

Sedimentološka obilježja i značaj slampova u Prominskim naslagama

Dujić, Maja

Master's thesis / Diplomski rad

2021

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:217:696553>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-17**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek

Maja Dujić

**Sedimentološka obilježja i značaj slampova u
Prominskim naslagama**

Diplomski rad

Zagreb, 2021.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
GEOLOŠKI ODSJEK

Maja Dujić

**Sedimentološka obilježja i značaj slampova u
Prominskim naslagama**

Diplomski rad
predložen Geološkom odsjeku
Prirodoslovno-matematičkog fakulteta
Sveučilišta u Zagrebu
radi stjecanja akademskog stupnja
magistra geologije

Mentor:
doc. dr. sc. Katarina Gobo

Zagreb, 2021.

Zahvaljujem se svojoj mentorici doc. dr. sc. Katarini Gobo za uloženo vrijeme, strpljenje, mnoge savjete i veliku pomoć prilikom izrade ovog diplomskog rada.

Zahvaljujem se dipl. ing. Željku Ištuku za utrošeno vrijeme i pomoć kod izrade mikroskopskih preparata.

Zahvaljujem se dr. sc. Frani Markoviću za pomoć kod mikroskopiranja preparata.

Zahvaljujem se studentici smjera Geologije Karli Vlatković za pomoć i asistiranje na terenskom radu.

Zahvaljujem se prijateljicama Matei, Manueli, a posebno Kristini i Ivoni za svu pomoć i podršku tokom cijelog studija uz koje su studentski dani bili puno lakši i zanimljiviji.

Zahvaljujem se bratu Marku i sestri Marini koji su moje djetinjstvo učinili bogatim za bezbroj priča i avantura, a sadašnjost i budućnost za dva najbolja i vječna prijatelja.

I na posljetku, neizmjereno i najveća hvala mojoj majci Vesni, koja mi je, od kad znam za sebe, bila i majka i otac, uvijek pored mene, najveći optimist i najveća podrška, majci, koja je, sama, cijeli svoj život posvetila svojoj djeci kako bi ih uputila na pravi put te iz njih izvukla ono najbolje.

„Jer anđelima svojim zapovijedi da te čuvaju na svim putima tvojim.

Na rukama će te nositi da se ne spotakneš o kamen.“

(Psalam 91, 11.12 JB)

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek

Diplomski rad

Sedimentološka obilježja i značaj slampova u Prominskim naslagama

Maja Dujčić

Rad je izrađen: Geološko-paleontološki zavod, PMF, Zagreb, Horvatovac 102a

Sažetak:

U ovom diplomskom radu opisane su slampirane Prominske naslage na području Karina, Korlata, Novigrada i kanjona Krke i Čikole raspona starosti od srednjeg eocena do ranog oligocena. Analiza istraživanih naslaga i slampova omogućuje interpretaciju taložnih okoliša gdje vrlo česta promjena veličina čestica najvjerojatnije govori o čestoj promjeni bazenskih uvjeta. Naslage i sami slampovi izgrađeni su uglavnom od kalkarenita, kalklutita i manjim dijelom lapora. Istraživane Prominske naslage taložene su u Dinarskom predgorskom bazenu čija je površina uslijed tektonike borana i diferencirana u nekoliko asimetričnih subbazena. Istraživani lokaliteti nalaze se u subbazenima Krke, Čikole, Korlata i Novigrada. Lokaliteti Kistanje, kanjon Čikole, Karin i Korlat pokazuju smjer slampiranja prema JZ, dok lokaliteti Ključica i Novigrad imaju orijentaciju slampiranja prema SI. Smjer slampiranja je općenito okomit na pružanje rubova subbazena, a njihov prostorni raspored ukazuje da su subbazeni generalno bili strmiji duž sjeveroistočnih rubova, što je pogodovalo opetovanom slampiranju uzrokovanom najvjerojatnije sintaložnom tektonskom aktivnošću.

Ključne riječi: slamp, Prominske naslage, masovna kretanja sedimenta, tektonika, deformacije, bore

Rad sadrži: 45+V stranica, 30 slika, 52 literaturna navoda + 5 internetskih izvora

Jezik izvornika: hrvatski

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

Mentor: doc. dr. sc. Katarina Gobo

Ocjenjivači: doc. dr. sc. Katarina Gobo

doc. dr. sc. Borna Lužar-Oberiter

v. pred. mr. sc. Dražen Kurtanjek

Datum završnog ispita: 21. 09. 2021.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Geology

Master Thesis

Sedimentological characteristics and significance of slumps in the Promina Beds

Maja Dujić

Thesis completed in: Department of Geology, Faculty of Science, Zagreb, Horvatovac 102a

Abstract:

This Master's Thesis describes slumps within the Middle Eocene to Early Oligocene Promina Beds in the areas of Karin, Korlat, Novigrad and the Krka and Čikola canyons. Analysis of the investigated deposits and slumps enables the interpretation of sedimentary environments, in which frequent changes in particle size most likely indicate frequent changes in basin conditions. The deposits and the slumps themselves comprise mainly calcarenites and calcilutites and marl to a smaller extent. The investigated Promina Beds were deposited in the Dinaric Foreland Basin, which was folded due to tectonics and consequently differentiated into several asymmetrical sub-basins. The investigated slumps are in the sub-basins of Krka, Čikola, Korlat and Novigrad. Slumps at localities Kistanje, Čikola canyon, Karin and Korlat are oriented towards the SW, while slumps in the area of Ključica and Novigrad are oriented towards the NE. The direction of slumping is generally perpendicular to the strike of the sub-basin margins, and their spatial distribution indicates that the sub-basins were generally steeper along their north-eastern margins, which favoured repeated slumping, caused most likely by syndepositional tectonic activity.

Keywords: slump, Promina Beds, mass wasting, tectonics, deformations, folds

Thesis contains: 45+V pages, 30 figures, 52 references + 5 websites

Original in: Croatian

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

Supervisor: Katarina Gobo, PhD, Assistant Professor

Reviewers: Katarina Gobo, PhD, Assistant Professor

Borna Lužar-Oberiter, PhD, Assistant Professor

Dražen Kurtanjek, MSc, Senior lecturer

Date of the final exam: 21. 09. 2021.

Sadržaj

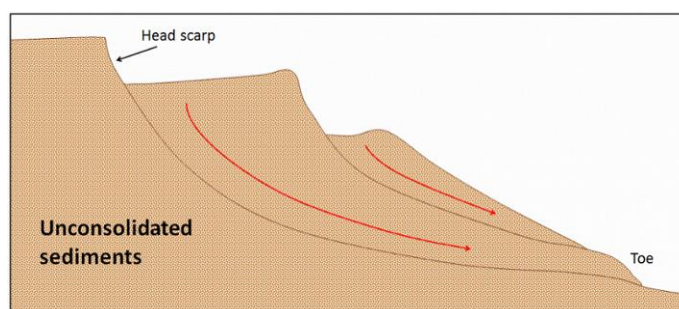
1.	Uvod.....	1
2.	Pregled dosadašnjih istraživanja	2
2.1.	Tektonski razvoj Dinarida	2
2.2.	Nastanak Dinarskog orogena i Dinarskog predgorskog bazena	3
2.3.	Geološke značajke istraživanih područja – Prominske naslage	5
3.	Općenito o slampovima.....	8
4.	Metode istraživanja	10
5.	Sedimentološki opis istraživanih lokacija.....	12
5.1.	Lokacija 1 – Kistanje.....	14
5.2.	Lokacija 2 – Ključica	19
5.3.	Lokacija 3 – Kanjon rijeke Čikole.....	21
5.4.	Lokacija 4 – Karin	23
5.5.	Lokacija 5 – Korlat	26
5.6.	Lokacija 6 – Novigrad	30
6.	Rasprava.....	33
6.1.	Starost i karakteristike slampiranih naslaga.....	33
6.2.	Slampovi u kontekstu razvoja Dinarskog predgorskog bazena	33
7.	Zaključak	37
8.	Literatura	38
9.	Popis slika u tekstu.....	43

1. Uvod

U ovom diplomskom radu istraživani su slampovi unutar Prominskih naslaga koje su istaložene u „piggyback“ ili „wedge-top“ dijelu Dinarskog predgorskog bazena. Slampovi, to jest masovno kretanje sedimenta, su uobičajeni geološki fenomeni na kopnenim i morskim padinama (MALTMAN, 1994; slika 1). Često se povezuju s tektonikom, to jest posljedicom potresa.

U radu je opisan tektonski razvoj Dinarskog predgorskog bazena te naslage taložene od srednjeg eocena do ranog oligocena. Detaljnije je opisan litološki i sedimentološki sastav Prominskih naslaga i pripadajućih slampova. Terenskim radom na području kanjona Krke (Kistanje) i Čikole (Ključica i sami kanjon), Karina, Korlata i Novigrada, snimljeni su sedimentološki stupovi te uzeti uzorci potrebni za izradu izbrusaka u svrhu mikropaleontološke analize.

Na temelju dobivenih rezultata odredit će se naslage u kojima se javljaju slampovi i okolišni uvjeti pogodni za njihov nastanak. Opisat će se glavne karakteristike slampova, uzrok nastanka te razlike u odnosu na ostala masovna kretanja.

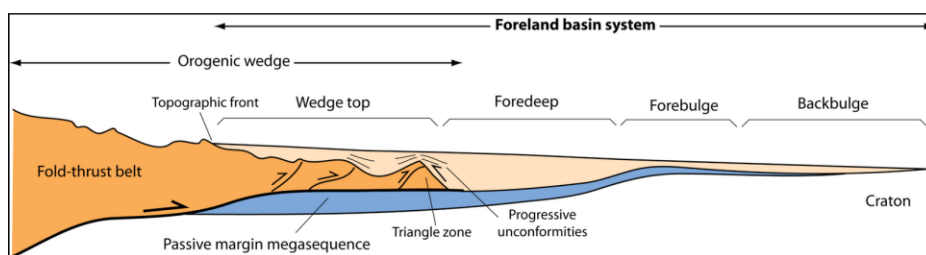


Slika 1. Prikaz kretanja nekonsolidiranih sedimenata to jest slampiranja (internetski izvor: <https://opentextbc.ca/geology/chapter/15-2-classification-of-mass-wasting/>; 15.05.2021.).

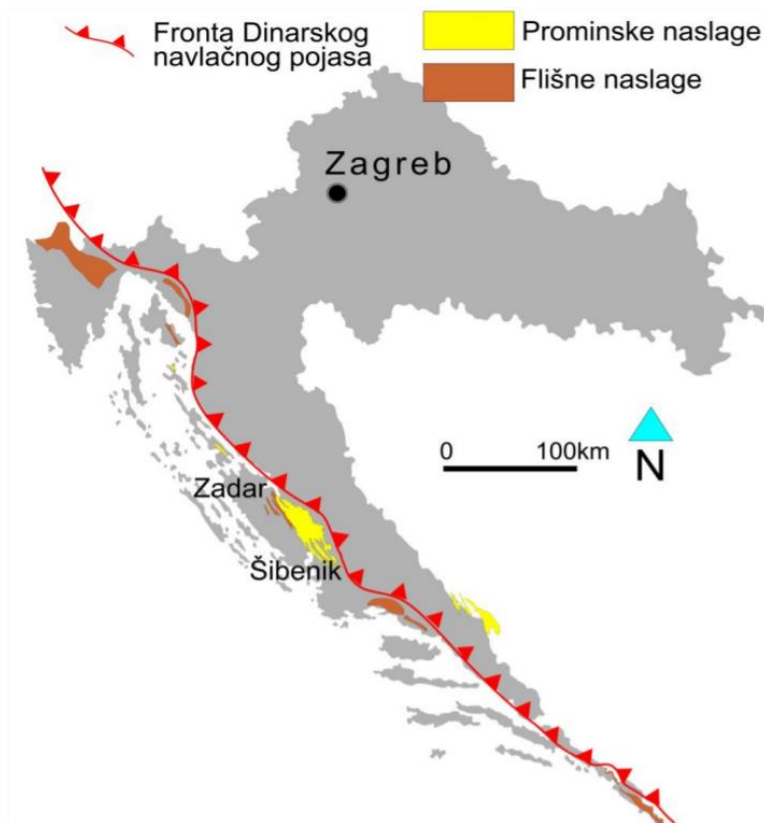
2. Pregled dosadašnjih istraživanja

2.1. Tektonski razvoj Dinarida

Zbog konvergencije između Afričke, Jadranske i Europske ploče tijekom paleogena (STAMPFLI, 2005) dolazi do orogenih aktivnosti i subdukcije Jadranske mikroploče pod tektonske jedinice Europske ploče (SCHMID et al., 2008). Čeoni dio navlake napreduje prema jugozapadu to jest u distalni dio Dinarskog orogena, što u konačnici dovodi do stvaranja borano-navlačnog pojasa (TARI, 2002). Emergirani gornjokredni prostor bivše Jadranske karbonatne platforme se diferencira; dijelom postupno tone, a dijelom izdiže te se formiraju dubokovodni jarci, plitkovodni okoliši, te planinski lanci (slika 2). Njihovim postupnim trošenjem tijekom eocen/oligocena formiraju se klastični karbonatni sedimenti. Na širem dinarskom prostoru ovi karbonatni sedimenti tijekom eocena i oligocena djelomice zapunjavaju prostor Dinarskog predgorskog bazena. Na takav način, konačnom kolizijom Jadranske ploče i Euroazije u paleogenu formirao se današnji tektonski sklop krških planina – Vanjskih Dinarida (MRINJEK et al., 2011; VLAHOVIĆ et al., 2012). Obzirom da se Prominske naslage nalaze uz sami kontakt navlačnog pojasa (slika 3), njihovo taloženje bilo je podvrgnuto intenzivnoj tektonici, a za posljedicu dolazilo je do masovnog kretanja sedimenta – slampova. Naslage Dinarskog predgorskog bazena najbolje su izložene u sjevernoj Dalmaciji (slika 3).



Slika 2. Shematski prikaz nastanka predgorskog bazena koji ujedno objašnjava i izgled Vanjskih Dinarida u mlađem eocenu te tektoniku i uvjete taloženja Prominskih naslaga (preuzeto i modificirano prema DECELLES i GILES, 1996).



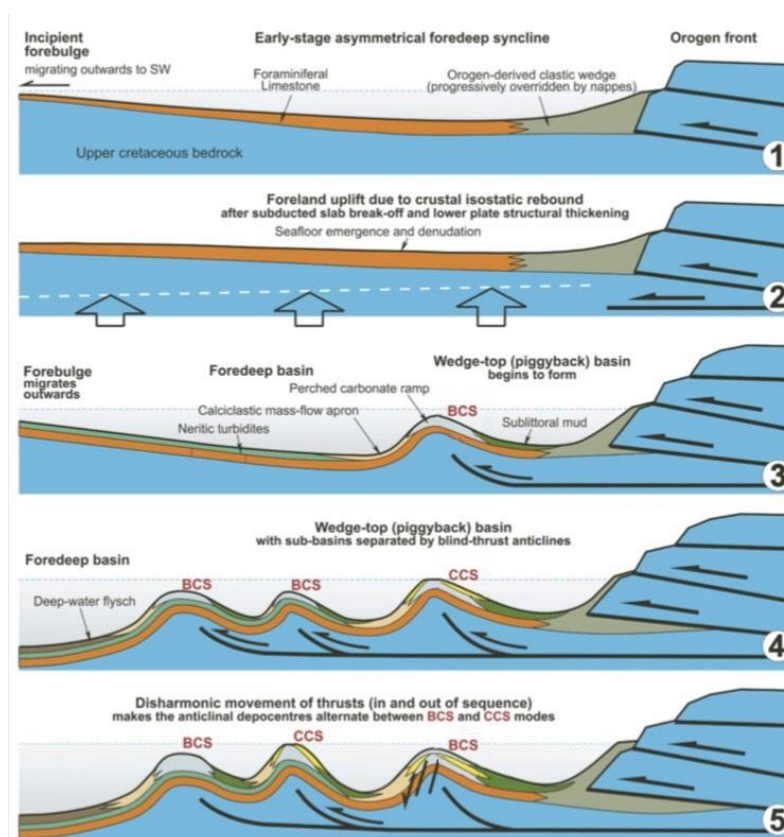
Slika 3. Položaj Prominskih naslaga u Dinarskom „foreland“ bazenu (žuto). Crvenom linijom označena je fronta Dinarskog navlačnog pojasa (preuzeto i modificirano prema VLAHOVIĆ et al., 2012).

2.2. Nastanak Dinarskog orogena i Dinarskog predgorskog bazena

Dinarski orogen nastao je u paleogenu kada se Jadranska ploča sa svojom Jadranskom karbonatnom platformom velike debljine subducirala pod rub Europske ploče (STAMPFLI, 2005; VLAHOVIĆ et al., 2005; PLACER et al., 2010). Kada je Jadranska ploča subducirala dolazilo je do guranja i navlačenja (BLAŠKOVIĆ, 1998, PLACER et al., 2010; slika 4.1.) i stvaranja plitkog sinklinalnog morskog predgorskog bazena nastalog migriranjem vanjskog potopljenog „forbulge-a“ (BABIĆ i ZUPANIĆ, 2008, 2012; slika 4.2). Na rampi koja se pružala od prednjeg „forbulge-a“ nastavio se taložiti foraminiferski vapnenac. Diskordancija obilježena boksitima odvaja foraminiferski vapnenac od krovinskih, srednjeeocenskih do gornjoeocenskih karbonatnih naslaga (SAKAČ, 1960, 1969; MRINJEK et al., 2012). Ta se diskordancija smanjuje udaljavanjem od orogena i može se pripisati izostatskom izdizanju kore u zoni sudara, taloženjem ili eventualnim odvajanjem odlomljene ploče ispod Dinarida (usp. WORTEL i SPAKMAN, 2000; MATENCO et al., 2007, 2010; slika 4.3). Istovremene naslage u orogenskoj zoni su nepoznate jer su deformirane i prekinute zbog navlačenja. Kako je orogeneza napredovala,

u prednjem dijelu predgorskog bazena došlo je do stvaranja „piggyback“ bazena (ORI i FRIEND, 1984) ili orogenskog „wedge-top“ bazena (DECELLES i GILES, 1996; slika 4.4). Konačna građa predgorskog „piggyback“ bazena sastoji se od antiklinala na kojima se taložio biogeni materijal, i sinklinala u kojima je dominirala klastična sedimentacija čiji je materijal nastao trošenjem sedimenata Dinarskog orogena i karbonatne podloge, transportiran i taložen u sinklinalne dijelove bazena (MRINJEK et al., 2012; slika 4.5). Ponekad je na antiklinalama na istom mjestu dolazilo i do klastične i do karbonatne sedimentacije ovisno o morskoj razini.

Bazalni dio „wedge-top“ bazena građen je od permskih i trijaskih šejlova i jursko-krednih anhidrita Jadranske platforme (TARI, 2002). U „foredeep“ zoni foraminiferski vapnenci prekriveni su debelim slojem (oko 1000 m) sub-neritičkih turbidita poznatih kao dalmatinski fliš. U orogenskom „wedge-top“ bazenu istodobno se taložio neritički do terestrički materijal poznat kao Prominske naslage (IVANOVIĆ et al., 1976, 1978).



Slika 4. Shematski tektonsko-stratigrafski model eocenskog razvoja Dinarskog predgorskog („foreland“) bazena u sjevernoj Dalmaciji: 1. Rana faza asimetrične „foredeep“ sinklinalne. 2. Izdizanje „forelanda“ zbog izostazije nakon loma subducirane ploče i strukturnog zadebljanja donje ploče. 3. Formiranje „wedge-top“ („piggyback“) i „foredeep“ bazena. 4. „Wedge-top“ („piggyback“) bazen sa sub-bazenima, međusobno odvojeni antiklinalama. 5. Neravnomjerno potiskivanje uzrokuje naizmjenične promjene biogene karbonatne sedimentacije (BCS) i klastične karbonatne sedimentacije (CCS) na antiklinalama (preuzeto iz ČOSOVIĆ et al., 2018).

2.3. Geološke značajke istraživanog područja – Prominske naslage

Naslage paleogena sastoje se od karbonatnog fliša, klastita, liburnijskih i foraminiferskih vapnenaca, prijelaznih naslaga (glinoviti vapnenci, kalcitični lapori i lapori), flišnih i Prominskih naslaga te karbonatnih breča, a kvartarni sedimenti prisutni su kao nanosi u depresijama (VELIĆ i VLAHOVIĆ, 2009).

Prominske naslage rasprostranjene su u Dalmaciji na širem prostoru Obrovca i Benkovca te čine jednu cjelinu s neprekinutim slijedom sedimentacije. Njihov petrografski sastav, strukturno-teksturne karakteristike, te njihov prostorni i vremenski raspored ukazuju da su istaložene u predjelima intenzivnih tektonsko-strukturnih promjena Dinarskog orogena i Dinarskog predgorskog bazena. Prominske naslage vezane su za jaku srednjoeocensku orogenetsku fazu kojom je prestala mirna marinska sedimentacija i taloženje foraminiferskih vapnenaca u okolišu toplog i plitkog mora. Izdizanjem kopna došlo je do emerzije sa snažnim utjecajem vanjskih čimbenika pa su heterogeni prominski sedimenti položeni transgresivno i diskordantno na boranim i dijelom erodiranim sedimentima gornje krede i starijeg paleogena. U strukturnom pogledu jugozapadni dio Prominskih naslaga karakteriziraju antiklinalne i sinklinalne forme sa normalnim rasjedanjem, dok u sjeveroistočnom dijelu dominira navlačna tektonika sa raversnim rasjedima (KRUK et al., 2014).

Taloženje Prominskih naslaga započelo je na prijelazu iz starijeg u srednji eocen, istovremeno s marinskim taloženjem foraminiferskih vapnenaca u prostorima karbonatnih rampi i fliša taloženog u dubokomorskim jarcima, to jest „foredeep“ bazenu. Taloženje Prominskih naslaga nastavlja se i tijekom mlađeg eocena/oligocena. Za vrijeme njihovog taloženja, tekućice su erodirale karbonatnu podlogu orogena i taložile krupnozrnate karbonatne konglomerate i kalkarenite, stoga se taloženje odvijalo dijelom u kopnenim, a djelom u rubnim morskim prostorima (IVANOVIĆ et al., 1967).

Debljina Prominskih naslaga u sjevernoj Dalmaciji (slika 5) iznosi više od 2000 m (BABIĆ et al., 1995) i građene su uglavnom od karbonatnih klastita sa širokim rasponom veličine zrna, a koji su taloženi neposredno uz ili ispred uzdižućih struktura Dinarskog orogena (MRINJEK et al., 2011). Predstavljaju regresivni član paleogenske sedimentne sekvencije, odnosno naslage koje ukazuju na postupno zapunjavanje i zatvaranje paleogenskog sedimentacijskog bazena povezano s intenzivnim izdizanjem Dinarida. Obzirom na raznolikost taložnih uvjeta, od dubljih, priobalnih i rubnih marinskih do

močvarnih i riječnih okoliša (VELIĆ i VLAHOVIĆ, 2009), nastaju i vrlo različite stijene (IVANOVIĆ et al., 1969). Unutar Prominskih naslaga određena je vrlo bogata mikro i makrofosilna zajednica, koja je dijelom pretaložena, a dijelom autohtona. Općenito se mogu izdvojiti tri velika paketa naslaga u superpozicijskom slijedu: jedinica karbonatnih turbidita (kalkareniti), prijelazna jedinica (glinoviti vapnenci, kalkareniti, konglomerati i slampovi) i konglomeratna jedinica (BABIĆ i ZUPANIČ, 1983; BABIĆ et al., 1995).

1. Jedinica karbonatnih turbidita – najstarija jedinica sastoji od tankopločastih do dobrouslojenih kalkarenita s čestim bioturbacijama. U donjem dijelu slojeva uglavnom se nalaze kalkareniti s fragmentima ili cijelim ljušturicama velikih bentičkih foraminifera, koralja, školjkaša, puževa i litoklasta paleogenskih vapnenaca. Više dijelove sekvencija izgrađuju mikritni vapnenci ili lapori s planktonskim foraminiferama, nanoplanktonom, a rjeđe i ostacima bilja. Unutar slijeda turbiditnih sedimenata mjestimice se nalaze ulošci debelih slojeva s krupnim blokovima, to jest olistolitima, veličine mjestimice i veće od stotinu metara (BABIĆ i ZUPANIČ, 1983), koji se sastoje od kaotičnog materijala u donjem dijelu – debritni dio dok je gornji, obično tanji, dio graduiran – turbiditni dio (GOBO et al., 2020). Ukupna debljina ove jedinice iznosi oko 1200 m (BABIĆ et al., 1995).
2. Prijelazna jedinica – predstavlja naslage taložene na plicem dijelu šelfa i obuhvaća glinovite vapnence (mjestimice s kršjem diskociklina, školjkaša, fragmenata koralinaceja i biljnim ostacima), kalkarenite i konglomerate. Često su vidljive slampne i tempestitne teksture i mnogobrojne bioturbacije, dok su kalkareniti mjestimice graduirani. Ukupna je debljina tih naslaga oko 100 m (BABIĆ et al., 1995).
3. Konglomeratna jedinica – najmlađe naslage, ukupne debljine oko 600 m. Temeljnu značajku donjeg dijela ovih naslaga predstavlja ciklično taloženje u području od šelfa do obale i delta (BABIĆ i ZUPANIČ, 1990). U središnjem dijelu su naslage taložene na aluvijalnim zaravnima (BABIĆ et al., 1995), dok su naslage gornjeg dijela taložene u okolišima aluvijalnih zaravni i lepeza (BABIĆ i ZUPANIČ, 1988, 1990; MRINJEK, 1993). Stoga su naslage predstavljene različitim vrstama stijena, od sitnozrnatih litotipova do konglomerata koji su najznačajniji, posebice u mlađim dijelovima. Izvor velike količine krupnoklastičnog materijala potječe iz tektonski izuzetno poremećenih izdignutih kopnenih područja u zaleđu.



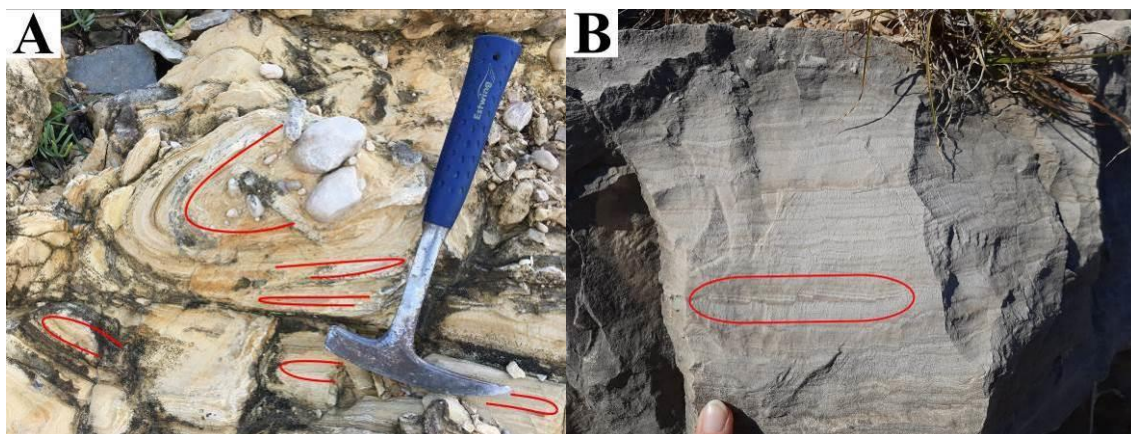
Slika 5. Geološka karta Republike Hrvatske M 1:300 000. Crvenom bojom označeno je područje Prominskih naslaga (preuzeto i modificirano prema internetskom izvoru: www.hgi-cgs.hr; 19.07.2021.).

3. Općenito o slampovima

Slampovi su po svom načinu kretanja/klizanja vrlo slični drugim masovnim kretanjima, no unutrašnjim strukturama i deformacijama mogu se lako razlikovati. Slamp se naziva i rotacijskim klizanjem jer dio ili blok padine "klizi" prema dolje dok se "okreće" oko osi paralelne s kosinom. Takvim kretanjem niz padinu dolazi do boranja (slika 6A), rasjedanja (slika 6B) i deformiranja unutarnjih slojeva, što nije slučaj kod ostalih masovnih kretanja gdje slojevi zadržavaju svoju unutrašnju strukturu. Zahvaćaju velike količine materijala zasićenog vodom, te u odnosu na ostala masovna kretanja, klizanje samog slampa niz padinu je vrlo sporo, brzine su od cm/god do m/god (<https://opentextbc.ca/geology/chapter/15-2-classification-of-mass-wasting/>).

Volumenom od nekoliko desetaka centimetara do nekoliko tisuća kubičnih kilometara kreću se niz padinu, duž jedne ili više zakrivljenih površina. Pri vrhu se kreću okomito prema dolje dok prema dnu prelaze u horizontalno kretanje (<https://opentextbc.ca/geology/chapter/15-2-classification-of-mass-wasting/>; slika 1) koje može biti potpomognuto i strmom morfologijom bazena obuhvaćajući nekonsolidirane sedimente ponekad i litificirane blokove – olistolite (JANSEN et al., 1987; MARTINSEN, 1994).

Slamp se niz padinu može kretati kao cjelina ili kao nekolicina slojeva unutar cjeline odvojenih kliznim plohama. Do slampiranja dolazi kad se padini ili obronku obruši ili odsječe podina to jest naruši ravnoteža. Na primjer, promjenom morske razine voda ili valovi mogu ispirati podnožje padine uklanjajući fizički temelj koji zadržava stjenoviti materijal te uzrokovati slampiranje. Nestabilnost padine i masovno kretanje sedimenta može biti posljedica seizmičkog djelovanja, gravitacije, erozije dijela krovinskih naslaga ili dodatno opterećenje, to jest povećano taloženje sedimenta. Nagib padine i voda unutar sedimenta često su dodatni faktori koji pogoduju nestabilnosti padine.



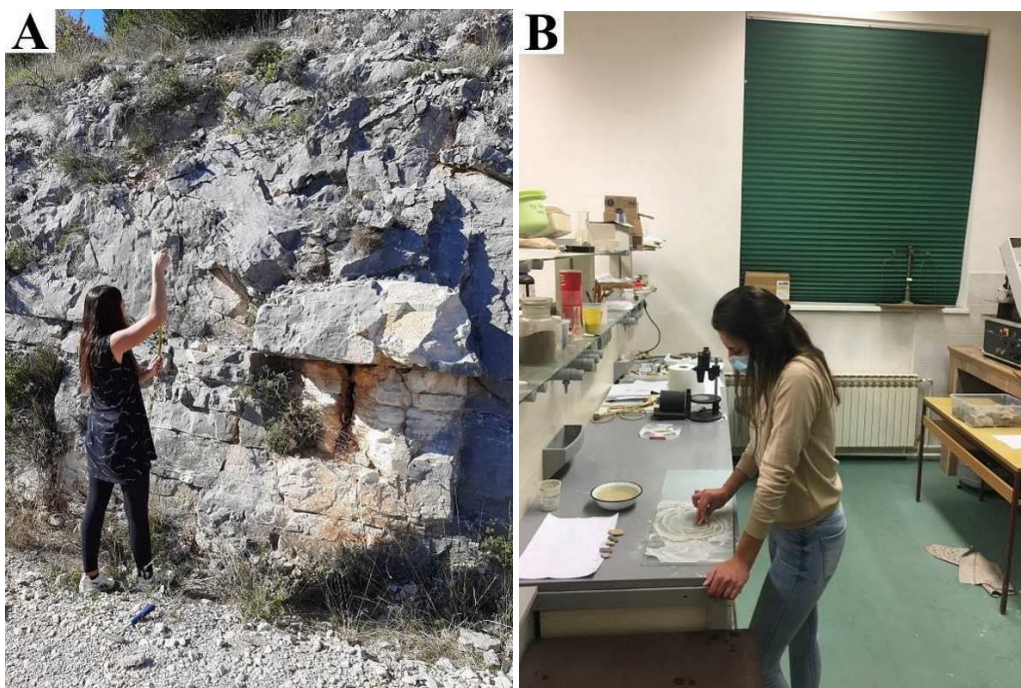
Slika 6. (A) Slamp sa uklopcima valutica i oblutaka sa lokacije Novigrad. (B) Mikrorasjedi sa lokacije Ključica.

4. Metode istraživanja

Metode istraživanja za ovaj diplomski rad uključuju terensko (slika 7A) i kabinetsko istraživanje (slika 7B). Prije terenskog rada proučena je postojeća literatura vezana za istraživano područje i samu temu diplomskog rada. Na terenu su snimani sedimentološki stupovi, uzimani su uzorci i fotodokumentirani su najbolji primjeri izdanaka na kojima su vidljive deformirane naslage – slampovi. Zadatak je bio odrediti veličinu čestica, prepoznati tekture a samim tim i slampove, uočiti makrofosile ukoliko postoje te nacrtati sedimentološki stup.

Terensko istraživanje vršilo se na šest lokacija u dva dana. Prvi dan uključivao je tri lokacije: Kistanje (manastir, kanjon rijeke Krke), te dvije lokacije na području kanjona Čikole – Ključica (utvrda) i sami kanjon rijeke. Na sve tri lokacije snimljeni su sedimentološki stupovi. Drugi dan također uključuje tri lokacije: Karin, Korlat i Novigrad. Sedimentološki stup snimljen je samo za lokaciju Karin. S terena je uzeto 16 uzoraka te je točna lokacija njihovog uzorkovanja, unutar slijeda naslaga, naznačena pored snimljenih sedimentoloških stupova vidljivih u daljnjem tekstu, osim za Novigrad i Korlat gdje sedimentološki stupovi nisu snimani.

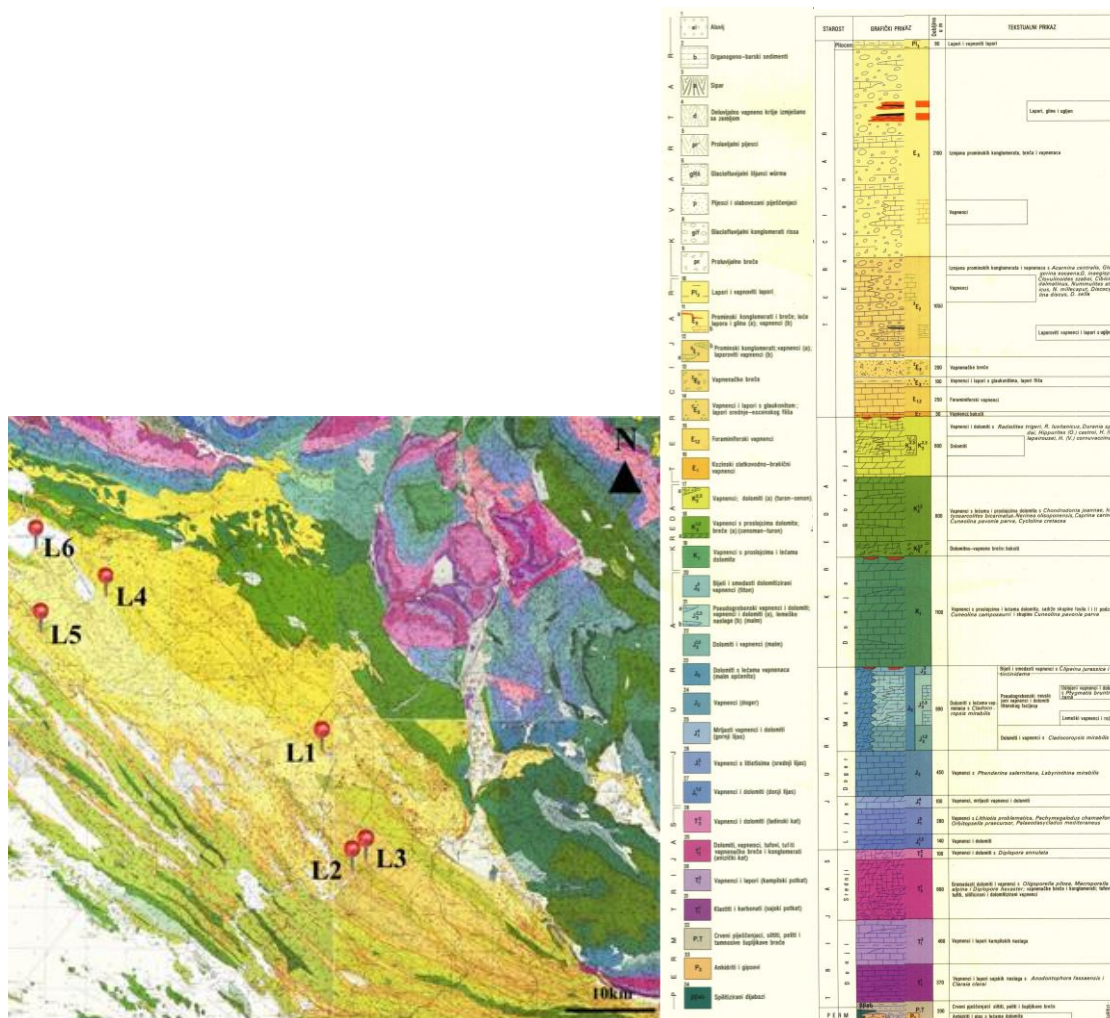
Kabinetsko istraživanje uključilo je izradu izbrusaka te mikroskopiranje uzoraka u svrhu mikropaleontološke analize, od kojih je samo u dva vidljiva prisutnost fosila i to na području Korlata (uzorak KO2 i KO3). Pripremljeni izbrusci su promatrani i fotografirani polarizacijskim mikroskopom Zeiss Axiolab na Mineraloško-petrografskom zavodu Geološkog odsjeka PMF-a. Veličina čestica i zaobljenost određena je prema Krumbeinovoju (1934) i Udden-Wentworthovoj (1898; 1922) ljestvici, a sortiranost prema Folk i Wardu (1957), sferičnost prema Pettijohnu (1987). Kao mjerilo na fotografijama sa terena korišteni su metar (duljina 2 m), čekić, kemijska olovka i bilježnica.



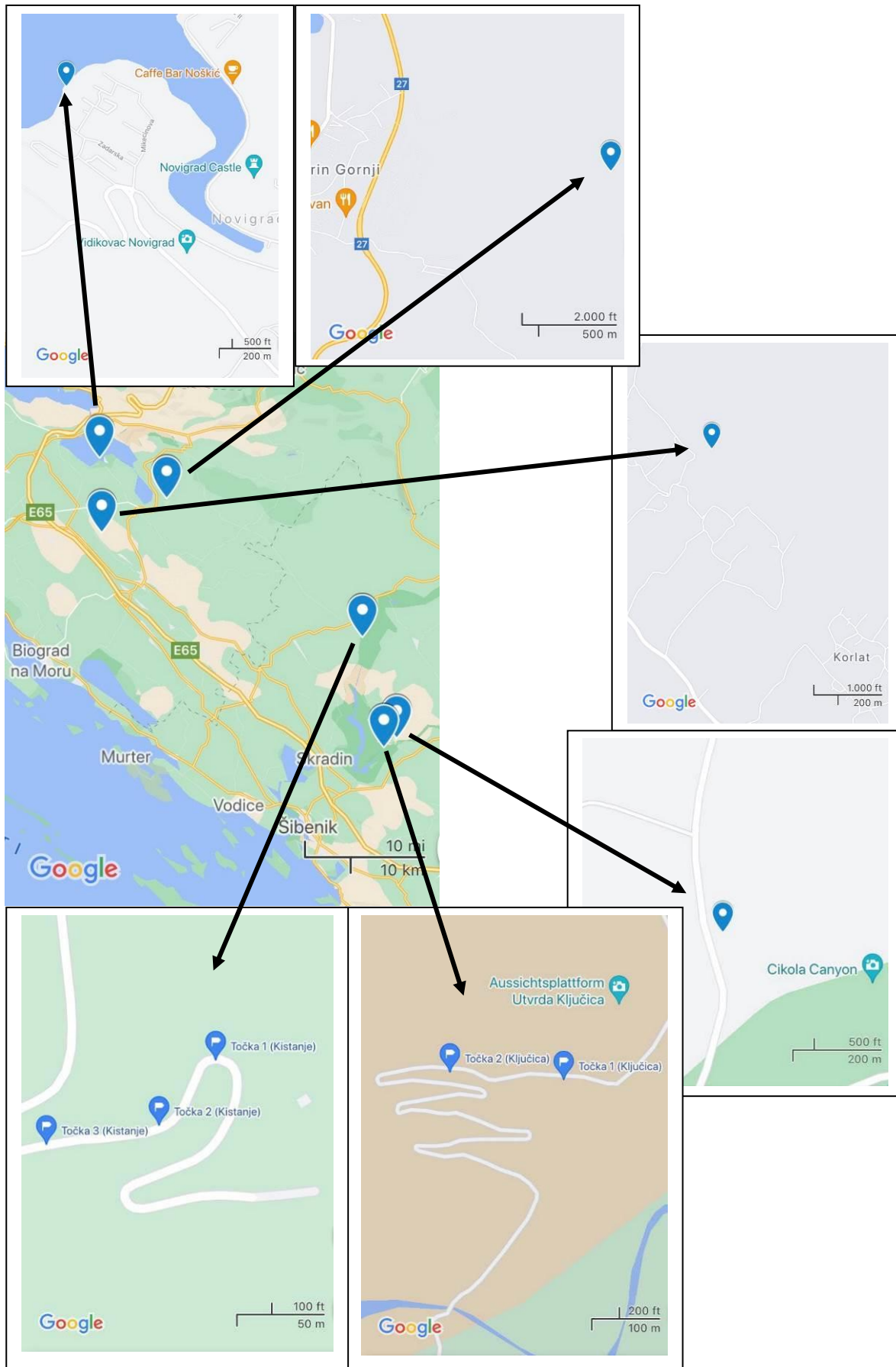
Slika 7. (A) Snimanje sedimentološkog stupa na terenu (lokalitet Ključica). (B) Izrada izbrusaka.

5. Sedimentološki opis istraživanih lokacija

Na slici 8 prikazana je geološka karta sa označenim lokacijama istraživanja. Uz kartu je priložena legenda kartiranih jedinica i geološki stup. Na slici 9 prikazan je detaljniji smještaj istraživanog područja sa Google Maps-a.



Slika 8. Geološka karta OGK SFRJ 1:100 000 dobivena spajanjem OGK SFRJ-list Obrovac (IVANOVIĆ et al., 1967), OGK SFRJ-list Knin (GRIMANI et al., 1966), OGK SFRJ-list Šibenik (MAMUŽIĆ, 1965) i OGK SFRJ-list Drniš (IVANOVIĆ et al., 1972). Karte obuhvaćaju područje na kojem su istraživane slampirane naslage. Crvenim točkama označene su istraživane lokacije. Uz kartu je prikazana legenda i geološki stup iz lista OGK SFRJ-Drniš.



Slika 9. Prikaz istraživanih lokacija sa „Google Maps-a“.

5.1. Lokacija 1 – Kistanje

Naslage na području Kistanja su eocenske do oligocenske starosti (E, Ol; MAMUŽIĆ, 1965). Cijelo istraživano područje sastoji se od izmjene vapnenaca i karbonatnih klastita uglavnom veličine zrna lutita i arenita, a na izdanku se vide kao izmjene kalklutita i kalkarenita sa proslojcima lapora. U slojevima je vidljiva bioturbacija, konvolutna laminacija¹ te valutice. Može se primijetiti da su najdeblji slojevi unutar izdanka ujedno i slampovi, to jest da su slampirani. Na području Kistanja zabilježene su tri točke, na točki jedan sniman je sedimentološki stup, a točkama dva i tri uočeni slampovi samo su dokumentirani fotografijama.

TOČKA 1

Prva točka nalazi se na samom zavoju prije odmorišta i vidikovca na cesti prema manastiru i kanjonu Krke (slika 9, 10). Cijeli snimani stup kao i geološki najzanimljiviji slojevi su fotografirani te prikazani uz sami sedimentološki stup (slika 11). Sa točke jedan uzeta su četiri uzorka MK1–MK4 (slika 11; UMK1–UMK4). Fosili nisu uočeni niti na terenu niti u mikroskopiranim izbruscima iz uzoraka (slika 12).

Sedimentološki stup „Kistanje“ sastoji se od pet facijesa.

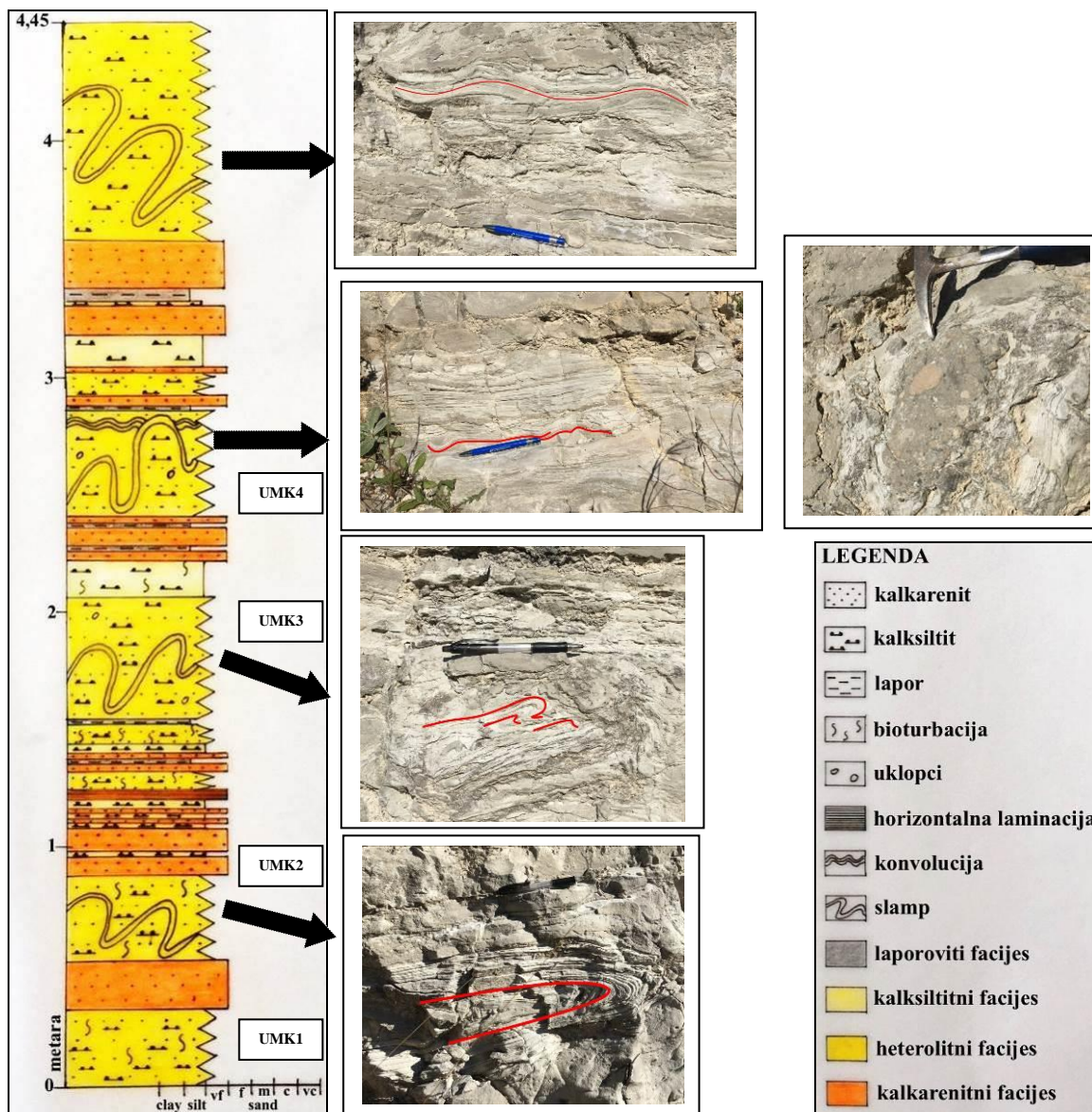
1. Kalkarenitni facijes sastoji se od čestica dimenzija od vrlo sitnog do sitnog pijeska unutar kojega su zapažene teksture poput horizontalne laminacije. Iz tog facijesa uzet je jedan uzorak (slika 11; UMK2). Debljina slojeva varira od 2 do 20 cm.
2. Heterolitni facijes sastoji se od izmjene kalklutita i kalkarenita. Opažena je horizontalna laminacija. Iz facijesa su uzeta tri uzorka (slika 11; UMK1, UMK3 i UMK4). Vrlo često se javlja bioturbacija, a u manjem broju i uklopci. Valutice kao uklopci su veličine do 5 cm (slika 11; UMK3 i UMK4) i javljaju se zajedno sa slampovima. Debljina slojeva je od 8 do 90 cm. Unutar ovog facijesa jasno se vidi pojava slampova (izdvojeni kao peti facijes niže).
3. Kalksilitni facijes sastoji se od kalklutita, a javljaju se kao tanki proslojci unutar stupa. Česta je bioturbacija. Debljina slojeva je od 1 do 16 cm.

¹ Konvolutna laminacija/slojevitost razvija se u paralelnim i koso laminiranim slojevima gdje dolazi do deformiranja lamina. Najbolje je razvijena u sitnozrnatom pjeskovito muljnom sedimentu (internetski izvor: https://www.pmf.unizg.hr/download/repository/IV_Sedimentne_teksture.pdf; 19.07.2021.).

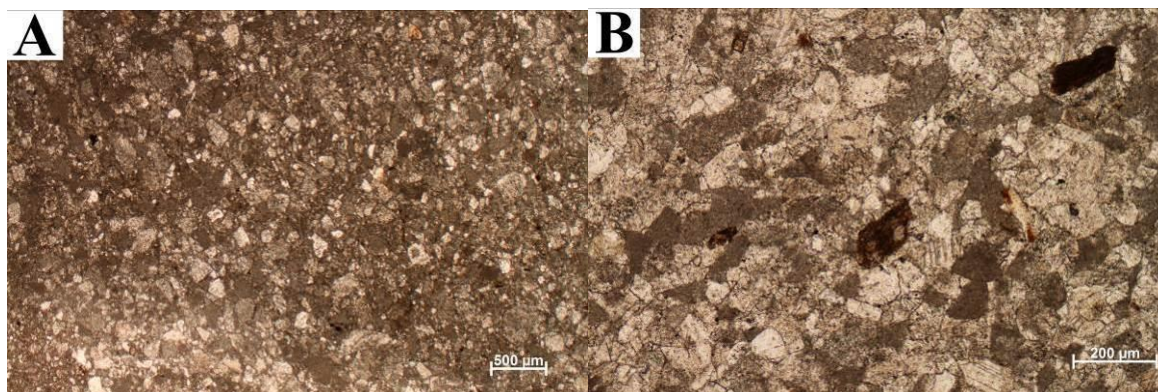
4. Laporoviti facijes sastoji se od tankih slojeva debljine od 1 do 5 cm, bez izraženih tekstura.
5. Slampovi se javljaju samo u heterolitnom facijesu, to jest obuhvaćaju najdeblje slojeve unutar stupa. Slampovi su ravnim slojnim plohama jasno odijeljeni od ostalih facijesa. Debljine slampova su od 35 do 90 cm.



Slika 10. Fotografija istraživanih naslaga na terenu iz kojih je sniman sedimentološki stup „Kistanje“. Crvena linija označava vršnu granicu snimljenog sedimentološkog stupa „Kistanje“. Metar je mjerilo.



Slika 11. Sedimentološki stup „Kistanje“ s legendom. Fotografije prikazuju izgled pojedinih slojeva unutar stupa (označeno strelicom). UMK1–UMK4 su uzorci iz kojih su izrađeni preparati potrebni za mikropaleontološku analizu. Crvene linije naglašavaju deformiranost slojeva. Kemijska olovka i čekić su mjerilo.



Slika 12. Mikroskopski preparati iz (A) uzorka MK1, kalsiltit uz prisutnost sparitnog cementa (B) uzorka MK4 kalkarenit uz prisutnost sparitnog cementa.

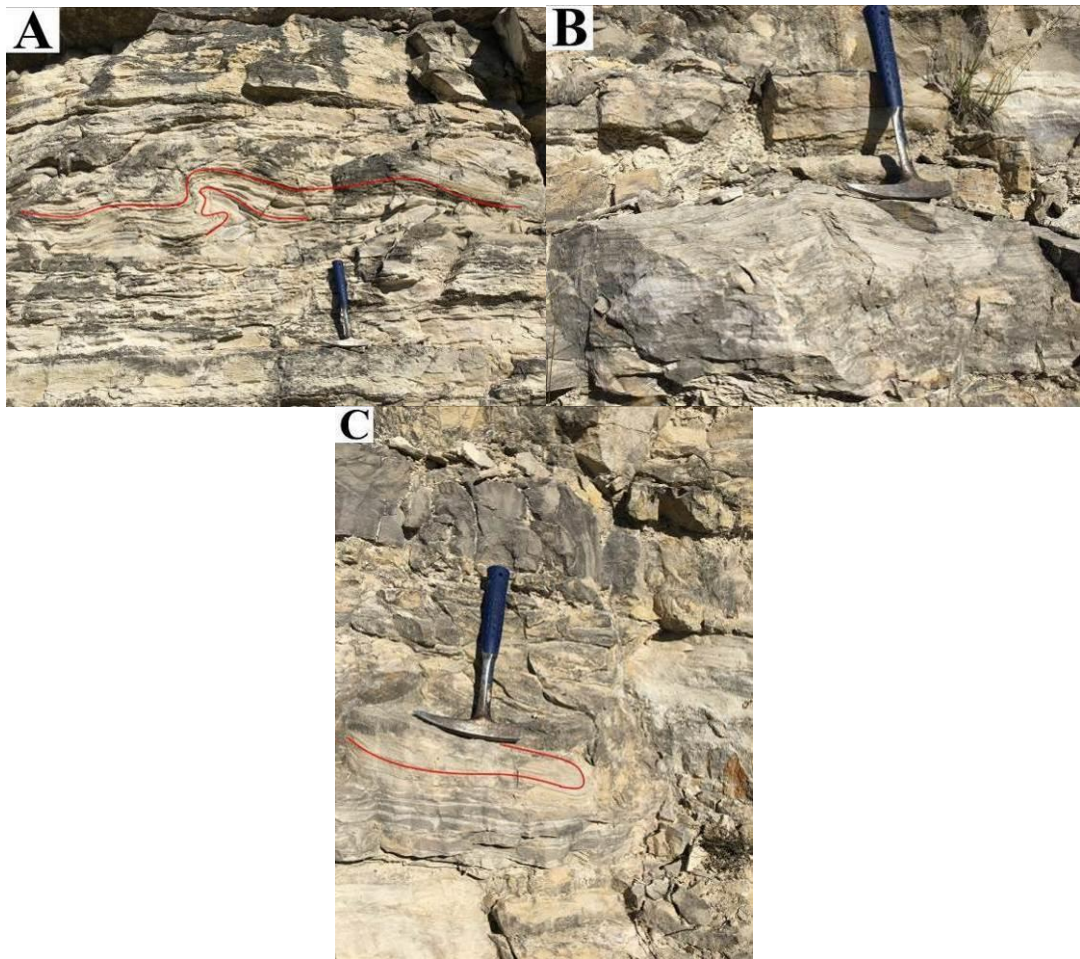
Nešto dalje od snimanog područja (oko 5 m sa lijeve strane) mogu se pronaći i klastotporni konglomerati debljine oko 0,5 m, koji su djelomično inverzno graduirani, a djelomično masivni. Konglomerat je vrlo slabe sortiranosti i sastoji se od srednje do dobro zaobljenih valutica i oblutaka dimenzija od 1 do 15 cm (slika 13).



Slika 13. Klastotporni konglomerati na lokaciji Kistanje sa srednje – dobro zaobljenim valuticama i oblucima. Čekić je mjerilo.

TOČKA 2

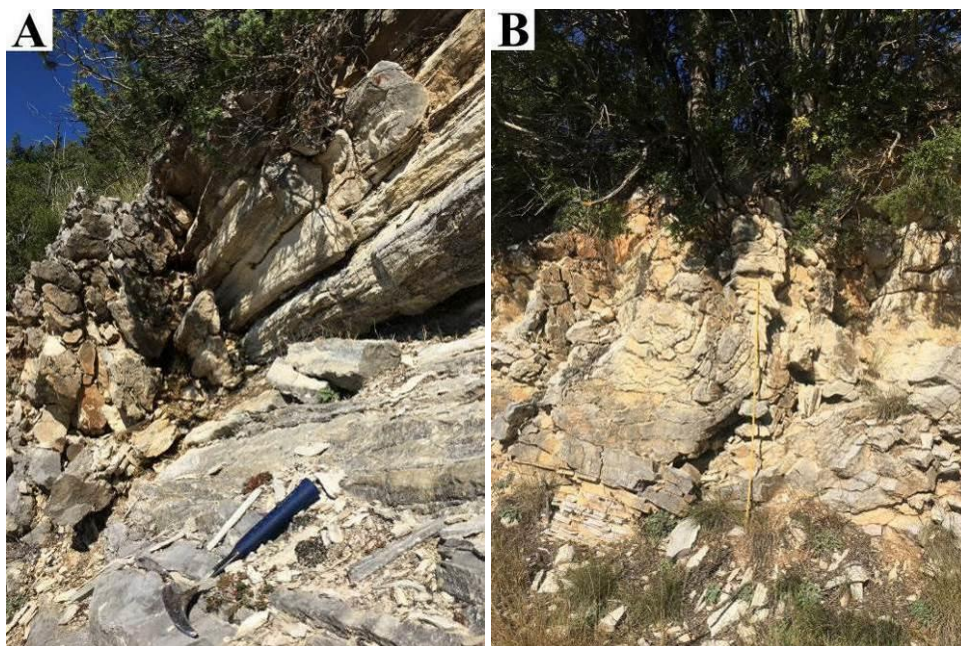
Druga točka na lokaciji Kistanje udaljena je 50 metara od prve točke odmah uz cestu sa desne strane idući od Manastira Krka (slika 9). Na slici 14 prikazani su deformirani slampirani slojevi unutar klastično-karbonatnih naslaga reda veličine do nekoliko metara.



Slika 14. Zabilježeni slampovi na drugoj točki na području Kistanja. Crvenim linijama naglašene su deformacije. Čekić je mjerilo.

TOČKA 3

Treća točka nalazi se na istoj trasi kao i prethodne dvije, 50-ak metara od točke dva (slika 9). Slampovi su nešto drugačijeg oblika, a u ovom radu opisani su kao izdužene forme valjkastog oblika dimenzija do nekoliko desetaka metara po pružanju. Na slici 15 prikazan je jedan takav primjer slampa sa uzdužnim i poprečnim presjekom.



Slika 15. Slamp izduženih formi valjkastog oblika (A) uzdužni i (B) poprečni presjek. Čekić i metar su mjerilo.

5.2. Lokacija 2 – Ključica

Naslage na području Ključice su donjoeocenske do srednjeeocenske starosti (E_{1,2}; IVANOVIĆ et al., 1972). Lokalitet je poznat po srednjovjekovnoj tvrđavi Ključica, koja je udaljena oko tri kilometra od lokacije tri to jest kanjona Čikola. Na tom području zabilježene su dvije točke (slika 9). Na prvoj su samo opisani uočeni slampovi dok je na drugoj crtan sedimentološki stup. Između točke 1 i točke 2 opaženi su i mikrorasjedi prikazani na slici 6B.

TOČKA 1

Jasno izraženi slampirani slojevi nalikuju onima sa lokacije Kistanje na točki tri to jest na izdužene forme valjkastog oblika (slika 16). Naslage su građene uglavnom od sitnozrnatih čestica veličine kalklutita i kalkarenita, bez uočenih tekstura i fosilnih ostataka unutar samog slampa.



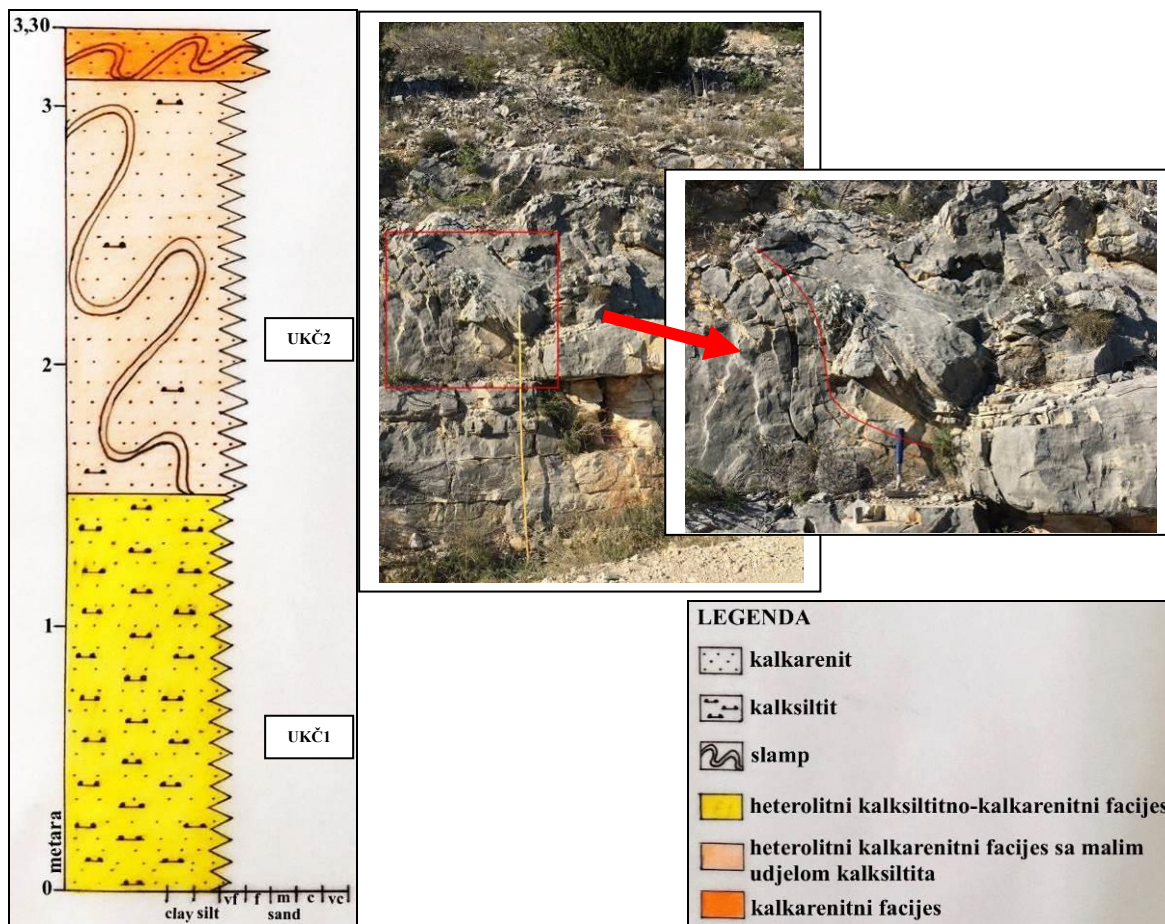
Slika 16. Slamp izduženih formi valjkastog oblika na području Ključice. Crvenom linijom naglašena je „valovitost“ slojeva. Čekić je mjerilo.

TOČKA 2

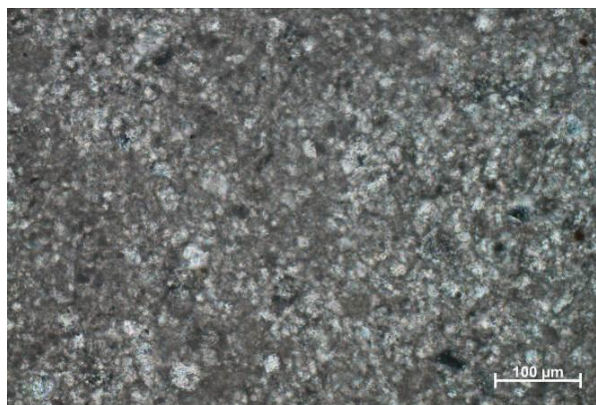
Na točki dva sniman je sedimentološki stup (slika 17). Sa lokacije Ključica uzeta su dva uzorka KČ1 i KČ2 (slika 17; UKČ1, UKČ2). Na slici 18 prikazan je mikroskopski izbrusak iz uzorka KČ1. Fosilni ostaci kao ni teksture nisu uočeni.

Sedimentološki stup „Ključica“ sastoji se od četiri facijesa.

1. Kalkarenitni facijes sastoji se od izmjene čestica dimenzije od sitnog i srednjeg pijeska. Facijes koji se javlja u slojevima debljine do 30 cm ujedno je i slampiran.
2. Heterolitni kalkarenitni facijes s malim udjelom kalksilita prikazan je kao izmjena vrlo sitnog i sitnog kalkarenita, a manjim dijelom i kalksilita. Iz facijesa je uzet jedan uzorak (slika 17; UKČ2). Cijeli sloj debljine 165 cm obuhvaća slamp.
3. Heterolitni kalksilitno-kalkarenitni facijes na sedimentološkom stupu prikazanih kao izmjene silta i vrlo sitnog pijeska. Iz facijesa uzet je jedan uzorak (slika 17; UKČ1). Debljina slojeva ovog facijesa iznosi 135 cm.
4. Polovina od cijelog slijeda naslaga snimanog stupa obuhvaćaju slampovi, a javljaju se u facijesima gdje prevladavaju čestice dimenzije kalkarenita, dok ih u heterolitnom kalksilitno-kalkarenitnom facijesu nema. Slojne plohe između najdonjeg sloja i slampa kao i između dva slampa su ravne. Debljine slampova su 30 i 165 cm.



Slika 17. Sedimentološki stup „Ključica“ s legendom. Fotografije s desne strane prikazuju proučavani izdanak te dodatno naglašeni srednji slampirani sloj. UKČ1 i UKČ2 su uzorci iz kojih su izrađeni preparati. Metar i čekić su mjerilo.



Slika 18. Mikroskopski izbrusak uzorka KČ1, kalksilit uz prisutnost sparitnog cementa.

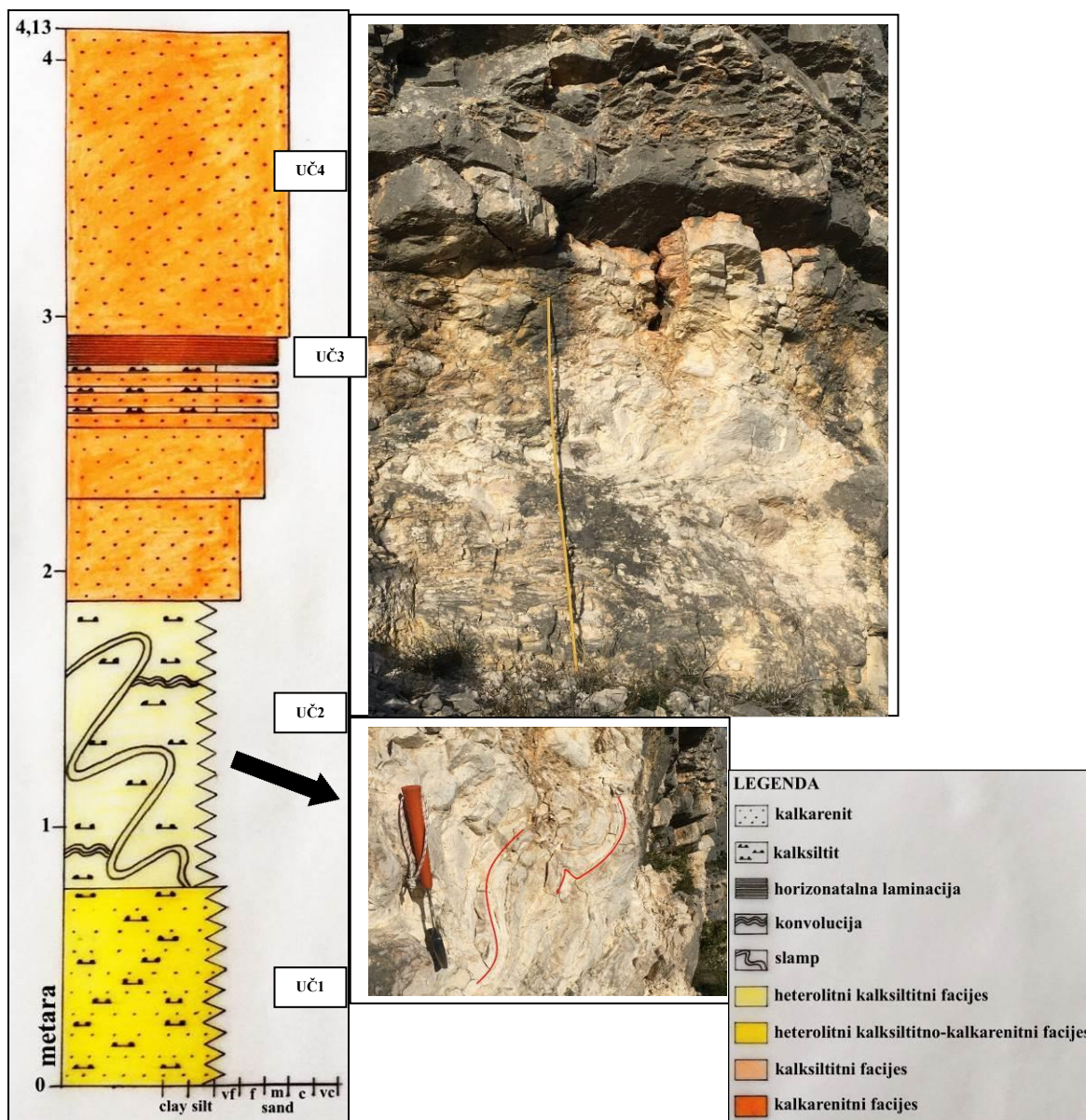
5.3. Lokacija 3 – Kanjon rijeke Čikole

Naslage na istraživanom lokalitetu u kanjonu rijeke Čikole su srednjeeocenske starosti (³E₂; IVANOVIĆ et al., 1972). Na lokalitetu kanjona rijeke Čikole sniman je sedimentološki stup te su uzeta četiri uzorka (slika 19; UČ1–UČ4). Fosilni ostaci niti bilo

kakve druge čestice na terenu niti u mikroskopskim izbruscima nisu pronađeni stoga fotografije izbruska nisu niti priložene u radu. Uzorci Č1 i Č2 klasificirani su kalksiliti dok su Č3 i Č4 klasificirani kao kalkareniti.

Sedimentološki stup „Čikola“ sastoji se od pet facijesa.

1. Kalkarenitni facijes sastoji se od čestica dimenzije od sitnog do srednjeg pijeska. Uglavnom se javlja kao masivni pješčenjak bez tekstura, a manjim dijelom kao tanki proslojci. Teksture su opažene samo unutar jednog sloja koji je gotovo cijeli horizontalno laminiran. Iz facijesa su uzeta dva uzorka (slika 19; UČ3 I UČ4). Debljina slojeva proslojaka je 4 cm, dok je masivnog kalkarenita od 28 do 120 cm.
2. Heterolitni kalksilitno-kalkarenitni facijes sastoji se od izmjene čestica dimenzija silta do vrlo sitnog pijeska. Iz facijesa je uzet jedan uzorak (slika 19; UČ1). Debljina sloja iznosi 76 cm.
3. Heterolitni kalksilitni facijes ujedno je i slamp. Zajedno sa slampovima javljaju teksture poput konvolucije. Iz facijesa je uzet jedan uzorak (slika 19; UČ2). Debljina sloja iznosi 112 cm.
4. Kalksilitni facijes zastupljen je jako malim dijelom unutar stupa. Javlja se samo kao ulošci unutar kalkarenitnog facijesa debljine 1 cm.
5. Slamp su javlja unutar heterolitnog kalksilitnog facijesa i zahvaća gotovo cijeli sloj, no ne uliježe u sloj u podini. Zajedno sa slampom javlja se konvolucija. Slojne plohe između slampa i ostalih facijesa su ravne. Debljina slampa je 112 cm.



Slika 19. Sedimentološki stup „Čikola“ s legendom. UČ1–UČ4 su uzorci iz kojih su izrađeni preprati. U preparatima nisu pronađeni fosilni ostaci. Č1 i Č2 klasificirani su kao kalksiliti, a Č3 i Č4 kao kalkareniti.

5.4. Lokacija 4 – Karin

Naslage na području Karina su gornjoeocenske starosti (E₃; IVANOVIĆ et al., 1967) i taložene su u sustavima Gilbert delti i plitkovodnih delti (POSTMA et al., 1988).

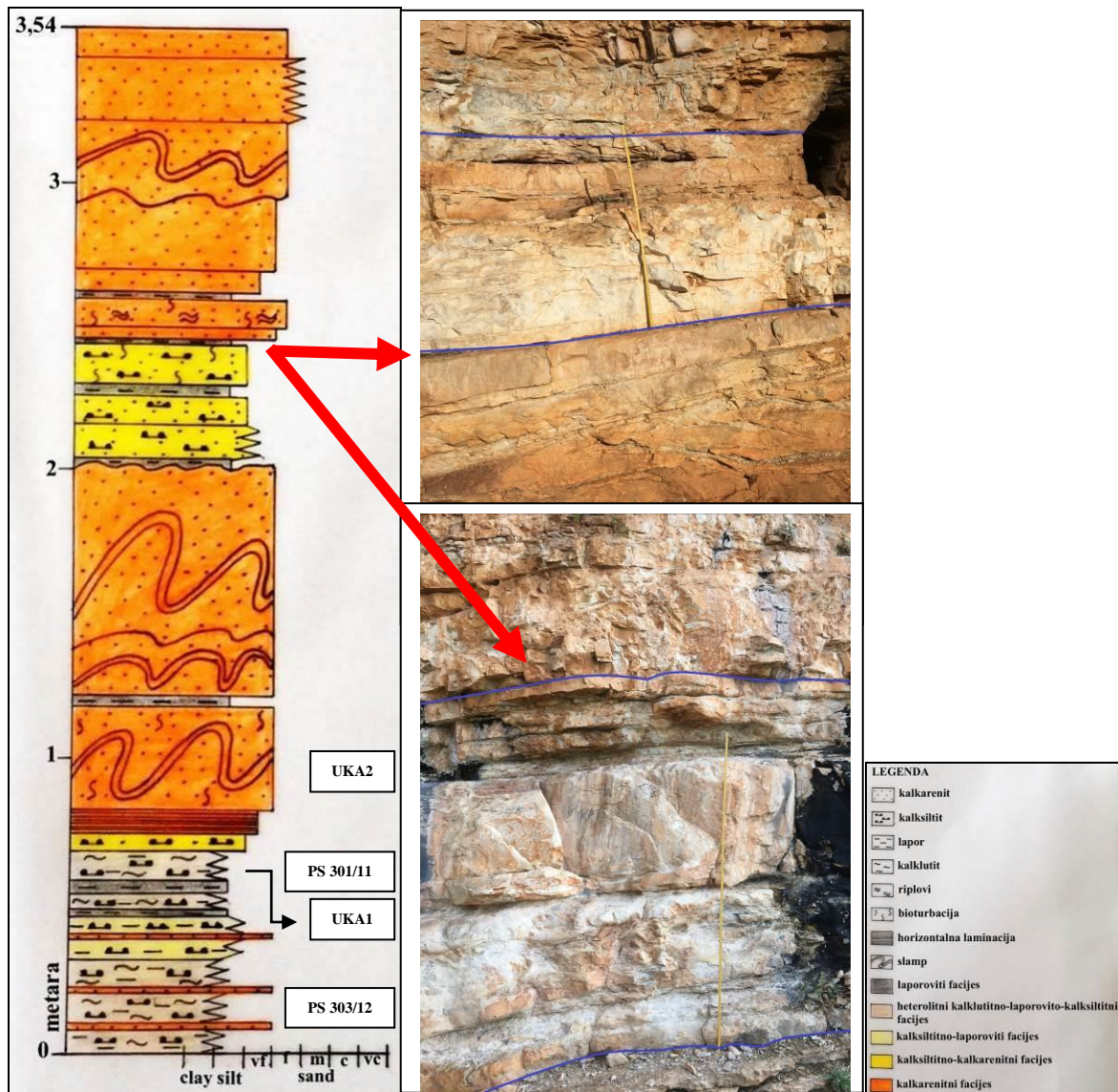
TOČKA 1

Na terenu su zabilježene dvije točke, na prvoj je sniman sedimentološki stup, a druga uključuje fotodokumentiranje česte pojave konglomerata na tom području. U potpunom slijedu naslaga snimanog stupa izraženo je vertikalno pokrupnjavanje od podnožja prema

vrhu. Iz položaja slojeva određen je smjer progradacije plitkomorske delte SZ-JI i nagibom prema SZ Sa lokacije Karin uzeta su dva uzorka KA1 i KA2 (slika 20; UKA1, UKA2). Fosili nisu pronađeni niti na terenu niti u preparatima (slika 21). Slampiranost je najbolje izražena u donjem i srednjem dijelu izdanka.

Sedimentološki stup „Karin“ sastoji se od šest facijesa.

1. Kalkarenitni facijes sastoji se od čestica dimenzija od vrlo sitnog do srednjeg pijeska. Facijes u kojem se jedino uočavaju slampovi. Slojne plohe između slampova su neravne ili nejasne, a obično dva slampa uliježu jedan u drugi. Unutar jednog sloja uočava se izmjena sitnozrnatiog i krupnozrnatiog kalkarenita, ujedno i sloj u kojemu je dimenzija čestica najveća. Također se uočavaju riplovi, horizontalna laminacija i bioturbacija. Iz facijesa je uzet jedan uzorak (slika 20; UKA2). Debljina slojeva jako varira, a iznosi od 1 do 60 cm.
2. Kalksilitno-kalkarenitni facijes sastoji se od čestica dimenzija sitnog pijeska. Unutar jednog sloja uočavaju se heterolitične izmjene. Često je prisutna bioturbacija. Debljina slojeva varira od 5 do 14 cm.
3. Kalksilitno-laporoviti facijes javlja se samo u podnožju snimanog stupa u obliku dva proslojka. Debljina slojeva iznosi 2 cm.
4. Laporoviti facijes javlja se kao proslojci. Uglavnom prethodi ili se javlja između slampiranih kalkarenitnih facijesa. Debljina slojeva je od 1 do 5 cm.
5. Heterolitni kalklutitno-laporovito-kalksilitni facijes sastoji se od čestica dimenzije od gline, lapora, do silta. Javlja se i prevladava samo u podnožju snimanog stupa. Iz facijesa je uzet jedan uzorak (slika 20; UKA1), te mjereni položaji slojeva (slika 20, PS 303/12 I PS 301/11). Debljina slojeva iznosi od 2 do 5 cm.
6. Slampovi, koji se pronalaze samo u pjeskovitom facijesu, naliježu jedan na drugi, te tako čine neravnu i nejasnu granicu između njihovih slojnih ploha. Prvi primjer na kojemu se uočava i neravna gornja slojna ploha u kontaktu sa drugim facijesom, te neravna donja slojna ploha u čijoj se podini nalazi neslampirani sediment (slika 20). Zajedno sa slampovima javlja se i bioturbiranost. Debljina slampova iznosi od 21 do 60 cm.



Slika 20. Sedimentološki stup „Karin“ s legendom. UKA1 i UKA2 su uzorci korišteni za izradu izbrusaka. PS označava položaj sloja. Plave linije na fotografijama označavaju početak i kraj crtanja sedimentološkog stupa (stup sniman na dva mjesta udaljenosti 5 metara pri čemu se pratio gornji sloj na donjoj fotografiji koji se lateralno, sa desna na lijevo, zadebljava). Metar je mjerilo (duljina 2 m).



Slika 21. Mikroskopski izbrusak iz uzorka KA2, kalkarenit.

TOČKA 2

Na lokaciji Karin fotografirane su i pojave koje bi mogle biti značajne za opis taložnog okoliša u kojima je moguć i čest nastanak slampova. Općenito, zajedno sa slampovima često se javljaju i konglomerati. Na slici 22 prikazan je klastpotporni negraduirani konglomerat debljine oko pola metra, sa slabom do umjerenom sortiranosti. Valutice su dobre zaobljenosti i visoke sferičnosti, a prosječna veličina im je oko 5 cm.



Slika 22. Klastpotporni negraduirani konglomerat na lokaciji Karin.

5.5. Lokacija 5 – Korlat

Naslage na području Korlata su sednjeeocenske do gornjoeocenske starosti (E_{2,3}; IVANOVIĆ et al., 1967). Korlat pripada najstarijem dijelu Prominskih naslaga, te naliježe na fliš koji je taložen prije formiranja Prominskog „piggyback“ bazena. Naslage karakterizira dobra slojevitost te pružanje SZ-JI. Česta je pojava hiperpiknita, koji su nastali taloženjem sitnozrnatog detritusa u dubokovodnom okolišu uslijed gustih i dugotrajnih tokova, prihranjivanih rijekama. U podlozi se nalaze kalklutiti do kalkareniti u kojima se često mogu vidjeti olistoliti² foraminiferskih vapnenaca, što je dokaz nestabilnosti terena uslijed erozije, taloženja ili djelovanja tektonike što povezujemo i sa nastankom slampova. Slampovi na području Korlata su različitih dimenzija i oblika koji su

² Olistoliti – fragmenti različitih dimenzija u rasponu od dimenzija čestica glina do kilometarskih blokova, varijabilnog alohtonog porijekla, nastali klizanjem/urušavanjem niz padinu potpomognuti tektonikom, vodom u podnožju, erozijom ili taloženjem (internetski izvor: <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/olistolith>; 19.07.2021.).

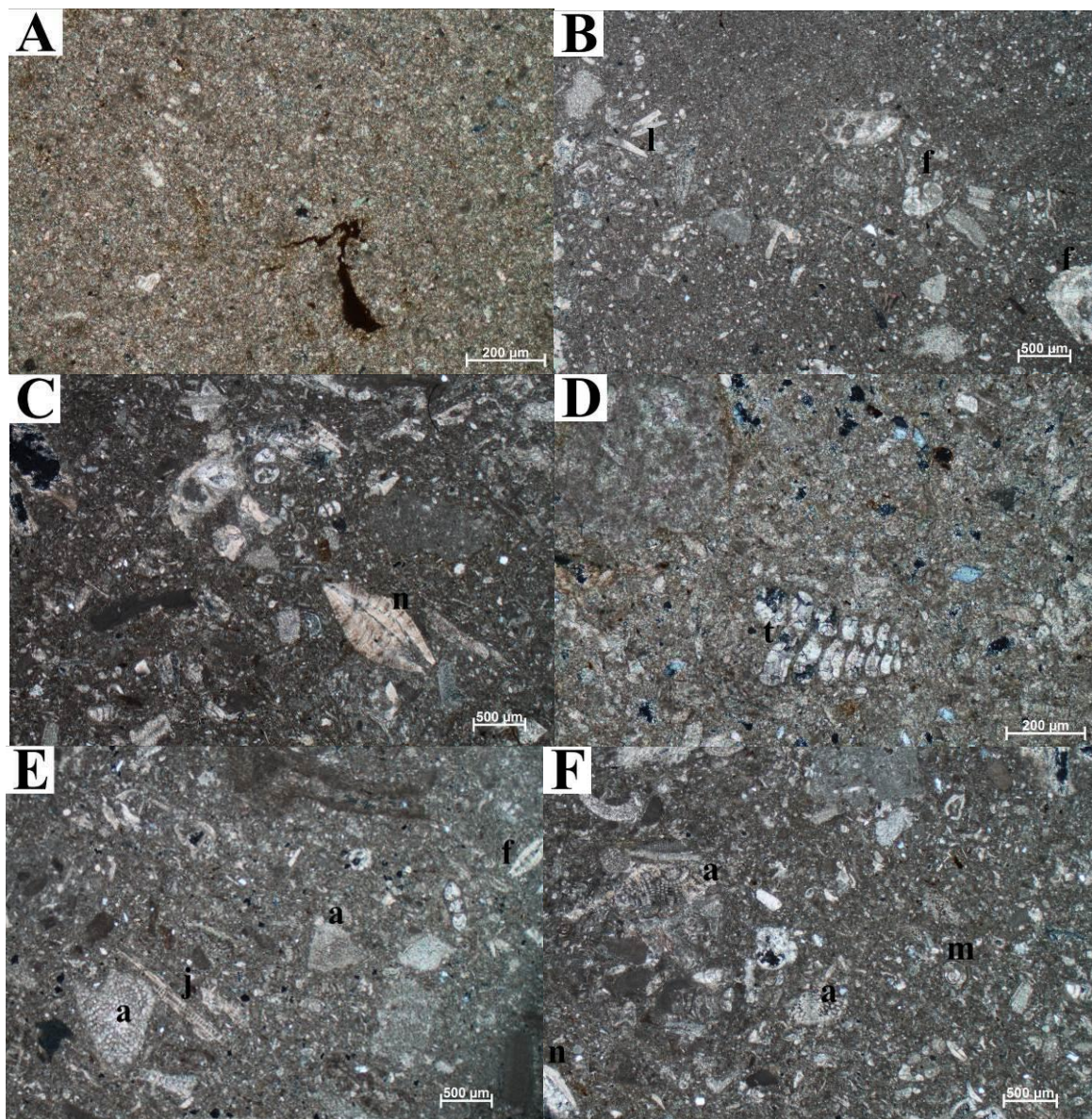
se zbog svoje velike gustoće i mase spustili na samo dno korita (slika 23A, 23B). Unutar slampova pronađeni su i fosilni otisci biljaka (slika 23C). Sa lokacije Korlat uzeta su tri uzorka KO1–KO3 iz samog slampa (Slika 24). Usporedno sa ostalim istraživanim lokalitetima na lokaciji Korlat pronađeno je najviše fosilnih ostataka unutar mikroskopskih preparata (slika 25). Na slici 26 prikazan je sedimentološki stup sa naznačenim slampovima na lokaciji Korlat.



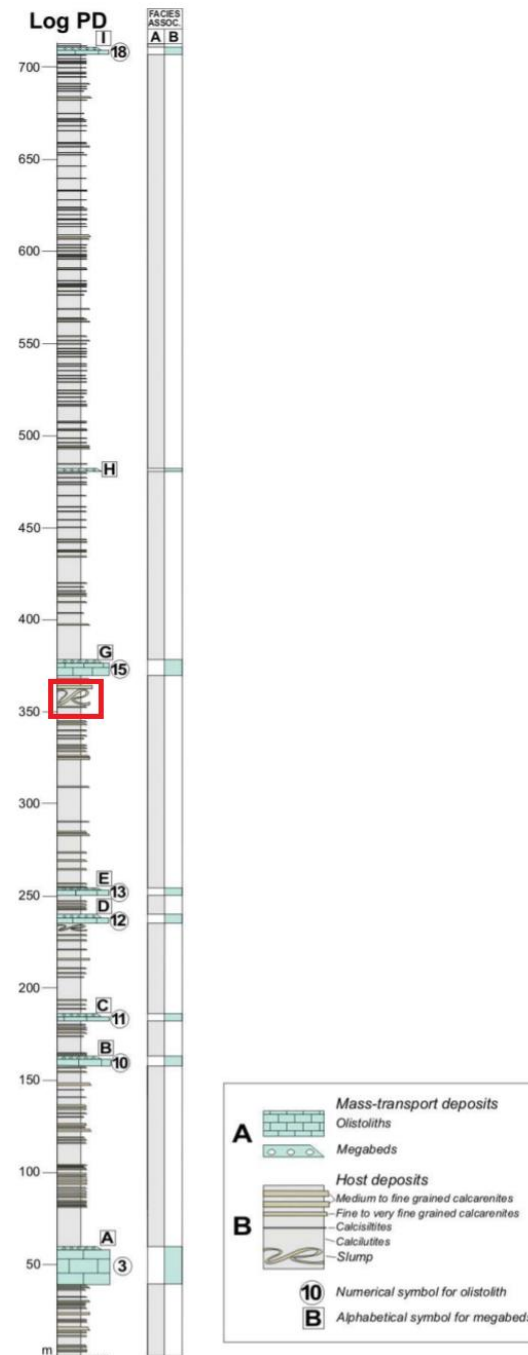
Slika 23. Fotografije zabilježene na lokaciji Korlat. (A) Slamp u obliku bore (B) Slamp u obliku izduženih formi valjkastog oblika (C) Fosilni otisak biljke.



Slika 24. Uzorci uzeti na terenu sa lokacije Korlat (KO1–KO3). Ukupna dužina mjerila je 9 cm.



Slika 25. Iz tri uzorka sa lokacije Korlat, izdvojeno je šest fotografija koje se mogu koristiti za mikropaleontološku analizu. A fotografija pripada uzorku KO1, B uzorku KO2, a C, D, E i F uzorku KO3. U uzorku KO1 (A) nisu pronađeni fosilni ostaci; kalksiltit. Uzorak KO2 (B) Sadrži (f) foraminifere, (l) litoklaste; kalkarenit. Uzorak KO3 (C) Sadrži foraminifere (n-*Nummulites*); kalkarenit; (D) Sadrži foraminifere (t-*Textularia*); kalkarenit; (E) Sadrži (a) alge, (f) foraminifere, (j) bodlje ježinaca i neodređive skeletne fragmente; kalkarenit; (F) Sadrži (a) alge, foraminifere (n-*Nummulites*; m-*Miliolidae*); kalkarenit.

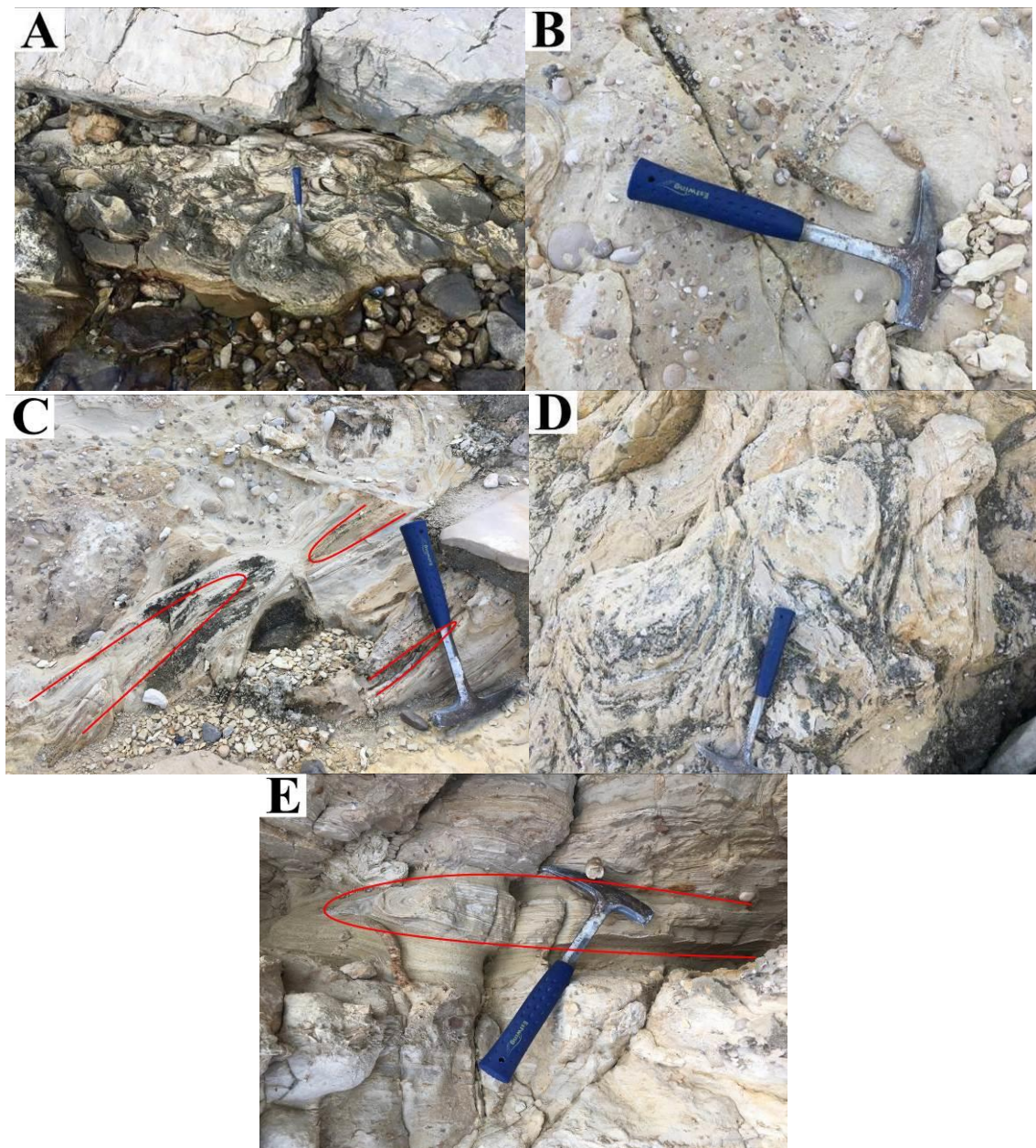


Slika 26. Sedimentološki stup sa područja Korlat sa naznačenim slampovima. Crvenom bojom označeno je slampirano područje uzorkovano u ovom radu (preuzeto iz GOBO et al. 2020).

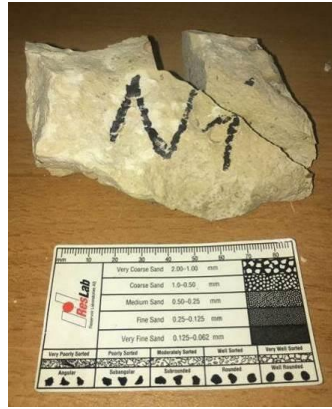
5.6. Lokacija 6 – Novigrad

Naslage na području Novigrada su srednjeeocenske do gornjoeocenske starosti (E_{2,3}; IVANOVIĆ et al., 1967; ČOSOVIĆ et al., 2018). Velika je zatupljenost matrikspotpornih konglomerata unutar kojih se nalaze valutice dobre zaobljenosti i srednje sferičnosti različitih dimenzija (od 0,5 do 5 cm) te tragovi ihnofosila veličine od 10 do 15 cm. Slampirani slojevi su deformirani ili vidljivo borani (slika 27). Sa lokacije Novigrad uzet je

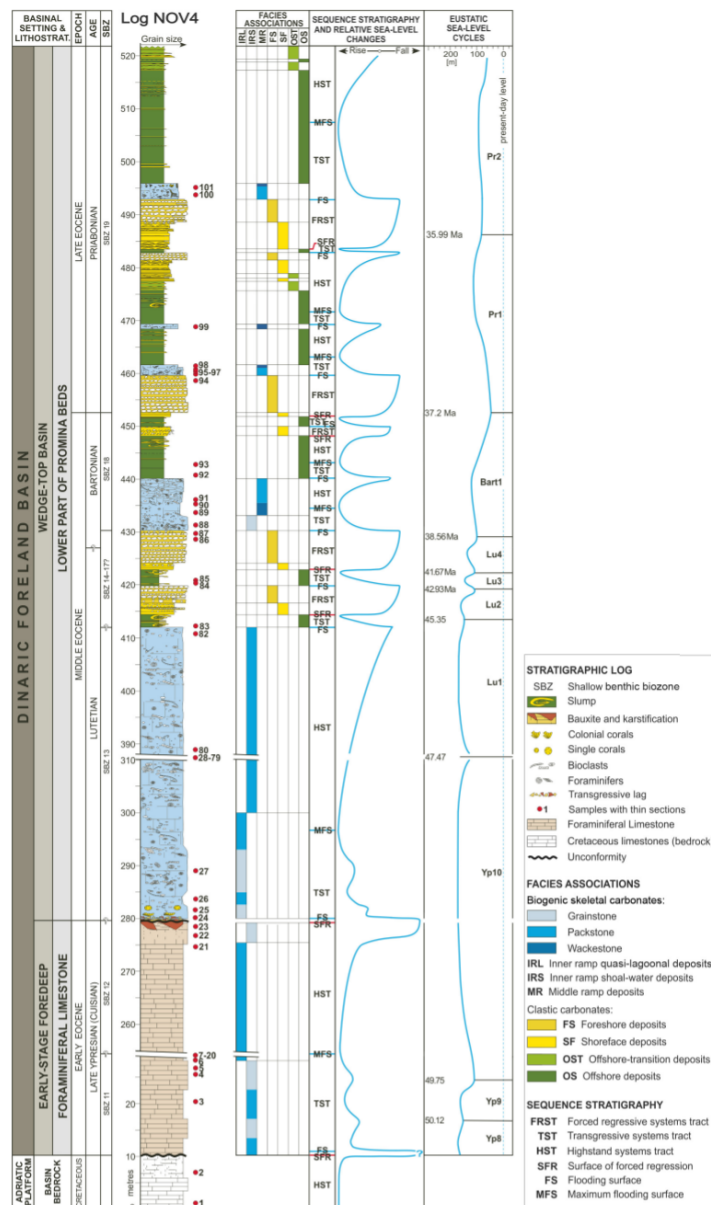
jedan uzorak N1 (slika 28). Iako je velika prisutnost ihnofosila, fosilni ostaci nisu pronađeni niti na terenu niti u preparatu. Novigradski slijed naslaga se sastoji od izmjena kalklutita, kalkarenita, konglomerata i vapnenaca. Na slici 29 prikazan je sedimentološki stup sa lokacije Novigrad.



Slika 27. Fotografije prikazuju poremećene/slampirane slojeve na području Novigrada. (A) Bora unutar sloja koji je ispunjen velikim brojem uklopaka valutica i oblutaka (B) Ihnofosil – trag kretanja unutar sedimenta. (C) Niz bora različitih orijentacija. (D) Slamp nepravilnog oblika. (E) Izdužene bore. Čekić je mjerilo.



Slika 28. Uzorak sa lokacije Novigrad. Kalkarenit sa uklopcima valutica. Ukupna dužina mjerila je 9 cm. U uzorku nisu pronađeni fosilni ostaci.



Slika 29. Sedimentološki stup sa područja Novigrad sa naznačenim slampovima (preuzeto iz Čosović et al. 2018).

6. Rasprava

6.1. Starost i karakteristike slampiranih naslaga

Starost istraživanih slampiranih naslaga pretpostavljena je na osnovu stratigrafskih odnosa i podataka sa OGK RH te odgovara srednjem eocenu do ranom oligocenu, no većina istraživanih slampiranih naslaga pripada srednjem i gornjem eocenu.

Slampovi su lako prepoznatljivi po svojoj deformiranosti, a glavno obilježje im je boranost i/ili valovitost slojeva. Uglavnom su metarskih dimenzija. Klizanjem nevezanih, vodom natopljenih sedimenata, došlo je do deformacije naslaga koje su primarno bile u lateralnoj i vertikalnoj izmjeni. Ukoliko su sedimenti već bili djelomično litificirani, naslage se nisu mogle plastično deformirati nego su se lomile i rasjedale (ZUPANIĆ, 1968).

Istraživane Prominske naslage unutar kojih su pronađeni slampovi često sadrže uklopke starijih stijena, bioturbacije i ihnofosile te teksture kao što su laminacija, konvolucija, riplovi i tragovi utiskivanja, a izgrađene su od karbonatnih klastita. Po svom sastavu pripadaju uglavnom kalkarenitima, a samo manjim dijelom biokalkarenitima. Iako su fosili vrlo rijetki unutar samih slampova, mogu se pronaći foraminifere (*Nummulites*, *Textularia* i *Miliolidae*) i alge (slika 25). Laponi se javljaju kao tanki ulošci i proslojci između debljih slojeva kalkarenita, a osim rastresite i praškaste strukture od ostalih slojeva mogu se prepoznati i po boji koja varira od žute do smeđe. Konglomerati su građeni uglavnom od čestica veličine lutita – rudita, a valutice unutar njih građene su od gornjokrednih mikritskih vapnenaca i valutica donjopaleogenskih (alveolinskih i numulitnih) vapnenaca (IVANOVIĆ et al., 1978). Vezivo konglomerata je najčešće detritično (kalkarenitsko), rjeđe finoizrnatno kalcitno ili laporno.

6.2. Slampovi u kontekstu razvoja Dinarskog predgorskog bazena

Prominske naslage su molasni tip sedimenata, nastalih u nemirnoj marinskoj sredini u neposrednoj blizini kopna. Pokreti koji obilježavaju čitavu sedimentaciju Prominskih naslaga očituju se u pomicanju sjevernog ruba bazena prema sjeveroistoku te postupno oslađivanje bazena, a samim tim i drugačije uvjete taloženja (IVANOVIĆ et al., 1976; slika 30). Jugozapadni dio Prominskih naslaga karakteriziraju antiklinalne i sinklinalne

forme sa normalnim rasjedanjem, dok u sjeveroistočnom dijelu dominira navlačna tektonika sa raversnim rasjedima (KRUK et al., 2014).

Slampovi u Prominskim naslagama nalaze se u različitim subbazenima različite starosti. Cijelo područje istraživanja taloženo je u marinskoj sredini i sastoji se od klastičnih karbonatnih naslaga. Svi istraživani slampovi na terenu (slika 9) su lako uočljivi najčešće po svojoj deformiranosti/torziji. Unutar slampiranih slojeva i naslaga u kojima se nalaze često se uočava planarna stratifikacija, konvolucija, riplovi, uklopci valutica, ihnofosili i heterolitičnost koji upućuju na okoliš taloženja.

Slampovi se najčešće javljaju u dubokim i tektonski aktivnim područjima, to jest u „offshore“ i „shelf“ zoni, osim na području Novigrada gdje se mjestimično javljaju i pliče, u „offshore transition“ zoni (ĆOSOVIĆ et al., 2018; GOBO i MRINJEK, 2021), na što upućuju i vrlo česti konglomerati, uklopci valutica i oblutaka, kao i bioturbacija. Teksture poput riplova, laminacije i ihnofosila upućuju na miran okoliš nastanka.

Hiperpikniti su nastali taloženjem iz dugotrajnih, ali fluktuirajućih hiperpiknalnih tokova generiranih riječnim bujicama na čelu delte koji su usijecanjem sedimenta na deltnoj padini stvarali široke kanale i prostrane pješćane lobove na distalnom dijelu padine lepezne delte i na samom dnu bazena. Heterolitičnost facijesa, čija veličina čestica varira od kalkarenita i kalksilita do kalklutita, ukazuje na čestu promjenu dubine i energije taloženja. Pojava vertikalnog pokrupnjavanja na lokacijama Ključica, Karin i Čikola u potpunom slijedu naslaga od podnožja prema vrhu može biti posljedica donosa materijala rijekama tijekom „highstand“ sistemskog trakta³, oplićavanja ili regresije.

Dimenzije slampova variraju do nekoliko desetaka metara (makroslampovi), dok oni manji, centimetarskih dimenzija (mikroslampovi), nisu uočeni iako sa sigurnošću postoje s obzirom da postoje dokazi o mikrorasjedanju (SEILACHER, 1969; slika 6B). Uglavnom se javljaju u nekonsolidiranim, koherentnim, sitnozrnatim kalklutitima i kalkarenitima u kojima dolazi do unutrašnje deformacije sedimenta. Slampirani slojevi su velikih debljina i ne sadrže makrofosile, a mikrofosili su vrlo rijetki. Iz položaja slojeva unutar naslaga gdje se pronalaze slampovi može se odrediti smjer nagiba padine samim tim i smjer kretanja

³ Highstand sistemski trakt nastaje taloženjem sedimenta u akomodacijski prostor gdje brzina taloženja premašuje brzinu stvaranja akomodacijskog prostora (internetski izvor: <http://www.sepmstrata.org/Terminology.aspx?id=systems%20tract>; 19.07.2021).

slampova iz čega se na kraju može rekonstruirati dinamika razvoja bazena (BRADLEY i HANSON, 1998; STRACHAN i ALSOP, 2006; WOODCOCK, 1979).

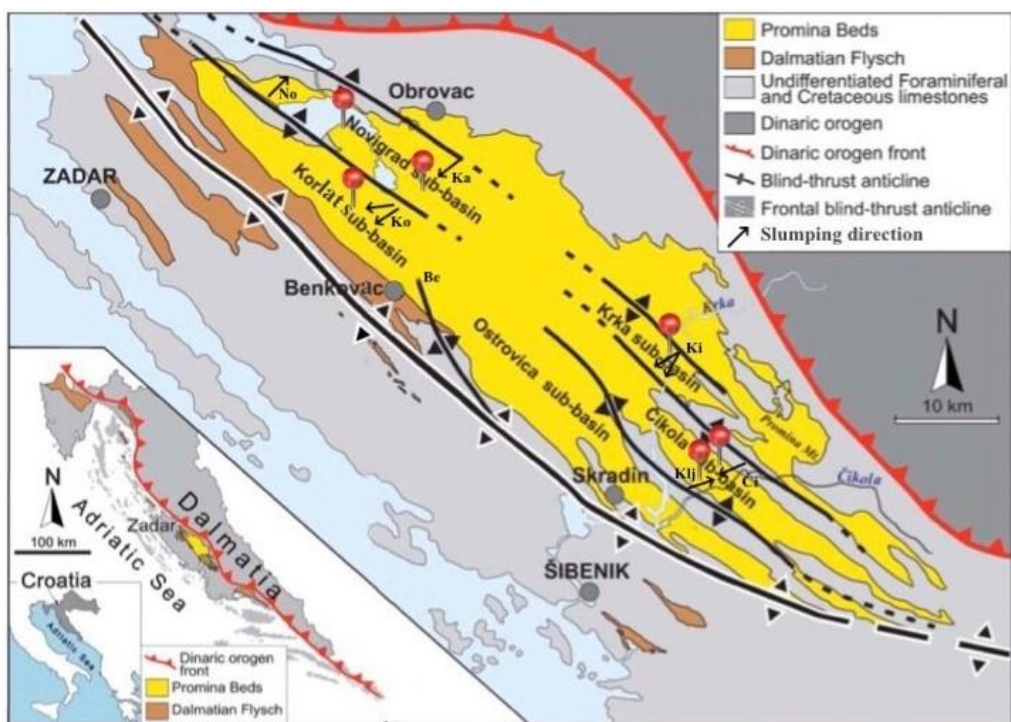
S obzirom da tijekom paleogena dolazi do kolizije Jadranske i Europske ploče, aktivna tektonika doprinosi pojavi potresa koji uzrokuju nestabilnost terena, klizanje i deformiranje nataloženih naslaga sve dok ne dođu u stabilnu sredinu bilo na kopnu ili u moru. Kako se Prominske naslage povezuju s taloženjem u aktivnom tektonskom području razvoja Dinarskog predgorskog bazena i Dinarskog orogena, tektonika se uzima kao glavni uzrok nastanka proučavanih slampova. Obzirom na čestu pojavu olistolita na području Korlata, neki od slampova i deformacija mogu biti posljedica njihova transporta i taloženja (GOBO et al., 2020).

Utiskivanje jednog slampa u drugi kao što je slučaj na lokaciji Karin može biti posljedica težine slampa te sastava, konsolidiranosti i načina slaganja čestica sloja ispod. Slampovi na istraživanim lokacijama javljaju se uglavnom u heterolitnim facijesima sa najčešćom veličinom čestica kalkarenita, a rijede kalsiltita, dok se na lokaciji Čikola javljaju samo u čistom kalsiltitnom facijesu.

Rotacijskim kretanjem sedimenta dolazi do stvaranja slampova u obliku izduženih formi valjkastog oblika kakvi se mogu vidjeti na terenu (slika 15 i 16). Uslijed slampiranja dolazi do velikih deformacija slojeva samim tim do degradacije i deformacije fosila što može biti razlog niske zastupljenosti fosilnog sadržaja unutar istraživanih naslaga. Takav „valoviti“ izgled, uzrokovan tektonikom ili nestabilnosti padine, posljedica je kretanja velike količine nekonsolidiranog sedimenta koji se zbog svoje velike gustoće i mase kružnim sporim valjanjem (rotacijsko klizanje) kretao niz padinu pri čemu se deformirao te kasnije litificirao (<https://opentextbc.ca/geology/chapter/15-2-classification-of-mass-wasting/>).

Subbazeni u kojima su se taložile Prominske naslage bili su strmih padina i pod utjecajem tektonske aktivnosti te samim time bili su podvrgnuti čestom slampiranju sedimenta i promjenama facijesa na malim udaljenostima. Smjer transporta, to jest slampiranja može se zaključiti iz njihove geometrije, a obično je okomit na pružanje strukturnih linija (npr. bora, rasjeda). U mnogim istraživanjima orijentacija slampova koristi se i za određivanje orijentacije paleonagiba (JONES, 1939). Talozenje istraživanih naslaga odvijalo se u subbazenima Krke, Čikole, Korlata i Novigrada. Smjer slampiranja na lokacijama Kistanje, kanjon Čikole, Karin i Korlat je od SI prema JZ, dok je na

lokacijama Ključica i Novigrad smjer slampiranja od JZ prema SI (slika 30). Takav prostorni raspored ukazuje na to da su subbazeni bili asimetrični to jest strmiji duž SI ruba (MRINJEK et al., 2012), što je povećalo nestabilnost padina i podložnost na opetovano slampiranje. Slijedom toga, slampovi na lokalitetima Ključica i Novigrad ukazuju da je slampiranje bilo moguće čak i duž blaže nagnutih JZ rubova bazena, vjerojatno kao posljedica izuzetno jakih potresa.



Slika 30. Shematski prikaz prostornog rasporeda sub-bazena u Dinarskom predgorskom bazenu sjeverne Dalmacije. Crvenim točkama označen je položaj istraživanih slampova. Crnim strelicama označen je smjer slampiranja (preuzeto i modificirano prema GOBO et al., 2019; GOBO et al., 2020).

7. Zaključak

Kao što i sami naziv teme ovog rada govori, značaj slampova u Prominskim naslagama vrlo je bitan za interpretaciju taložnih okoliša i dinamike razvoja bazena. Slampovi to jest masovno kretanje sedimenta i raznovrsnost facijesa (česta promjena veličine čestica) u kojima se javljaju, ukazuju na česte promjene bazenskih uvjeta (dubina taloženja, nemirna sredina), a sama deformiranost i mirkorasjedi na aktivnu tektoniku na tom području, u razdoblju od srednjeg eocena do ranog oligocena.

Uz niz predispozicija, kao što su u prvom redu nagib padine, zasićenost vodom, na lokaciji Korlat i transport olistolita, za nastanak slampa kao glavni i primarni uzrok takvih masovnih kretanja sedimenta uzima se tektonika i potresi njom uzrokovani. Nagib koji utječe na nestabilnost padine potvrđuje razvoj „piggyback“ predgorskog bazena građenog od niza sub-bazena međusobno odvojenih antiklinalama na čijim je krilima, to jest padinama, uslijed taloženja materijala i aktivne tektonike dolazilo do slampiranja. Pokretač takvih masovnih kretanja sedimenta također može biti i velik donos materijala rijekama, kao što slučaj je na lokaciji Karin, ili transport olistolita što je pak slučaj na lokaciji Korlat. Deformiranost terena uslijed nastajanja Dinarskog orogena i predgorskog bazena dovela je i do velike raznolikosti u taložnim okolišima. Prominske naslage u kojima se javljaju slampovi građene su od karbonatnih klastita, kalkarenita, kalsiltita, kalklutita i lapora, istaloženih u marinskoj sredini na što ukazuju često prisutne teksture kao što su ihnofosili, riplovi i paralelna laminacija, dok česti konglomerati i uklopci ukazuju na nešto plići taložni okoliš kao što je primjer na lokaciji Novigrad. Istraživani slampovi češće pokazuju smjer slampiranja od SI prema JZ što dovodi do zaključka da su subbazeni bili asimetrični to jest strmiji duž SI ruba. Obzirom na ostala masovna kretanja mogu se lako razlikovati jer dolazi do unutarnjih deformacija slojeva dok kod primjerice turbidita to nije slučaj.

Rijetka prisutnost fosila može biti posljedica velike deformiranosti slojeva koja ih je zbog jakog fizičkog djelovanja vjerojatno degradirala ili uništila. Iako slampovi po pitanju fosila ne otkrivaju starost naslaga, dubinu, temperaturu vode i dr., otkrivaju nam značajne karakteristike taložnog okoliša i nemirne sredine nastanka.

8. Literatura

BABIĆ, LJ. i ZUPANIČ, J. (1983) Paleogene clastic formations in northern Dalmatia. – U: BABIĆ, LJ. i JELASKA, V. (ur.) Contributions to Sedimentology of Some Carbonate and Clastic Units of the Coastal Dinarides. 4th International Association of Sedimentologists Regional Meeting, Split, Excursion Guide – book, Zagreb, 37–61.

BABIĆ, LJ. i ZUPANIČ, J. (1988) Krupnozrnati aluvij u paleogenu sjeverne Dalmacije (Hrvatska, Jugoslavija). – Rad JAZU, Zagreb 441, 139–164.

BABIĆ, LJ. i ZUPANIČ, J. (1990) Progradacijski sljedovi u paleogenskom klastičnom bazenu Vanjskih Dinarida, od sjeverne Dalmacije do zapadne Hercegovine. – Rad JAZU, Zagreb, 449, 319–343.

BABIĆ, LJ. i ZUPANIČ, J. (2008) Evolution of a river-fed foreland basin fill: the North Dalmatian flysch revisited (Eocene, Outer Dinarides). *Nat. Croat.*, 17, 357–374.

BABIĆ, LJ. i ZUPANIČ, J. (2012) Laterally variable development of a basin-wide transgressive unit of the North Dalmatian foreland basin (Eocene, Dinarides, Croatia). *Geol. Croat.*, 65, 1–27

BABIĆ, LJ., ZUPANIČ, J. i KURTANJEK, D. (1995) Sharply – topped alluvial gravel sheets in the Palaeogene Promina Basin (Dinarides, Croatia). – *Geol. Croatica*, 48/1, 33–48.

BLAŠKOVIĆ, I. (1998) The two stages of structural formation of the coastal belt of the External Dinarides. *Geol. Croat.*, 51, 75–89.

BLAŠKOVIĆ, I. (1999) Tectonics of part of the Vinodol Valley within the model of the continental crust subduction. *Geol. Croat.*, 52, 153–189.

BRADLEY, D. I HANSON, L. (1998) Paleoslope Analysis of Slump Folds in the Devonian Flysch of Maine, U.S. Geological Survey, 305–318.

ĆOSOVIĆ, V., MRINJEK, E., NEMEC, W., ŠPANIČEK, J., i TERZIĆ, K. (2018) Development of the transient carbonate ramps in evolving foreland basin. *Basin Research*, doi: 10.1111/bre.12274, 30, 1–20.

DECELLES, G.P. i GILES, A.K. (1996) Foreland basin systems. *Basin Res.*, 8, 105–123.

FOLK, R.L. i WARD, W.C. (1957) A Study in the Significance of Grain-Size Parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27, 3–26

GOBO, K., MRINJEK, E. i POŽGAJ, A. (2019) Slumps as indicators of basin geometry and development - examples from the Promina Beds in northern Dalmatia, Abstracts Book, Croatian Geological Survey, Zagreb, 77–78.

GOBO, K., MRINJEK, E. i ČOSOVIĆ, V. (2020) Mass-transport deposits and the onset of wedge-top basin development: An example from the Dinaric Foreland Basin, Croatia, *Journal of sedimentary research*, vol. 90, 1527–1548.

GOBO, K. i MRINJEK, E. (2021) Mass transport deposits (MTDs) in a shallow-marine succession of the Dinaric Foreland Basin, *Book of Abstracts, 35th IAS Meeting of Sedimentology*, Prague, p. 183.

GRIMANI, I., ŠIKIĆ, K. i ŠIMUNOVIĆ, A. (1966) Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, list Knin, Institut za geološka istraživanja Zagreb (1962–1966), Savezni geološki zavod, Beograd.

HANDY, M.R., USTASZEWSKI, K. i KISSLING, E. (2015) Reconstructing the Alps–Carpathians–Dinarides as a key to understanding switches in subduction polarity, slab gaps and surface motion. *Int. J. Earth Sci. (Geol. Rundsch.)*, 104, 1–26.

IVANOVIĆ, A., SAKAČ, K., MARKOVIĆ, S., SOKAČ, B., ŠUŠNJAR, M., NIKLER, L. i ŠUŠNJARA, A. (1967) Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, list Obrovac, Institut za geološka istraživanja Zagreb (1962–1967), Savezni geološki zavod, Beograd.

IVANOVIĆ, A., MULDJINI-MAMUŽIĆ, S., SAKAČ, K., VRŠALOVIĆ-CAREVIĆ, I. i ZUPANIČ, J. (1969) Razvoj paleogenskih naslaga na širem području Benkovca i Dmiša u sjeverozapadnoj Dalmaciji. – III simpozij Dinarske asocijacije, Zagreb, 1, 51–72.

IVANOVIĆ, A., SIKIRICA, V., MARKOVIĆ, S., i SAKAČ, K. (1972) Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, list Driš, Institut za geološka istraživanja Zagreb (1967–1972), Savezni geološki zavod, Beograd.

IVANOVIĆ, A., SAKAČ, K., SOKAČ, B., VRŠALOVIĆ-CAREVIĆ, I. i ZUPANIČ, J. (1976) Osnovna Geološka Karta SFRJ 1:100 000: Tumač za List Obrovac, 61 pp. Savezni Geološki Zavod, Beograd, 1–62.

IVANOVIĆ, A., SIKIRICA, V. i SAKAČ, K. (1978) Osnova Geološka Karta SFRJ 1:100 000: Tumač za List Driš, 59 pp. Savezni Geološki Zavod, Beograd, 1–60.

JANSEN, E., BEFRING, S., BUGGE, T., EIDVIN, T., HOLTEDAHL, H., AND SEJRUP, H.P. (1987). Large submarine slides on the Norwegian continental margin: sediments, transport and timing. *Marine Geology*, 78, 77–107.

JONES, O.T., (1939) The geology of the Colwyn Bay district: a study of submarine slumping during the Salopian Period. *Quarterly Journal of the Geological Society of London* 95, 335–382.

KRUK, B., DEDIĆ, Ž., KOVAČEVIĆ, G. i ERLI KRUK, LJ. (2014) Osnove gospodarenja mineralnim sirovinama na području općine Promina u Šibensko-kninskoj županiji, 1–38.

KRUMBEIN, W. C. (1934) Size frequency distributions of sediments. *Journal of Sedimentary Research*, vol. 4, no. 2, 65–77.

MALTMAN, A. J. (1994) *The Geological Deformation of Sediments*. Chapman and Hall, London, 1–35.

MAMUŽIĆ, P. (1965) Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, list Šibenik, Institut za geološka istraživanja Zagreb (1962–1965), Savezni geološki zavod, Beograd.

MARTINSEN, O.J. (1994). Mass movements. In Maltman, A. (ed.), *The Geological Deformation of Sediments*. London: Chapman and Hall, pp. 127–165.

MATENCO, L., BERTOTTI, G., LEEVER, K., CLOETINGH, S., SCHMID, S.M., TARAPOANCA, M. i DINU, C. (2007) Large-scale deformation in a locked collisional boundary: Interplay between subsidence and uplift, intraplate stress, and inherited lithospheric structure in the late stage of the SE Carpathians evolution. *Tectonics*, vol. 26, TC4011, 1–29.

MATENCO, L., KRÉZSEK, C., MERTEN, S., SCHMID, S.M., CLOETINGH, S. i ANDRIESEN, P. (2010) Characteristics of collisional orogens with low topographic build-up: an example from the Carpathians. *Terra Nova*, 22, 155–195.

MRINJEK, E. (1993) Sedimentology and depositional setting of alluvial Promina Beds in Northern Dalmatia. – *Geol. Croatica*, 46/2, 243–261.

MRINJEK, E., PENCINGER, V., NEMEC, W., VLAHOVIĆ, I. i MATIČEC, D. (2011) The effects of blind-thrust folding on foreland sedimentation: examples from the Eocene-Oligocene Dinaric foreland basin of Croatia. – Abstracts, 28th IAS Meeting, Zaragoza, Spain, 443.

- MRINJEK, E., NEMEC, W., PECINGER, V., MIKŠA, G., VLAHOVIĆ, I., ČOSOVIĆ, V., VELIĆ, I., BERGANT, S. i MATIČEC, D. (2012) The Eocene-Oligocene Promina Beds of the Dinaric Foreland Basin in northern Dalmatia. *J. Alpine Geol.*, 55, 409–451.
- ORI, G.G. i FRIEND, P.F. (1984) Sedimentary basins formed and carried piggyback on active thrust sheets. *Geology*, 12, 457–478.
- PETTIJOHN, F.J., POTTER, P.E., SIEVER, R. (1987) Introduction and Source Materials. In: *Sand and Sandstone*, Springer, New York, 1–21.
- PLACER, L., VRABEC, M. i CELARC, B. (2010) The bases for understanding of the NW Dinarides and Istria Peninsula tectonics. *Geologija*, 53, 55–86.
- SAKAČ, K. (1960) Geološka građa i boksitne pojave područja Novigrad–Obrovac u sjevernoj Dalmaciji. *Geol. Vijes.*, 14, 323–345.
- SAKAČ, K. (1969) Analiza eocenskog paleoreljefa i tektonskih zbivanja u području Driša u Dalmaciji s obzirom na postanak ležišta boksita. *Geol. Vijes.*, 23, 163–179.
- SCHMID, S.M., BERNOULLI, D., FÜGENSCHUH, B., MATENCO, L., SCHEFER, S., SCHUSTER, R., TISCHLER, M. i USTASZEWSKI, K. (2008) The Alpine-Carpathian-Dinaridic orogenic system: correlation and evolution of tectonic units. *Swiss J. Geosci.* 101, 139–183.
- SEILACHER, A. (1969) Fault-graded beds interpreted as seismites. *Sedimentology*, 13, 155–159.
- STAMPFLI, G.M. (2005) Plate tectonics of the Apulia-Adria microcontinents. In: *CROP Project: Deep Seismic Exploration of the Central Mediterranean and Italy* (Ed. by J.R. Finetti), pp., Elsevier, Amsterdam, 747–766.
- STRACHAN, L. J. I ALSOP, G. I. (2006) Slump folds as estimators of palaeoslope: a case study from the Fisherstreet Slump of County Clare, Ireland, *Basin Research*, 18, 451–470.
- TARI, V. (2002) Evolution of the northern and western Dinarides: a tectonostratigraphic approach. In: *Continental Collision and the Tectono-Sedimentary Evolution of Forelands* (Ed. by Bertotti G., Schulmann K. & Cloetingh S.A.P.L.) EGU Stephan Mueller Spec. Publ., 1, 223–236.
- UDDEN, J.A. (1898). *Geology of Muscatine County*. Iowa Geological Survey Annual Report, 9, 247–388

VELIĆ, I., VLAHOVIĆ, I. (2009) Tumač geološke karte 1:300.000. – Hrvatski geološki institut, Zagreb, (73–81), 1–147.

VLAHOVIĆ, I., MANDIĆ, O., MRINJEK, E., BERGANT, S., ČOSOVIĆ, V., DELEEUW, A., ENOS, P., HRVATOVIC, H., MATIČEC, D., MIKSA, G., NEMEC, W., PAVELIĆ, D., PENCINGER, V., VELIĆ, I. i VRANJKOVIĆ, A. (2012) Marine to continental depositional systems of Outer Dinarides foreland and intra-montane basins (Eocene–Miocene, Croatia and Bosnia and Herzegovina). *Journal of Alpine Geology*, 45, 407–468.

POSTMA, G., BABIĆ, L., ZUPANIĆ, J., AND RØE, S. L. (1988) Delta front failure and associated bottomset deformation in a marine, gravelly Gilbert type fan delta, in Nemeč, W., and Steel. R.J., eds., *Fan Deltas: Sedimentology and Tectonic Settings*: London, Blackie, p. 91–102.

VLAHOVIĆ, I., TIŠLJAR, J., VELIĆ, I. i MATIČEC, D. (2005) Evolution of the Adriatic Carbonate Platform: Palaeogeography, main events and depositional dynamics. *Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology* 220 (3-4), 333–360.

WENTWORTH, C. K. (1922) A scale of grade and class terms for clastic sediments. *The Journal of Geology*, vol. 30, no 5, 377–392.

WOODCOCK, N. H. (1979) The use of slump structures as palaeoslope orientation estimators, Department of Geology, Downing Street, Cambridge, U.K., *Sedimentology*, 26, 83–99. WORTEL, M.J.R. i SPAKMAN, W. (2000) Subduction and slab detachment in the Mediterranean-Carpathian region. *Science*, 290, 1910–1917.

ZUPANIĆ J. (1968): O genezi Promina naslaga planine Promine. Magister's Thesis, University of Zagreb, 1–60.

Internetski izvori:

<https://opentextbc.ca/geology/chapter/15-2-classification-of-mass-wasting> (15.05.2021.).

<http://www.sepmstrata.org/Terminology.aspx?id=systems%20tract> (19.07.2021.).

https://www.pmf.unizg.hr/_download/repository/IV_Sedimentne_teksture.pdf
(19.07.2021.).

<https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/olistolith> (19.07.2021.).

www.hgi-cgs.hr (19.07.2021.).

9. Popis slika u tekstu

- Slika 1. Prikaz kretanja nekonsolidiranih sedimenata to jest slampiranja (internetski izvor: <https://opentextbc.ca/geology/chapter/15-2-classification-of-mass-wasting/>; 15.05.2021.). 1
- Slika 2. Shematski prikaz nastanka predgorskog bazena koji ujedno objašnjava i izgled Vanjskih Dinarida u mlađem eocenu te tektoniku i uvjete taloženja Prominskih naslaga (preuzeto i modificirano prema DECELLES i GILES, 1996). 2
- Slika 3. Položaj Prominskih naslaga u Dinarskom „foreland“ bazenu (žuto). Crvenom linijom označena je fronta Dinarskog navlačnog pojasa (preuzeto i modificirano prema VLAHOVIĆ et al., 2012). 3
- Slika 4. Shematski tektonsko-stratigrafski model eocenskog razvoja Dinarskog predgorskog („foreland“) bazena u sjevernoj Dalmaciji: 1. Rana faza asimetrične „foredeep“ sinklinale. 2. Izdizanje „forelanda“ zbog izostazije nakon loma subducirane ploče i strukturnog zadebljanja donje ploče. 3. Formiranje „wedge-top“ („piggyback“) i „foredeep“ bazena. 4. „Wedge-top“ („piggyback“) bazen sa sub-bazenima, međusobno odvojeni antiklinalama. 5. Neravnomjerno potiskivanje uzrokuje naizmjenične promjene biogene karbonatne sedimentacije (BCS) i klastične karbonatne sedimentacije (CCS) na antiklinalama (preuzeto iz ČOSOVIĆ et al., 2018). 4
- Slika 5. Geološka karta Republike Hrvatske M 1:300 000. Crvenom bojom označeno je područje Prominskih naslaga (preuzeto i modificirano prema internetskom izvoru: www.hgi-cgs.hr; 19.07.2021.). 7
- Slika 6. (A) Slamp sa uklopcima valutica i oblutaka sa lokacije Novigrad. (B) Mikrorasjedi sa lokacije Ključica. 9
- Slika 7. (A) Snimanje sedimentološkog stupa na terenu (lokalitet Ključica). (B) Izrada izbrusaka. 11
- Slika 8. Geološka karta OGK SFRJ 1:100 000 dobivena spajanjem OGK SFRJ-list Obrovac (IVANOVIĆ et al., 1967), OGK SFRJ-list Knin (GRIMANI et al., 1966), OGK SFRJ-list Šibenik (MAMUŽIĆ, 1965) i OGK SFRJ-list Drniš (IVANOVIĆ et al., 1972). Karte obuhvaćaju područje na kojem su istraživane slampirane naslage. Crvenim točkama označene su istraživane lokacije. Uz kartu je prikazana legenda i geološki stup iz lista OGK SFRJ-Drniš. 12

- Slika 9. Prikaz istraživanih lokacija sa „Google Maps-a“. 13
- Slika 10. Fotografija istraživanih naslaga na terenu iz kojih je sniman sedimentološki stup „Kistanje“. Crvena linija označava vršnu granicu snimljenog sedimentološkog stupa „Kistanje“. Metar je mjerilo. 15
- Slika 11. Sedimentološki stup „Kistanje“ s legendom. Fotografije prikazuju izgled pojedinih slojeva unutar stupa (označeno strelicom). UMK1–UMK4 su uzorci iz kojih su izrađeni preparati potrebni za mikropaleontološku analizu. Crvene linije naglašavaju deformiranost slojeva. Kemijska olovka i čekić su mjerilo..... 16
- Slika 12. Mikroskopski preparati iz (A) uzorka MK1, kalsiltit uz prisutnost sparitnog cementa (B) uzorka MK4 kalkarenit uz prisutnost sparitnog cementa. 16
- Slika 13. Klastpotporni konglomerati na lokaciji Kistanje sa srednje – dobro zaobljenim valuticama i oblucima. Čekić je mjerilo. 17
- Slika 14. Zabilježeni slampovi na drugoj točki na području Kistanja. Crvenim linijama naglašene su deformacije. Čekić je mjerilo. 18
- Slika 15. Slamp izduženih formi valjkastog oblika (A) uzdužni i (B) poprečni presjek. Čekić i metar su mjerilo. 19
- Slika 16. Slamp izduženih formi valjkastog oblika na području Ključice. Crvenom linijom naglašena je „valovitost“ slojeva. Čekić je mjerilo..... 20
- Slika 17. Sedimentološki stup „Ključica“ s legendom. Fotografije s desne strane prikazuju proučavani izdanak te dodatno naglašeni srednji slampirani sloj. UKČ1 i UKČ2 su uzorci iz kojih su izrađeni preparati. Metar i čekić su mjerilo..... 21
- Slika 18. Mikroskopski izbrusak uzorka KČ1, kalsiltit uz prisutnost sparitnog cementa. 21
- Slika 19. Sedimentološki stup „Čikola“ s legendom. UČ1–UČ4 su uzorci iz kojih su izrađeni preprati. U preparatima nisu pronađeni fosilni ostaci. Č1 i Č2 klasificirani su kao kalsiltiti, a Č3 i Č4 kao kalkareniti. 23
- Slika 20. Sedimentološki stup „Karin“ s legendom. UKA1 i UKA2 su uzorci korišteni za izradu izbrusaka. PS označava položaj sloja. Plave linije na fotografijama označavaju početak i kraj crtanja sedimentološkog stupa (stup sniman na dva mjesta udaljenosti 5

metara pri čemu se pratio gornji sloj na donjoj fotografiji koji se lateralno, sa desna na lijevo, zadebljava). Metar je mjerilo (duljina 2 m).	25
Slika 21. Mikroskopski izbrusak iz uzorka KA2, kalkarenit.....	25
Slika 22. Klastpotporni negraduirani konglomerat na lokaciji Karin.	26
Slika 23. Fotografije zabilježene na lokaciji Korlat. (A) Slamp u obliku bore (B) Slamp u obliku izduženih formi valjkastog oblika (C) Fosilni otisak biljke.....	27
Slika 24. Uzorci uzeti na terenu sa lokacije Korlat (KO1–KO3). Ukupna dužina mjerila je 9 cm.....	28
Slika 25. Iz tri uzorka sa lokacije Korlat, izdvojeno je šest fotografija koje se mogu koristiti za mikropaleontološku analizu. A fotografija pripada uzorku KO1, B uzorku KO2, a C, D, E i F uzorku KO3. U uzorku KO1 (A) nisu pronađeni fosilni ostaci; kalksilit. Uzorak KO2 (B) Sadrži (f) foraminifere, (l) litoklaste; kalkarenit. Uzorak KO3 (C) Sadrži foraminifere (n- <i>Nummulites</i>); kalkarenit; (D) Sadrži foraminifere (t- <i>Textularia</i>); kalkarenit; (E) Sadrži (a) alge, (f) foraminifere, (j) bodlje ježinaca i neodredive skeletne fragmente; kalkarenit; (F) Sadrži (a) alge, foraminifere (n- <i>Nummulites</i> ; m- <i>Miliolidae</i>); kalkarenit. .	29
Slika 26. Sedimentološki stup sa područja Korlat sa naznačenim slampovima. Crvenom bojom označeno je slampirano područje uzorkovano u ovom radu (preuzeto iz GOBO et al. 2020).	30
Slika 27. Fotografije prikazuju poremećene/slampirane slojeve na području Novigrada. (A) Bora unutar sloja koji je ispunjen velikim brojem uklopaka valutica i oblutaka (B) Ilnofosil – trag kretanja unutar sedimenta. (C) Niz bora različitih orijentacija. (D) Slamp nepravilnog oblika. (E) Izdužene bore. Čekić je mjerilo.	31
Slika 28. Uzorak sa lokacije Novigrad. Kalkarenit sa uklopcima valutica. Ukupna dužina mjerila je 9 cm. U uzorku nisu pronađeni fosilni ostaci.	32
Slika 29. Sedimentološki stup sa područja Novigrad sa naznačenim slampovima (preuzeto iz Ćosović et al. 2018).	32
Slika 30. Shematski prikaz prostornog rasporeda sub-bazena u Dinarskom predgorskom bazenu sjeverne Dalmacije. Crvenim točkama označen je položaj istraživanih slampova. Crnim strelicama označen je smjer slampiranja (preuzeto i modificirano prema GOBO et al., 2019; GOBO et al., 2020).	36