

Evolucija Vanjskih Dinarida

Franić, Nina Selena

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:170625>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-19**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek

Nina Selena Franić

EVOLUCIJA VANJSKIH DINARIDA

Seminar III
Preddiplomski studij geologije

Mentor:
prof. dr. sc. Damir Bucković

Zagreb, 2023.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek

Seminar III

EVOLUCIJA VANJSKIH DINARIDA

Nina Selena Franić

Rad je izrađen: Geološki zavod, PMF, Zagreb, Horvatovac 102a

Sažetak:

Proučena je postojeća literatura na temu Vanjskih Dinarida i evolucije Jadranske karbonatne platforme. Dana je kronologija taloženja stratigrafskih jedinica Jadransko-Dinaridskog prostora od perma do kvartara. Napravljena je podjela Jadransko-Dinaridskog prostora na podjedinice te je uspostavljen međusobni odnos podjedinica i njihov odnos prema širem promatranom prostoru. Razmotreni su glavni tektonski pomaci koji su doveli do nastanka Vanjskih Dinarida i posljedična orijentacija današnjih gradbenih jedinica. Zaključeno je da su Vanjski Dinaridi obilježeni kompleksnim tektonostratigrafskim sklopom navlaka počevši od trijasa te da se seizmička aktivnost mjestimice nastavlja i danas.

Ključne riječi: Vanjski Dinaridi, Jadranska karbonatna platforma

Rad sadrži: 17+IV stranica, 4 slika, 0 tablica, 4 literaturnih navoda i 0 tabli

Jezik izvornika: hrvatski

Rad je pohranjen u: Središnja geološka knjižnica, Geološki odsjek, PMF

Mentor: prof. dr. sc. Damir Bucković

Ocjenjivači: prof. dr. sc. Damir Bucković, izv. prof. dr. sc. Aleksandar Mezga, v. pred. mr. sc. Dražen Kurtanjek

Datum završnog ispita: 18.9.2023.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Geology

Seminar III

EVOLUTION OF THE EXTERNAL DINARIDES

Nina Selena Franić

Thesis completed in: Geološki zavod, PMF, Zagreb, Horvatovac 102a

Abstract:

The existing literature on the topic of the External Dinarides and the evolution of the Adriatic Carbonate Platform has been studied. A chronology of sedimentation of stratigraphic units in the Adriatic-Dinaric region from the Permian to the Quaternary has been provided. The Adriatic-Dinaric region has been divided into subunits, and the mutual relationship between these subunits and their relationship to the broader observed area has been established. The main tectonic movements that led to the formation of the External Dinarides and the subsequent orientation of the present structural units have been considered. It is concluded that the External Dinarides are characterized by a complex tectonostratigraphic assemblage of thrust sheets starting from the Triassic, and that seismic activity continues intermittently to this day.

Keywords: External Dinarides, Adriatic Carbonate Platform

Seminar contains: 17+IV pages, 4 figures, 0 tables, 4 references, and 0 plates

Original in: Croatian

Thesis deposited in: Central Geological Library, Department of Geology, Faculty of Science

Supervisor: prof. dr. sc. Damir Bucković

Reviewers: prof. dr. sc. Damir Bucković, izv. prof. dr. sc. Aleksandar Mezga, v. pred. mr. sc. Dražen Kurtanjek

Date of the final exam: 18.9.2023.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. TRIJAS	2
3. JURA	3
4. KREDA I PALEOGEN	5
5. TEKTONOSTRATIGRAFSKE JEDINICE	7
5.1. Sjeveroistočna Dinaridska jedinica.....	8
5.2. Jugozapadna Dinaridska jedinica.....	8
5.3. Sjeveroistočno Jadransko korito	8
5.4. Sjeveroistočna Jadranska jedinica.....	9
5.5. Jugozapadna Jadranska jedinica.....	9
5.6. Odnosi tektonostratigrafskih jedinica	10
6. KENOZOIK.....	12
6.1. Fliš, molasa, evaporiti	12
6.2. Tektonska obilježja	14
7. ZAKLJUČAK.....	16
8. LITERATURA	17

1. UVOD

Vanjski, Krški Dinaridi dio su alpskog planinskog sustava koji se proteže otprilike 650 kilometara od sjevera Italije preko Slovenije, Hrvatske, Bosne i Hercegovine, Srbije, Crne Gore, Kosova te Albanije. Začetak njihovog današnjeg izgleda počinje još u trijasu, odvajanjem Jadranske mikroploče od Gondwane te nastavlja njenom evolucijom i daljnjim približavanjem Afričke ploče Euraziji. Postoji mnogo interpretacija događaja koji dovode do stvaranja Vanjskih Dinarida kao i jedinica koje u tom stvaranju sudjeluju. U ovom radu proučena je postojeća literatura koja pruža neke od interpretacija stratigrafskih i tektonskih zbivanja šireg Jadransko-Dinaridskog prostora u svrhu stvaranja smislenog slijeda događaja koji vode do nastanka Vanjskih Dinarida.

2. TRIJAS

Tijekom karbona, prvenstveno se talože siliciklastiti, uz rijetke pojave vapnenca (Vlahović et al., 2005). Početkom perma taložni okoliš je plitak te se talože naslage pjeskovitog i muljevitog detritusa donesenog kopnenim vodama. Unutar siliciklastičnih naslaga moguće je naći leće karbonata, koji se talože dalje od utjecaja kopna. Krajem starijeg perma dolazi do izdizanja uslijed kojeg nastupa erozija prethodno istaloženih naslaga (Bucković, 2006). S postupnom ingresijom dolazi do taloženja karbonata, koje mjestimice traje i do srednjeg miocena. Sve do mlađeg perma prevladavaju plitkovodni taložni okoliši u kojima se talože karbonati, koji dolomitizacijom prelaze u ranodijagenetske dolomite. Neki od tih dolomita bivaju kasnodijagenetski dolomitizirani, te se mjestimice mogu opaziti izmijene rano- i kasnodijagenetskih dolomita. U nekim područjima postoje i podplimni okoliši i lagune, gdje se taloženje odvija u približno anoksičnim uvjetima. Krajem perma dolazi do mjestimičnih emerzija te taloženja siliciklastita, uz poneke pojave evaporita na prostoru sjeverne i srednje Dalmacije.

Na prijelazu iz perma u trijas, u taložnim sljedovima može se uočiti mjestimična izmjena siliciklastita i karbonata. U srednjem trijasu odvija se taloženje vapnenaca i kasnodijagenetskih dolomita, koji se talože u plitkomorskim, visokoenergetskim okolišima. Također se talože siliciklastiti, piroklastiti, tufovi te druge vulkanske i magmatske stijene. Piroklastiti i tufovi talože se uslijed srednjotrijaskih ekstenzijskih tektonskih pokreta, kojima dolazi do stvaranja dubokih rasjeda i uz njih manja korita te podmorskog vulkanizma, dok su neka mjesta zahvaćena emerzijom. Ekstenzijska tektonika srednjeg trijasa dovodi do odvajanja današnjeg područja od sjevernog ruba Gondwane, čime nestaje bivši prostor epiričkog šelfa i nastaje Jadranska mikroploča, veliki prostor koji obuhvaća Vanjske Dinaride, južne Apenine, Apuliju, Albanide te Helenide. U gornjem trijasu emerzija zahvaća velik dio prostora tako da dolazi do taloženja pješčenjaka, silita, breča i konglomerata te boksita. Takve kopnene naslage nastaju u okolišima uvala i ponikvi, dok ponegdje ipak postoji taloženje marinskih naslaga. U vršnom dijelu gornjeg trijasa ponovno dolazi do plavljenja te se taloži Hauptdolomit, kod kojeg je u donjem dijelu naslaga moguće mjestimice opaziti tufitične dolomite (Bucković, 2006).

3. JURA

Granica kontinuiranog prijelaza iz trijasa u juru predstavljena je prvim vapnenačkim slojem na Hauptdolomitima. Za vrijeme donje jure neka područja pokazuju pretežito sljedove vapnenaca s ulošcima dolomita, dok je na drugim mjestima obrnuto. Taložni okoliši donje jure uglavnom su zaštićeni, uz donos organske tvari. Ponegdje su okoliši plitki i visokoenergetski, s jakim utjecajem struja i valova. U prijelazu is starije u srednju juru, na perimediteranskom području dolazi do jakih ekstenzijskih pokreta, čime dolazi do dezintegracije Jadranske mikroploče na nekoliko manjih entiteta. Među njima su Apeninska, Apulijska, te Jadranska i potencijalno Dinaridska platforma. Interpretacija Jadransko-Dinaridskog područja nije ujednačena te neki autori (Vlahović et al., 2005) smatraju da dolazi do nastanka cjelovite karbonatne platforme odnosno Jadranske karbonatne platforme, dok drugi autori (Korbar, 2009) smatraju da dolazi do nastanka Jadranske karbonatne platforme te Dinaridske karbonatne platforme, koje su međusobno odvojene Cukali-Budvanskim koritom/bazonom. Doseg Cukali-Budvanskog korita nije u potpunosti siguran, no Korbar (2009) smatra da sjeveroistočno Jadransko korito predstavlja njegov potencijalni produžetak. Istovremeno, za vrijeme toarcija, dolazi do tonjenja dijelova bivše cjelovite platforme na području Umbria-Marche te centralnog Jadrana. Time dolazi do stvaranja Jadranskog bazena/korita, koje predstavlja začetak Jadranskog mora. Novonastale karbonatne platforme na taj su način bile okružene s Belunskim bazenom na sjeverozapadu, Umbria-Marche bazenom na zapadu, Jadranskim bazenom na jugozapadu i jugu, Slovenskim bazenom na sjeveru te Bosanskim bazenom na istoku i sjeveroistoku. Na jugu se nalazio Jonski bazen, te Gavrovo-Tripolitza karbonatna platforma s kojom je Jadranska platforma bila potencijalno spojena. Prema Korbar (2009), Belunski bazen mogao bi biti spojen s Jadranskim od kasnog trijasa. Za vrijeme toarcija nastavlja se taloženje vapnenaca bez obzira na ekstenzijske pokrete koji zahvaćaju regiju. Na njima se talože vapnenci s lećama kasnodijagenetskih dolomita. Karbonatne naslage mlađe jure sastoje se od raznih tipova uslojenih vapnenaca i kasnodijagenetskih dolomita. U gornjoj juri dolazi do stanovite kompresijske tektonike. Time nastaju dva korita, jedno u Gorskom kotaru te drugo na području od Bihaća, preko Poštaka do Svilaje. Ovdje, u anoksičnim uvjetima uz bitan postotak organske tvari, talože se Lemeške naslage. To su tamni, slojeviti vapnenci s tufovima i rožnjacima. Na rubu oba korita stvaraju se hidrozojski grebeni, koji s vremenom bivaju uništeni uslijed rada valova, čime se korita postepeno zapunjavaju. Na sjeveru Jadranske karbonatne platforme stvaraju se grebeni prema

4. KREDA I PALEOGEN

Prijelaz iz jure u kredu kontinuiran je. Talože se poglavito vapnenci, uz nešto manje dolomita. Donjokredni vapnenci u podnožju Velebita pokriveni su Jelar brečama. Emerzije su u donjoj kredi česte i kratkotrajne. Iz ovog vremena također postoje sačuvani otisci stopa dinosaura kao i ostatci njihovih kostura iz Istre. Za vrijeme donjeg apta dolazi do manjeg povećanja morske razine, što se očituje taloženjem orbitolinskog vapnenca s pelagičkim utjecajem. Nakon toga, za vrijeme gornjeg apta, dolazi do regionalne emerzija, koja najduže traje u Istri, do mlađeg alba, dok na drugim mjestima traje do prijelaza iz apta u alb. Na području Dinare, Kapele i Biokova taložni okoliš predstavljaju zaštićene lagune te platformni plićaci s povišenom energijom vode (Bucković, 2006).

Prijelaz iz donje u gornju kredu je mjestimice kontinuiran. Uz vapnence, bitne su pojave kasnodijagenetskih dolomita te desikacijskih dolomitnih breča. U području Dalmacije, na otoku Braču, moguće je opisati karakteristične sljedove gornje krede. Formacija Milna, cenomanske starosti, predstavlja naslage unutrašnjosti karbonatne platforme. Formacija Sveti Duh, cenomanske do turonske starosti, predstavlja taloženje pelagičkog tipa, odnosno pučinsku epizodu. Formacija Gornji Humac, turonske do konijačke starosti, predstavlja naslage unutrašnjosti karbonatne platforme. Formacija Dol, konijačke do kampanske starosti, predstavlja naslage ponovljene pučinske epizode. Formacija Pučišća, santonske do kampanske starosti, predstavlja naslage rudistnog ruba intra-platformnog bazena te unutrašnjost platforme. Formacija Sumartin, kampanske do mastrihtske starosti, predstavlja naslage unutrašnjeg dijela platforme. Nakon formacije Sumartin dolazi prekid taloženja uvjetovan emerzijom (Korbar, 2009). Za vrijeme gornje krede dolazi do znatne kompresijske tektonike, uslijed koje se na nekim izdignutim prostorima nikad neće obnoviti marinsko taloženje. Dolazi do okršavanja karbonatnih stijena koje u središnjem području Vanjskih Dinarida traje i danas. Kako su neka mjesta izdignuta kompresijskom tektonikom gornje krede, tako druga, niža i zaravnjena mjesta bivaju potopljena paleogenskom transgresijom. Od početka paleocena do srednjeg miocena, talože se karbonatne i klastične naslage kao odraz tektonskih zbivanja. Tako gornjopaleocenski i donjoecenski Foraminiferski vapnenci mogu sadržavati niz foraminiferskih sljedova, od miliolidnih do alveolinskih i numulitnih pa do diskociklinskih i globigerinskih, kao odraz raznih okoliša u kojima su te zajednice obitavale. Na plitkomorskim platformama obitavale su miliolide i alveoline, na platformnim rampama i padinama numuliti i diskocikline te u dubokim bazenima globigerine. Za vrijeme

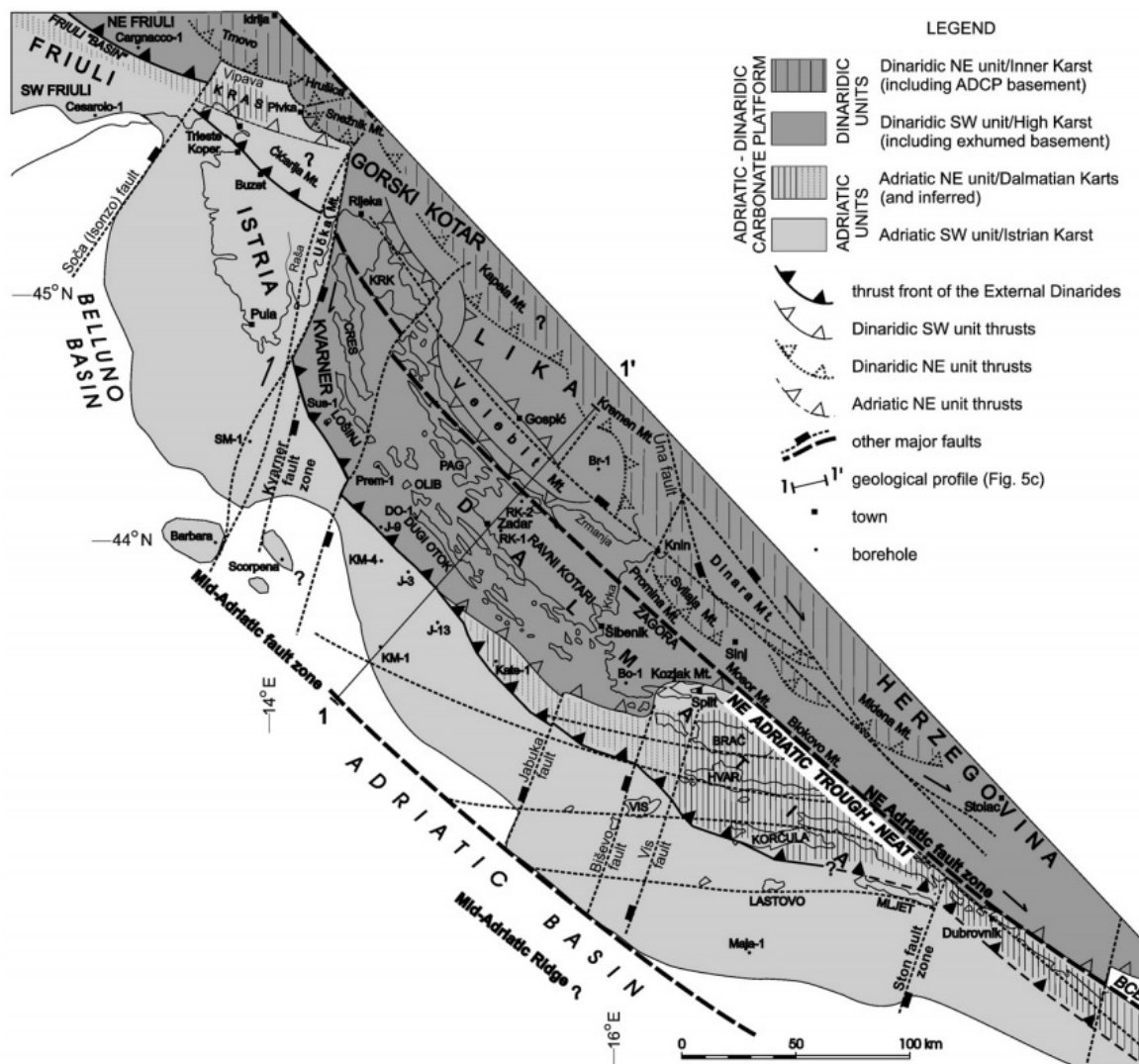
eocena, kao rezultat vladanja različitih uvjeta, talože se Foraminiferski vapnenci miliolidnog do diskociklinskog tipa (Bucković, 2006). Kao rezultat kontinuirane eocenske kompresijske tektonike nastavlja se izdizanje i okopnjavanje nekadašnjih platformnih prostora kao i taloženje klastičnih naslaga uslijed sve intenzivnije erozije uzdignutog prostora.

Na području regije Kras, sjeverno od Tršćanskog zaljeva i Istarskog poluotoka, nalaze se relativno cjeloviti gornjokredni do paleogenski sljedovi. Formacija Sežana, turonske do santonske starosti, te formacija Lipica, santonske do kampanske starosti, predstavljaju karbonatne naslage unutrašnjosti platforme kao i otvorene platforme. Iznad njih nalaze se Liburnijske naslage, mastrihtske do paleocenske starosti, s kojima dijele diskordantnu granicu. Liburnijska formacija uključuje Vreme naslage; rudistne slojeve gornjokredne starosti, te Kozinske naslage, koje nisu jedinstvene ovom području i pojavljuju se u srednjem dijelu Liburnijske formacije. Kozinske naslage pojavljuju se cijelim sjeveroistočnim područjem Jadrana. Predstavljene su naslagama debljine do 150 metara, a sastoje se od tamnog, bituminoznog vapnenca koji je istaložen u brakičnim vodama, mjestimice s prosljocima ugljena (Korbar, 2009). Lokalno su te naslage istaložene na okršene kredne vapnenice, na samom početku transgresije za vrijeme paleogena. Iznad Liburnijske formacije nalaze se Foraminiferski vapnenci neritičkog tipa, kasne paleocenske do eocenske starosti, bogati velikim bentičkim foraminiferama. Na području regije Kras, Foraminiferski vapnenci diskordantno naliježu na paleocenske platformne karbonate, dok se na drugim lokalitetima nalaze iznad velikog prekida taloženja vezanog za regionalne emerzije. Iznad Foraminiferskih vapnenaca nalaze se klastiti eocenske starosti, odnosno fliš.

Dubokovodne naslage i karbonatne breče upućuju na sinsedimentnu tektoniku te subsidenciju već izduženog područja za vrijeme kasne krede i ranog paleogena (Korbar, 2009). Dubokovodne karbonate moguće je opisati na lokalitetima Mosora, Kozjaka i Biokova, mastrihtske do paleocenske starosti. Bazenski karbonati na području između Splita i Dubrovnika potencijalno su istaloženi u dubokomorskom koritu. Takvo korito moglo bi biti produžetak Cukali-Budvanskog bazena. Na području Trnovo, Hrušica i Snežnik navlaka, također je moguće pronaći dubokovodne karbonate mastrihtske do paleocenske starosti. Te naslage potencijalno predstavljaju najraniji distalni foredeep tog područja, dok se iznad njih nalazi sinorogenetski fliš ranog paleogena.

5. TEKTONOSTRATIGRAFSKE JEDINICE

Prema Korbar (2009), moguće je podijeliti promatrano područje na pet tektonostratigrafskih jedinica. Jedinice su određene stratigrafijom te položajem unutar šireg Jadransko-Dinaridskog prostora. Sjeveroistočna Dinaridska jedinica i jugozapadna Dinaridska jedinica pripadaju Dinaridskoj karbonatnoj platformi, dok sjeveroistočna Jadranska jedinica i jugozapadna Jadranska jedinica pripadaju Jadranskoj karbonatnoj platformi. Peta jedinica, sjeveroistočno Jadransko korito, predstavlja potencijalni produžetak Cukali-Budvanskog bazena.



Slika 5.1. Tektonostratigrafske jedinice Jadransko-Dinaridskog područja, preuzeto iz Korbar (2009).

5.1. Sjeveroistočna Dinaridska jedinica

Sljedovi koji karakteriziraju ovu jedinicu počinju od gornjokrednog taložnog prekida popraćenog boksitima, koji potencijalno označava forebulge fazu ove jedinice, nakon čega za vrijeme santona i mastrihta dolazi do stvaranja distalne foredeep rampe. Potom dolaze mastrihtski bazenski karbonati, u kojima ima i lapora. Iznad laporovitih karbonata nalazi se fliš. Navedeni sljedovi opisani su na području Trnova. U području Gorskog kotara i sjeverne Like, prostiranje jedinice određeno je prema navlačnim strukturama iz zaleđa, zato što su gornjokredne do paleogenske naslage erodirane.

5.2. Jugozapadna Dinaridska jedinica

Ova jedinica rasprostranjena je velikim dijelom u središnjem Jadransko-Dinaridskom području. Tako na prostoru Lošinja i Dugog Otoka postoje nalazi pitoneliidnih vapnenaca preko kojih naliježu Foraminiferski vapnenci eocenske starosti. U sjeverozapadnom dijelu ona se nalazi na području Furlanijskog bazena, gdje su podatci iz bušotine pokazali da plitkovodni karbonati krovinskog krila reversnog rasjeda imaju značajke ove jedinice. Tanak pojas plitkovodnih karbonata također se pojavljuje ispred Snežnik navlake. Na prostoru Kvarnera, Like, Ravnih Kotara, Zagore te Biokova, naslage ove jedinice pokazuju slijed plitkovodnih karbonata na koje transgresivno naliježu Foraminiferski vapnenci eocenske starosti. Gornjokredne naslage ove jedinice pokazuju sličnosti s formacijom Gornji Humac. Za vrijeme ranog kampana te do kasnog paleocena ovdje dolazi do prekida taloženja. Taj prekid u taloženju potencijalno je vezan s efektom forebulge-a. U području Hercegovine nalaze se rudistni vapnenci gornjokredne starosti preko kojih transgresivno naliježu karbonati eocenske starosti.

5.3. Sjeveroistočno Jadransko korito

Na lokalitetima Kozjaka, Tilovice na Mosoru te Biokova, nalaze se padinski karbonati. Mastrihtske do paleocenske su starosti, te se protežu nekoliko kilometara duž Jadranske obale. Naslage ove jedinice odlikuju se izmjenom karbonatnih klastita s pelagičkim madstonima do vekstonima. Madstoni i vekstoni sadrže planktonske foraminifere. U izmjeni se također pojavljuju pekstoni i radstoni, unutar kojih se nalaze bentičke foraminifere. Iznad naslaga ove jedinice nalaze se reversni rasjedi. Prema Korbar (2009), ti dubokovodni

karbonati danas su zbijeni između Jadranske karbonatne platforme i Dinaridske karbonatne platforme.

5.4. Sjeveroistočna Jadranska jedinica

U području regije Kras, dijelovi ove jedinice nekad su interpretirani kao dio Furlanijskog bazena. To su u stvarnosti naslage sjeveroistočne Jadranske jedinice, predstavljene plitkovodnim karbonatima koji se nalaze u podinskom krilu reversnog rasjeda. U krovinskom krilu nalaze se naslage Dinaridske karbonatne platforme, odnosno jugozapadne Dinaridske jedinice, koja formira navlačnu strukturu. Naslage ove jedinice također se nalaze u prostoru središnje i južne Dalmacije, na Braču, Hvaru, Pelješcu te u nekoliko lokaliteta u Makarskoj. Karakterizira ih pojava formacije Sumartin.

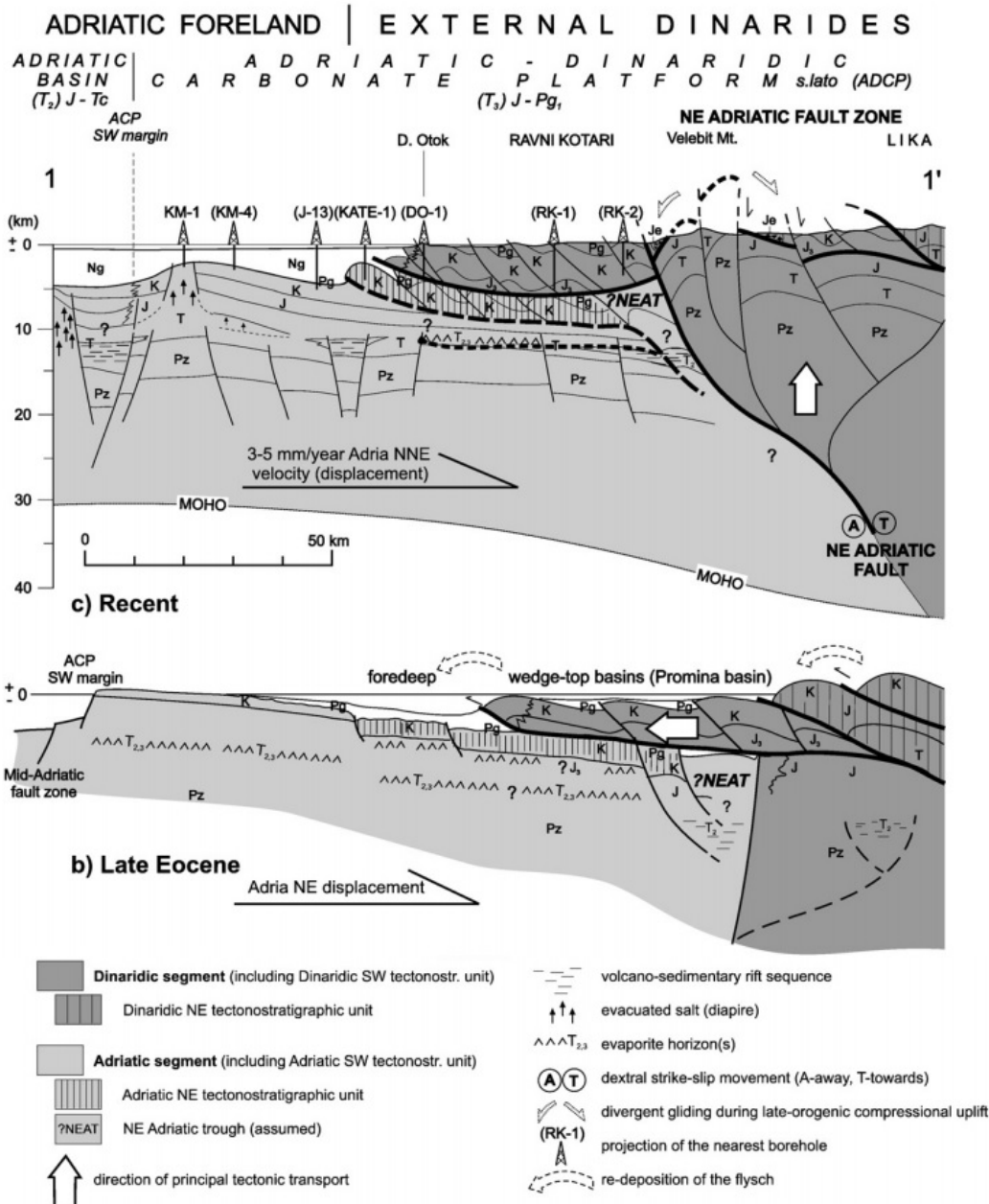
5.5. Jugozapadna Jadranska jedinica

Između krednih i paleogenskih karbonata ove jedinice dolazi do velikog prekida u taložnoj sekvenciji. Na sjeverozapadu, u prostoru Furlanije, naslage jedinice postaju vrlo tanke. Ovdje na donjocenomanske platformne vapnence naliježu donjomiocenski klastiti. U području Ćićarije naslage su karakterizirane kristalinskim vapnencem konijačke do santonske starosti, iznad kojih se nalaze plitkovodni karbonati. To je potencijalno najranija eocenska transgresija na tom području. Na planini Učkoj nađeni su peritajdalni vapnenci konijačke do santonske starosti. Na prostoru Istre, taložni prekid traje još duže. Na donjokredne plitkovodne vapnence odmah naliježu Foraminiferski vapnenci. U sjeverozapadnom dijelu Istre, Foraminiferski vapnenci nalaze se iznad gornjokrednih vapnenačkih naslaga. U jugozapadnom dijelu Istre, peritajdalni vapnenci gornjokredne starosti nalaze se ispod naslaga paleogena. Razlike u lateralnoj stratigrafiji gornjokrednih do paleogenskih naslaga mogu biti rezultat forebulge efekta i/ili kompliciranog tektonskog sklopa ovog područja (Korbar, 2009). Slične naslage nalaze se otprilike 25 kilometara jugozapadno od Dugog Otoka. Na otoku Biševo, nalaze se konijački do santonski rudistni vapnenci iznad kojih se nalaze oligocenski platformni karbonati, odvojeni diskordantnom granicom. Otprilike 20 kilometara južno od otoka Lastovo, nalaze se naslage donjokrednih plitkovodnih karbonata, iznad kojih se nalazi molasa miocenske starosti, što ukazuje na emerziju dijelova Jadranske karbonatne platforme u vrijeme rane krede, što je dodatno potkrijepljeno činjenicom da

sljedovi krednih do paleogenski plitkovodnih karbonata također stanjuju od sjeveroistoka prema jugozapadu.

5.6. Odnosi tektonostratigrafskih jedinica

Prema Korbar (2009), profil konstruiran na prostoru središnjeg Jadrana pruža informacije o prostornom odnosu tektonostratigrafskih jedinica Dinaridske i Jadranske karbonatne platforme. Mohorovičićev diskontinuitet nalazi se na dubini od 30 kilometara, no produbljuje se na dubinu od 45 kilometara ispod zone pružanja sjeverozapad-jugoistok. Ta zona, duž koje se nalazi sedimentacijsko dno, potencijalno predstavlja kontinentalnu subdukciju za vrijeme paleogena i neogena. Prostor Jadranskog predgorskog bazena uglavnom pokazuje normalno rasjedanje kao i evaporitne horizonte i dijapire. U području Dugog Otoka, na dubini od otprilike 10 kilometara, očituje se seizmički reflektor, koji se dalje nalazi na dubini od 4 kilometra na području bušotine Kate-1. Predstavlja čelo navlačne strukture Dinarida s nagibom prema sjeveroistoku. Interpretirana je kao čelo navlake sjeveroistočne Jadranske jedinice (Korbar, 2009). Također, opaža se još jedan seizmički reflektor na dubini od 5 kilometara u području Dugog Otoka, te se isti produbljuje na 7 kilometara u području Ravnih kotara. Interpretiran je kao čelo navlake jugozapadne Dinaridske jedinice. Potencijalno predstavlja dekolman do čije aktivacije dolazi za vrijeme paleogena i neogena uslijed kompresijskih pokreta u gornjojurskim i donjokrednim naslagama. Korbar (2009) predlaže znatno skraćenje prostora, uslijed kojeg nastaju deformacije gornjih, plićih slojeva i tektonsko zadebljanje superponiranih sedimentnih jedinica. Dublje naslage koje se nalaze ispod dekolmana nisu povezane s deformacijskim pokretima koji rezultiraju u skraćanju za vrijeme paleogena i neogena te su zahvaćeni samo pred-orogenetskom tektonikom ekstenzijskog tipa. Čelo navlake sjeveroistočne Jadranske jedinice spušta se na dubinu od 11 kilometara u području Ravnih kotara, te dalje ispod Velebita sa smjerom nagiba prema sjeveroistoku. Tu, ispod planine Velebit, nalazi se stanoviti seizmički reflektor, koji potencijalno predstavlja kristalinsku osnovu, koji je interpretiran kao frontalna kompresijska antiformalna Dinaridskog segmenta, koja nastaje za vrijeme kolizije s Jadranskim segmentom uslijed kojeg dolazi do deformacije dubljih slojeva sedimenta u kasnoj orogenetskoj fazi (Korbar, 2009).



Slika 5.6.1. Odnos tektonostratigrafskih jedinica u profilu, preuzeto iz Korbar (2009).

Količina skraćivanja kore do koje dolazi uslijed kompresijskih pokreta te stvaranja navlaka i boranih struktura nije definirana sa sigurnošću. Prema Schmid et al. (2008), skraćenje se odvija prije početka miocena te mjestimice traje i danas. Navlačenje počinje u eocenu i traje do kasnog miocena. Prema Korbar (2009), značajno skraćenje mora biti akomodirano dubljom subdukcijom Jadranskih segmenata ispod Dinaridskih, no skraćenje pojedinih jedinica ne smatra se značajnim jer je mezozojsko izduljenje kompenzirano sa kenozojskim skraćjenjem.

6. KENOZOIK

6.1. Fliš, molasa, evaporiti

Progresivna deformacija Dinaridskog orogena odvija se postepeno od smjera sjeveroistoka prema jugozapadu. U Vanjskim Dinaridima deformacije počinju kasnije, za vrijeme paleogena, dok u Unutrašnjim Dinaridima počinju ranije, za vrijeme kasne krede. Naslage fliša, ili jednostavno fliš, čine klastiti paleocenske do eocenske starosti. Fliš se sastoji od lapora, pješčenjaka, uložaka breča te konglomerata (Bucković, 2006). Njegova pojava bilježi početak ranih orogenetskih deformacija (Korbar, 2009). Izvor siliciklastičnog materijala bili su Unutrašnji Dinaridi, te su mineralne asocijacije Unutrašnjih Dinarida nađene u fliškim naslagama Vanjskih Dinarida. Pomicanjem prostora Dinaridskog foredeep-a ispred Dinaridskog orogenog klina dovodi do pretaloživanja tih naslaga. Točna starost najmlađeg fliša ne može se odrediti, zbog njegove erozije na pojedinim mjestima ili pak dolazi do pokrivanja s navlakama i reversnim rasjedima. Na prostoru južnih Vanjskih Dinarida, naslage fliša miocenske su starosti. S obzirom na postojanje miocenskih lakustrinskih naslaga na prostoru Sinjskog bazena, moguće je razmotriti istovremeno postojanje miocenskih jezera na Dinaridskim jedinicama, odnosno na wedge top-u, te foredeep-a u Jadranskim jedinicama.

Na području Ravnih kotara, naslage fliša nalaze se ispod Prominskih naslaga. Prominske naslage predstavljaju klastiti širokog raspona zrna. Čine ih lapori, kalkareniti, vapnenački konglomerati te mjestimice i ugljeni (Bucković, 2006). Prominske naslage govore o postepenom zapunjavanju te zatvaranju predgorskog bazena i predstavljaju regresivni član sedimentnog slijeda za vrijeme paleogena. Zajedno sa Jelar brečama, koje se sastoje od krupnozrnatih karbonata uglatih, loše sortiranih fragmenata (Bucković, 2006), često se nazivaju molasa. Prominske naslage i Jelar breče eocenske su do oligocenske starosti. Prominske naslage taložene su u prostoru Prominskog bazena, do čijeg nastanka dolazi progradacijom Dinaridskog orogenog klina preko područja Kvarnera i dijelova sjeverne Dalmacije. Ta progradacija popraćena je stvaranjem wedge-top bazena u području planine Promina i prostora Ravnih kotara. U južnom dijelu bazena, u donjem dijelu slijeda nalazi se fliš, dok se u gornjem nalaze klastiti Prominskih naslaga. U sjevernom dijelu bazena nalaze se diskordantno iznad krednih i paleogenskih karbonatnih naslaga. Debljina Prominskih naslaga u ovom području veća je od 2000 metara. Poneke fragmente Promina naslaga moguće je naći u Jelar brečama. Jelar breče ne pojavljuju se nigdje drugdje na svijetu,

njihova rasprostranjenost ograničena je na Velebit i Liku te malo manje na dijelove Kvarnera. Masivne su te sadrže različite nesortirane, uglate ulomke. Njihovi klasti pripadaju različitim stratigrafskim jedinicama, od jurskih, krednih i paleogenskih vapnenaca pa do trijaskih karbonata, kasnodijagenetskog dolomita jurske i kredne starosti, malenih ulomaka boksita, paleogenkog fliša te rožnjaka. Vezivni materijal vapnenačkog je sastava, iznimno sitnih dimenzija, a nastao je na isti način kao i same breče, drobljenjem i usitnjavanjem uslijed izdizanja Dinaridskog orogena. Porijeklo im je stoga vezano uz mehanizme nastanka orogena jer fragmenti ne ukazuju na starost, već na njihov postanak, vezan uz orogenetske aktivnosti. Prema Korbar (2009), dekolmani aktivirani za vrijeme ranih orogenetskih deformacija reaktiviraju se kao ekstenzijski oblici za vrijeme kasne faze stvaranja orogena, kada dolazi do formacije Velebitske antikline. Istovremeno dolazi do zapunjavanja dubokih, ekstenzijskih korita s brečama koje nastaju kolapsom naslaga iznad dekolmana. Na taj način Jelar breče povezane su s mehanizmima kasnog orogenetskog procesa. Potencijalno dolazi do gravitacijskog klizanja vršnih sljedova Jugozapadne Dinaridske jedinice, jurske do eocenske starosti, po krilima antikline. To je mogući razlog zašto se Jelar breče u unutarnjem prostoru periklinalnog pojasa breča nikad ne nalaze iznad naslaga starijih od gornje jure, dok na vanjskom dijelu antikline pokrivaju mlađe naslage.

U Jadransko-Dinaridskom prostoru moguće je izdvojiti tri evaporitna horizonta koji se međusobno razlikuju po starosti i lokaciji. Evaporiti na području središnjeg dijela Dinaridskog segmenta gornjopermske su starosti. Evaporiti Kvarnera i sjeverne Dalmacije starosti su gornje jure do donje krede. Evaporiti Jadranskih jedinica trijaskke su starosti, dok su poneki evaporiti sjeveroistočne Jadranske jedinice gornjojurske starosti. Za vrijeme evolucije Vanjskih Dinarida, evaporiti su mogli poslužiti kao dekolmani, odnosno kao najslabiji slojevi po kojima je moglo doći do odvajanja različitih segmenata. Tako je na primjer moguće da je došlo do odvajanja sjeveroistočne Dinaridske jedinice po evaporitnom i klastičnom slijedu naslaga, nakon čega ona biva navučena na jugozapadnu Dinaridsku jedinicu. Takve deformacije predstavljaju mogući početni stadij rane orogenetske faze u kojoj sudjeluju plići sedimentni slojevi.

6.2. Tektonska obilježja

Na sjeveru Jadransko-Dinaridskog prostora, na području Trnova, Hrušice i Snežnika, moguće je opisati neke od bolje razvijenih niskokutnih navlačnih struktura. Prema Korbar (2009), one predstavljaju navlaku sjeveroistočne Dinaridske jedinice preko jugozapadne Dinaridske jedinice. Nalazi sinorogenetskih klastita paleocenske starosti u području ukazuju na formaciju foredeep-a. Malo južnije, u području Ćićarije, moguće je zamijetiti različitu geometriju između planina Učke i Ćićarije. Njihova pružanja međusobno su okomita. Ćićarija se može interpretirati kao sjeveroistočni rub jugozapadne Jadranske jedinice. Učka je potencijalno formirana iz rub Kvarnerske rasjedne zone koju karakterizira desni pomak. Položaj Ćićarije među tektonostratigrafskim jedinicama nije u potpunosti siguran te bi ona također mogla biti dio jugozapadne Dinaridske jedinice. Istočno od Ćićarije, na području Gorskog kotara, također se nalaze navlačne strukture. Moguće je opisati strukture sjeveroistočnog Gorskog kotara kao alohtonu jedinicu navučenu na jugozapadne strukture Gorskog kotara. Na prostoru Kapele teško je odrediti kojoj tektonostratigrafskoj jedinici to područje pripada, s obzirom na to da je došlo do erozije gornjokrednih do paleogenskih naslaga. U središnjoj Dalmaciji navlačne strukture dolaze iz zaleđa. To su strukture sjeveroistočne Dinaridske jedinice navučene preko jugozapadne Dinaridske jedinice. Planine Velebit, Mosor i Biokovo nalaze se uz zonu karakteriziranu kasnom fazom orogeneze. Dolazi do lateralnog tektonskog transporta duž reaktiviranih reversnih rasjeda (Korbar, 2009). Time dolazi do strukturnog preslagivanja uz sjeveroistočnu Jadransku rasjednu zonu u obliku negativnih i pozitivnih cvjetnih struktura. U takvoj negativnoj cvjetnoj strukturi, odnosno lokalnom ekstenzijskom bazenu, u području Sinja dolazi do taloženja riječnih naslaga koje ukazuju na početak orogenetskih deformacija u Dinaridskom području. Otoci Brač i Hvar potencijalno imaju svoju današnju rasjednu geometriju uslijed tektonskih pomaka duž rasjednog pružanja konjugiranog sa sjeveroistočnom Jadranskom rasjednom zonom. S druge strane, moguće je da je njihova razlika u geometriji, odnosno njihovom pružanju, u odnosu na strukture Dugog Otoka rezultat promjene smjera djelovanja stresa za vrijeme paleogena i neogena. Moguća promjena smjera je iz orijentacije sjeveroistok-jugozapad u smjer sjever-jug. Time se strukture orijentirane jugozapad-sjeveroistok definiraju kao starije, dok se strukture orijentacije bliže istok-zapad definiraju kao mlađe. Način na koji su linearni elementi posloženi, zajedno s distribucijom tektonostratigrafskih jedinica dozvoljava mogućnost postojanja segmenata paralelnih orogenu, svaki sa svojim tektonskim i stratigrafskim jedinicama. Glavni segmenti potencijalno razdvojeni sjeveroistočno-Jadranskim rasjedom bili bi Dinaridski segment i

Jadranski segment. Oni se dalje mogu razdvojiti na manje jedinice, koje su međusobno odvojene transformnim rasjedima. Manje jedinice Dinaridskog afiniteta teže se definiraju, zato što su iznimno deformirane orogenetskim procesima. Prema Korbar (2009), jadranske segmente čine Furlanija, Istra, Kvarner, sjeverna Dalmacija, središnja Dalmacija te južni Jadran. Njihovi seizmički reflektori nalaze se na različitim dubinama, što potencijalno govori o različitom teretu kojem su bile podložene, pri čemu dolazi do izostazijskih promjena. Također, evaporitne naslage različitih segmenata mogle su pridonijeti različitom dosezanju ruba Dinaridske navlake, što može uzrokovati njen današnji zaobljeni oblik. Ona je danas uvučena na području Kvarnerske rasjedne zone te postoji mogućnost da Kvarnerska rasjedna zona presijeca sjeveroistočnu Jadransku rasjednu zonu. Na jugu čelo navlake je također deformirano u području rasjednih zona Jabuke, Biševa i Visa. Ti rasjedi mogli bi biti vezani za današnji oblik Dinaridske navlake te bi također mogli biti povezani sa riftnim strukturama trijasa, koje su sada zakopane. Na rubnom dijelu Jadransko-Dinaridskog prostora, odnosno na rubu Jadranske karbonatne platforme, također je moguće uočiti nekoliko manjih platformnih segmenata, kao što su Barbara i Scorpena. Oni bi mogli biti dokaz nekad cjelovitog prostora, koji je potencijalno segmentiran zbog ekstenzije u središnjem Jadranu. To bi mogao biti rezultat horizontalnih pomaka različitih segmenata ili pak urušavanja rubnog dijela platforme.

Danas također postoje tektonski aktivni prostori Jadrana i Dinarida. Prema Korbar (2009), područje sjeveroistočnog i središnjeg Jadrana seizmički je aktivno. Smjer stresa koji aktualno djeluje na Jadransko-Dinaridski prostor nije ujednačen. U sjeverozapadnim Dinaridima on je orijentacije sjever-jug, dok je u jugozapadnim Dinaridima orijentacije sjeveroistok-jugozapad. To bi se moglo pripisati fragmentaciji Jadranske mikroploče ili rotaciji u smjeru obrnutom kazaljke na satu u odnosu na Afriku u miocenu i pliocenu.

7. ZAKLJUČAK

Vanjski Dinaridi predstavljaju kompliciran sklop navlačnih struktura određen znatnom tektonskom deformacijom. Za vrijeme perma i ranog trijasa prevladava taloženje siliciklastita, koje u srednjem trijasu prelazi u taloženje karbonatnog tipa uslijed odvajanja Jadranske mikroploče od sjevernog ruba Gondwane. U starijoj juri dolazi do individualizacije Jadranske mikroploče na nekoliko manjih fragmenata. Postoje interpretacije jedne, Jadranske karbonatne platforme ili dvije, Jadranske i Dinaridske karbonatne platforme razdvojene Cukali-Budvanskim koritom i njegovim mogućim produžetkom, sjeveroistočnim Jadranskim koritom. U juri se pretežito odvaja taloženje karbonata. Prijelaz iz jure u kredu kontinuiran je, te se nastavlja taloženje karbonata. Donja kreda obilježena je čestim kratkotrajnim emerzijama. Prijelaz iz donje u gornju kredu mjestimice je kontinuiran, te se tipični gornjokredni sljedovi nalaze na otoku Braču. U eocenu talože se Foraminiferski vapnenci koji pokazuju širok spektar tadašnjih okoliša. Dubokovodni karbonati s prijelaza iz krede u paleogen ukazuju na sinsedimentnu tektoniku. Širi Jadransko-Dinaridski prostor moguće je podijeliti na pet tektonostratigrafskih jedinica: sjeveroistočna Dinaridska jedinica, jugozapadna Dinaridska jedinica, sjeveroistočno Jadransko korito, sjeveroistočna Jadranska jedinica te jugozapadna Jadranska jedinica. Svaka jedinica odlikuje se svojom tektonikom i stratigrafijom te su česte navlake jedne jedinice na drugu. Jadranske jedinice podvučene su pod Dinaridske, što se očituje seizmičkim reflektorima na različitim dubinama. Zbog kompresije dolazi do skraćivanja kore koje se kompenzira navlačenjem. Orogenetske deformacije bilježe se u naslagama fliša, kod kojeg dolazi do pretaloživanja uslijed pomicanja foredeep-a ispred orogenog klina. Kontinuirano izdizanje i erozija dovode do stvaranja molase, fragmentiranih klastita čije je izvorište materijal izdignutog orogena. Pojava evaporitnih horizonata predstavlja moguće plohe najveće slabosti po kojima dolazi do odvajanja gornjih naslaga i formiranja navlačne strukture. Pripadnost pojedinih lokacija ponekad je teško odrediti zbog kompleksnog strukturno-tektonskog sklopa današnjih Vanjskih Dinarida. Promjena smjera stresa dovodi do različite orijentacije starijih i mlađih struktura. Seizmički reflektori Jadranskog prostora danas se nalaze na različitim dubinama kao mogući rezultat izostazije. Današnji Jadransko-Dinaridski prostor i dalje je seizmički aktivan.

8. LITERATURA

BUCKOVIĆ, D., (2006): eBook HISTORIJSKA GEOLOGIJA 2 Mezozoik i Kenozoik, Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu – Manualia Universitatis studiorum Zagrabensis, 84-86, 121-134.

KORBAR, T., (2009): Orogenic evolution of the External Dinarides in the NE Adriatic region: a model constrained by tectonostratigraphy of Upper Cretaceous to Paleogene carbonates, *Earth-Science Reviews* 96, 296–312.

SCHMID, S. M., BERNOULLI, D., FÜGENSCHUH, B., MATENCO, L., SCHEFER, S., SCHUSTER, R., TISCHLER, M., USTASZEWSKI, K., (2008): The Alpine–Carpathian–Dinaridic orogenic system: correlation and evolution of tectonic units. *Swiss J. Geosci.*, 101., 24-25.

VLAHOVIĆ, I., TIŠLJAR, J., VELIĆ, I., MATIČEC, D., (2005): Evolution of the Adriatic Carbonate Platform: Paleogeography, main events and depositional dynamics, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 220(3), 333-340.