

Geol. vjesnik	30/2	611—620	Zagreb, 1978
---------------	------	---------	--------------

55(1/9)(091)(497.1)

Razvoj geologije u SR Hrvatskoj od 1971—1976. god.

Milan HERAK,¹ Ante POLSAK¹ i Eduard PRELOGOVIĆ²

¹ *Geološko-paleontološki zavod, Prir.-mat. fakultet,
Soc. revolucije 8, YU—41000 Zagreb*

² *Institut za primijenjenu geologiju i mineralne sirovine,
Rud.-geol.-naftni fakultet, Pierottijeva 6, YU—41000 Zagreb*

Sudeći po bibliografskim podacima, znanstvena geološka produkcija u Hrvatskoj u prošlih je 25 godina osjetljivo porasla i u stalnom je usponu. Uz povećani broj radova i istraživačkih tema povećava se i broj časopisa. Uz standardne časopise s duljom tradicijom kao što su »Rad« i »Prirodoslovna istraživanja« (»Acta geologica«) Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, te »Geološki vjesnik«, koji su postojali i prije osnivanja društva, u poratnom razdoblju javljaju se novi Akademijini časopisi »Palaeontologia Jugoslavica« i »Krš Jugoslavije«, zatim »Bulletin scientifique« Savjeta akademija SFRJ, »Radovi RGN fakulteta«, »Nafta« Jugoslavenskog komiteta svjetskog kongresa za naftu i dr. U njima je geološka problematika trajno prisutna, a periodički se objavljuje i u drugim edicijama (zbornici, savjetovanja, udžbenici itd.). K tome treba dodati listove Osnovne geološke karte s tumačima, koji su za veći dio Hrvatske na raspolaganju domaćim geološkim stručnjacima.

Već i sam pregled radova u publikacijama pokazuje da je njima obuhvaćena heterogena materija po sadržaju i stupnju obrade. Najčešće je prisutna dopuna geološke faktografije. Lokalne i regionalne analize također su dosta brojne, ali najčešće bez uočljive tendencije da se zaključci integriraju u šire cjeline kojima su granice izvan područja Hrvatske. Ima i pokušaja šire regionalne, pa i globalne analize; no, među autorima dominiraju oni iz drugih, pa i inozemnih znanstvenih središta. Zato je česta pojava da u takvim analizama radovi iz prvih dviju kategorija nisu dovoljno uvaženi. To je i razlog slabije spoznajne veze u relacijama: dokumentacija — analiza — sinteza, ili: lokalno — regionalno — globalno.

U proteklih četvrt stoljeća u našoj se geologiji opaža izrazit metodološki napredak. U biostratigrafiji sve se češće uvažavaju cenozene kao realna osnova za klasifikaciju, pa se tako definirane jedinice koreliraju s kronostratigrafskim jedinicama u okviru mogućnosti, a ne pod svaku cijenu kao što je bilo u našoj prijašnjoj praksi. Na taj se način izdvajaju prirodne cjeline s obzirom na napredak evolucije živoga svijeta. Isto vrijedi i za litogenetske cjeline u okviru kategorija litostratigrafske klasifikacije, iako u nešto manjoj mjeri i manje dosljedno.

Rekonstrukcija fosilnih okoliša u kojima su nastajale stijene geološke prošlosti predmet je sve većeg broja rasprava, a zasniva se na povezivanju paleoekoloških i sedimentoloških parametara sačuvanih u postojećim arealima.

U rekonstrukciji strukturnih odnosa litosfere, pored klasičnih postupaka uključujući i geofizičke metode, primjenjuju se geomorfologija i fotogeologija, a i dalje se važni podaci dobivaju dubinskim bušenjem.

U porastu su, dakle, postupci koji polaze od činjenica koje se mogu provjeravati i o kojima se može raspravljati uz maksimalno eliminiranje subjektivnih faktora koji, međutim, nalaze važno mjesto u fazi interpretacije.

Prema tome, za geološku praksu u Hrvatskoj i dalje je karakteristična težnja da se najprije postave solidni temelji, pa čak i uz cijenu zaostajanja sinteza sa širim geotektonskim pretenzijama. Tek u novije vrijeme dolazi do izrazitije konfrontacije mišljenja i među hrvatskim geolozima o geotektonskim problemima koje nameću nove spoznaje u geološkoj analizi područja Hrvatske. A te su spoznaje sve češće i tematski sve bogatije. Osvrnut ćemo se samo na važnije među njima.

Stratigrafija

U dokumentaciju stratigrafskih interpretacija ušle su u proteklom razdoblju mnoge nove skupine fosila. To su najčešće mikrofosili, čija primjena je unijela najviše inovacija u stratigrafiji i omogućila stratigrafsku podjelu onih naslaga, koje su ranije, u doba »dominacije« makrofosila, smatrane sterilnima. Međutim makrofosili su u nekim facijesima ostali vrlo važan faktor stratigrafske interpretacije. Osim toga, oni katkada jedini omogućuju korelaciju sa stratotipovima, koji su najčešće bazirani na zajednicama makrofosila (amonita i dr.). U proteklom razdoblju upotreba makrofosila u našoj stratigrafiji bila je zapostavljena, što ubuduće treba ispraviti.

U modernim stratigrafskim interpretacijama u nas sve se više primjenjuju i rezultati biostratonomskih, stratimetrijskih i paleoekoloških istraživanja.

U našim dosadašnjim istraživanjima došlo je katkada i do pogrešnih pristupa u stratigrafskom radu. Tako je ponekad nedostojalo kritičnosti i dosljednosti kod određivanja raspona kronostratigrafskih, a i biostratigrafskih jedinica. To se najčešće dogodilo tada, kada se uopće nije niti pokušala načiniti korelacija s fosilnim zajednicama stratotipova. Nekim fosilima je katkada pripisivan i vrlo različit stratigrafski raspon. Razlog tome mogla je biti i površna paleontološka odredba, ali i slabo definirana obilježja nekih taksona, koja ne omogućuju dobru odredbu fosila. To nas upućuje da u budućim stratigrafskim istraživanjima treba angažirati što više školovanih, a ne priučeni paleontologa i izvršiti reviziju mnogih taksona.

Od mnogobrojnih rezultata stratigrafskih istraživanja u Hrvatskoj u proteklih 25 godina ovdje je moguće dati samo sažeti prikaz najznačajnijih inovacija.

Stratigrafija paleozojskih naslaga dopunjena je mnogim novim podacima. Tako je, osobito posljednjih 10 godina, istraživanjem konodonata postignuto bolje definiranje stratigrafskog položaja naslaga koje su u pravilu prekrizalizirane i siromašne drugim fosilima. Istraživane su konodonti paleozojskih naslaga Velebita, Like, Gorskog Kotara, Banije, Slavonije i drugih područja. Vrlo su značajni nalazi konodonata u području Medvednice, gdje su njima po prvi puta određene naslage različitih katova devona, kao i donjeg i gornjeg karbona. Pomoću njih je određen donji devon i donji karbon u području Zrinske gore.

Nastavljena su i detaljna stratigrafska istraživanja gornjeg paleozoika na temelju fuzulinida, malih foraminifera i vapnenačkih alga. Brojnim fosilima u Velebitu i Lici dokumentirani su u karbonu moskovski, gželski i orenburški kat, a gželske naslage utvrđene su i u Gorskom kotaru. U permu Velebita i Like detaljno su raščlanjene ratendorfske naslage, utvrđeno je da klastične »Košna naslage« predstavljaju ekvivalent trogkofelskih naslaga, a brojnim fosilima dokazuje se više nivoa srednjeg i gornjeg perma, u rasponu od gornjeg artinska do postupnog prelaza u donji trijas. U Gorskom kotaru utvrđeni su ekvivalenti ratendorfskih i trogkofelskih naslaga. U sjevernoj Hrvatskoj perm je dokazan kod Bregane u Samoborskoj gori, u području Ravne gore, a na sekundarnom mjestu i na Medvednici.

U bušotini kod Rovinja u dubini od oko 3.700 m nađen je gornji perm s neošvagerinskom faunom.

Posebno je zanimljiv nalaz karbonske kopnene flore u Papuku, kojom je određen vestfalski kat, te nalazi gornjokarbonskih koralja u Trgovskoj gori. Ovi su nalazi vrlo značajni za rješavanje stratigrafije tzv. »klastičnog karbona« Sjeverne Hrvatske.

U *stratigrafiji mezozojskih naslaga*, koje izgrađuju najveći dio Hrvatske, u proteklom razdoblju došlo je također do mnogih inovacija.

U slabo fosilonosnim naslagama gornjeg perma i donjeg trijasa određivane su asocijacije teških minerala, kojima je na više lokaliteta dokazan postupni prelaz između te dvije periode. Naslage donjeg trijasa, čija paleontološka dokumentacija se do sada svodila na fosilne moluske, dokazane su u novije vrijeme na više mjesta u Dinaridima provodnom vrstom foraminifere *Meandrospira*.

Anizičke naslage dokumentirane su na mnogo mjesta odredbom dazikladaceja. U novije vrijeme nastoji se uvesti zoniranje na temelju foraminifera iz porodice *Ammodiscidae* i provesti njihova usporedba s konodontama. Pojedinačno su determinirani i amoniti anizika iz cefalopodnog vapnenca.

Stratigrafska odredba karbonatnih naslaga ladinika također se uglavnom bazirala na determinaciji provodnih dazikladaceja. Kao novost treba spomenuti nalaze konodonata, kojima su fosilonosne klastično-karbonatne naslage, do sada često smatrane paleozoikom, dijelom uvrštene u ladinik a dijelom u donji trijas i karnik.

U stratigrafiji gornjeg trijasa ustanovljen je na nekoliko mjesta karnički kat na temelju vrste roda *Clypeina*, dok su norik i ret dokazani na mnogo mjesta foraminiferama iz porodice *Involutinidae*, na temelju kojih se postavlja i granica trijas—lijas.

Stratigrafija jure je u novije vrijeme detaljno razrađena na temelju vapnenačkih algi i foraminifera. U karbonatnim naslagama lijasa Vanjskih Dinarida mogu se razlučiti tri biostratigrafske jedinice, a po prvi put je dokazan lijas na više lokaliteta u sjevernoj Hrvatskoj.

U karbonatnim naslagama dogera, po prvi put uopće, s uspjehom je primijenjena biostratigrafska podjela na dvije cenozone bazirane na zajednicama foraminifera i dasikladacea.

Kao važan nov nalaz treba spomenuti i dokazane naslage u rasponu doger—donji malm s »protoglobigerinama« u sjevernoj Hrvatskoj.

U plitkomorskom karbonatnom razvoju malma uvedena je biostratigrafska podjela na 3 zone na temelju vapnenačkih algi i foraminifera. U tacijsu dubljeg mora u sjevernoj Hrvatskoj utvrđene su 4 kalpionelidne zone. Grebenske naslage malma s brojnim koraljima, hidrozoima, diceracidima i nerineama detaljno su istražene na nekoliko lokaliteta. Ustanovljeno je da grebenski razvoj u Istri i Gorskom kotaru pripada donjem malmu, a u području Like i Velebita gornjem malmu.

U stratigrafskoj interpretaciji krednih naslaga naši stratigrafi postigli su također značajne rezultate. Donja kreda u karbonatnom razvoju podijeljena je na 5 cenozona na temelju vapnenačkih algi i foraminifera, osobito iz porodice *Orbitolinidae*. To je do sada najdetaljnija poznata biostratigrafska podjela donje krede u plitkomorskom razvoju Tethysa. Posebno treba spomenuti nalaze donje krede u sjevernoj Hrvatskoj (Medvednica, Banija), koja je dokumentirana nalazima bentoskih foraminifera i vapnenačkih algi.

U gornjoj kredi maksimum razvoja doživljavaju rudisti. Oni zajedno s nekim drugim školjkašima i puževima izgrađuju debele naslage biolitita. Brza evolucija rudistnih biocenoza omogućila je biostratigrafsku podjelu biolititnih vapnenaca u Dinaridima u 6 cenozona i niz podzona. U tu svrhu istražene su vrlo brojne zajednice rudista, osobito iz različitih dijelova Vanjskih Dinarida, a također s više lokaliteta u unutrašnjim Dinaridima (Medvednica, Kalnik, Papuk). Izvršeno je i biostratigrafsko zoniranje pločastog i laminiranog vapnenca Vanjskih Dinarida na temelju pelagičkih mikrofosila. U Unutrašnjim Dinaridima stratigrafija senonskih »bazenskih« naslaga temelji se pretežno na brojnim odredbama pelagičkih foraminifera (*Globotruncanidae*). Na nekoliko lokaliteta u sjevernoj Hrvatskoj pelagičkim foraminiferama dokazane su i naslage raspona alb—cenoman.

Stratigrafija paleogena doživjela je u proteklom razdoblju također značajan napredak. S brojnih lokaliteta istražene su zajednice mikrofosila. Na nekoliko je mjesta dokazana na taj način paleocenska starost liburnijskih naslaga. Na temelju istraživanja velikih foraminifera bolje je definirana stratigrafska pripadnost miliolidnog, alveolinskog i numulitnog vapnenca, koji zauzimaju raspon donji—srednji eocen. Posebno je značajno izdvajanje 4 zone s planktonskim foraminiferama u flišnim naslagama. Te zone kronostratigrafski pripadaju srednjem i gornjem eocenu. Započeta su i istraživanja vapnenačkog nanoplanktona, čime su dobiveni dragocjeni podaci za dopunu stratigrafiji flišnih naslaga.

U sjevernoj Hrvatskoj (Medvednica, Banija i drugdje) po prvi put su paleontološki dokumentirane paleogenske naslage i to pomoću foraminifera, vapnenačkih algi i djelomično nanoplanktona.

Klasična *stratigrafska podjela neogena* bazirala se prvenstveno na nalazima makrofosila (bivalvia i gastropoda). U novije vrijeme došlo je do znatnijih promjena u stratigrafiji neogena na temelju detaljnog istraživanja mikrofosilnih zajednica (foraminifera i ostrakoda). Uvedena su neka nova imena stratigrafskih jedinica, opisani su novi stratotipovi za pojedine dijelove neogena itd. Naši specijalisti za neogen uglavnom već primjenjuju novu stratigrafsku podjelu, koja je prihvaćena i u susjednim zemljama.

Spomenuli bismo samo najvažnije rezultate u novijoj stratigrafiji neogena Hrvatske. Na temelju zajednice foraminifera marinsko-brakični ugljenonosni sedimenti paraličkog tipa u sjevernoj Hrvatskoj, koje su do sada smatrani ekvivalentima »Socka-naslaga«, uvršteni su u eger. To su ujedno najstarije neogenske naslage Hrvatske i pripadaju bazi miocena. Marinskim bentoskim foraminiferama utvrđena je pripadnost tzv. »Maceljskih pješčenjaka« burdigalu odnosno egenburgu. Svakako je vrlo značajno definiranje stratigrafskog položaja vrlo rasprostranjenih slatkovodno-brakičnih naslaga, koje su do sada uvrštavane u različite dijelove neogena i oligocena. One su »jezersko-molasnog« tipa, a sadrže brojne slatkovodne mekušce (kongerije, melanije, neritodonte i dr.), te ostatke biljaka, riba i drugih fosila. Odredbom foraminifera iz marinskih interkalacija dokazana je pripadnost ovih naslaga donjem helvetu, odnosno, po novoj podjeli otnangu. Sjeverno od Ivanšćice naslage otnanga razvijene su u marinskom facijesu.

Među značajne stratigrafske novosti spada i određivanje pripadnosti gornjem helvetu (karpatu) bivših burdigalskih naslaga Medvednice.

U tortonu (badenu) došlo je također do boljeg definiranja stratigrafskih odnosa. Zahvaljujući istraživanju foraminifera te naslage moguće je podijeliti u dva dijela, a na temelju detaljnijih biostratigrafskih podataka može se razlikovati i nekoliko cenozona.

Iz sarmatskih naslaga određivane su također mnoge mikrofosilne zajednice, koje su pridonijele točnijem određivanju stratigrafskog raspona tih naslaga i njihovih facijelnih odnosa. Mjestimice se u tim naslagama može razlikovati više cenozona baziranih na foraminiferskim zajednicama.

Panon je moguće na temelju ostrakoda podijeliti u donji i gornji. Ova podjela podudara se s klasičnom podjelom na »*Croatica-naslage*« i »*Banatica-naslage*«. I pont se može podijeliti u dva nivoa na temelju ostrakoda. U gornjem pontu moguće je u stratigrafskom slijedu odvojiti 3—4 zajednice ostrakoda.

Kod naftnogeoloških istraživanja u Panonskom bazenu primjenjuje se već duže vrijeme litostratigrafska podjela neogena u niz formacija. Takva podjela pokazala se kao praktična kod primijenjenih istraživanja na naftu i plin, ali je neprikladna za regionalnu stratigrafsku korelaciju.

U stratigrafskoj razradi kvartarnih naslaga Hrvatske postignuti su u proteklom razdoblju značajni rezultati. Osobito su detaljno istraženi spiljski sedimenti, u kojima su pronađene bogate faune vertebrata. Najznačajnije takve spilje su Sandalja i Romualdova pećina u Istri, zatim Velika pećina, Veternica i Vindija u sjevernoj Hrvatskoj i druge. Vertebratske faune istraženih lokaliteta omogućile su stratigrafsku podjelu sedimenata, te upoznavanje slijeda paleoklimatoloških, paleogeografskih i paleoeko-

loških promjena tijekom kvartara. Konstatirane su toplodobne zajednice interglacijala i hladnodobne zajednice glacijala. Značajno je da je fauna utvrđen najstariji pleistocen, tj. srednji i gornji vilaf Frank i kromerij, na više mjesta u Vanjskim Dinaridima.

Srednji i gornji pleistocen mogao se raščlaniti prema paleolitskim kulturama.

Iz naslaga Erveničkog, Žegarskog, Kninskog i Krbavskog polja, kojima je ranije pripisivana neogenska starost, određena je pleistocenska zajednica ostrakoda. Sudeći po nalazima ostrakoda dio paludinskih naslaga Vukomeričkih gorica vjerojatno pripada donjem pleistocenu.

U posljednje vrijeme, osobito u okviru izrade Osnovne geološke karte, sve veća pažnja posvećuje se detaljnijoj stratigrafiji kvartarnog pokrivača u Panonskom bazenu (prapor, barski, jezerski i riječni sedimenti).

Paleogeografija

Paleogeografska istraživanja, usko povezana osobito sa stratigrafijom, tektonikom i sedimentologijom, doživjela su u proteklom razdoblju snažan zamah. Mnogi detaljni podaci iz različitih geoloških disciplina omogućili su da se za pojedina razdoblja načine paleogeografske rekonstrukcije na modernoj osnovi. U takvim rekonstrukcijama u pravilu je prikazan sedimentacijski model, tektonska dinamika, paleoekološke prilike i drugo. U novije vrijeme vrlo je dobro razrađena paleogeografija pojedinih dijelova tzv. »karbonatnog praga« u mezozoiku Vanjskih Dinarida. Pokušalo se naći i s više ili manje uspjeha objasniti odnos tog »praga« prema susjednim sedimentacijskim prostorima. Posebno je značajno da tzv. »Jonska zona« prema novim podacima završava mnogo južnije nego što se ranije pretpostavljalo, a u znatnom dijelu jadranskog podmorja utvrđene su plitkomorske naslage, koje vjerojatno povezuju »dinarski prag« sa sličnim područjima u Italiji.

Odnos »karbonatnog praga« i unutrašnjih Dinarida bio je, i još je uvijek, predmet brojnih znanstvenih rasprava. Raniji shematski prikazi većinom gube aktualnost. Brojna detaljna istraživanja pokazala su da su ti odnosi mnogo kompliciraniji nego što se ranije mislilo. Tzv. »pregibna ili prelazna zona« između te dvije paleogeografske jedinice nije još dovoljno istražena. U novije vrijeme njihov odnos pojedini autori nastoje protumačiti u okvirima »tektonike ploča«.

Paleogeografska evolucija Unutrašnjih Dinarida mnogo je kompliciranija od evolucije Vanjskih Dinarida. Tome su prvenstveno uzrok znatno češći i jači tektonski pokreti, koji su pokretač svih paleogeografskih zbivanja. To područje karakterizira velika raznolikost facijesa i česti hijatusi. Tako su tu prisutni u znatnoj mjeri pelagički sedimenti dubljeg mora, zatim debele naslage fliša i drugih klastičnih sedimenata, nije rijetka i pojava barijernih grebena kao i kondenzirane sedimentacije, a ima i bazičnog vulkanizma. Buduća detaljna istraživanja trebaju još osvijetliti mnoge probleme paleogeografske evolucije tog područja.

Debeli neogenski sedimenti u Panonskom bazenu do sada su samo parcijalno paleogeografski istraženi. Ubuduće bi istraživanja trebalo usmjeriti na regionalni plan s težnjom za odvajanje velikih paleogeografskih cjelina (npr. obalnih naslaga, sedimenata delta i sl.).

Strukturna geomorfologija

Oko 1965. oživjela su kod nas geomorfološka istraživanja. Tome su razlog prvi uspjesi postignuti primjenom morfometrijskih metoda u odvajanju struktura interesantnih za traženje nafte i plina. Ubrzo se različite morfometrijske karte upotrebljavaju za procjenu djelovanja erozijskih i denudacijskih procesa važnih za hidrogeološke probleme, npr. u porječju rijeka Krapine i Orljave. Nakon toga spominju se morfometrijske analize neostrukturne dinamike Banije i Kozare i zasebno reljefa i hidrografske mreže Žumberačke gore i Medvednice. U zajednici sa strukturno-tektonskim elementima izrađuju se prve strukturno-geomorfološke karte pretežno u Panonskom bazenu. Taj dio Hrvatske osobito je pogodan za širu morfološku obradu s obzirom na raščlanjenost reljefa i rasprostranjenost najmlađih tvorevina na površini. No, niti krški reljef nije ostao po strani, pa je načinjen regionalni prikaz njegove morfostrukturne evolucije. Bilo je pokušaja primjene geomorfoloških metoda u analizi podmorskog reljefa uz zapadnu obalu Istre. Ovi radovi pobudili su širi interes, pa se javila potreba daljnje primjene strukturne geomorfologije, primjerice za naftnogeološke potrebe. Sve više se u rad unose i ostali geomorfološki pokazatelji geološke građe i razvitka pojedinih predjela, od kojih valja istaći odvajanje pojedinih denudacijskih, erozijskih i akumulativnih površina radi utvrđivanja njihovih formacija.

Fotogeologija

Fotogeološka obrada aerosnimaka nakon uvođenja u Osnovnu geološku kartu postala je stalna pomoć pri izradi geoloških karata različite namjene. Danas se raspolaže s detaljnim fotogeološkim kartama čitave Hrvatske. Primjena fotogeološke obrade je velika i dalje se širi, pogotovo nakon uvođenja daljinskog istraživanja na temelju satelitskih snimaka. U izučavanju naših terena koriste se crnobijele snimke, snimke u boji i infracrvene snimke. Aerosnimke i satelitske snimke primjenjuju se ne samo prilikom izdvajanja litostratigrafskih kompleksa naslaga i trasa rasjeda, nego i šire, u rješavanju tektonskih, hidrogeoloških i inženjerskogeoloških problema. Značajna je primjena u rudarstvu, geomorfologiji i kartografiji uopće.

Neotektonika

U novije vrijeme vidno mjesto u razvitku geologije imaju i neotektonska istraživanja. Ovim imenom obuhvaćeni su pokreti u neogenu i kvarteru, kojima se pristupa na nov način. Nastoje se pratiti neotektonski razvitak nekog područja, utvrditi vrijeme najveće aktivnosti, nastajanja struktura i rasjeda i procijeniti veličine deformacija i amplitude pokreta. Prvi radovi u Hrvatskoj tretirali su neotektonska gibanja na temelju morfometrijskih i geomorfoloških podataka uglavnom za potrebe hidrogeoloških i naftnogeoloških istraživanja. Kasnije su izrađene karte neotektonskih struktura u Panonskom bazenu i karta amplituda pokreta u Žumberačkoj gori i Orlici. U nekoliko članaka opisane su mogućnosti i

potrebe neotektonskih istraživanja, a iznesen je i izbor prikladnih metoda. Nakon prvih spoznaja o neotektonskim zbivanjima u Hrvatskoj, javili su se različiti problemi u vezi sa što točnijim utvrđivanjem amplituda pokreta u predjelima gdje najmlađe naslage nisu razvijene, zatim s tumačenjem neotektonskog razvitka pojedinih područja s različitim tipom tektonike i određivanjem mehanizma neotektonskih kretanja.

Prva neotektonska karta načinjena je za potrebe seizmotektonske karte 1973. Istraživanjima u pojedinim manjim predjelima došlo se do novih podataka. Kod toga se posebno izdvajaju oni o najnovijim kvartarnim i recentnim pokretima, ustanovljenim kartiranjem čitave Hrvatske, a posebno u dravskom području i široj okolici Zagreba. Također su važna zapažanja o neotektonskom razvitku i klasifikaciji struktura u naftnogeološkim područjima. U posljednje vrijeme vrše se intenzivnija regionalna neotektonska istraživanja, ali i detaljna, posebno u Savskoj potolini, Ravnim Kotarima i Koprivnici. Izrađuju se i neotektonske karte za pojedine odjeljke neotektonske etape s unošenjem niza novih podataka, npr. o tektonski aktivnim zonama, o promjenama znaka pokreta, horizontalnim gibanjima i gradijentima brzina vertikalnih neotektonskih pokreta. Još se izdvajaju radovi o paleostrukturalnim, paleotektonskim i litofacijskim odnosima, urađeni za studiju o tercijskim kompleksima istočne Slavonije i savsko-dravsko područje.

Seizmotektonika

Od 1972. započinju seizmotektonska istraživanja, i to u okvirima međunarodnog projekta UNESCO-a: »Izučavanje seizmičnosti Balkanskog poluotoka«. Rezultati dobiveni tom prilikom bili su osnova za uspoređivanje seizmoloških i geoloških procesa. Izvođeni su i podrobnije proučavani manje ili jače seizmički i tektonski aktivni predjeli, koji su se podudarali u osnovnim crtama. Izdvojene su seizmogene zone i utvrđen je stupanj tektonske aktivnosti u njima. Geološki razvitak prikazan je paleogeografskim i neotektonskim kartama za pojedine odjeljke neogena i kvartara. Godine 1974. načinjena je prva seizmotektonska karta Hrvatske.

Rezultati projekta bili su podstrek za daljnji rad. U studiji »Najnovija tektonska gibanja i seizmička aktivnost na području SR Hrvatske« veća je pažnja posvećena kvartarnim tektonskim pokretima i osnovnim aktivnim zonama. Zapažena je različita seizmotektonska aktivnost u priobalnom i unutrašnjem dijelu Hrvatske. Najveća seizmički aktivna zona pruža se uz jadransku obalu s južnim krakom preko Hvara i Pelješca. Izražen je i aktivni pojas s medvedničko-kalničkim strukturama. Korak naprijed u traženju uzajamne uzročne veze seizmoloških pojava i neotektonskih kretanja predstavljalo je odabiranje i kategorizacija najizrazitijih pokazatelja: npr. amplituda vertikalnih i horizontalnih pokreta, vremena najveće aktivnosti rasjeda i krupnih struktura i blokova, smjera potiska, izdvajanje zona preoblikovanja i magnituda i intenziteta potresa.

U nastavku projekta UNESCO-a za potrebe seizmičke rajonizacije izrađena je 1975. karta maksimalnih magnituda potresa prema geološkim podacima. Danas se radi na dopuni te karte uvođenjem geofizičkih parametara. Prošle i ove godine istraživanja su usmjerena u proučavanju mo-

gućnosti korištenja seizmoloških podataka u rješavanju tektonike. To se uglavnom odnosi na ocjenjivanje mehanizma pokreta u žarištu potresa, određivanje smjera potiska i seizmotektonskog modela u pojedinim epicentralnim područjima. Polučeni su prvi rezultati za makarsko, hvarsko, šibensko, diljgorsko i bilogorsko epicentralno područje.

Upravo je u tisku nova, dopunjena seizmotektonska karta, čime je zao-kruženo regionalno istraživanje u Hrvatskoj. Razrada po lokalitetima i manjim predjelima za sada se vrši pretežno za potrebe ocjenjivanja seizmičnosti kod gradnje velikih objekata, npr. oko Zagreba, Siska, Zadra, Rijeke i dr. Dosadašnjim radom omogućen je napredak u upoznavanju dubinske tektonske građe i međusobnih odnosa krupnih struktura i blokova, kao i tendencija najnovijih tektonskih kretanja.

No, ostalo je još problema koji svaku generalizaciju svode na pretpostavke, pa je zbog toga još uvijek prisutnija polarizacija koncepcija nego dokumentacijskih podloga.

Uzmimo Jadransko područje s izdignutom dubljom kristalinskom osnovom i izrazitim depresijama u mezozojskom dnu, s dosta izrazitom bazenskom sedimentacijom tijekom neogena itd. Usprkos intenzivno proučene geofizike, brojnih dubokih bušotina i detaljnog kartiranja, još uvijek postoje divergentna mišljenja o tektogenetskim procesima i suvremenim strukturnim odnosima. Dok jedni govore o ploči afričkog tipa, drugi se vežu na jaču konsolidaciju u okviru hercinske orogeneze, treći ne isključuju kontinuitet dinamike do danas s duljim ili kraćim stabilnijim razdobljima (plitkomorska karbonatna sedimentacija, evaporiti, diskontinuitet na granici neogena s podlogom i dr.). U posljednjih četvrt stoljeća jadransko je područje dalo povoda za pojmovne promjene od klasičnog autohtona, preko parautohtona, do tretmana u kojem je Jadran shvaćen kao dio relativno homogene podmorske plitke zaravni u koju spadaju i karbonatni dijelovi dinarskih i apeninskih geotektonskih jedinica.

U graničnom području mora i kopna još postoji tendencija da se otkrije dislokacijska granica prvoga reda, bilo da je pokrivena tercijskim brečama ili morem. Istovremeno izražavaju se mišljenja da su visoki pojasevi Dinarida (jedinice Visokog krša) prirodan nastavak jadranskog prostora s brojnim dislokacijama koje ne prelaze okvir vezane tektonike.

Razilaženje u mišljenjima o visokokrškom pojasu još je naglašenije. Koncepcija klasične autohtonije Velebita, kao ključnog elementa nespo-razuma, postupno ustupa mjesto relativnoj alohtoniji koja je potkrijepljena dodatnim argumentima u okviru rekonstrukcije tektogeneze, da bi na kraju bilo izneseno mišljenje o klasičnoj alohtoniji te planine, no bez uvjerljivih dokaza koji bi bili pogodni za objektivno provjeravanje.

Unutar visokokrškog pojasa izdvojeni su novi geotektonski elementi. Osobito su zanimljivi alohtoni klastični kompleksi paleozoika i trijasa na mlađoj karbonatnoj osnovi (prvenstveno u Gorskom kotaru i Dalmatinskoj Zagori). Zatim je višekratno upozoravano na epidermalna odvajanja i tangencijalna kretanja karbonatnih kompleksa po više ili manje klastičnoj osnovi. Iznesena je i koncepcija o tzv. »dijapirskim tektonskim oknima«, zasnovana na shvaćanju opće tangencijalne mobilnosti podin-skih i krovinskih (alohtonih) dijelova terena na čitavom prostoru Vanjskih Dinarida, bazirano na pretpostavci o permotrijaskoj starosti najve-

ćeg dijela evaporita. No izraženo je i mišljenje da veći dio evaporita pripada mlađem mezozoiku u ovisnosti o specifičnim paleogeografskim odnosima i dinamikom uz koju se veže i ofiolitni vulkanizam.

Težište problema unutarnjedinarskog pojasa nalazi se izvan područja Hrvatske. Možda je upravo to razlog da je ideja o krednoj starosti ofiolita i njihovoj vezi s krednim klastitima u Samoborskom gorju, Ivanščici i kasnije Medvednici teško prokrčila put do Banije, Korduna i dalje u sjevernu Bosnu. I gravitacijski poremećaji vezani za ofiolitne komplekse i kredne klastite, pa i neke mlađe naslage, nalaze potvrdu u novijim istraživanjima i izvan Hrvatske, ali su u obilježavanju primijenjene terminološke inovacije, pa se tako gubi jasan uvid u kontinuitet spoznavanja te zamršene problematike.

Valja spomenuti da se u novije vrijeme i na rubu Panonskoga bazena otkrivaju inverzni elementi, prvenstveno na kontaktu karbonatnih stijena i klastita, da bi se iz toga izvukli zaključci veoma širokog dijapazona, od lokalnog prebacivanja do uopćavanja u smislu dalekosežnih regionalnih premještanja terena, bez egzaktnije analize ishodišta »alohtonih« masa.

U Panonskom bazenu i dalje je pažnja usmjerena na određenu paralelnost s jadranskim prostorom u smislu izdignutog kristalina i jakih površinskih depresija prvenstveno u neogenu. Razlike u mišljenjima dolaze do izražaja prvenstveno u tretiranju kristalinskih masa toga prostora, pa ih se tretira kao dio Dinarida, ponekad kao internidsku masu koja je odvajala orogene Dinarida i Karpata, ili kao prostor koji je omogućavao veze između tih pojaseva što bi trebali potvrđivati »elementi Dinarida«, dijelom i u Karpatima.

Ma kako različite bile koncepcije o kojima je bilo riječ, za sve je njih karakteristično da se kreću u općevažećim koncepcijskim okvirima u vrijeme njihova nastanka (o dvostrukom orogenu, centrifugalnim i centripetalnim geosinklinalnim parovima itd.). Razlike u shvaćanju i inovacije uvijek su vezane uz određenu provjeru kriterija i odnosa u našem terenu. No, bilo je i pokušaja da se gotovi modeli, prilagođeni terenima drugačije tektogenetske prošlosti, primijene i na naše prilike, ali oni nisu prekoračili granice efemernosti. I danas smo svjedoci takvih nastojanja. Radi se o dosta neuravnoteženoj utrci u primjeni koncepcije o tektonici ploča, koja je izrasla na suvremenim odnosima u graničnim područjima kontinentalne i oceanske kore (što nije identično s kontinentima i oceanima), bez adekvatne reinterpetacije cjelokupnog tektogenetskog zbivanja u našim prostorima. Zato nas ne treba čuditi da se mišljenja brže smjenjuju nego argumenti zasnovani na objektivnim činjenicama.

U svakoj znanosti, pa i geološkoj, potrebna je odvažnost i stvaralački nemir ako se želi krenuti naprijed. No nema napretka ni bez trijeznog rasuđivanja i jasnog razlučivanja dokazanog od vjerojatnog i mogućeg. Vrijeme je da to postane vodeće načelo i u našoj geološkoj praksi.