviru koje je koncepcije razmišljao neki istraživač. Važnije je u kojoj su mjeri na taj način definirani novi jasni specijalistički parametri koji su primjenljivi u geotektonskim analizama, bilo da se radi o izravnoj potvrdi nekog geotektonskog modela ili o poticaju za njegovo mijenjanje budući da nije u skladu s nekim važnijim objektivnim pokazateljima. Prema tome, svako djelo valja ocjenjivati prema tome koliko ono pruža novih spoznaja ili podataka koji se mogu primijeniti u ocjeni bilo kojeg postojećeg ili budućeg modela. Tako se može dogoditi da je neki autor, razmišljajući u okviru neke preživjele koncepcije, pru-

žio više znanstvenih spoznaja od nekog drugog koji je u pristupu suvremeniji. O tome ima obilje podataka koji prelaze okvir ovoga prikaza.

Ilustrirat ćemo to samo s nekoliko primjera iz naše starije geoznanstvene literature.

Kao što je poznato, najdalekosežniju spoznaju iz starijih vremena zahvaljujemo A. Mohorovičiću (1909), iako on nije ulazio u šire geotektonske probleme o kojima se u njegovo vrijeme već veoma živo raspravljalo. On je na temelju karakterističnog seizmograma potresa u Pokuplju došao do fundamentalne spoznaje da na granici Zemljine kore i plašta postoji diskontinuitet u širenju potresnih valova. A. Holmes je tek mnogo kasnije (1928) tu spoznaju doveo u vezu s geotektonskim razmatranjima (Holmes, 1965). Iako je proširivanjem litosfere i na gornji plašt Holmesovo poimanje dinamičnosti u području Mohorovičićeva diskontinuiteta doživjelo promjene, sam je diskontinuitet zadržao istaknuto mjesto u geotektonici sve do najnovijeg vremena. Primjenom historijskog pogleda na recentne odnose otvaraju se nove mogućnosti primjene diskontinuiteta na rekonstrukciju struktura nastalih u procesu intrakontinentalnih subdukcija (Herak, 1986-b).

J. Cvijić je sudjelovao u raspravama o geotektonskim odnosima na međunarodnom planu, pa je tako podnio referat i na Međunarodnom geološkom kongresu u Beču 1903, na kojem je koncepcija o postojanju velikih navlaka u Istočnim Alpama konačno došla do prevlasti. Cvijićev je referat bio zasnovan još uvijek na skromnijim kretanjima (Cvijić, 1904). Ali brzo iza toga usputno pokušava Suessovu ideju o jednosmjernom potisku u Alpama (od juga prema sjeveru) primijeniti i na Dinaride, a kao poticaj navodi "facije trijasa, krede i starijeg tercijera, koje su konstatovane oko Blatnog jezera" (Cvijić, 1965, p. 274). Usputnost toga zapažanja vidi se i po tome što se on na tu pretpostavku više ne vraća, već govori o porastu intenziteta navlačnih odnosa prema jugozapadu. Aktualno je i Cvijićevo zapažanje da se "u prostoru oko Velesa i u Karadžici" javljaju "znatne mase sjajnih škriljaca, vrlo metamorfoziranih, zatim mezozojskih krečnjaka i dolomita". Napominje da su tu "tektonske studije otežane mlađim tektonskim procesima raseda, koji su skoro uništili stariju strukturu" (Cvijić, 1965, p. 274). On je, dakle, svjestan dvaju geotektonskih procesa koji su slijedili jedan iza drugoga, pa otklanja mogućnost da se ti tektonski odnosi mogu objasniti simplificiranom predodžbom procesa i struktura, što je u novije vrijeme potvrđeno (Herak, 1986). Dodatnu analizu zaslužuju i njegove "prelazne zone", ali to prelazi okvir ovoga prikaza.

D. Gorjanović – Kramberger također se nije bavio koncepcijskim pitanjima geotektonike. Zato mu ni zapažanja nisu modelski opterećena. U vezi s tzv. Orijentalnim kopnom, koje su mnogi autori zamišljali između alpinskih i dinarskih struktura, Gorjanović (1907) dolazi do veoma vrijednih vlastitih opažanja u području Medvednice i Samoborskog gorja. Tako on veći dio Zagrebačke gore i dio Kalničke gore po obilježjima uspoređuje s geološkim odnosima u sjevernoj Bosni, u području Drine i u južnoj Srbiji, o čemu je djelomično pisao i M. Kišpatić (1899). Zanimljivo je i isticanje razlika između klastičnog razvoja krede s magmatitima u tom području i transgresivnog fliša "uzduž južnog ruba Samoborskog gorja" (Gorjanović – Kramberger, 1907, p. 15 i 16). Nakon što je u Zagrebačkoj gori ustanovljen polimetamorfizam, Kišpatićeva i Gorjanovićeva razmišljanja dobivaju na aktualnosti, pa su u novije vrijeme klastiti s magmatitima i transgresivan (rubni) fliš pribrojeni različitim geotektonskim pojasovima, prvi Supradina-

riku a drugi Dinariku (H e r a k, 1986-a). Zanimljiv je i detalj koji G o r j a n o v i ć spominje u Vrapčanskoj dolini u Medvednici gdje je bila smještena granica "Orijentalnog kopna". On kaže da je karbon u gornju kredu "uklopljen i istodobno preklopljen" (G o r j a n o v i ć – K r a m b e r g e r, 1908, p. 61). Radi se, dakle, o tektonici koja se ne može objasniti samim postojanjem rasjeda, što se uklapa u novija razmišljanja o navlačnoj tektonici većeg dosega (A. Š i m u n i ć, usmeno saopćenje). Nema sumnje da bi se u detaljnijoj analizi našlo još Gorjanovićevih zapažanja koja bi se mogla uklopiti u suvremena geotektonska razmišljanja.

V. P e t k o v i ć je 1930. i 1935. sa svojom klasifikacijom glavnih geotektonskih zona istočne Srbije prodro i na međunarodni plan, pa njegove razultate preuzima i L. K o b e r (V. P e t k o v i ć, 1935). No, on je iznio i neke druge misli koje su aktualne i danas. To se odnosi na cjelovitost karpatsko-balkanskih struktura i na karakteristike Rodopske mase. On piše: "Balkan prelazi, prema tome neposredno u Karpate. Ne postoje dva odvojena planinska venca: karpatski i balkanski. To je jedan karpatsko-balkanski planinski venac (luk) u alpiskom orogenu". On još vjeruje da je potisak u formiranju poleglih struktura u istočnoj Srbiji dolazio od Rodopske mase, pa nastavlja da se ona „..... nije pri tom ponašala potpuno kao međuvenačna masa, (Zwischengebirge), kako je smatra L. K o b e r. Ona je donekle učestvovala i aktivno u ovim pokretima. Ima podataka na osnovu kojih se može pretpostaviti da je ona bila u progresivnom kretanju ka severu i severoistoku" (V. P e t k o v i ć, 1935, p. 30). Te se misli mogu neposredno uklopiti u neka suvremena geotektonska razmišljanja.

Zaključak

Prikaz osnovnih promjena u primjeni geotektonskih ideja na području Jugoslavije pokazuje da je relativno malen broj naših geologa uspio ići ukorak s općim nastojanjem da se u okvir usvojene geotektonske koncepcije unesu i određeni vlastiti pogledi stečeni istraživanjem pojedinih dotad manje poznatih regija.

Međutim, naša nešto udaljenija tradicija veoma je pozitivna. R. B o š k o v i ć i A. M o h o r o v i č i ć, iako nisu bili geolozi, ostvarili su pionirska geoznanstvena djela, koja su svoje značenje u svjetskim okvirima zadržala do danas, iako je u međuvremenu došlo do značajnijih promjena geotektonskih koncepcija. Spomenimo tu Boškovićevo shvaćanje uloge magmatskog izdizanja za postanak gorja, zatim kompenzaciju masa (izostaziju) u litosferi, undulaciju Zemljine površine i dr. A zasluga A. Morovičića dovoljno je istaknuta ako spomenemo njegovo otkriće diskontinuiteta na granici Zemljine kore i plašta, koje je zadržalo izuzetno značenje sve do danas.

F. K o s s m a t (po ocu iz Hrvatskog zagorja) sudjelovao je u kreiranju osnovnih geotektonskih pojasova Dinarida, a V. P e t k o v i ć tvorac je geotektonske alohtone klasifikacije integralnog Karpato-balkanskog geotektonskog pojasa.

Navedeni su istraživači u svoje vrijeme davali osnovni ton našoj geologiji i ujedno su krčili put dostignutim spoznajama preko nacionalnih granica. Oni su koordinirali i rad ostalih istraživača.

Nasuprot tomu, danas među našim geolozima vlada mnogo veća šarolikost ideja i primjenjivanih metoda, kako u teorijskim tako i u praktičnim istraživanjima. Najveći broj geologa ne slijedi rasprave o koncepcijskim pitanjima, pa se najčešće zadovoljava regionalnim faktografskim istraživanjima, bez težnje da se odredi vlastiti

odnos prema nekoj od postojećih geotektonskih koncepcija. Kako se rezultati objavljuju u pravilu na nekom od naših jezika, sa šturim sažecima na stranom jeziku, glavnina je našeg geološkog "kapitala" za svijet "mrtva", za razliku od specijalističkih rezultata koji su dostupni užem krugu stručnjaka. Zato i dalje perzistira, možda izrazitije nego u zemljama s razvijenijom geologijom, standardna geosinklinalna koncepcija, usprkos znatnih poteškoća u njezinoj primjeni. No, paralelno i postupno probijaju se i ideje mobilizma, kako oceanskog tako i intrakontinentalnog. To nameće neizbježnu potrebu alternativnih procjena geotektonskih odnosa. Jedino tako se može izvršiti stupnjevana selekcija u kojoj se luči dokazano, vjerojatno i moguće, od nepouzdanog i proizvoljnog. A to je put i za selekciju među koncepcijama.

Za takav pristup regionalnoj problematici potrebno je što više pouzdanih parametara iz različitih (zapravo svih relevantnih) specijalističkih područja. Njihovom korelacijom obogatit će se fond pouzdanih dokumenata, a smanjiti broj neargumentiranih "mišljenja". A to je moguće ostvariti uz više suradnje i konfrontacije argumenata umjesto suprotstavljanja nedovoljno dokumentarnih "ideja". To je ujedno i jedini put do međunarodnog priznanja.

Izbor iz literature

Aleksić, V., Pantić, N., Kalenić, M. (1971): *Razmatranja nekih tektonskih procesa u Srbiji u vezi s tektonikom ploča ili novom globalnom tektonikom.* Glasnik Prir. muzeja, A, 27, 83–102, Beograd.

Ampferer, O. (1906): *Über das Bewegungsbild von Faltengebirgen.* Jahrb. Geol. R.A., 56, 539–622, Wien.

Ampferer, O., Hammer, W. (1911): *Geologischer Querschnitt durch die Ostalpen vom Allgäu zum Gardasee.* Jahrb. Geol. R.A., 61, 529–710, Wien.

Andelković, M. (1982): *Geologija Jugoslavije – Tektonika.* Univ. u Beogradu, Rud.-geol. fakultet, 692 str., Beograd.

Argenio d', B., Horvath, F., Channel, J.E.T. (1980): *Paleotectonic evolution of Adria, the African promontory.* Mém. du B. R. G. M., 115, 331–351, Orléans.

Aubouin, J., Blanchet, R., Cadet, J.–P., Celet, P., Charvet, J., Chrorowicz, J. Cousin, M., Rampnoux, J.–P. (1970): *Essai sur la géologie des Dinarides.* Bull. soc, géol. de France, (7), 12/6, 1060–1095, Paris.

Bemmelen, R. W. (1970): *Geologische Probleme der östlichen Südalpen.* Geologija, 13, 133–158, Ljubljana.

Bertrand, M. (1884): *Rapports de structure des Alpes de Glaris et du bassin houiller du Nord.* Bull. soc. géol. de France, (3), 12, 318–330, Paris.

Blašković, I., Aljinović, B. (1981): *Mikrotektonski elementi kao osnova za model tektonske građe šireg područja Kvarnera.* Simp. Kompleksna naftnogeol. problematika (Split, 1981), I, 87–100, Zagreb.

C o x , A., Edt. (1973): *Plate Tectonics and Geomagnetic Reversals.* Freeman Comp., VII + 720, San Francisco.

C v i j i ć, J. (1904): *Die Tektonik der Balkanhalbinsel mit besonderer Berücksichtigung der neueren Fortschritte in der Kenntnis der Geologie von Bulgarien, Serbien und Macedonien.* C. R. Congr. geol. IX, 347–370, Vienne.

C v i j i ć, J. (1965): *Autobiografija i drugi spisi* (priredio: V. Stojančević). Srpska književ. zadruga, kolo 18, 394, 376 str., Beograd.

Č i ć i ć, S., M i o š i ć, N. (1986): *Geotermalna energija Bosne i Hercegovine.* "Geoinženjering" Sarajevo, 204 str., Sarajevo.

Ć i r i ć, B. (1963): *Le developpement des Dinarides yougoslaves pendant le cycle alpin.* Livre mém. Prof. P. Fallot (Soc. géol. France), 2, 566–582, Paris.

D i m i t r i j e v i ć, M. (1982): *Dinarides: An Outline of the Tectonics.* Earth evol. sci, 1, 4–23, Berlin.

G o r j a n o v i ć – K r a m b e r g e r, K. (1907): *Die geotektonischen Verhältnisse des Agramer Gebirges und die mit denselben im Zusammenhang stehenden Erscheinungen.* Anh. Abh. Preuss. Akad. Wiss., 1–30, Berlin.

G o r j a n o v i ć – K r a m b e r g e r, D. (1908): *Tumač geologijskoj karti Zagreb (Zona 22, Coll. 14).* Naklada Kralj. zemalj. vlade, 1–77, Zagreb.

G r u b i ć, A. (1980): *Yugoslavia. An Outline of Geology of Yugoslavia.* 26th Intern. Geol. Congress. Nat. Comm. min, res. of Yugoslavia, 97 str., Paris-Beograd.

H e r a k, M. (1980): *Sustav navlaka između Vrbovskog i Delnica u Gorskom kotaru (Hrvatska).* Acta geol. 10/2 (Prir. istraž.), Jugosl. akad. znan. umjetn., 35–51. Zagreb.

H e r a k, M. (1986-a): *A new Concept of Geotectonics of the Dinarides.* Acta geol. 16/1 (Prir. istraž.), Jugosl. akad. znan. umjetn., 1–42, Zagreb.

H e r a k, M. (1986-b): *Mohorovičićev diskontinuitet u geoznanostima.* Priroda, Hrv. prir. društva, 75/4, 106–107, Zagreb.

H o l m e s, A. (1965): *Principles of Physical Geology.* Thomas Nelson, 1288, str., London.

K a r a m a t a, S. (1981): *Time and space in plate tectonic modelling of tectonic magmatic and metamorphic processes in Tethys-type orogenic belts.* Bull. Srp. akad. nauka i umetn., 21, 27–46, Beograd.

K i š p a t i ć, M. (1899): *Nastavak bosanske serpentinske zone u Hrvatskoj.* Rad Jugosl. akad. znan. umjetn., 139 (Matem.-prir. razred 27), 44–73, Zagreb.

K o b e r, L. (1933): *Die Orogentheorie.* Bornträger, 184 str., Berlin.

K o b e r, L. (1952) : *Leitlinien der Tektonik Jugoslawiens.* Pos. izd. Srp. akad. nauka i umetn., 189, Geol. inst. 3, 81 str., Beograd.

K o s s m a t, F. (1924): *Geologie der zentralen Balkanhalbinsel. Mit einer Übersicht des dinarischen Gebirgsbaues. Die Kriegsschauplätze 1914–1916.* Bornträger, V + 198, Berlin.

K r a u s, E. (1958): *50 Jahre Unterströmungs-Theorie.* Geologie. 7, 261–283, Berlin.

M a r k o v i ć, Ž. (1986): *Ruđer Bošković,* I. Pos. izd. Jugosl. akad. znan. umjetn., Odjel za matem., fiz. i tehn. nauke, 586 str., Zagreb.

M i l j u s h, P. (1973): *Geologic-Tectonic structure and evolution of Outer Dinarides and Adriatic area.* Bull. Am. Assoc. Petrol. geol., 57/5, 913–929, Tulsa.

N o p c s a, F. (1921): *Geologische Grundzüge der Dinariden.* Geol. Rundschau. 12, 1–19, Leipzig.

P a m i ć, J. (1982): *Some geological problems of the Dinaric ophiolites and their associations.* Earth evol. sci., 1, 30–35, Berlin.

P e t k o v i ć, K. (1958): *Neue Erkenntniss über den Bau der Dinariden.* Jahrb. Geol. Bundesanst., 101, 1–24, Wien.

P e t k o v i ć, V. (1930): *O tektonskom sklopu Istočne Srbije.* Glas Srp. kralj. akad. nauka i umetn., 140, 151–188, Beograd.

P e t k o v i ć, V. (1935): *Geologija Istočne Srbije.* Pos. izd. Srp. kralj, akad. nauka i umetn., 105, Prir. i matem. spisi, 28, XVI + 218, Beograd.

P i l a r, G. (1869): *Les révolutions de l'Ecorce du Globe.* Gustave Mayolez Libraire, 158 str., Bruxelles.

P o s a v e c, M. (1969): *Resultate photogeologisch-strukturgeologischer Interpretation der SW-Bereiches Kroatiens.* Mitt. Geol. Ges., 62, 40–45, Wien.

S i k o š e k, B., M e d w e n i t s c h, W. (1965): *Neue Daten zur Fazies und Tektonik der Dinariden.* Verh. Geol. Bundesanst., Sonderheft G, 86–102, Wien.

S t i l l e, H. (1924): *Grundfragen der vergleichenden Tektonik.* Bornträger, VIII + 443, Berlin.

S u e s s, E. (1875): *Die Entstehung der Alpen.* Braumüller, 158 str. Wien.

W e g e n e r, A. (1912): *Die Entstehung der Kontinente.* Geol. Rundschau, 3/4, 276–292, Leipzig.

Summary

ON OUR GEOTECTONIC HERITAGE

A review of geotectonic ideas which were applied in different regions of Yugoslavia shows that the minority of geologists succeeded in following international endevours and added some personal contributions to general topics.

R. Bošković and A. Mohorovičić, though not being geologists, accomplished some works which still belong to the fundament of geosciences. R. Bošković in 18th century was the forerunner of plutonists, and he wrote on compensation of masses within the earth crust (isostasy) as well as on other phenomena, like undulation etc. A. Mohorovičić (1909) defined the discontinuity between the earth crust and mantle, and so he prepared the way to seismic methods in exploration of the constitution of veiled parts of the lithosphere.

J. Cvijić and D. Gorjanović – Kramberger and some others, though avoiding the discussion on geotectonic principles, enriched the knowledge of geotectonic relations of different Yugoslav regions. J. Cvijić (1904) gave the first morphologic classification of the Balkan peninsula based on original tectonic observations. D. Gorjanović – Kramberger (1907, 1908) discussed the extension of the "Oriental land" speaking in favour of a direct connection of the Mt. Medvednica with north Bosnia, south Serbia, etc.

F. Kossmat (1924) and V. Petković (1930) contributed basic notions of allochthonous zoning of the Dinarides and the Carpatho-Balkanides.

Considering recent relations, it is obvious that there exists a disproportion between the researchers who are included in an international cooperation and those interested in local and regional tectonic setting only. That is the reason why also different geotectonic concepts are used, based either on a standard model of geosynclines or on the mobilism (oceanic as well as intracontinental). Therefore, comparative studies are required in order to select the right approach to geotectonics in a way which would be convincing for all interested in the problems which are in question.

ANU
ВіН
АНУ
БиХ

VLADIMIR MAJER

O NEKIM PROBLEMIMA METAMORFIZMA U JUGOSLAVIJI UZ OSVRT ZA PODRUČJE BOSNE I HERCEGOVINE

Predavač je najprije prikazao kakvi su napreci učinjeni u modernoj petrologiji metamorfnih stijena. U posljednjih nekoliko godina ispitan je stabilitet odnosno izogradi pojedinih minerala, npr., karfolita, kloritoida, te osobito izogradi stabiliteta nekih parageneza, npr., talk-fengit, talk-disten, talk-kloritoid, talk-granat, jadeit-disten. Time su ovi minerali i mineralne parageneze postali kritični indeks ili dijagnostični minerali pomoću kojih je moguće precizno odredivati uvjete metamorfizma, posebno za stijene nastale od pelitskih sedimenata. Neki od ovih minerala, odnosno mineralnih parageneza otkrivene su i među metamorfnim stijenama Jugoslavije, čime se stvaraju uvjeti za egzaktnija tumačenja metamorfizma u jugoslavenskom prostoru. Posebno je neobična često nezapažena parageneza talk-fengit, za koju je ustanovljeno da joj je donja granica stabiliteta na oko 11 kbara, raširena i u stijenama tzv. "schistes lustres" zapadnih Alpa, a takve ekvivalente mezozojske starosti (npr., slejtovi ofiolitskih zona u mezozoiku) nalazimo i u Jugoslaviji.

Dat je zatim sažet pregled metamorfnih formacija u Jugoslaviji, s različitim tipom, stupnjem i intenzitetom metamorfizma, što bitno utiče i uslovljava pravilno objašnjenje geološke građe i evolucije. Općenito, može se reći da je stupanj istraženosti metamorfnih kompleksa u Jugoslaviji sa stanovišta i prema mogućnostima moderne petrologije nizak i u tom pogledu stoji pred petrolozima Jugoslavije golem zadatak.

Predavač je glavni dio predavanja posvetio problemu metamorfizma visokog pritiska, koji je egzaktno istražen i potvrđen tek na nekoliko lokaliteta u Jugoslaviji. Posebno se to odnosi na neprovjereno mišljenje o postojanju jedne zone "glaukofanskih škriljaca" ili "plavih škriljaca ("blušisti") u Jugoslaviji. Metamorfne stijene s alkalnim amfibolima uistinu su nađene na oko 15 lokaliteta u Jugoslaviji (u Motajici u Bosni, u Fruškoj gori, te pretežno dalje u blizini ofiolitnog pojasa, odnosno uz istočni i zapadni rub Vardarske zone). To su dijelom metapeliti, dijelom metačertovi i metabaziti, u pravilu uvijek stijene niskog stupnja metamorfizma, ali u njima nije do sada nađen glaukofan s.s. (odn. Mg-glaukofan), već se radi o krositu ili ribekitu. Kako je za takve stijene, inače raširene na više mjesta u svijetu (Kalifornija, Alpe, j. Italija, Grčka, Turska, Iran, Pakistan, Himalaji, Nova Kaledonija, Japan itd.), svuda ustanovljeno da pripadaju metamorfnim facijesima visokog pritiska, to je od izuzetnog značenja da se ove stijene, odnosno lokaliteti detaljno ispitaju. Dokaz postojanja stijena visokog pritiska u graničnim dijelovima Dinarida prema sjeveru i istoku, zahtijevalo bi i uslovilo reinterpretaciju geološke evolucije u vremenu stvaranja tih stijena visokog

---

Sažetak predavanja održanog 26. marta 1987. godine u Akademiji nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine.

pritiska u graničnim dijelovima Dinarida prema sjeveru i istoku, zahtijevalo bi i uslovilo reinterpretaciju geološke evolucije u vremenu stvaranja tih stijena visokog pritiska i time nove poglede na cjelokupnu geološku evoluciju jugoslavenskog geološkog prostora, pa i cijelog Balkanskog poluotoka. U sklopu toga predavač je ukazao na potrebu da se istraže svi lokaliteti s metamorfnim stijenama koje sadrže i druge minerale i mineralne parageneze visokog pritiska (npr., s distenom, fengitom, granatom, kloritoidom, karfolitom, talkom), za čije se postojanje u Jugoslaviji znade, ali su veoma slabo istraženi. To bi, nadalje, omogućilo da se ispita ev. postojanja parnih metamorfnih pojaseva (Miashirovi "paired metamorphic belts"), koji su karakteristični za metamorfne asocijacije orogenih područja, a čiji se razvitak najčešće povezuje sa subdukcionim procesima. Sve to, dakle, ima i imaće dalekosežne posljedice za tumačenje geološke građe i evolucije u nas.

Predavač se na kraju osvrnuo, s time u vezi, i na značenje bloka bosanskih "škriljavih planina", koji je krajnje nedovoljno istražen, a u kojima su nađene metamorfne parageneze s pirofilitom i kloritoidom, koji, uslovno govoreći, iako stijene vrlo niskog ili niskog stupnja metamorfizma, mogu biti i rezultat metamorfizma visokog pritiska. Postoji opravdan razlog da se vjeruje da je intenzitet pritiska kod metamorfizma ovoga bloka rastao od juga prema sjeveru i sjeveroistoku. To sve zahtijeva da se neodložno pristupi detaljnom i kompleksnom istraživanju metamorfnih (a s njime i magmatskih) stijena ovog metamorfnog bloka. Povezano s time valjalo bi istražiti i metamorfne stijene povezane s ultramafitima u ofiolitnoj zoni u Bosni, kao i izvršiti osnovna istraživanja paleozojskih metamorfnih masa (npr., sanski paleozoik), te metamorfite Motajice i Prosare.

Uporedo s mineraloško-petrološkim istraživanjima, u svim slučajevima valja određivati što preciznije i vrijeme metamorfizma, za što će biti potrebna i egzaktna radiometrijska istraživanja izotopne starosti.

Postoji veoma opravdana pretpostavka da je metamorfizam visokog pritiska u Jugoslaviji nastao za vrijeme alpske orogeneze, odnosno da je kredne starosti ili mlađi.

Za izvršenje ovih zadataka potrebna je moderna oprema, koje u Jugoslaviji gotovo nema, pa će se istraživanja morati dobrim dijelom osloniti na pomoć i suradnju iz inozemstva.