Karakteristike i interpretacija nastanka gornjoeocenskih plitkomorskih i obalnih naslaga na području Novigrada u sjevernoj Dalmaciji

Terzić, Krešimir

Master's thesis / Diplomski rad

2015

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:337474

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-25**

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek

KREŠIMIR TERZIĆ

KARAKTERISTIKE I INTERPRETACIJA NASTANKA GORNJOEOCENSKIH PLITKOMORSKIH I OBALNIH NASLAGA NA PODRUČJU NOVIGRADA U SJEVERNOJ DALMACIJI

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

Zagreb
2015.

Ovaj je diplomski rad izrađen na Geološkom odsjeku pod vodstvom Doc. dr. sc. Ervina Mrinjeka, u sklopu diplomskog sveučilišnog studija geologije na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu

Zahvala

doc. dr. sc. Ervinu Mrinjeku na mentorstvu, velikoj i nesebičnoj pomoći pri terenskom radu te na brojnim korisnim savjetima prilikom pisanja diplomskog rada,

prof. dr. sc. Vlasti Ćosović na pomoći pri mikropaleontološkim analizama,

mojim roditeljima i baki na strpljenju i podršci,

Vesni na velikoj pomoći, savjetima i podršci tijekom cijelog studija,

svim profesorima, prijateljima i kolegama koji su mi za vrijeme studija pomogli svojim savjetima i djelima.

SADRŽAJ

1. UVOD 1
2. GEOGRAFSKA LOKACIJA ISTRAŽIVANOG PODRUČJA 2
3. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA 3
4. STRATIGRAFSKE I STRUKTURNE ZNAČAJKE DINARSKOG PREDGORSKOG BAZENA 5
5. TRODIJELNOST PROMINSKOG "*PIGGYBACK*" BAZENA I ROTACIJSKO KRETANJE TEMELJNE NAVLAKE 11
6. STRATIGRAFSKE ZNAČAJKE 13
   6.1 Biostratigrafska jedinica Gornji eocen 13
   6.2 Stratigrafske značajke naslaga prisutnih na istraživanom terenu 14
7. PETROLOŠKE ZNAČAJKE NOVIGRADSKIH PROMINSKIH NASLAGA 19
   7.1 Petrološke značajke konglomerata 19
   7.2 Petrološke značajke kalkarenita 19
   7.3 Petrološke značajke kalklutita 20
   7.4 Petrološke značajke vapnenaca 21
8. FACIJESNE ASOCIJACIJE 23
   8.1 Opis i interpretacija facijesne asocijacije A 23
   8.2 Opis i interpretacija facijesne asocijacije B 25
   8.3 Opis i interpretacija facijesne asocijacije C 28
   8.4. Opis i interpretacija facijesne asocijacije D 35
   8.5 Opis i interpretacija facijesne asocijacije E 37
   8.6 Opis i interpretacija facijesne asocijacije F 41
9. INTERPRETACIJA TALOŽNOG PROSTORA 51
10. POPIS LITERATURE 53

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno - matematički fakultet
Geološki odsjek

Diplomski rad

KARAKTERISTIKE I INTERPRETACIJA NASTANKA GORNJOEOCENSKIH PLITKOMORSKIH I OBALNIH NASLAGA NA PODRUČJU NOVIGRADA U SJEVERNOJ DALMACIJI

KREŠIMIR TERZIĆ

Sjeverozapadno područje Dalmacije najvećim je dijelom prekriveno Prominskim naslagama koje su taložene u Dinarskom predgorskom (*foreland*) bazenu. Interpretiramo ih kao naslage "*wedge-top*" ili "*piggyback*" bazena čija je karakteristika jaka erozija vršnih uzdignutih dijelova reljefa. Erodirani materijal transportirao se riječnim putem i taložio se u nižim predjelima u kopnenom, prijelaznom i morskom okolišu. Tako su nastale i Prominske naslage u zaleđu dinarske orogene fronte. Nastale su izdizanjem Dinarida u eocenu i oligocenu u okviru alpske orogeneze. Promatranjem i korelacijom mnogobrojnih facijesa prominskih naslaga može se interpretirati njihov okoliš taloženja, ali i paleogeografski izgled područja.

56 stranica, 33 grafička priloga, 30 bibliografska referenca; izvornik na hrvatskom jeziku

Ključne riječi: predgorski bazen, prominski bazen, Prominske naslage, "slijepi reversni rasjed", "rastuća antiklinala", obalni facijesi, plitkomarinski facijesi, debritni tokovi.

Voditelj: Doc. dr. sc. Ervin Mrinjek

Povjerenstvo: Doc. dr. sc. Ervin Mrinjek

Prof. dr. sc. Vlasta Ćosović

V. pred. mr. sc. Dražen Kurtanjek

Rad prihvaćen: 9.1.2015.

Rad je pohranjen u Središnjoj geološkoj knjižnici Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Sveučilišta u Zagrebu, Horvatovac 102a, Hrvatska

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Geology

Master Thesis

FEATURES AND INTERPRETATION OF UPPER EOCENE SHALLOW WATER AND COASTAL DEPOSITS IN THE AREA OF NOVIGRAD (NORTHERN DALMATIA)

KREŠIMIR TERZIĆ

Northwestern area of Dalmatia is mostly covered by Promina beds that were generated in Dinaric foreland basin. We interprete them as *"wedge-top*" or *"piggyback"* layers of a basin that are characterized by a high erosion rates in the upper parts of a relief. Eroded material was transported by rivers and was sedimented in the lower parts of a relief in terrestrial and aquatic environments. That was also the way how did Promina beds developed in the background of a Dinaric orogen front. They were built in Eocene and Oligocene in an Alpine orogeny realm. With viewing and correlation of many sedimentary facies of Promina beds, we can interprete their sedimentary environment so as paleogeographical situation of an area.

56 pages, 33 figures, 30 references; original in Croatian

Keywords: foreland basin, Promina basin, Promina beds, blinde thrust, growth anticline, shoreface facies, shallow marine facies, debris flow deposits.

Supervisor: Ervin Mrinjek, PhD, Assistant Professor

Reviewers: Ervin Mrinjek, PhD, Assistant Professor

Vlasta Ćosović, PhD, Full Professor

Dražen Kurtanjek, MSc, Senior lecturer

Thesis accepted: 9.1.2015.

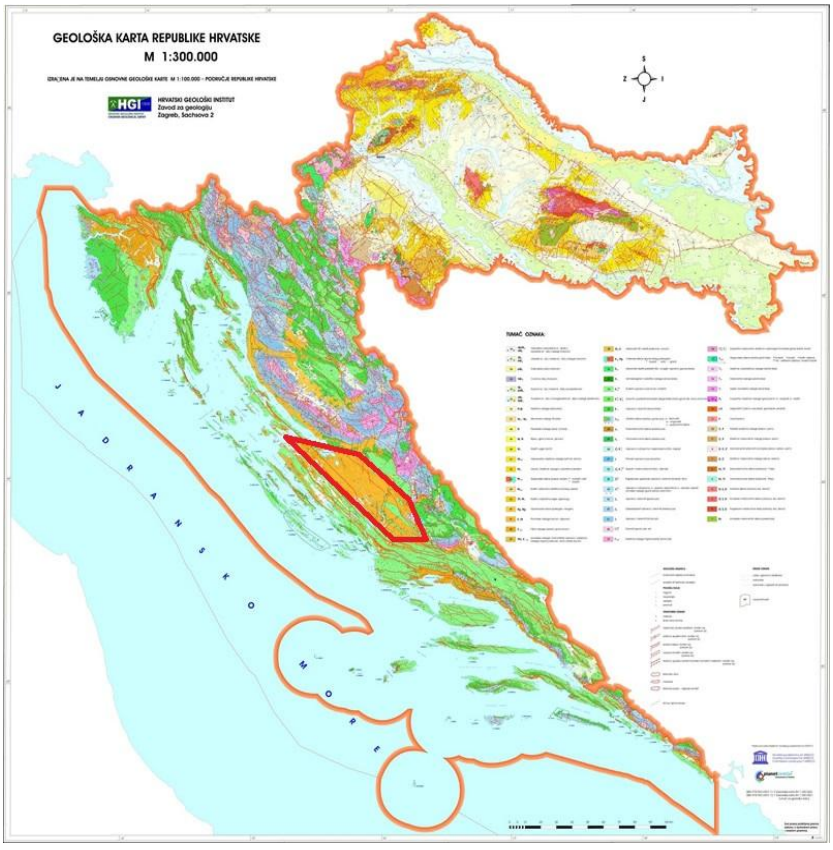
Thesis deposited in Central Geologic Library, Faculty of Science, University of Zagreb, Horvatovac 102a, Zagreb, Croatia.

1. UVOD

U ovom diplomskom radu su opisani i interpretirani taložni okoliši Prominskih naslaga na području Novigrada u sjeverozapadnoj Dalmaciji. Rezultati dobiveni istraživanjem "Novigradskih" prominskih naslaga mogu poslužiti kao osnova za izradu litofacijesne karte, omogućuju korištenje istraživanog područja kao poligona za terensku nastavu iz geoloških kolegija.

U prvom dijelu diplomskog rada opisana je lokacija istraživanog područja, navedena su dosadašnja istraživanja Prominskih naslaga u sjevernoj Dalmaciji i prikazane osnovne geološke značajke Dinarskog predgorskog bazena.

U drugom dijelu rada detaljno su opisani i interpretirani otkriveni facijesi pri čemu sam se koristio detaljnim sedimentološkim logovima i brojnim fotografijama. Pri kraju ovog poglavlja prikazan je razvoj taložnog prostora unutar istraživanog dijela Prominskog "*piggyback*" bazena.



Sl. 1 Geološka karta Hrvatske (1:300 000) Područje Prominskih naslaga označeno je crvenom bojom. Izvor: www.hgi-cgs.hr

2. GEOGRAFSKA LOKACIJA ISTRAŽIVANOG PODRUČJA

Novigrad je sjevernodalmatinski gradić smješten na južnoj obali Novigradskog mora u uskom, zavojitom i strmom zaljevu u koji povremeno utječe rječica Draga. Istraživani logovi se nalaze uz novigradsku obalu te uz dio ceste koji se strmo spušta u Novigrad (Sl. 2). Log Nov 1 je snimljen u dužini od oko 150 m na uređenoj plaži smještenoj na sjeverozapadnom kraju grada, log Nov 3 u dužini od oko 750 m uz cestu na ulazu u grad, a najdeblji log Nov 4 u dužini od oko 850 m uz jugoistočnu obalu Novigradskog mora. Logovi Nov 1 i Nov 4 prate slojeve okomito na njihovo pružanje dok log Nov 3 najvećim dijelom paralelno s njihovim pružanjem.

Sl. 2 Položaj logova na istraživanom novigradskom području. Bijele točke predstavljaju dijelove loga NOV 3 a crvene točke mjesta opažanja.

3. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

Na području Prominskih naslaga sjeverne Dalmacije geološka istraživanja započela su prije više od stotinjak godina. Temeljem litoloških i stratigrafskih značajki tadašnji austrougarski geolozi (STACHE, 1863; SCHUBERT, 1904) izradili su prve geološke karte tog područja te su time dali veliki doprinos geologiji tog područja.

Šezdesetih i sedamdesetih godina prošlog stoljeća znatan doprinos poznavanju geologije Prominskih naslaga dali su autori Osnovne geološke karte SFRJ 1:100.000 listova Obrovac (IVANOVIĆ et al., 1973); Knin (GRIMANI et al., 1975); Šibenik (MAMUŽIĆ, 1975) i Drniš (IVANOVIĆ et al., 1977) izrađenih u Hrvatskom geološkom institutu (sl. 8).

Od rijetkih radova koji zahvaćaju šire područje treba spomenuti rad ŠIKIĆA (1969) koji je paleogenske klastite sjeverne Dalmacije podijelio na "Flišoliku seriju", "Mješovitu seriju" i "Konglomerate". Ta litostratigrafska klasifikacija je u međuvremenu doživjela manje (BABIĆ & ZUPANIČ, 1983) ili veće (MRINJEK, 2008; MRINJEK & PENCINGER, 2008) modifikacije.

Prominske naslage koristile su se za eksploataciju boksita, ugljena te arhitektonskog i građevinskog kamena. Eksploatacija ugljena i boksita na tom području je završila dok se eksploatacija arhitektonskog i građevinskog kamena nastavlja, te je čak i proširena na nova područja, što je posebno karakteristično za benkovačko područje, odnosno eksploataciju "Benkovačkog kamena".

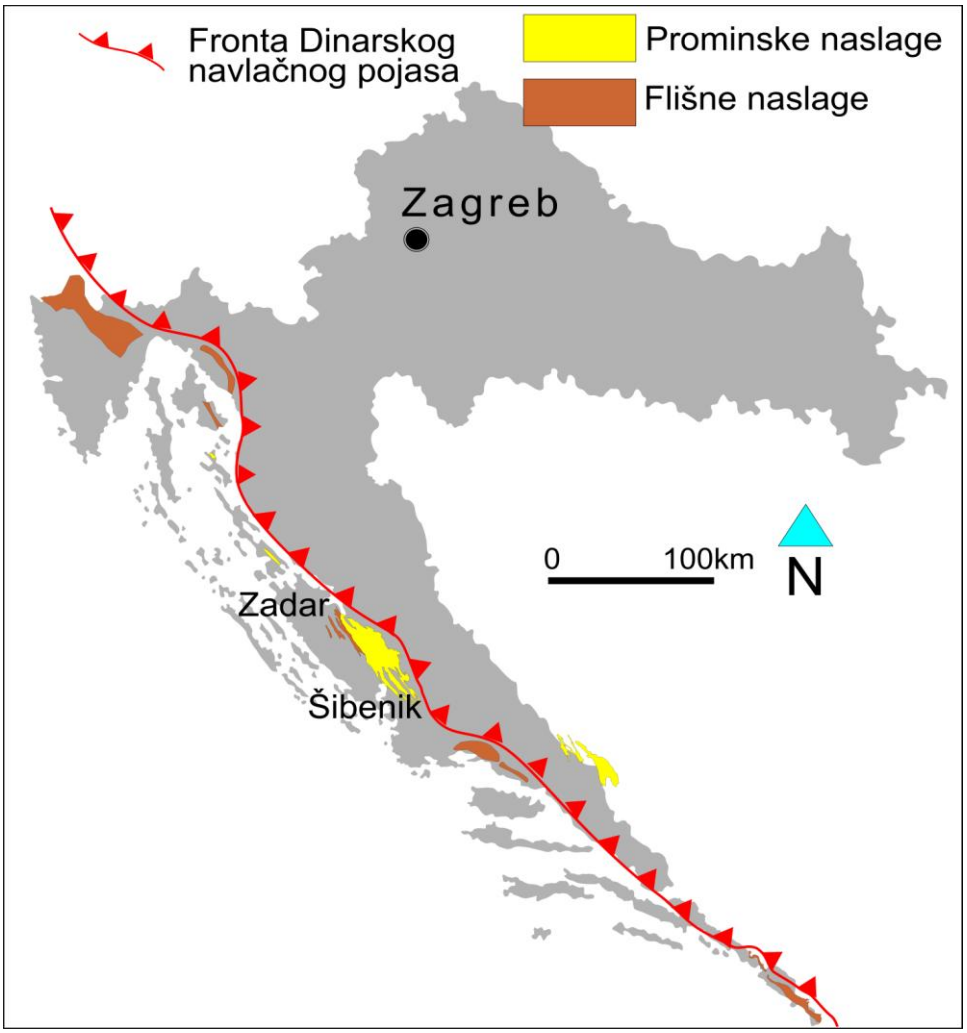
Dugogodišnja rudarska eksploatacija Prominskih naslaga nije bila praćena značajnijim i sustavnim znanstvenim istraživanjima, a poglavito ne istraživanjima koja bi se provodila u svrhu stjecanja znanja o cjelokupnom taložnom prostoru. Razmjerno malobrojna znanstvena istraživanja (koja ne obuhvaćaju brojne stručne elaborate koji se odnose na ležišta boksita, ugljena ili građevinskog kamena)

uglavnom su se bavila problematikom boksitnih ležišta u podini Prominskih naslaga (SAKAČ, 1960, 1969), ugljenima (NIKLER, 1982) ili su bila izrazito orijentirana na sedimentološku analizu Prominskih naslaga u svrhu interpretacije facijesa i taložnih procesa (BABIĆ & ZUPANIČ, 1983, 1988, 1990; MRINJEK, 1993a, 1993b, 1994, 2008; MRINJEK et al., 2005, 2007; MRINJEK & PENCINGER, 2008). Spomenuti radovi se, nažalost, najvećim dijelom odnose na uska područja i zahvaćaju vrlo male vremenske intervale, tako da njihovi rezultati sami za sebe ne predstavljaju interpretaciju cjelovitog taložnog prostora.

Najnoviji radovi imaju bitno drugačiji pristup, zahvaćaju veći prostor, razmatraju utjecaj "slijepih" reversnih rasjeda, odnosno "rastućih" bora na taloženje, a Prominske naslage tretiraju kao sedimente orogenog "*wedge-top*" ("*piggyback*") bazena (MRINJEK et al., 2010a, 2010b, 2011).

4. STRATIGRAFSKE I STRUKTURNE ZNAČAJKE DINARSKOG PREDGORSKOG BAZENA

Dinaridi su planinski pojas koji povezuje Južne vapnenačke Alpe s Albanidima, Helenidima i Tauridima duž sjeveroistočne obale Jadranskog mora (Sl.3). Izgrađeni su od debelog slijeda, uglavnom plitkomorskih karbonata koji su najvećim dijelom taloženi u mezozoiku na prostranoj Jadranskoj karbonatnoj platformi. Na podlozi Jadranske (Adria) mikroploče, Jadranska karbonatna platforma je trajala od starije jure do kraja krede, nakon čega je nastupila postupna tektonska dezintegracija s kraćim ili dužim hiatusima na granici kreda–paleogen (VLAHOVIĆ et al., 2005). Sve jača kompresija uzrokovala je formiranje sjeverozapadno–jugoistočno



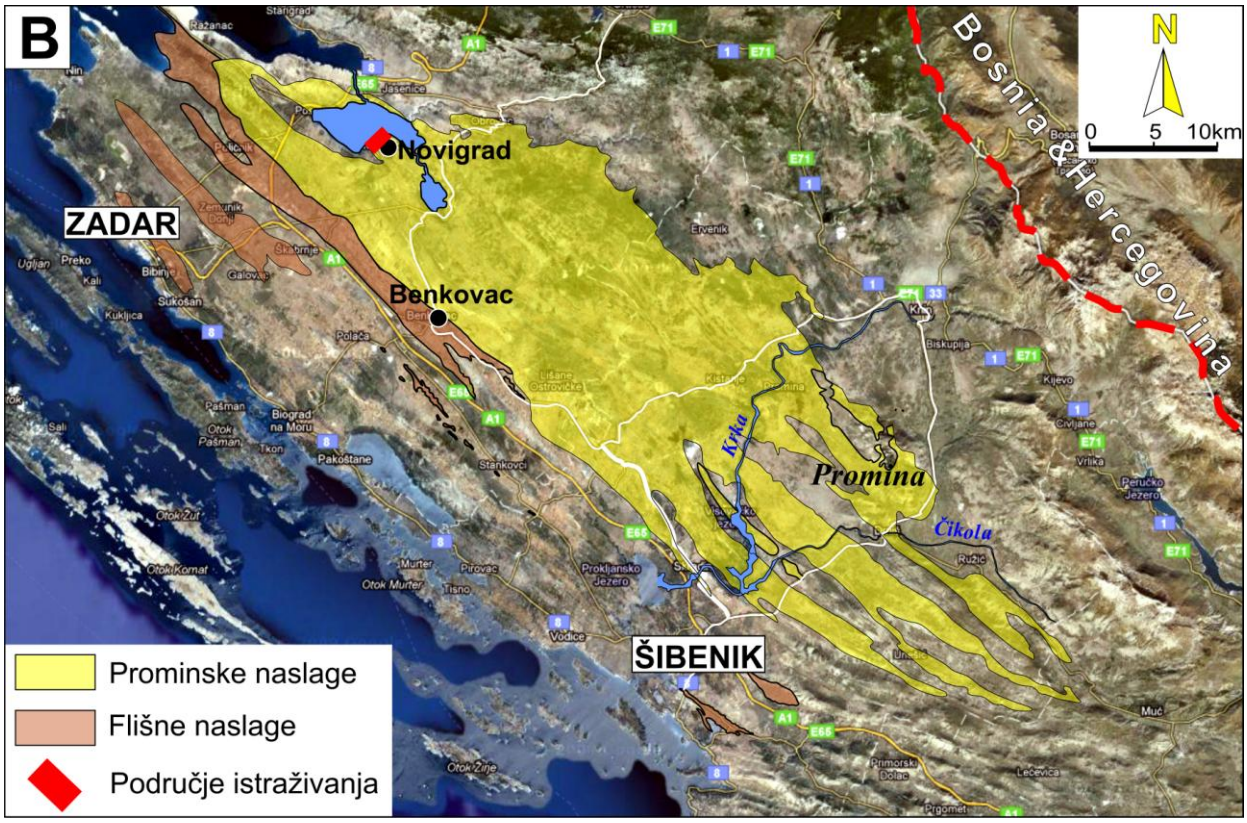
Sl. 3 Položaj Prominskih i Flišnih naslaga u Dinarskom "*foreland*" bazenu.

orijentiranog predgorskog bazena ("*foreland basin*") ispred izdižućeg planinskog pojasa koji se postupno produbljavao, što je rezultiralo kontinuiranim slijedom foraminiferskih vapnenaca (miliolidnih, alveolinskih i numulitno-diskociklinskih vapnenaca), "prijelaznim laporima" s glaukonitom i rakovicama te na kraju fliškim naslagama. Stratigrafski raspon navedenog slijeda je uglavnom od najdonjeg do srednjeg dijela gornjeg eocena.

Fliške naslage (fliš) duž jadranske obale međusobno su odvojene. Osim u sjevernoj Dalmaciji vidljive su samo na još nekoliko područja: eocenski "istarski fliš" u središnjoj Istri, mali, izolirani fliški ostaci u području Kvarnerskog zaljeva i otoka Cresa, Krka i Lošinja, te srednjo do gornjoeocenski fliš u području Splita i njegov produžetak u uskom priobalnom pojasu između Omiša i Gradca, gdje je fliš tektonski reduciran nizom reversnih rasjeda, izoklinalnih i prebačenih bora (Sl. 3).

Eocensko–oligocenski klastiti u području Dubrovnika i Konavala načelno se interpretiraju kao "fliš" iako recentna istraživanja ukazuju da se radi o plitkomorskim, šelfnim klastitima starosti gornji oligocen–donji miocen (PRTOLJAN et al., 2009).

U blago boranom području sjeverne Dalmacije (Ravni Kotari) koje karakteriziraju antiklinale izgrađene od gornjokrednih rudistnih vapnenaca, foraminiferski vapnenci i fliške naslage izgrađuju sinklinale, odnosno uske i izdužene doline s niskom vegetacijom i poljoprivrednim kulturama. Ovdje debljina fliških naslaga u prosjeku iznosi oko 200 m, a njihova starost je srednji eocen (MAMUŽIĆ, 1975; IVANOVIĆ et al., 1973, 1977). Jedino se u području između Benkovca i Smilčića može pratiti potpun, 900 m debeo slijed fliških naslaga kao i njihov kontinuirani odnos s prijelaznim naslagama u podini i Prominskim naslagama u krovini. (Sl. 3 i 4).



Sl. 4 Pojednostavljena geološka karta koja prikazuje prostiranje Prominskih i Flišnih naslaga u sjevernoj Dalmaciji kao i položaj lokacija istraživanja unutar Prominskih naslaga.

Prominske naslage sjeverne Dalmacije su gornjosrednjoeocenski do donjooligocenski karbonatni klastiti taloženi u plitkomarinskim i kopnenim okolišima (IVANOVIĆ et al., 1973; BABIĆ & ZUPANIČ, 1983; 1988; 1990; MRINJEK, 1993a, 1993b, 2008; MRINJEK et al., 2005; MRINJEK et al., 2007; MRINJEK & PENCINGER, 2008). U sjevernoj Dalmaciji otkrivene su na površini dinarskog pružanja dugačkoj oko 80 i širokoj oko 20 km (Sl. 3 i 4).

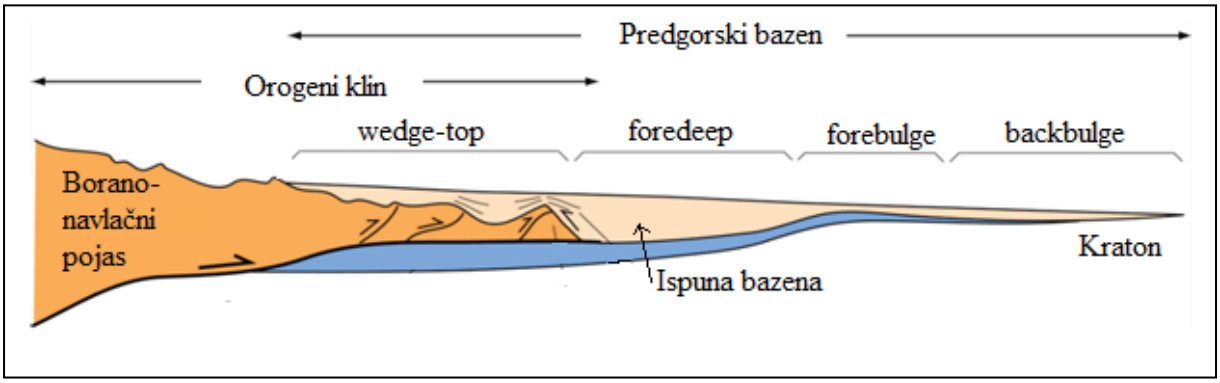
Ukupna debljina Prominskih naslaga u sjeverozapadnom dijelu sjeverne Dalmacije gdje se mogu pratiti u kontinuitetu je prema OGK lista Obrovac (IVANOVIĆ et al., 1973) oko 2000 m, a u jugoistočnom dijelu prema OGK lista Drniš (IVANOVIĆ et al., 1977) debljina im je oko 3100 m. Međutim, u jugoistočnom dijelu Prominske se naslage nalaze u sinklinalama koje se može smatrati za izolirane ili djelomično

izolirane dijelove "*piggyback*" bazena (MRINJEK et al., 2011) pa bi se u tom slučaju prije radilo o zbroju debljina naslaga u svim sinklinalama (Sl. 4).

Najstarije, gornjosrednjoeocenske naslage predstavljaju klastite taložene na plitkoj rampi–padini (MRINJEK, 2008; MRINJEK & PENCINGER, 2008) koji su u kontinuiranom odnosu s fliškim naslagama samo u području Benkovca. Idući dalje prema jugoistoku najstarije Prominske naslage diskordantno pokrivaju isključivo foraminiferske vapnence i prijelazne naslage. Idući prema sjeveroistočnim rubovima područja Prominskog bazena najmlađe, vjerojatno donjooligocenske aluvijalne naslage (uglavnom konglomerati prepletene riječne ravnice i aluvijalnih lepeza) prekrivaju deformirane paleogenske i gornjokredne karbonate te lokalno u svojoj bazi sadrže već uglavnom iscrpljena ležišta boksita (BABIĆ & ZUPANIČ, 1988; MRINJEK, 1993a, 1993b, 1994) (Sl. 4 i 7).

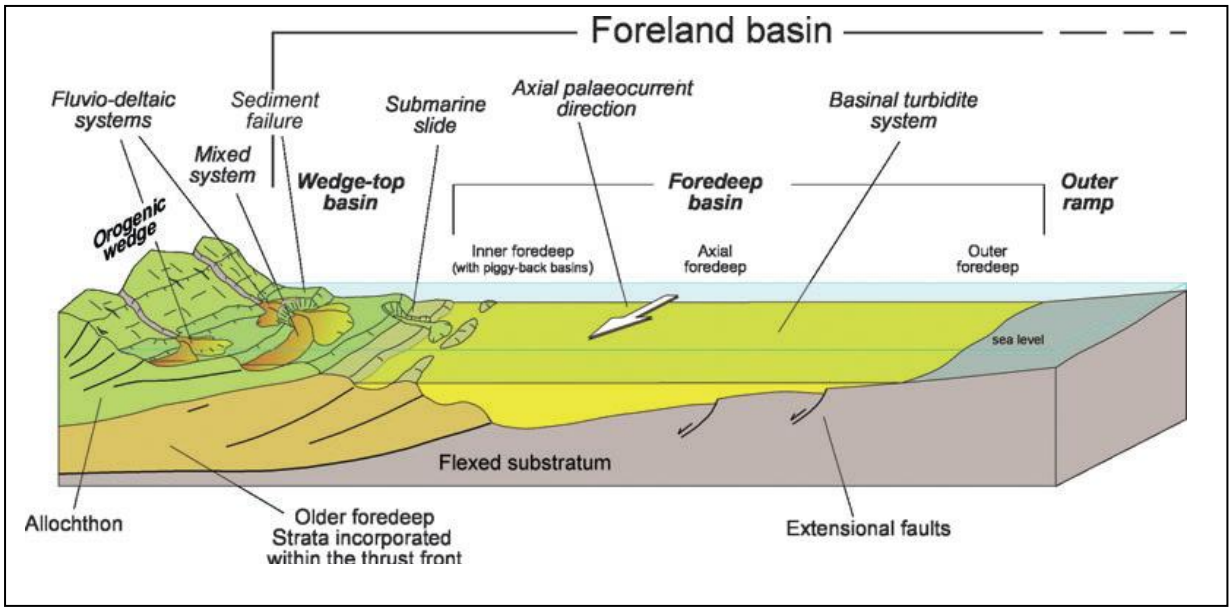
Uobičajeno shvaćanje Prominskih naslaga kao slijeda s naglašeno kontinuiranim trendom oplićavanja od dubokomorskih preko plitkomorskih do aluvijalnih naslaga demantirao je MRINJEK (2008) koji je opisao izmjene plitkomorskih, obalnih, deltnih i fluvijalnih facijesa i dominaciju konglomerata u starijim Prominskim naslagama u području kanjona Krke i Bribirskih Mostina. Pritom treba naglasiti da se u tom radu nigdje ne spominju dubokomorske naslage.

Prema MRINJEK et al. (2011) nakon postupnog produbljavanja Dinarskog predgorskog ("*foreland*") bazena praćenog taloženjem Foraminiferskih vapnenaca i Prijelaznih lapora tijekom srednjeg eocena u proksimalnim dijelovima bazena započelo je taloženje Prominskih naslaga, a u distalnim dijelovima bazena taloženje Dinarskih fliških naslaga. Nastavljanjem jugozapadno usmjerene orogenetske kompresije, Prominske naslage se talože u "*piggyback*" bazenima lociranim na frontalnom dijelu orogenetskog klina te predstavljaju "*wedge-top*" naslage



Sl. 5 Zone predgorskog bazena. Preuzeto i modificirano iz DECELLES & GILLES (1996).

predgorskog bazena (vidi Sl. 5, preuzetu iz DECELLES & GILLES, 1996, i Sl. 6, preuzetu iz MUTTI et al., 2009). U sjeverozapadnoj Dalmaciji napredovanjem "slijepih" reversnih rasjeda tijekom mlađeg eocena predgorski bazen je podijeljen u dva potpuno ili djelomično izolirana bazena: sjeveroistočni prominski "*piggyback*"



Sl. 6 Shematski prikaz glavnih elemenata predgorskog bazena i odnosi između "rastućeg" orogenetskog klina i vanjske ploče koja se svija. Cjelokupni "svinuti" bazen koji povezuje orogenetski klin i vanjsku ploču naziva se predgorski bazen (foreland basin). Bazen se može podijeliti na "*wedgetop*" bazene nastale na "rastućem" klinu i predgorsko korito (*foredeep*). Osna zona predgorskog korita je zona klasičnog pješčanog fliša na kojemu je razvijena koncepcija turbidita. Unutarnji dio korita, koje leži nekonformno na fronti navlačne zone orogenetskog klina je tipično mjesto formiranja "*wildflyscha*". Područje padine, koje povezuje unutarnji dio korita s osnim dijelom korita je strmije u gornjem dijelu s akomodacijskim prostorima kontroliranim propagacijom reversnih rasjeda. Može se vidjeti da "miješani sustavi" u "*wedge-top*" bazenima pokazuju blisku stratigrafsku asocijaciju turbiditnih i deltnih sedimenata. Preuzeto iz MUTTI et al. (2009).

bazen i jugoistočno fliško korito ("*foredeep*") međusobno odvojena "*pop-up*" hrptom, tj. područjem Ravnih Kotara čija je blago borana površina (niz niskih brda i plitkih dolina) vjerojatno odraz "slijepih" reversnih rasjeda (MRINJEK et al., 2010a, 2010b). Štoviše, MRINJEK et al. (2011) smatraju da je razvoj "slijepih" reversnih rasjeda unutar samog Prominskog bazena rezultirao stvaranjem više manjih, djelomice povezanih sub-bazena.

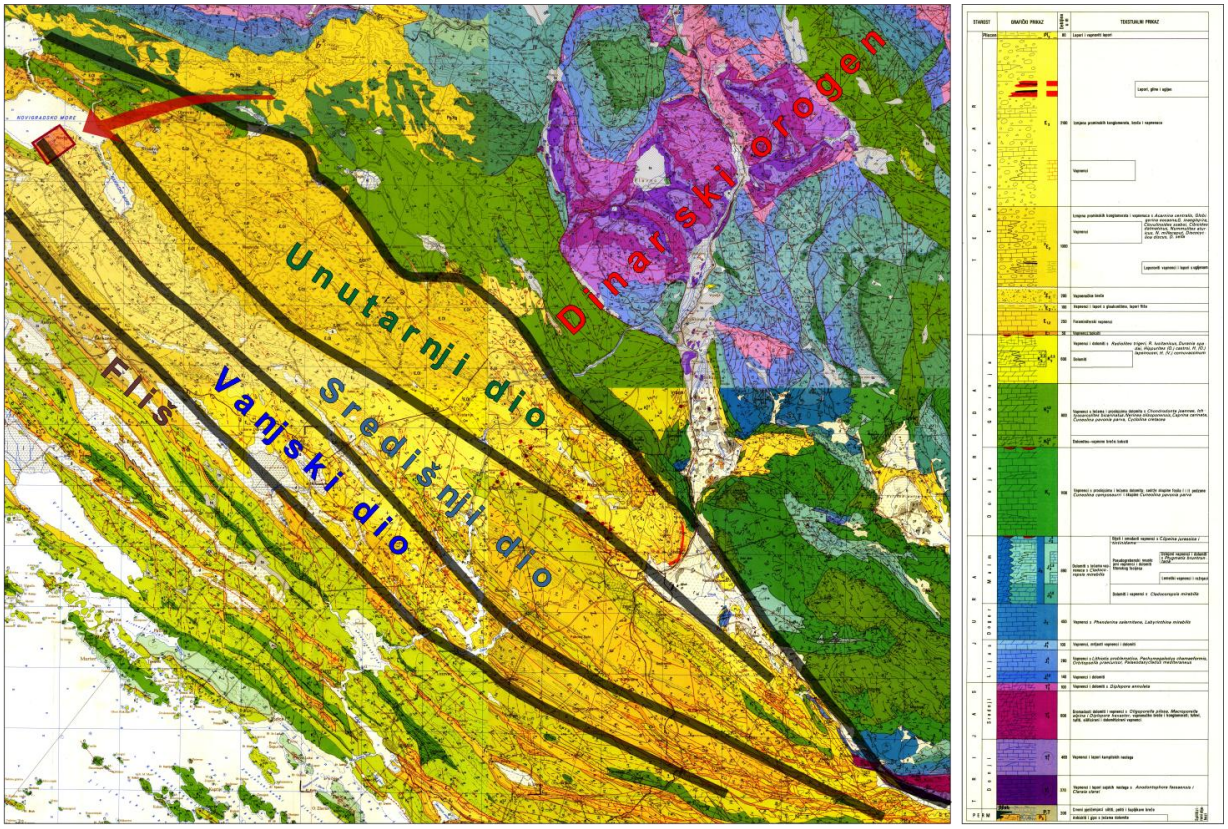
5. TRODIJELNOST PROMINSKOG "*PIGGYBACK*" BAZENA I ROTACIJSKO KRETANJE TEMELJNE NAVLAKE

Prominske naslage prisutne na površini u području sjeverozapadne Dalmacije mogu se u odnosu na svoj geografski položaj podijeliti na vanjske (distalne), središnje (medijalne) i unutarnje (proksimalne) naslage. Starije, srednjo do gornjoeocenske Prominske naslage izdanjuju samo u vanjskom i središnjem dijelu bazena, dok se mlađe, gornjoeocenske do oligocenske Prominske naslage, nalaze samo u unutarnjem dijelu bazena, što se može jasno vidjeti na Osnovnim geološkim kartama koje pokrivaju ovo područje (Sl. 7).

O trodijelnom rasporedu Prominskih naslaga s litološkog stanovišta pisao je ŠIKIĆ (1969) koji je paleogenske klastite sjeverne Dalmacije podijelio na "flišoliku seriju" (srednji eocen–gornji eocen), "mješovitu seriju" (gornji eocen) i "konglomerate" (oligocen). Takva litostratigrafska koncepcija s kontinuiranim trendom oplićavanja krajnje pojednostavljena i ne prikazuje točno razvoj bazena. Ipak, ona je jednim dijelom i točna budući da u završnoj fazi razvoja bazena dominira taloženje fluvijalno–aluvijalnih krupnoklastičnih naslaga.

Zbog rotacijskog kretanja temeljne navlake ("*soling thrust*") koje se nastavilo i u posttaložnoj fazi (miocen i kasnije), mlađe naslage vanjskog i središnjeg dijela bazena su izdignute u odnosu na naslage unutarnjeg dijela bazena te su zbog toga izložene postupnoj eroziji. Na ovakvu interpretaciju ukazuje i nagib naslaga prema sjeveroistoku u sjeverozapadnom dijelu bazena. U jugoistočnom dijelu bazena trend nagiba prema sjeveroistoku je slabije izražen zbog serije izrazitijih "rastućih" antiklinala zbog čega su neki dijelovi slijeda naslaga nagnuti i prema jugozapadu. Dakle, prisutnost samo najstarijih Prominskih naslaga duž jugozapadnog (vanjskog) ruba kao i najmlađih duž sjeveroistočnog (unutarnjeg) ruba Prominskog bazena, kao i sama trodijelna pojavnost Prominskih naslaga, najvećim su dijelom posljedica

rotacijskog kretanja temeljne navlake a ne rasporeda asocijacije facijesa uzrokovanog trendom oplićavanja. Prema ovoj podjeli istraživane naslage pripadaju središnjim (medijalnim) naslagama, a u biostratigrafskom smislu predstavljaju starije Prominske naslage (Sl. 7).



Sl. 7 Geološka karta koja prikazuje dijelove Prominskog bazena i područje istraživanja. Karta je dobivena spajanjem OGK Obrovac (IVANOVIĆ et al., 1967), Šibenik (MAMUŽIĆ, 1975), Knin (GRIMANI et al., 1975) i Drniš (IVANOVIĆ et al., 1977). Uz kartu je prikazan i geološki stup preuzet iz karte OGK Drniš. Prema OGK Obrovac flišna zona je srednjoeocenske starosti, vanjski dio bazena je srednjoeocenske do gornjoeocenske starosti, središnji dio je gornjoeocenske starosti a unutarnji dio gornjoeocenske i oligocenske starosti.

6. STRATIGRAFSKE ZNAČAJKE

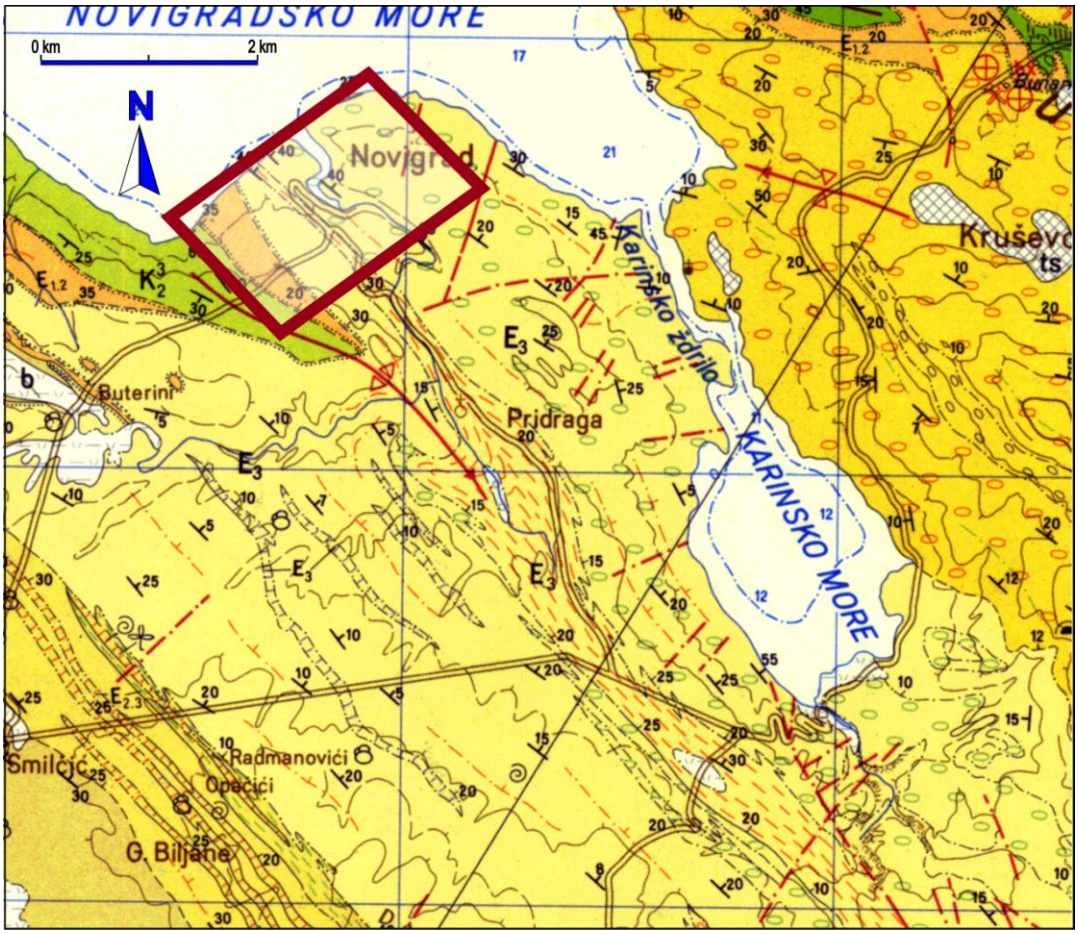
6.1 Biostratigrafska jedinica Gornji eocen

Po OGK Obrovac (IVANOVIĆ et al., 1973) Novigradske prominske naslage pripadaju **gornjem dijelu** oko 1100 m debele jedinice biostratigrafske **Gornji eocen-Konglomerati i vapnenci u izmjeni; konglomerati i lapori (E_3)** (vidi Sl. 7). Gornji dio te jedinice je opisan kao slijed naslaga koji se "sastoji od lapora, vapnenaca, konglomerata i litokalkarenita koji se višestruko lateralno i vertikalno izmjenjuju." U vapnence autori karte uključuju uslojene mikritske vapnence debljine 2-40 cm i razne tipove uslojenih kalkarenita debljine 2-4 cm. Mikritski vapnenci su žutosmeđe boje i sadržavaju 77-98% $CaCO_3$. Kalkareniti često sadrže tragove "plaženja crvolikih organizama", simetrične valne brazde, paralelnu i "strujnu" laminaciju. U Tumaču OGK Obrovac spomenuti autori govore o gromadastim, svijetlosmeđim do bijelim grebenskim vapnencima u obliku leća, mikritskim vapnencima koji sadrže brojne koralje, mahovnjake, alge i velike bentičke foraminifere. Dobro uslojeni konglomerati su vrlo česti, a dolaze u obliku uložaka, proslojaka ili leća. Prevladavaju valutice foraminiferskih i rudistnih vapnenaca. Ove potonje su sve češće u višim dijelovima jedinice gdje se sve više pojavljuju i valutice vapnenaca donje krede i jure. U sitnozrnatijim slojevima mjestimično su dosta brojne bentičke foraminifere koje ukazuju na gornjeeocensku starost jedinice: *Nummulites fabianii, Discocyclina, D. pratti, D. eamesi* kao i planktonske foraminifere od kojih je najčešća *Globigerina corpulenta*.

6.2 Stratigrafske značajke naslaga prisutnih na istraživanom terenu

Na istraživanom području su prema OGK Obrovac (IVANOVIĆ et al., 1967) prisutne tri biostratigrafske jedinice (Sl. 8):

1) **Gornjokredni vapnenci (K_2^3)** – svijetlosmeđi ili bijeli, dobro uslojeni s postotkom $CaCO_3$ od 98%. Često sadrže brojne vrste rudista te brojne mikrofosile, prvenstveno foraminifere. Ova jedinica, kao i jedinica foraminiferski vapnenci nisu bili predmet posebnog istraživanja;



Sl. 8 Dio OGK Obrovac (IVANOVIĆ et al., 1967) s prikazom istraživanog područja (unutar tamnocrvenog paralelograma). Istraživanjem su obuhvaćene biostratigrafske jedinice Gornji eocen (E_3), Donji eocen i donji dio srednjeg eocena-foraminiferski vapnenci ($E_{1,2}$) i gornjokredni vapnenci (K_2^3).

2) **Foraminiferski vapnenci ($E_{1,2}$)** – masivni, slabo uslojeni svijetlosmeđi do ružičasti, uglavnom mikritski vapnenci. Gledano kronološkim redom sastoje se od miliolidnih, alveolinskih i numulitnih vapnenaca. Na istraživanom području gdje diskordantno pokrivaju "senonske" vapnence s kojima izgrađuju novigradsku antiklinalnu strukturu, a bivaju diskordantno pokriveni Novigradskim prominskim naslagama, njihova debljina iznosi oko 140 m (Sl. 8). U obalnom području Novigradskog zaljeva kontakt između foraminiferskih vapnenaca i Prominskih naslaga je obilježen malom, nepravilnom pojavom boksita (Sl. 9). Foraminiferski vapnenci u podini boksita pokazuju tragove trošenja (okršavanja) odnosno emerzije (Sl. 10).

Sl. 9 Ostaci malog i nepravilnog ležišta boksita (žutosmeđe boje). Boksiti pokrivaju strmo nagnute (kut nagiba oko 50^0) foraminiferske vapnence. Ležište se pokazalo ekonomski neisplativim te je ubrzo napušteno.

Sl. 10 Vršni dijelovi foraminiferskog vapnenca pokazuju tragove kopnenog okršavanja (emerzijske breče). Mjerilo je promjera 2,5 cm.

Prema autorima OGK Obrovac ovo ležište boksita pripada skupini srednjeeocenskih boksita koji leže na okršenim rudistnim ili foraminiferskim vapnencima a pokriveni su vapnencima i klastitima Prominskih naslaga. Smatra se da su nastali za vrijeme kopnene faze u gornjem dijelu srednjeg eocena u uvjetima tople i vlažne klime.

3) **Novigradske prominske naslage** pripadaju gornjem dijelu biostratigrafske jedinice Gornji eocen – Konglomerati i vapnenci u izmjeni (E_3). Kratki sažetak njihovih značajki preuzet iz u Tumača OGK Obrovac (IVANOVIĆ et al., 1967) je prikazan u prethodnom poglavlju.

Debljina Novigradskih naslaga je vrlo vjerojatno veća od 300 m. Naime, najmlađi dio slijeda je pokriven morem Novigradskog zaljeva. Također nije utvrđeno lateralno prostiranje naslaga. Prema jugoistoku se prostiru znatno dalje od zadanog područja istraživanja kao i vjerojatno prema sjeverozapadu gdje su u području Posedarja uz cestu Maslinica-Posedarje vidljive Prominske naslage vrlo sličnih značajki.

Facijesi i facijesne asocijacije Novigradskih prominskih naslaga su predmet detaljne analize i interpretacije. Diskordantno pokrivaju foraminiferske vapnence na sjeveroistočnom krilu Novigradske brahiantiklinale (Sl. 8). U obalnom području Novigradskog zaljeva leže na već spomenutim boksitima. Prvih 110 m Novigradskih naslaga ne čine karbonatni klastiti nego "pravi" vapnenci. Vapnenci su svijetlosivožućkasti, gomoljasti i slabo uslojeni (sl. 11). Sadrže brojne makrofosile kao što su koralji, ježinci, školjkaši, puževi, mahovnjaci kao i brojne foraminifere kao što su diskocikline i numuliti. Vapnenci su mjestimično intenzivno bioturbirani tako da im je uništena primarna struktura. Vjerojatno je njihova gomoljasta građa uzrokovana jakim bioturbacijama. Na ovaj relativno debeli vapnenački paket kontinuirano slijede kalciklastične Novigradske naslage unutar kojih se vapnenci sličnih značajki pojavljuju kao 4 intervala debljine 1-10 m (vidi log NOV4, Sl. 31).

Sl. 11 Najdonji dio vapnenačkog paketa čija debljina iznosi oko 110 m. Vapnenci su svijetlosivožućkasti, gomoljasti i slabo uslojeni. Snimljeno u neposrednoj blizini ležišta boksita.

U kalciklastičnom dijelu naslaga dominiraj heterolitski tip naslaga, tj. izmjena dobro uslojenih 3-40 cm debelih kalkarenita i 5-100 cm debelih kalklutita. U donjem dijelu kalciklastičnog slijeda prisutni su rijetki slojevi konglomerata debljine od 30-50 cm i šest pločastih paketa dobro uslojenih i sortiranih konglomerata debljine od 1–7 m (vidi log Nov4, Sl. 31 i log NOV3, Sl. 33). Brojni deformirani ("slampirani") paketi heterolitskih slojeva nastali podmorskim odronima prisutni su kroz cijeli slijed kalciklastičnih Novigradskih naslaga. Relativno debeli paketi deformiranih naslaga i slojevi kohezivnih i nekohezivnih debritnih tokova su vrlo često prisutni u gornjem dijelu loga NOV4. U logu NOV1 koji predstavlja najgornji vidljivi dio Novigradskih naslaga, paketi deformiranih slojeva i slojevi debrita dominiraju (log NOV3, Sl. 33).

Sl. 12 Izmjena dobro uslojenih finozrnastih kalkarenita debljine 1-10 cm i isto tako dobro uslojenih kalklutita debljine 1-5 cm. Strukturne značajke kalkarenita su "zamaskirane" bioturbacijom najvišeg stupnja. Heterolitski slijed pokriven paketom "slumpiranih" heterolitkih slojeva (gornji lijevi dio fotografije). Log NOV4. Mjerilo je dugačko 1 m.

7. PETROLOŠKE ZNAČAJKE NOVIGRADSKIH PROMINSKIH NASLAGA

7.1 Petrološke značajke konglomerata

Konglomerati su najvećim dijelom izgrađeni od valutica i klasta donjo-do srednjoeocenskih foraminiferskih vapnenaca. Foraminiferski vapnenci su biomikriti (vekston do pekston tipa) s brojnim velikim i malim bentičkim foraminiferama (alveoline, diskocikline, asterocikline, operkuline, miliolide, rotalije) i neodredivim biodetritusom. Gornjokredni vapnenci su "senonski" biomikritni vapnenci (madstoni do pekstoni) s malim bentičkim foraminiferama (miliolidama, lagenidama i tekstularijama) i "senonski" vapnenci s rudistima (tipa floutson do radston). Nalaze se i vrlo rijetke valutice dolomitiziranog vapnenca, najvjerojatnije "turonsko−senonske" starosti.

7.2 Petrološke značajke kalkarenita

Sitnozrnasti do srednjozrnasti kalkareniti dominiraju. Krupno i vrlo krupnozrnasti kalkareniti su rjeđe prisutni i obično se nalaze u gornjim dijelovima kalkarenitskih paketa.

Vrlo sitnozrnasti do srednjozrnasti kalkareniti se uglavnom sastoje od pretaloženog biodetritusa i intraklasta. Biodetritus čine velike i male bentičke foraminifere i neodredivi dijelovi fosila. Intraklasti su mikritne do mikrosparitne čestice, kao i bistra sparikalcitna zrna. Siliciklastični detritus je zanemariv i uglavnom se sastoji od zrna kvarca. Matriks je mikritni do mikrosparitni. Biodetritus i intraklasti su djelomično sortirani i poluzaobljeni. Krupno do vrlo krupnozrnasti kalkareniti su istog petrografskog sastava, ali se zbog veće veličine zrna njihova građa može bolje raspoznati pa su tako uz ostatke bentičkih i planktonskih foraminifera utvrđeni i ostaci

školjkaša, puževa, ježinaca itd. Biodetritus i intraklasti su djelomično oštećeni, što ukazuje na njihov transport i pretaloživanje. Biodetritus kao i brojni intraklasti su srednje sortirani, poluuglasti do poluzaobljeni i gusto pakirani s vrlo malo mikritnog matriksa i sparitnog cementa. Udio kalcitne komponente je veći od 97 vol.%. Od siliciklastične komponente uglavnom su zastupljena rijetka zrna kvarca.

7.3 Petrološke značajke kalklutita

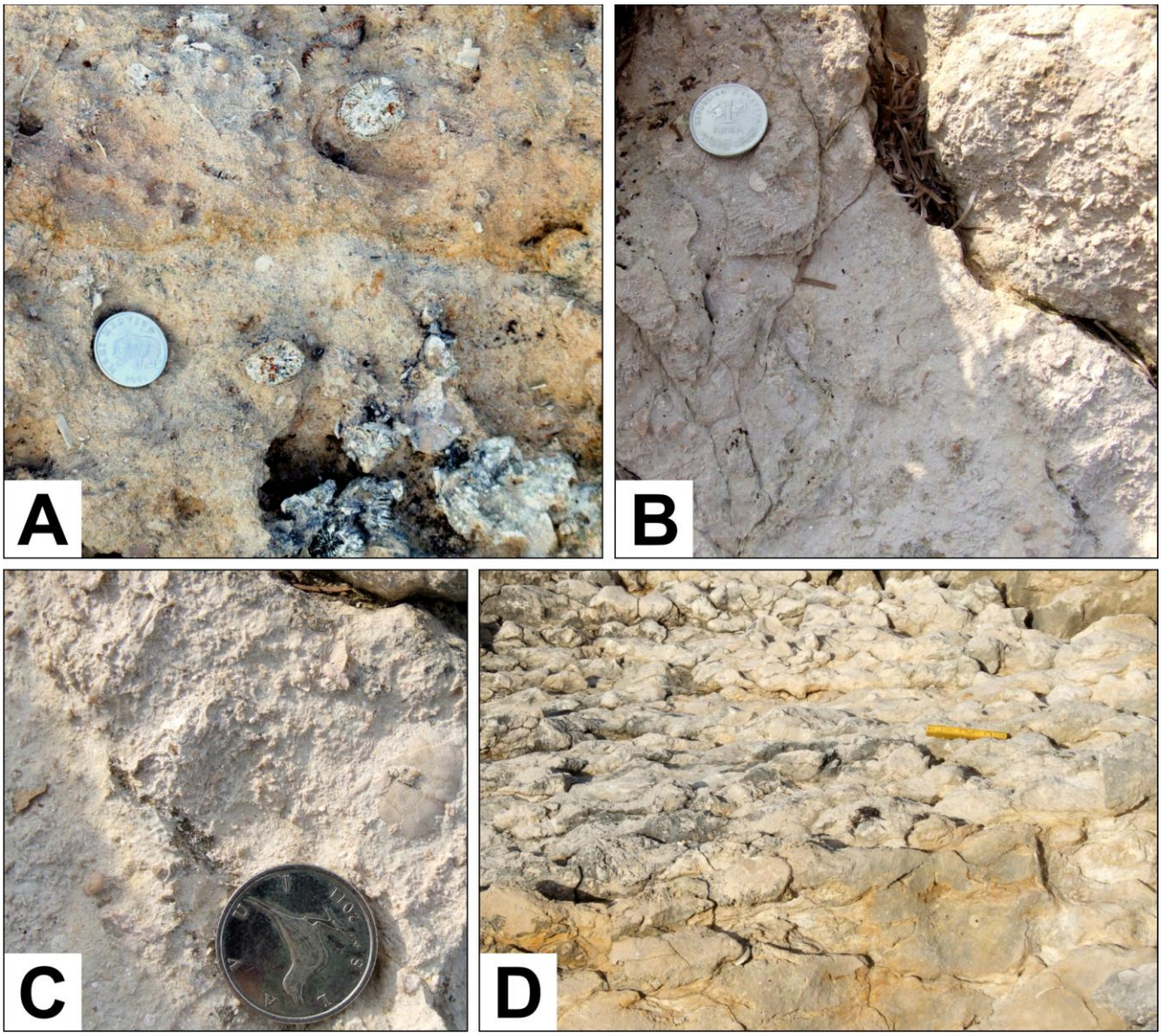
Sitnozrnasti sedimenti su kalklutiti (madstoni) s laminama kalksiltita i vrlo tankim proslojcima (1−2 cm) vrlo sitnog kalkarenita. Masivni kalklutiti su izgrađeni od mikrita i mikrosparita i rijetkih čestica veličine sitnog silta do sitnog pijeska koje predstavljaju neodredivi biodetritus i dijelove planktonskih foraminifera (globigerina). Siliciklastična komponenta je zanemariva, uglavnom su to minerali glina, a vrlo rijetko zrna kvarca veličine silta i vrlo sitnog pijeska.

Kalklutiti s laminama siltita i tankim proslojcima vrlo sitnozrnastog kalkarenita imaju petrološke značajke identične masivnim kalklutitima, dok značajke njihovih lamina i proslojaka odgovaraju značajkama sitnozrnastih pješčenjaka.

7.4 Petrološke značajke vapnenaca

Vapnenci su svijetlosive ili svijetlosivožućkaste boje, masivni, a tek vrlo rijetko se može uočiti slojevitost debljine od nekoliko desetaka centimetara. Mjestimično su gomoljaste građe.

Sadrže ostatke brojnih makrofosila kao što su koralji, ježinci, školjkaši, puževi, mahovnjaci kao i brojne foraminifere kao što su diskocikline i numuliti. Vapnenci su uglavnom jako bioturbirani tako da im je uništena primarna struktura. Vjerojatno je njihova mjestimično gomoljasta građa uzrokovana jakom bioturbacijom. Mjestimice su vrlo često prisutni *Ophiomorpha* i *Thalassinoides* ihnotragovi. Može se pretpostaviti da je mjestimična gomoljasta građa vapnenaca uzrokovana njihovim visokim stupnjem bioturbacije.



Sl.13 Fotografije masivnih vapnenaca utvrđenih unutar Novigradske jedinice (log Novigrad 4). **A** Svijetlosivožućkasti vapnenac tipa pakstone. Sadrži brojne nesortirane i slabo zaobljene bioklaste i cijele foraminifere (uglavnom numulite). Mjestimice se jasno vide mali koralji samci. Mjerilo je promjera 2,5 cm. **B** Masivni svijetlosivi vapnenac tipa pakstone. Sadrži brojne foraminifere, sitne bioklaste, a mjestimice vapnenačke valutice veličine sitnog "*pebble*". Mjerilo je promjera 2 cm. **C** Masivni svijetlosivi vapnenac tipa pakstone. Sadrži brojne nesortirane foraminifere, sitne bioklaste. Na desnom rubu makrofotografije se jasno vidi djelomično sačuvan skelet ježinca. Mjerilo je promjera 2 cm. **D** Svijetlosivožućkasti gomoljasti vapnenac tipa wackstone-pakstone. Sadrži foraminifere, koralje samce, fragmente ježinaca, sitnih školjkaša i bioklaste. Mjerilo je dugačko 22 cm.

8. FACIJESNE ASOCIJACIJE

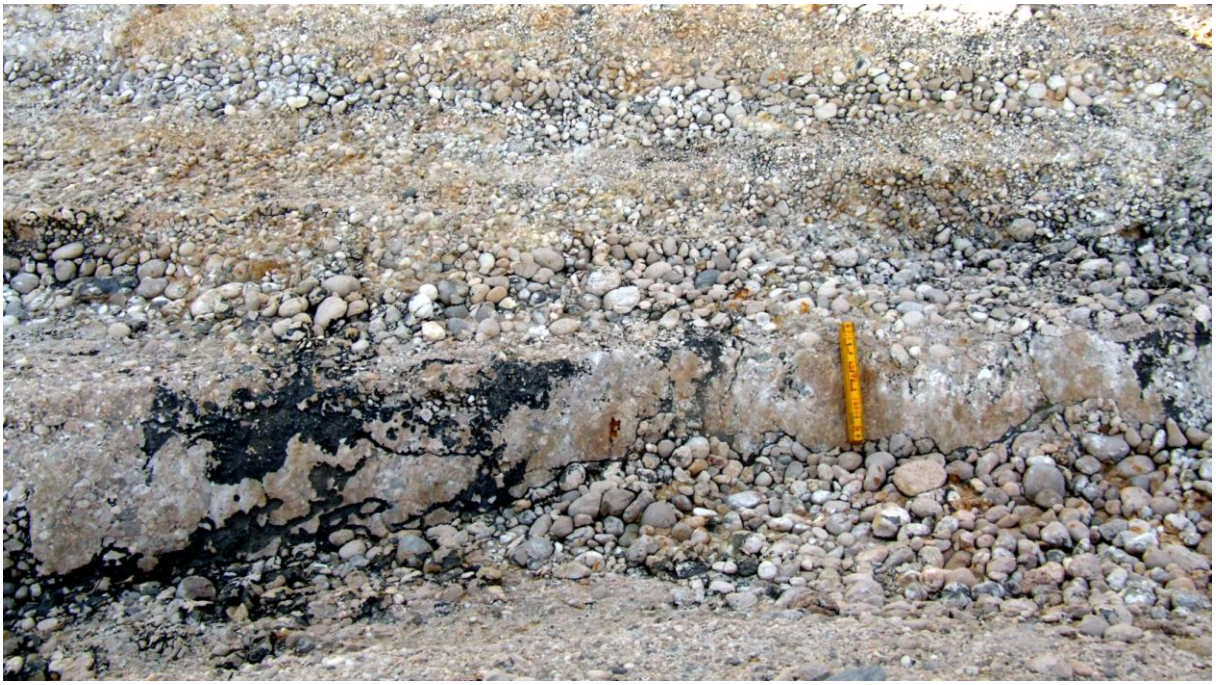
U litostratigrafskoj jedinici Novigrad izdvojene su šest facijesne asocijacije, odnosno osamnaest facijesa.

8.1 Opis i interpretacija facijesne asocijacije A

Facijesnu asocijaciju A čine facijesi naslaga istaloženih u obalnoj "*foreshore*" zoni.

Facijes A1 čine 10 do 50 cm debeli pločasti slojevi koje karakterizira izmjena dobro do vrlo dobro sortiranih klasta uglavnom veličine krupnog do sitnog "*pebble*" i granula (Sl. 14). Klasti su zaobljeni do dobro zaobljeni, a sferični i štapićasti klasti su obično odvojeni od diskoidalnih i pločastih klasta. Klasti su u međusobnoj potpori, a pješčani matriks je vrlo rijedak. Slojne površine su ravne do blago valovite i obično erozijske. Prema jugu i jugozapadu vidljiva je a(t)b(i) imbrikacija u nekim slojevima. Slojevi izgrađuju pločaste pakete debljine 100 do 400 cm i lateralnog prostiranja (po pružanju) od nekoliko stotina metara.

Opisane značajke ukazuju na taloženje iz struja nastalih zapljuskivanjem valova "*swash currents*" i povratnih "*backswash*" struja u obalnoj zoni (vidi BOURGEOIS & LEITHOLD, 1984; POSTMA & NEMEC, 1990). Konglomerati su produkt prerađivanja šljunaka nastalih vjerojatno valnom erozijom strme obale (klifa) i njihove lateralne distribucije duž obalne crte.



Sl. 14 Izmjena pločastih slojeva sitnog i srednjeg "*pebbla*". Valutice su dobro zaobljene, jako dobro sortirane, klastične potpore bez matriksa. Mjerilo je dugačko 22 cm. Log NOV4.

Facijes A2 - Vrlo krupno do sitnozrnasti kalkareniti s planarno paralelnom stratifikacijom i izoliranim trakama valutica (Sl.15). Debljina slojeva je od 40 cm do 80 cm. Pješčenjaci sa subsferičnim i sferičnim valuticama veličine krupnog "pebble" i sitnog "*cobble*" su tzv. "*outer-frame*" facijesi nastali na prijelazu iz obalne "*foreshore*" zone i zone obalnog lica "*shoreface zona*".

Sl. 15 Subsferične i sferične valutice veličine finog "*pebble*" do srednjeg "*cobble*" nalaze se unutar srednjezrnastog kalkarenita u kojemu se nazire planarna paralelna stratifikacija. Log NOV4.

8.2 Opis i interpretacija facijesne asocijacije B

Facijesnu asocijaciju B čine facijesi naslaga istaloženih u zoni obalnog lica "*shoreface zoni*".

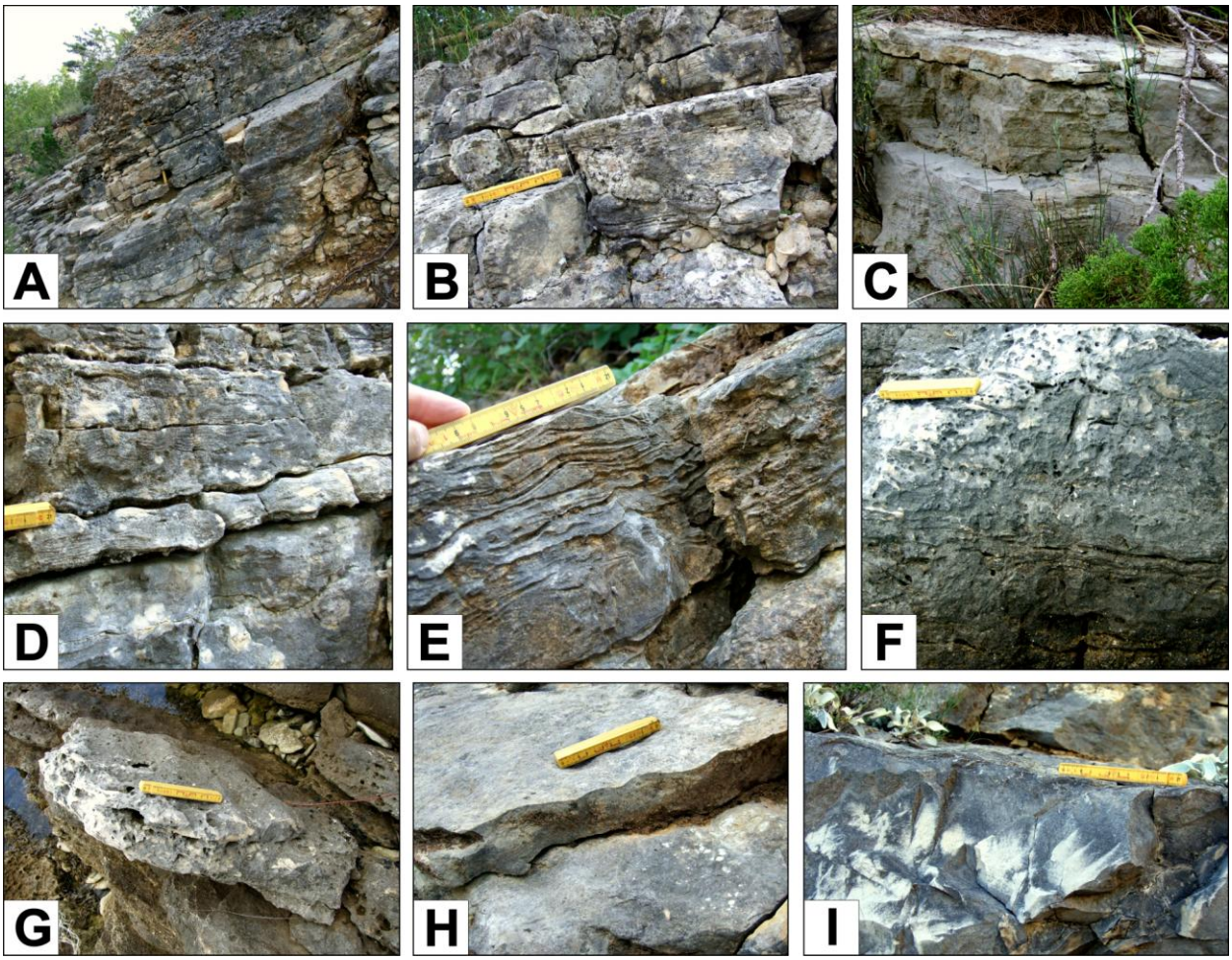
Facijes B1 čine 20 do 100 cm debeli slojevi krupno do sitnozrnastih kalkarenita s planarno paralelnom stratifikacijom i izoliranim "trakama" valutica veličine "*pebble*", ograničeni planarnim erozijskim površinama. Neki krupno do srednjezrnasti slojevi sadrže raspršene valutice veličine "*pebble*". Taloženi su u zoni obalnog lica tijekom relativno jakih valova s velikom orbitalnom brzinom (Sl. 16). "Trake *pebble*" se mogu pripisati jakim olujnim strujama koje su prouzrokovale ekspanziju tzv. "*outer-frame*" zone.

Sl. 16 Finozrnasti do srednjezrnasti planarno paralelno stratificirani kalkarenit. Jasno vidljive "trake" sa sitnim valuticama kao i raspršene valutice. Debljina kalkarenita je 80 cm. Log NOV4.

Facijes B2 predstavljaju 5 do 100 cm debeli slojevi sitno do vrlositno zrnastih kalkarenita s kosom laminacijom koja ukazuju na simetrične ili asimetrične 2D i 3D riplove i 3D riplove domastog oblika ("*micro-hummocks*") (Sl. 17). 2D i 3D "*vortex*" riplovi su nastali djelovanjem oscilacijskih valova, a 3D riplovi domastog oblika djelovanjem kombiniranih (strujno-oscilacijskih) tokova uzrokovanih olujama u zoni "*shoreface*".

Facijes B3 su 15 do 35 cm debeli slojevi sitno do srednjozrnastog kalkarenita s planarnim erozijskim bazama i dolinastom kosom stratifikacijom. Neki slojevi u vršnom dijelu iznad dolinaste kose laminacije ili iznad planarno paralelne stratifikacije sadrže simetričnu valno kosu laminaciju (Sl.17 I). Slojevi su nastali u zoni obalnog lica djelovanjem kombiniranih (strujno-oscilacijskih) tokova uzrokovanih olujama. Slojevi blago graduiraju što ukazuje na slabljenje oluje i prijelaz u normalne vremenske uvjete (valni riplovi prisutni u vršnim dijelovima slojeva).

Facijes B4 su 5 do 8 cm debeli masivni kalklutiti. Slojevi kalklutita su vrlo rijetki i tanki jer predstavljaju sedimente nastale taloženjem iz hemipelagičke suspenzije tijekom vrlo mirnih uvjeta. (bez valova). Takvi uvjeti su u zoni obalnog lica vrlo rijetki, a valovi, poglavito olujni gotovo u pravilo potpuno erodiraju sitnozrnaste taloge.



Sl.17 **A** Setovi simetričnih valnih riplova (facijes B2) koje erozivno prekrivaju konglomerati šljunčanih plaža ("*foreshore*" zona). Mjerilo je dugačko 22 cm. Log NOV3. **B** Planarno paralelno stratificirani kalkareniti. U bazi kalkarenita se naziru rijetke valutice veličine "*pebble*". Facijes B1. Mjerilo je dugačko 22 cm. Log NOV3. **C** Planarno paralerno stratificirani kalkareniti. U vršnom dijelu postaju blago undulozno stratificirani. Log NOV3. **D** Setovi simetričnih valnih riplova Facijes B2. U dnu fotografije je sloj kalkarenita sa blago undulozno laminacijom. Facijes B1. Log NOV3. **E** Set simetričnih valnih riplova s oštrom krestom. Facijes B2. Log NOV3. **F** Oko 80 cm debeli sloj finozrnastog kalkarenita u kojemu se naziru simetrični 3D "*vortex*" riplovi. Bioturbacija je velikim dijelom uništila primarne strukture. Mjerilo je dugačko 22 cm. Log NOV4. **G** Simetrični 2D riplovi sa široko, zaobljenom krestom. Bioturbacija je dijelom uništila primarne strukture. Mjerilo je dugačko 22 cm. Log NOV4. **H** Setovi simetričnih 3D "*vortex*" riplova. Mjerilo je dugačko 22 cm. Log NOV3. **I** Sloj sitnozrnastog kalkarenita debljine oko 40 cm u kojemu se nazire planarna paralelna i blago undulozna laminacija. U vršnom dijelu se jasno vide tanka 2-3 cm debela kosa valna laminacija. Facijes B3. Mjerilo je dugačko 22 cm.

8.3 Opis i interpretacija facijesne asocijacije C

Facijesnu asocijaciju C čine facijesi naslaga istaloženih u "prijelaznoj" zoni.

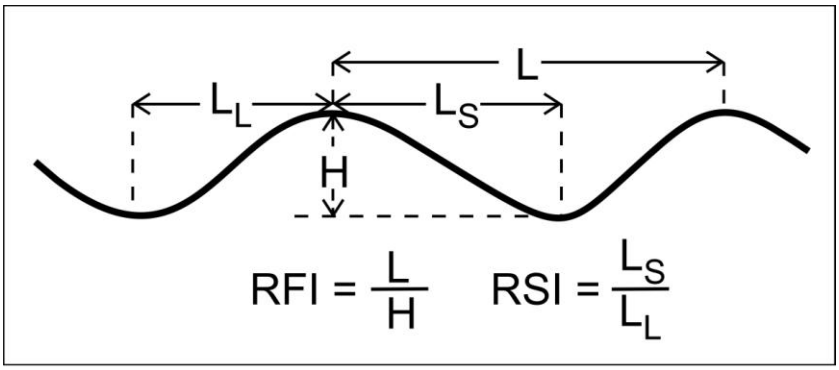
Facijes C1 su obično 5–20 cm debeli, normalno graduirani slojevi tempestita. Slojevi sadrže planarno paralelnu stratifikaciju, (u nekim slojevima je primijećena blago undulozna stratificiranost) s asimetričnim kombiniranim riplovima na vrhu. Obično planarno paralerno stratificirani dio sloja zauzima 4/5 debljine sloja (Sl. 18). Planarna laminacija govori u prilog velikih oscilacijskih kretanja koja naglo prelaze u normalne oscilacije (stišavanje oluje) pri čemu strujni tokovi dobivaju sve više na važnosti (kombinirani riplovi).

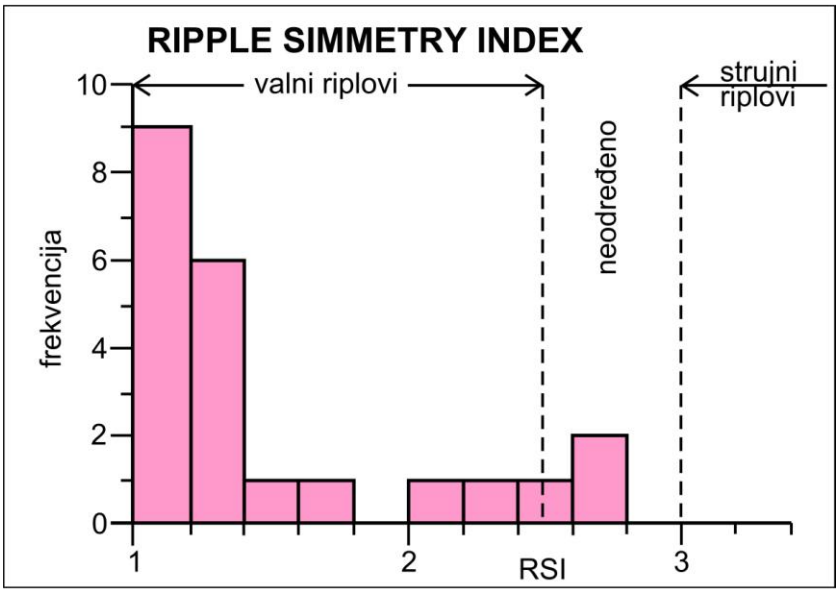
Dužina riplova je obično između 20 i 25 cm, a njihova amplituda između 2 i 4 cm (Sl. 19). Index oblika kao i indeks simetrije je utvrđen kod 22 ripla. Rezultati mjerenja ukazuju na njihovu kombiniranu prirodu (Sl. 20).

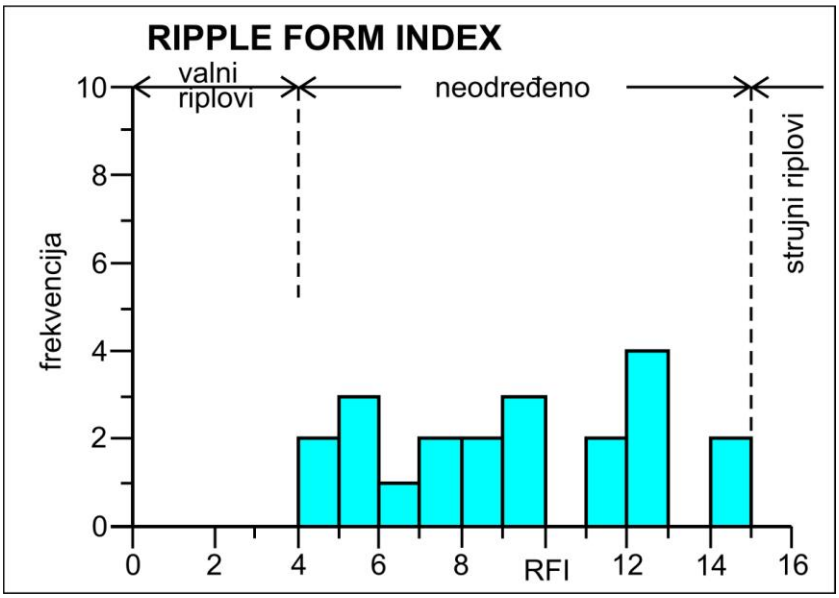
Sedimenti ovog facijesa taloženi su u dubinama između baze valova koji nastaju tijekom lijepog vremena i baze valova koji nastaju za vrijeme oluja taloženjem iz strujno-oscilacijskih tokova generiranih povremenim olujnim valovima.

Sl. 18 Oko 20 cm debeli sloj facijesa C1. Jasno se vidi da se asimetrični riplovi nalaze u vršnom dijelu sloja (najgornja 2 centimetra). Mjerilo je dugačko 22 cm.

Sl. 19 Oko 11 cm debeo sloj facijesa C1. Amplituda riplova u gornjem dijelu je između 2 i 3 cm. Mjerilo je dugačko 22 cm.







Sl. 20 Mjerenje indeksa oblika i simetrije ukazuje na kombiniranu prirodu riplova.

Sl. 21 Tragovi vučenja na donjoj slojnoj plohi imaju pružanje sjeveroistok-jugozapad. Može se uočiti snažna bioturbacija. Ihno tragovi se vide na donjoj slojnoj plohi ali i u samom sloju (veliki tragovi *Ophiomorphe angulate*). Mjerilo je dugačko 22 cm.

Sl. 22 Bioturbacija je obično najintenzivnija u gornjem dijelu sloja facijesa C1. Vidi se da je struktura riplova gotovo potpuno uništena. Dominiraju *Ophiomorpha* tragovi. Mjerilo je dugačko 22 cm.

Facijes C2 su 2–5 cm tanki slojevi undulatorne površine izgrađeni od asimetričnih riplova amplitude od 1-2 cm i valne dužine od 10 do 20 cm (Sl. 23). Kod nekih slojeva se u donjem dijelu, obično prvih 1-2 cm može uočiti planarna ili blago undulatorna paralelna stratifikacija. Zbog vrlo jake bioturbacije samo sačuvaju vanjsku formu dok im je unutrašnja struktura u pravilu obično uništena (Sl. 24) U slučaju da imaju sačuvanu unutrašnju građu smjer "*foresetova*" varira između sjeveroistoka i sjeverozapada.

Taloženi su između baze valova lijepog vremena i baze valova oluja taloženjem iz strujno-oscilacijskih tokova generiranih povremenim olujnim valovima.

Sl. 23 Asimetrični, kombinirani riplovi dužine 10-15 cm, amplitude oko 2 cm (debljina sloja varira između 5 i 3 cm. Relativno dobro sačuvana unutrašnja građa omogućuje mjerenje smjera nagiba "*foresetova*" Dužina vidljivog dijela palca iznosi 3 cm.

Sl. 24 Asimetrični, kombinirani riplovi gotovo potpuno uništeni bioturbacijom. Tek mjestimice se nazire kosa stratifikacija. Mjerilo je dugačko 22 cm.

Facijes C3 su 10–30 cm debeli, normalno graduirani slojevi tempestita. Slojevi sadrže brežuljkasto kosu laminaciju s asimetričnim kombiniranim riplovima na vrhu. Taloženi su u "*offshore-transitional*" zoni taloženjem iz tokova generiranih povremenim olujnim valovima.

Facijes C4 su tzv. "*background*" kalklutiti (madstoni) nastali za vrijeme lijepog vremena sa siltnim ravnim laminama i tankim (1–2 cm) slojevima normalno graduiranog siltita i vrlo sitnog pješčenjaka blago erozijskih baza. Neki se vrlositnozrnasti pješčenjaci nalaze u obliku leća s naznakama *"pinch & swell"* laminacije. Vertikalni razmak između lamina i proslojaka je od nekoliko pa do više od 30-ak centimetara i obično su deformirane i isprekidane bioturbacijom (Sl. 25).

Slojevi lutita su nastali taloženjem iz hemipelagičke suspenzije tijekom "mirnih" uvjeta koji su bili praćeni rasprostranjenom biološkom aktivnošću (bušači).

Rijetki "upadi" silta i vrlositnozrnastog pijeska mogu se pripisati turbiditnim tokovima vrlo niske gustoće nastalim ulaskom normalnih riječnih struja ili turbiditnim tokovima koji su nastali tijekom slabijih sezonskih oluja. Lećasti pješčani slojevi vjerojatno predstavljaju male "izgladnjele" riplove nastale djelovanjem valova ili kretanjem plimskih struja. Taloženi su u prijelaznoj zoni za vrijeme lijepih vremenskih uvjeta. Identični ili gotovo isti "*background*" sedimenti, ali s više kalklutita, taložili su se i u zoni odobalja "*offshore zona*".

Sl.25 Unutar masivnog kalklutita jasno se vide lećasti pješčani slojevi ("*starved*" riplovi) koji su međusobno odvojeni kao i tanki undulatorni slojevi gdje riplovi nisu potpuno odvojeni. Mjerilo je dugačko 22 cm.

8.4. Opis i interpretacija facijesne asocijacije D

Facijesnu asocijaciju D čine facijesi naslaga istaloženih u zoni odobalja.

Facijes D1 su masivni "*background*" slojevi kalklutita (madstona) debljine 10-300 cm sa sporadičnim ihno tragovima. Većina slojeva sadrži ravne lamine i tanke (1–2 cm) slojeve normalno graduiranog siltita i vrlo sitnog pješčenjaka blago erozijskih baza. Neki vrlo sitnozrnasti pješčenjaci se nalaze u obliku leća s naznakama "*pinch & swell*" laminacije. Vertikalni razmak između lamina i proslojaka je od nekoliko pa do 100 cm i obično su deformirani i isprekidani bušačima. Postanak: slojevi lutita su nastali taloženjem iz hemipelagičke suspenzije tijekom "mirnih" uvjeta. Rijetki "upadi" silta i vrlo sitnozrnastog pijeska mogu se pripisati turbiditnim tokovima koji su nastali za vrijeme "minornih" sezonskih oluja. Lećasti pješčani slojevi vjerojatno predstavljaju male "izgladnjele" riplove nastale djelovanjem valova ili kretanjem plimskih struja. Taloženi su u zoni odobalja za vrijeme lijepih vremenskih uvjeta. Identični ili gotovo isti "*background*" sedimenti, ali s manje kalklutita, taložili su se i u prijelaznoj ("*offshore-transitional*") zoni.

Sl. 26 U masivnom kalklutitu izmjenjuje se tanki (0,5-1,5 cm) finozrnasti kalkareniti u formi ravnih, blago graduiranih i lećastih proslojaka koji su mjestimice isprekidani ihnotragovima.

Facijes D2 su masivni "*background*" slojevi laporovitog kalklutita (madstona) debljine 2-10 cm. Postanak: slojevi su nastali taloženjem iz hemipelagičke suspenzije tijekom "mirnih" uvjeta.

8.5 Opis i interpretacija facijesne asocijacije E

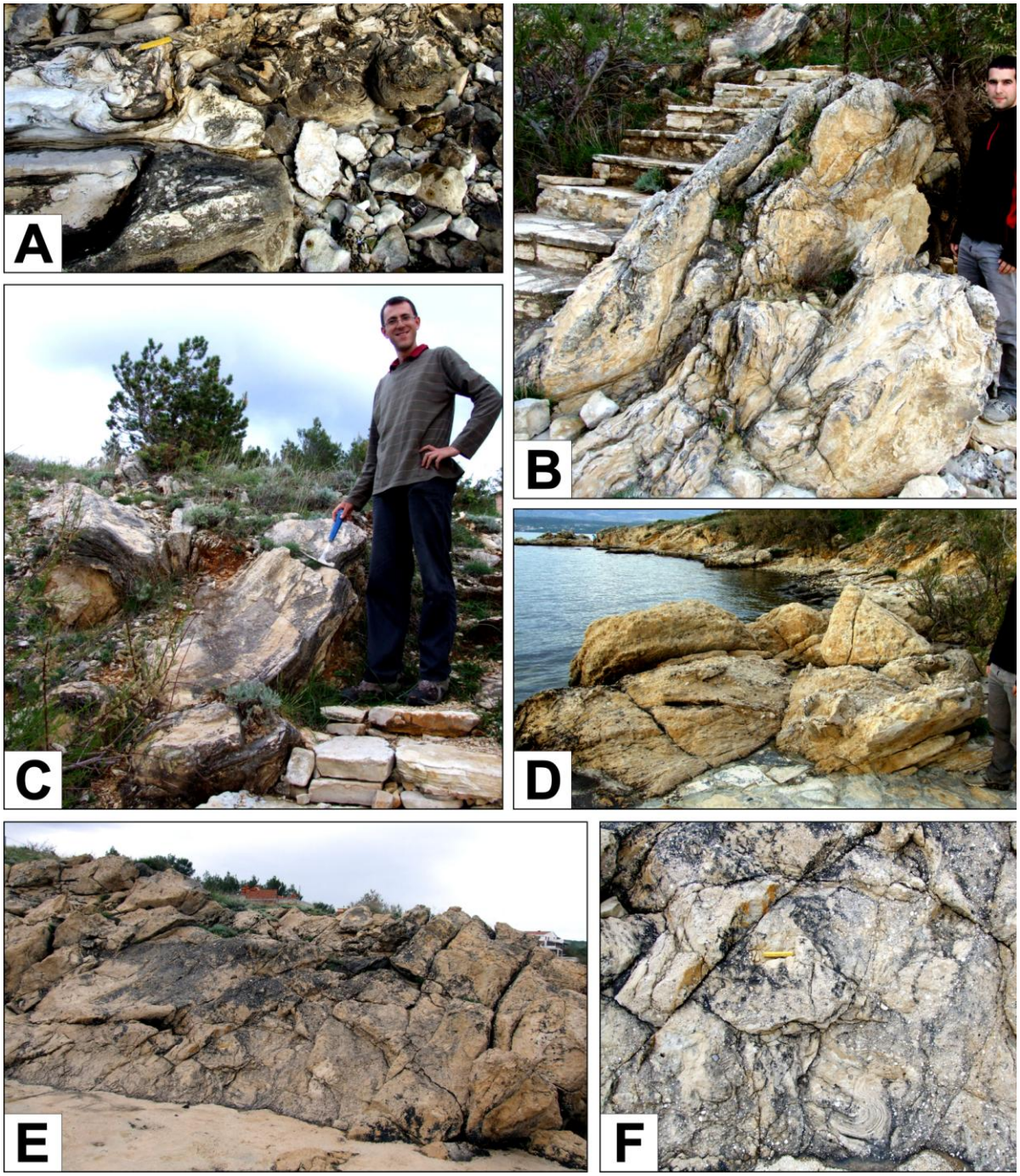
Facijesnu asocijaciju E čine resedimentirani sedimenti taloženi na donjem dijelu rampe, uglavnom unutar facijesne asocijacije D.

Facijes E1 su "*slumpirani*" (plastično deformirani) heterolitski slojevi obalnog lica ("*shoreface*") i prijelazne zone obično nađeni unutar neporemećenih naslaga odobalja ("*offshore*") zone (Sl.27A, 27B, 27C; Sl.28 D) Nastaju zbog nestabilnosti u gornjem dijelu šelfa. Položaj osi bora unutar slampiranih paketa ukazuju na sjeveroistočni i sjeverni smjer kretanja naslaga.

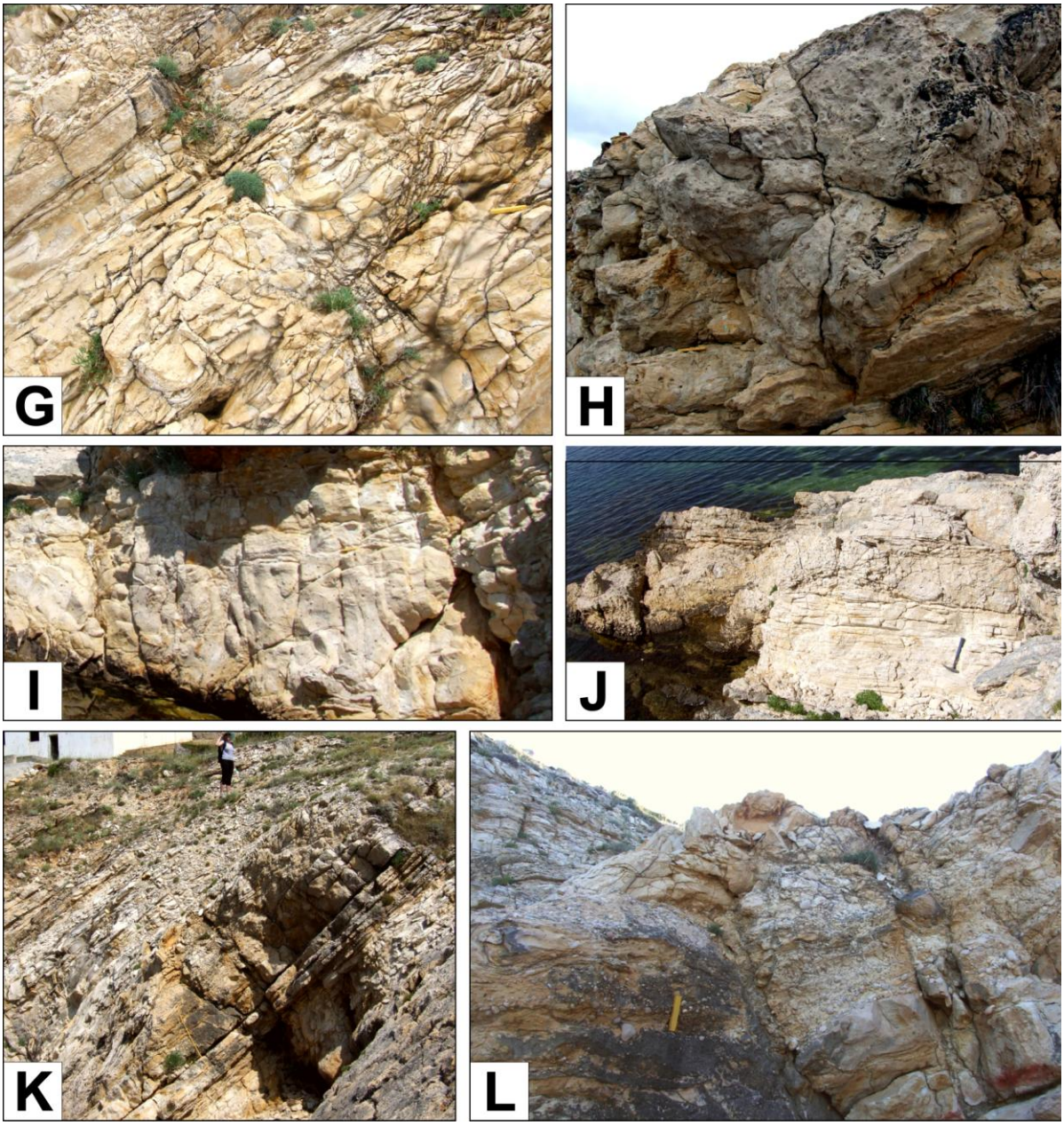
Facijes E2 – Paketi naslaga šljunčanih plaža ("*beachface*") nađeni unutar naslaga odobalja ("*offshore zone*"). Paketi su velikim dijelom sačuvali svoju koherentnost, tek mjestimice se vide unutrašnji tragovi deformacija nastalih istiskivanjem vode. Nastali su pokretanjem djelomično litificiranih dijelova relativno strmog obalnog lica koje je vjerojatno bilo inicirano potresima uzrokovanih izdizanjem "rastuće antiklinale" (Sl. 28 A i B).

Facijes E3 – Paketi resedimentiranih naslaga čije značajke predstavljaju prijelaz iz "*slumpiranih*" naslaga u kohezivne debrite. Unutar konglomerata s velikom matriksnom potporom nalaze se deformirani blokovi naslaga obalnog lica i prijelazne zone (Sl. 27 D). Postanak: nestabilnost u gornjem dijelu šelfa uzrokovala je pokretanje paketa naslaga obalne zone i/ili prijelazne zone i njihovu plastičnu deformaciju. Povećanjem učešća vode manje kompaktni dijelovi "*slumpa*" poprimaju značajke kohezivnih debritnih tokova koji su zbog svoje relativno velike gustoće mogli nositi kompaktne dijelove "*slumpa*".

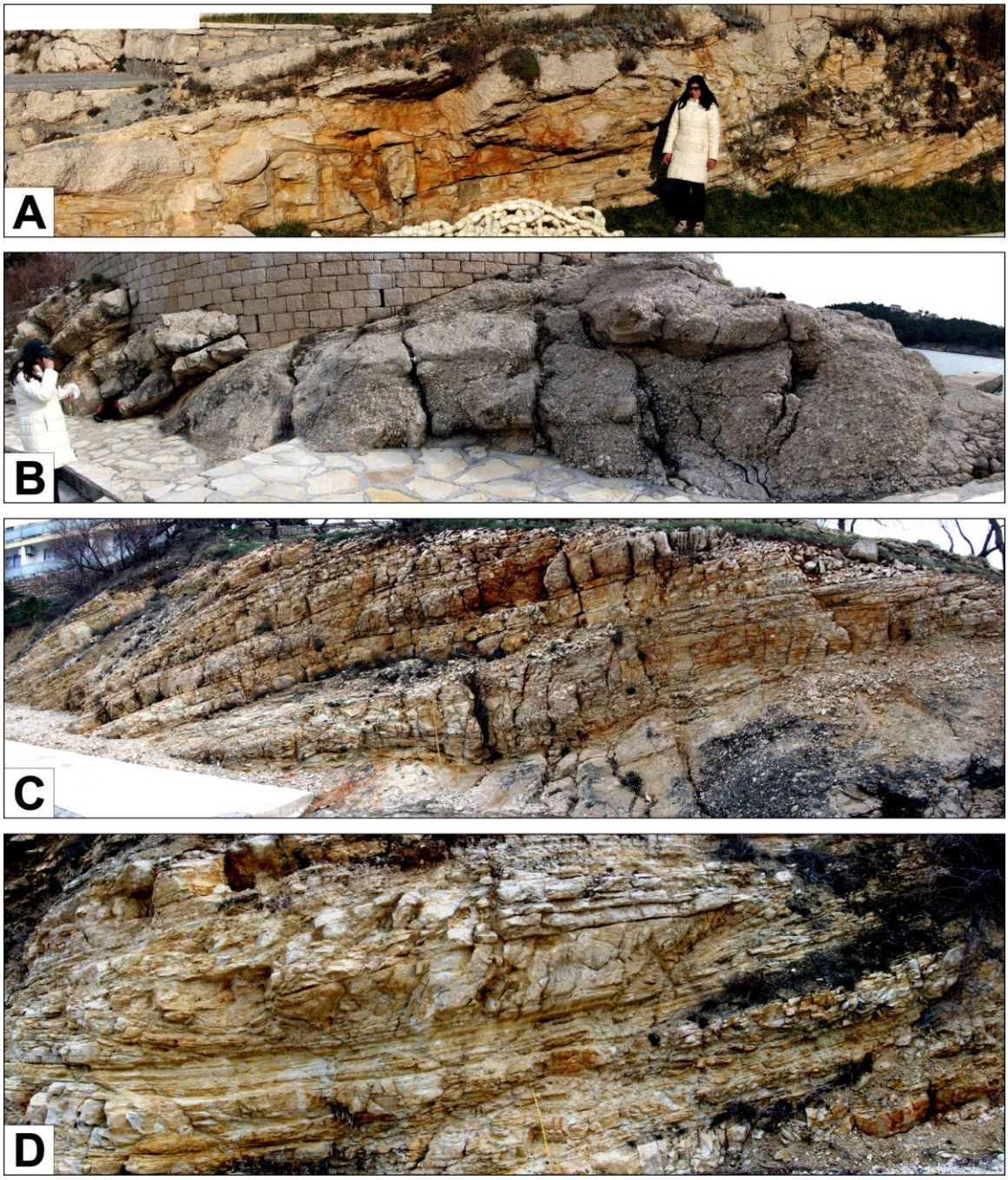
Facijes E4 – Masivni, 20 do 100 cm debeli pločasti do lećasti konglomerati izgrađeni od dobro zaobljenih klasta većinom veličine "*pebble*" u matriksnoj potpori nađeni unutar sedimenata odobalja. Postanak: kohezivni debritni tokovi nastali resedimentacijom naslaga šljunčanih plaža i plićeg šelfa. Vjerojatno je proces resedimetacije počeo klizanjem i "s*lumpiranjem*".



Sl. 27 (nastavak na sljedećoj stranici).



Sl. 27 **A** Plastično deformirani slojevi sitnozrnastog kalkarenita i kalklutita (vjerojatno slojevi taloženi u "prijelaznoj" zoni unutar naslaga kalklutita taloženih u "*offshore*" zoni. Log NOV4. Mjerilo je dugačko 22 cm. **B** i **C** Gotova 2 m debeo paket "*slumpiranih*" slojeva istaloženih u gornjem dijelu rampe (šelfa). Višestruko borani jako bioturbirani slojevi "*shoreface*" i tanji slojevi sitnozrnastog kalkarenita i kalklutita istaloženih u "prijelaznoj" zoni koji se sada nalaze facijesne asocijacije **D** Facijes E1. Log NOV4. D Oko 130 cm debeo paket sedimenta koji predstavlja prijelaz iz "*slumpiranih*" naslaga u kohezivni debritni tok. Log NOV4. **E** Oko 80 cm debeo, pločasti sloj kohezivnog debrita u kojem dominiraju uglavnom klasti finog "*pebbla*" LogNOV4. Mjerilo je dugačko 20 cm. **F** Makroskopski snimak gustog, kohezivnog debritnog toka (sl. E)u kojemu se jasno vide deformirani heterolitski slojevi "prijelazne" zone. Mjerilo je dugačko 22 cm. **G**. Dva paketa resedimentiranih slojeva koji predstavlaju prijelaz iz "*slumpiranja*" u kohezivne debritne tokove unutar naslaga "*offshore*" zone.Facijes E3. Log NOV4. **H** i **I** oko 150 cm debeli pločasti paketi kohezivnog u kojem su vidljivi deformirani kompaktni slojevi "shoreface" i prijelazne zone. Log NOV4. Mjerilo je dugačko 22 cm. **J** Oko 2 m debeo paket gustog (kohezivnog) debrita s velikim paketima slojeva taloženih u "*offshore*" zoni. Log NOV4. Geološki čekić je dugačak 33 cm. **K** Resedimentirani blokovi sedimenata. Donji dio su sedimenti kohezivnog debritnog toka pokrivenog "slumpiranim" sedimentima odobalja (gornji dio). Log NOV4. **L** Detaljni prikaz sedimenata debritnog toka iz Sl. 27K. Mjerilo je dugačko 22 cm.



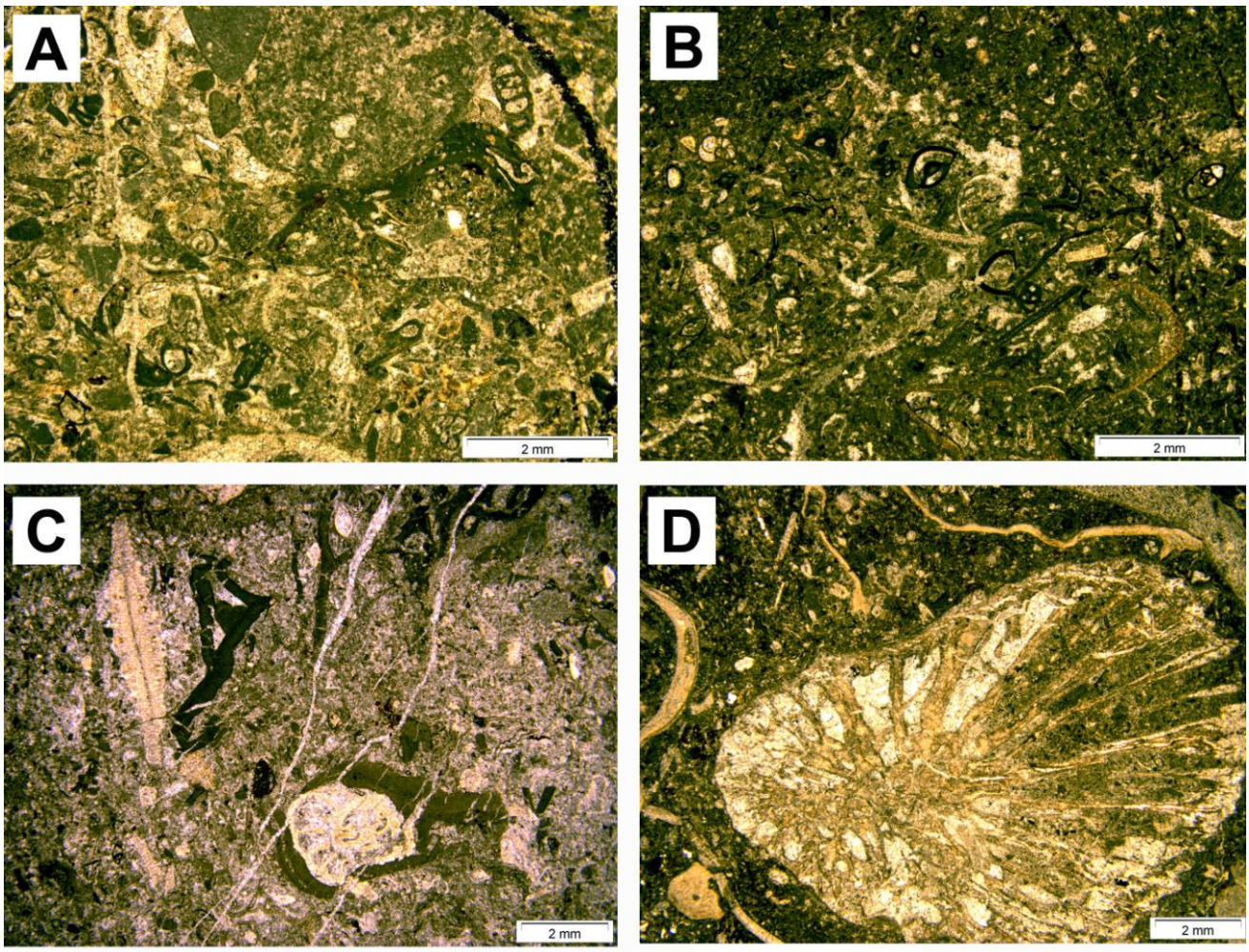
Sl. 28 **A** Pokrenuti paketi šljunčanih plaža i obalnog. Sedimenti su još djelomično kompaktni s vidljivim početnim tragovima deformacija, istiskivanjem porne vode i tragovima utiskivanja u djelomično litificirane kalklutite "*offshore*" zone. Log NOV1. **B** Paketi naslaga šljunčanih plaža ("*beachface*") nađeni unutar naslaga odobalja ("*offshore zone*"). Paketi su velikim dijelom sačuvali svoju koherentnost, tek mjestimice se vide unutrašnji tragovi deformacija nastalih istiskivanjem vode. Log NOV1. **C** Serija resedimentiranih naslaga koje čine pločasti do lećasti kohezivni debriti. Između njih se nalaze djelomično deformirani slojevi kalklutita taloženih u "*offshore*" zoni. Log NOV1. **D** "*slumpirane*" naslage izgrađene on naslaga facijesne asocijacije D unutar kalklutita "*offshore*" zone. U "*slumpu*" se mogu uočiti manji nepravilni blokovi kalkarenita "*shoreface*" i prijelazne zone. Log NOV1. Mjerilo je dugačko 1 m.

8.6 Opis i interpretacija facijesne asocijacije F

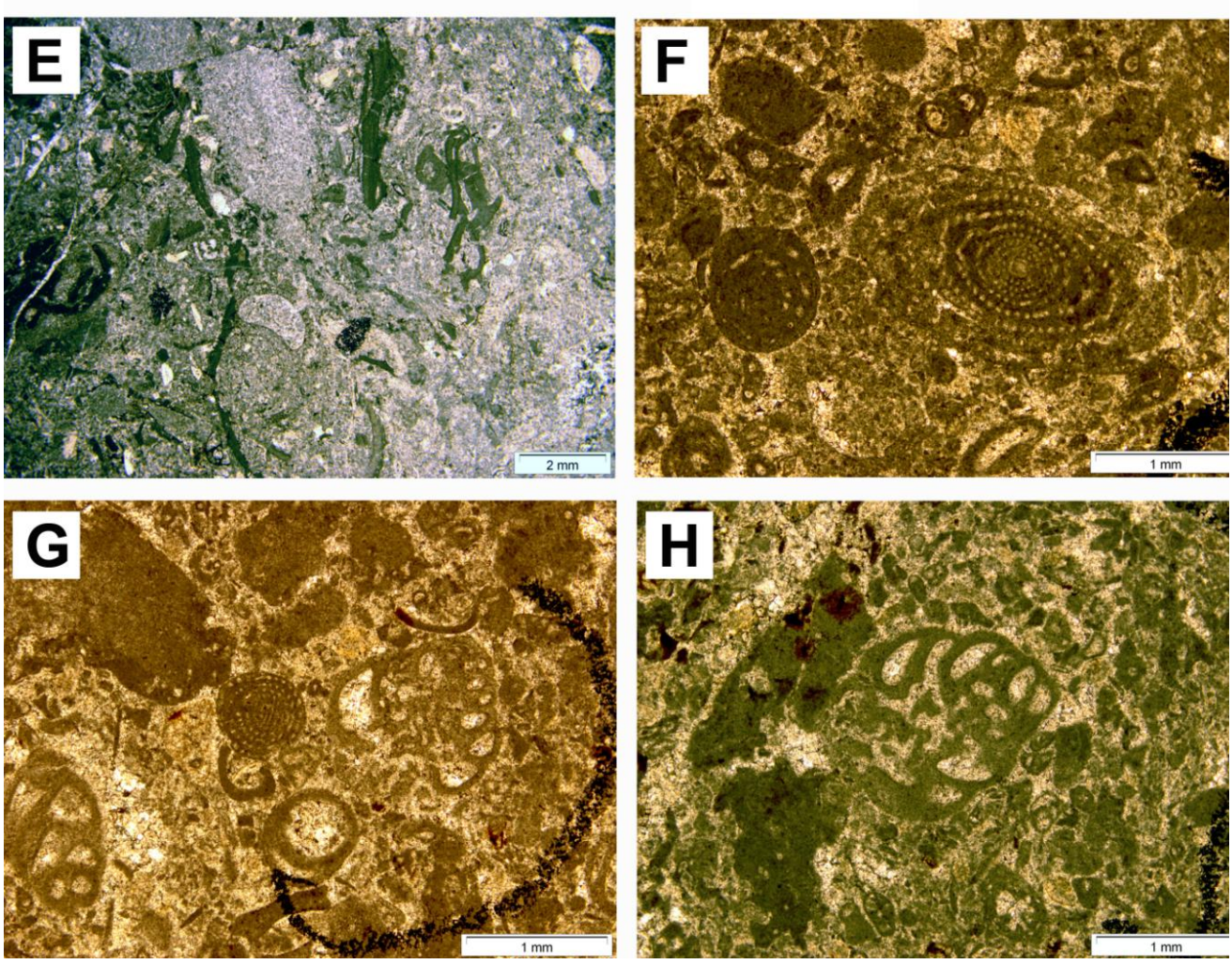
Facijesnu asocijaciju F čine vapnenci mini-karbonatne platforme.

Facijes F1 – Masivni vapnenci tipa pakston. Sastoje se od brojnih krhotina školjaka, bodljikaša, puževa, ostrakoda, crvenih i zelenih algi, cijelih ili djelomično sačuvanih koralja samaca, foraminifera kao što su Numulites sp., Asterigerina sp., Orbitolites sp., miliolide, tektstularije i planktonske foraminifere. Bioklasti su slabo zaobljeni i nesortirani. Uz mikrit mjestimično se kao vezivo pojavljuje mikrosparit. (Sl.29). Packstoni predstavljaju vapnence mini-karbonatne platforme koje su se formirale na plitko potopljenoj "rastućoj novigradskoj antiklinali" (slijepom reversu) u uvjetima kada je relativno dizanje razine mora bilo u ravnoteži s produkcijom "karbonatne tvornice".

Facijes F2 – Masivni, gomoljasti, vapnenci tipa pakstoni. Po fosilnom sadržaju i ostalim značajkama identični vapnencima facijesa F1. Gomoljasta građa se može pripisati snažnoj bioturbaciji.



Sl.29a **A** Pakston izgrađen od brojnih foraminifera (tekstularije), algi i krhotina školjaka, puževa, ježinaca, mahovnjaka itd. Fosili se međusobno dodiruju i povezani su mikritom i mikrosparitom. Različitih su dimenzija, slabo sortirani, slabo zaobljeni. **B** Cibicides sp., Ostrakod, miliolide, mahovnjaci, orbitolites sp. **C** Diskociklina, Nummulites sp., **D** Koralj koji je obavijen crvenom algom.

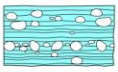


Sl.29b **E** Foraminifera Haddonia, Numuliti, bodljikaš i crvena alga. **F** Alveolina sp., miliolida., **G i H** Chrysalidina makarska.

Legenda facijesa za logove Novigrad 1, Novigrad 3 i Novigrad 4

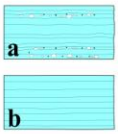
Facijesna asocijacija A ("Foreshore" facijesi)

Facijes A1 - 25 do 50 cm debeli pločasti slojevi koje karakterizira izmjena dobro do vrlo dobro sortiranih klasta uglavnom veličine krupnih do sitnih *"pebbla"* i granula. Klasti su zaobljeni do dobro zaobljeni, sferični i štapićasti klasti obično odvojeni od diskoidalnih i pločastih klasta. Klasti su u međusobnoj potpori a pješčani matriks je vrlo rijedak. Slojne površine su ravne do blago valovite i obično erozijske. a(t)b(i) imbrikacija prema sjugu i jugozapadu je vidljiva u nekim slojevima. Slojevi izgrađuju pločaste pakete debljine 100 do 400 cm i lateralnog prostiranja (po pravcu pružanja) od nekoliko stotina metara. *Postanak:* taloženje iz *"swash"* i *"backswash"* struja "vučenja" u zoni plaža (*"foreshore"*). Konglomerati su produkt prerađivanja šljunaka valovima i njihove lateralne distribucije duž obalne linije.

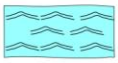


Facijes A2 - Vrlo krupno do sitnozrnasti kalkareniti sa pnarno paralernom stratifikacijom i izoliranim trakama valutica. *Postanak:* Pješčenjaci sa subsferičnim valuticam veličine velikog "pebbla i "cobbla" su "outer-frame" facijesi nastali na prijelazu "foreshora" zone u "shoreface" zonu.

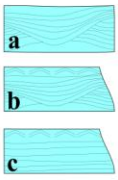
Facijesna asocijacija B ("Shoreface" facijesi)



Facijes B1 - 20 do 50 cm debeli slojevi krupno do sitnozrnastih kalkarenita s planarno paralelnom stratifikacijom i izoliranim "trakama pebbla", ograničeni planarnim erozijskim površinama **(a)**. Neki krupno do srednjozrnasti slojevi sadrže raspršene valutice veličine *"pebbla"* **(b)**. *Postanak:* taloženi su u "shoreface"zoni tijekom razmjerno jakih valova s velikom orbitalnom brzinom. "Trake pebbla" se mogu pripisati jakim olujnim strujama koje su prouzrokovale ekspanziju tzv. *"outer-frame"* zone.



Facijes B2 – 5 do 60 cm debeli slojevi sitno do vrlo sitnozrnastih kalkarenita s tipovima kose laminacije koji ukazuju na simetrične ili asimetrične 2D i 3D riplove i 3D riplove domastog oblika (*"micro-hummocks"*). *Postanak:* 2D i 3D *"vortex"* riplovi su nastali djelovanjem oscilacijskih valova, a 3D riplovi domastog oblika djelovanjem kombiniranih (strujno-oscilacijskih) tokova uzrokovanih olujama u "shoreface" zoni.



Facijes B3 – 15 do 35 cm debeli slojevi sitno do srednjozrnastog kalkarenita s planarnim erozijskim bazama i dolinastom kosom stratifikacijom **(a)**. Neki slojevi u vršnom dijelu, iznad dolinaste kose laminacije ili iznad planarno paralelne stratifikacije sadrže simetričnu valno kosu laminaciju **(b)** i **(c)** *Postanak:* u zoni "shoreface"i djelovanjem kombiniranih (strujno-oscilacijskih) tokova uzrokovanih olujama.

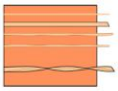
Facijes B4 – 5 do 8 cm debeli massivni kalklutiti. *Postanak:* kalklutiti predstavljaju *"background"* sedimente nastale taloženjem iz hemipelagičke suspenzije tijekom mirnih uvjeta.

Facijesna asocijacija C ("Offshore - transition" facijesi

Facijes C1 – 5–20 cm debeli, normalno graduirani slojevi tempestita. Slojevi sadrže planarno paralelnu stratifikaciju s asimetričnim kombiniranim riplovima na vrhu. Taloženi su između baze valova koji nastaju tijekom normalnog vremena i baze valova koji nastaju za vrijeme oluja. *Postanak:* nastali su taloženjem iz strujno-oscilacijskih tokova generiranih povremenim olujnim valovima.

Facijes C2 – 2–5 cm tanki slojevi undulatorne površine izgrađeni od asimetričnih riplova amplitude od 1-2 cm i valne dužine od 5 do 10 cm. Taloženi su između baze valova koji nastaju tijekom normalnog vremena i baze valova koji nastaju za vrijeme oluja. *Postanak:* nastali su taloženjem iz strujno-oscilacijskih tokova generiranih povremenim olujnim valovima.

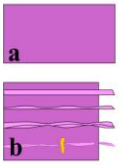
Facijes C3 – 10–30 cm debeli, normalno graduirani slojevi tempestita. Slojevi sadrže brežuljkasto kosu laminaciju s asimetričnim kombiniranim riplovima na vrhu. Taloženi su između baze valova koji nastaju tijekom normalnog vremena i baze valova koji nastaju za vrijeme oluja. *Postanak:* nastali su taloženjem iz tokova generiranih povremenim olujnim valovima.



Facijes C4 – *"background"* kalklutititilutiti (madstoni) sa siltnim ravnim laminama i tankim (1–2 cm) slojevima normalno graduiranog siltita i vrlo sitnog pješčenjaka blago erozijskih baza. Neki vrlo sitnozrnasti pješčenjaci se nalaze u obliku leća s naznakama *"pinch & swell"* laminacije. Vertikalni razmak između lamina i proslojaka je od nekoliko pa do više od tridesetak centimetara i obično su deformirani i isprekidani bušačima. *Postanak:* slojevi lutita su nastali taloženjem iz hemipelagičke suspenzije tijekom "mirnih" uvjeta koji su bili praćeni rasprostranjenom biološkom aktivnošću (bušači). Rijetki "upadi" silta i vrlo sitnozrnastog pijeska mogu se pripisati turbiditnim tokovima koji su nastali za vrijeme "minornih" sezonskih oluja. Lećasti pješčani slojevi vjerojatno predstavljaju male "izgladnjele" riplove nastale djelovanjem valova ili kretanjem plimskih struja.

Sl.30 Legenda za logove NOV1 i NOV4. ***Nastavak na sljedećoj stranici!***

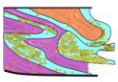
Facijesna asocijacija D ("Offshore" facijesi)



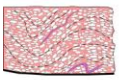
Facijes D1 – Masivni *"background"* slojevi kalklutitilutita (madstona) debljine 10-300 cm sa sporadičnim ihno tragovima **(a).** Većina slojeva sadrži ravne lamine i tanke (1–2 cm) slojeve normalno graduiranog siltita i vrlo sitnog pješčenjaka blago erozijskih baza. Neki vrlo sitnozrnasti pješčenjaci se nalaze u obliku leća s naznakama *"pinch & swell"* laminacije. Vertikalni razmak između lamina i proslojaka je od nekoliko cm pa do 100 centimetara i obično su deformirani i isprekidani bušačima **(b)**. *Postanak:* slojevi lutita su nastali taloženjem iz hemipelagičke suspenzije tijekom "mirnih" uvjeta. Rijetki "upadi" silta i vrlo sitnozrnastog pijeska mogu se pripisati turbiditnim tokovima koji su nastali za vrijeme "minornih" sezonskih oluja. Lećasti pješčani slojevi vjerojatno predstavljaju male "izgladnjele" riplove nastale djelovanjem valova ili kretanjem plimskih struja.

Facijes D2 – Masivni *"background"* slojevi laporovitog kalklutitilutita (madstona) debljine 2-10 cm. *Postanak:* slojevi su nastali taloženjem iz hemipelagičke suspenzije tijekom "mirnih" uvjeta.

Facijesna asocijacija E (pretaloženi sedimenti)



Facijes E1 – "Slumpirani" (plastično deformirani) heterolitski slojevi obalnog lica ("shoreface") i prijelazne zone obično nađeni unutarneporemećenih naslaga odobalja ("offshore" zone). *Postanak:* nestabilnost u gornjem dijelu šelfa uzrokovala je pokretanje paketa naslaga obalne zone i/ili prijelazne zone i njihovu plastičnu deformaciju. Položaj osi bora unutar slampiranih paketa ukazuju na sjeveroistočni i sjeverni smjer "slumpiranja".

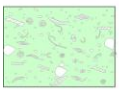


Facijes E2 – Paketi naslaga šljunčanih plaža ("beachface") nađeni unutar naslaga odobalja ("offshore zone"). Paketi su velikim dijelom sačuvali svoju koheretnost, tek mjestimice se vide unutrašnji tragovi deformacija nastalih istiskivanjem vode. *Postanak:* pokretanja djelomično litificiranih dijelova relativno strmog obalnog lica vjerojatno inicirano potresima valovima nastalih kretanjima "rastuće antiklinale"

Facijes E3 – Paketi resedimentiranih naslaga čije značajke predstavljaju prijelaz iz "slumpiranih" naslaga u kohezivne debrite. Unutar konglomerata sa velikom matriksnom potporom nalaze se deformirani blokovi naslaga obalnog lica i prijelazne zone. *Postanak:* nestabilnost u gornjem dijelu šelfa uzrokovala je pokretanje paketa naslaga obalne zone i/ili prijelazne zone i njihovu plastičnu deformaciju. Povećanjem učešća vode manje kompaktni dijelovi "slumpa" poprimaju značajke kohezivnih debritnih tokova koji su zbog svoje relativno velike gustoće mogli nositi kompaktne dijelove "slumpa".

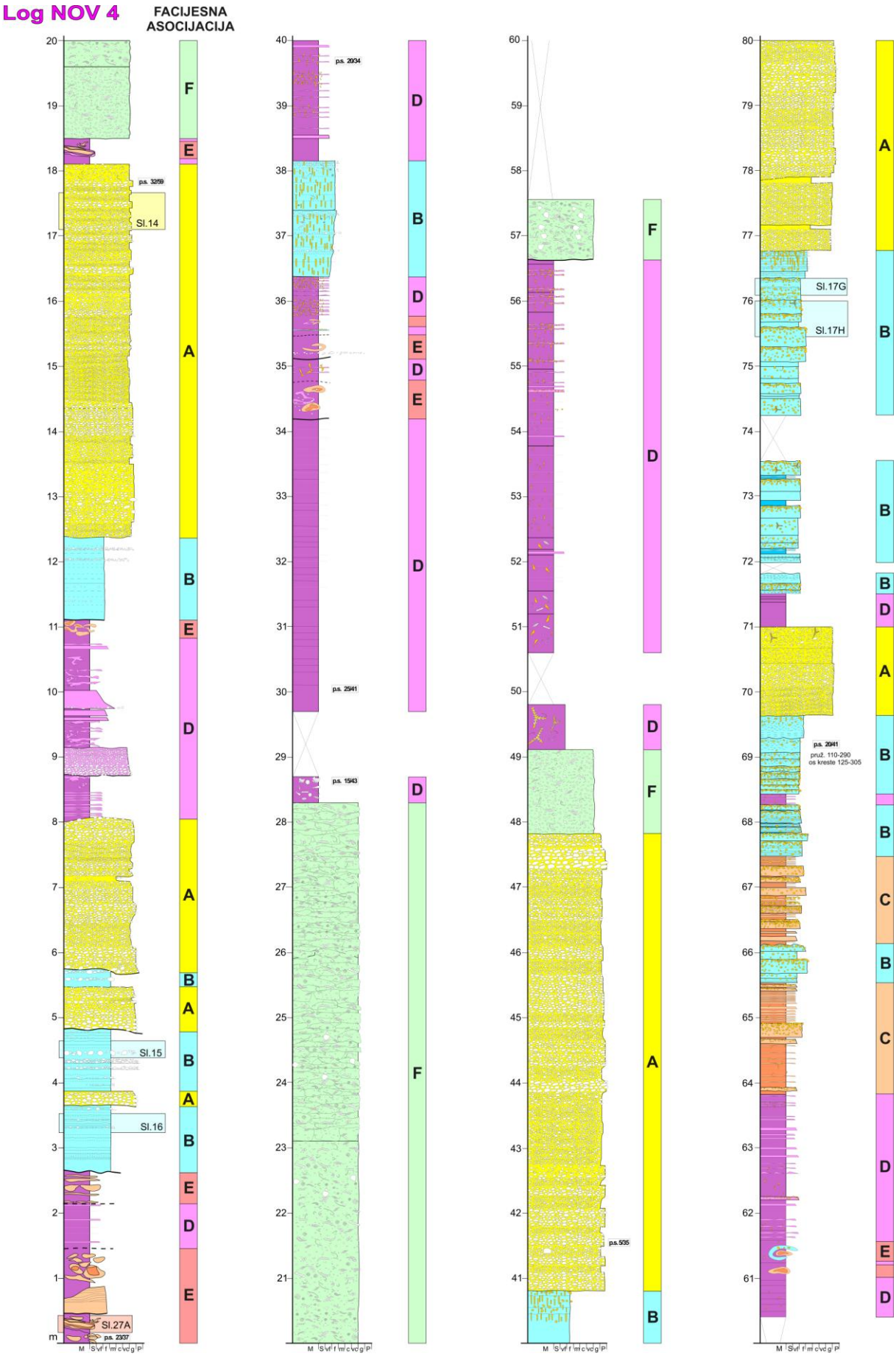
Facijes E4 – Masivni, 20 do 100 cm debeli pločasti do lećasti konglomerati izgrađeni od dobro zaobljenih klasta većinom veličine "pebbla" u matriksnoj potpori nađeni unutar sedimenata odobalja. *Postanak:* kohezivni debritni tokovi nastali resedimentacijom naslaga šljunčanih plaža i plićeg šelfa. Vjerojatno je proces resedimetacije počeo klizanjem i "slumpiranjem".

Facijesna asocijacija F (vapnenci mikro-karbonatne platforme)

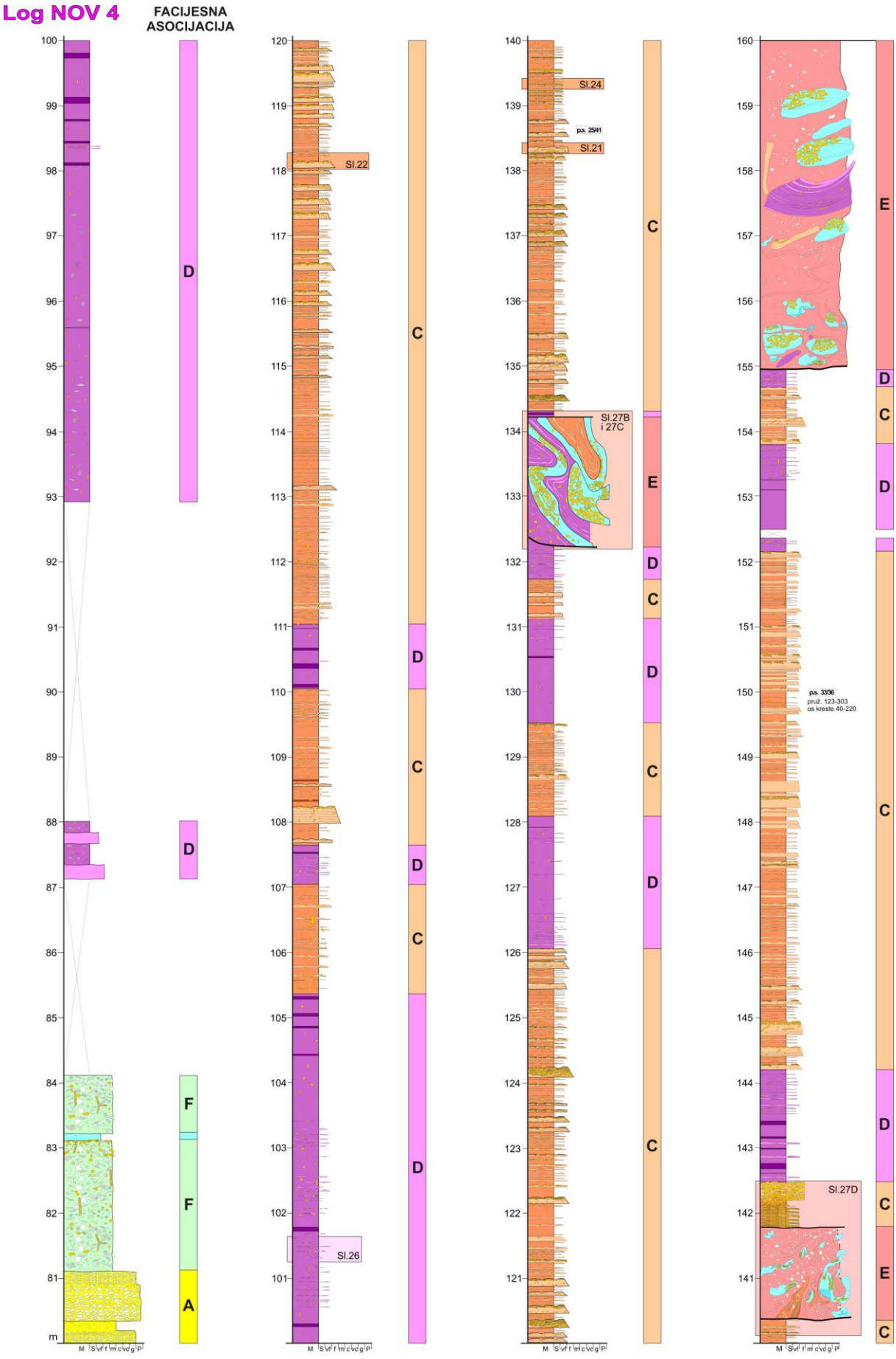


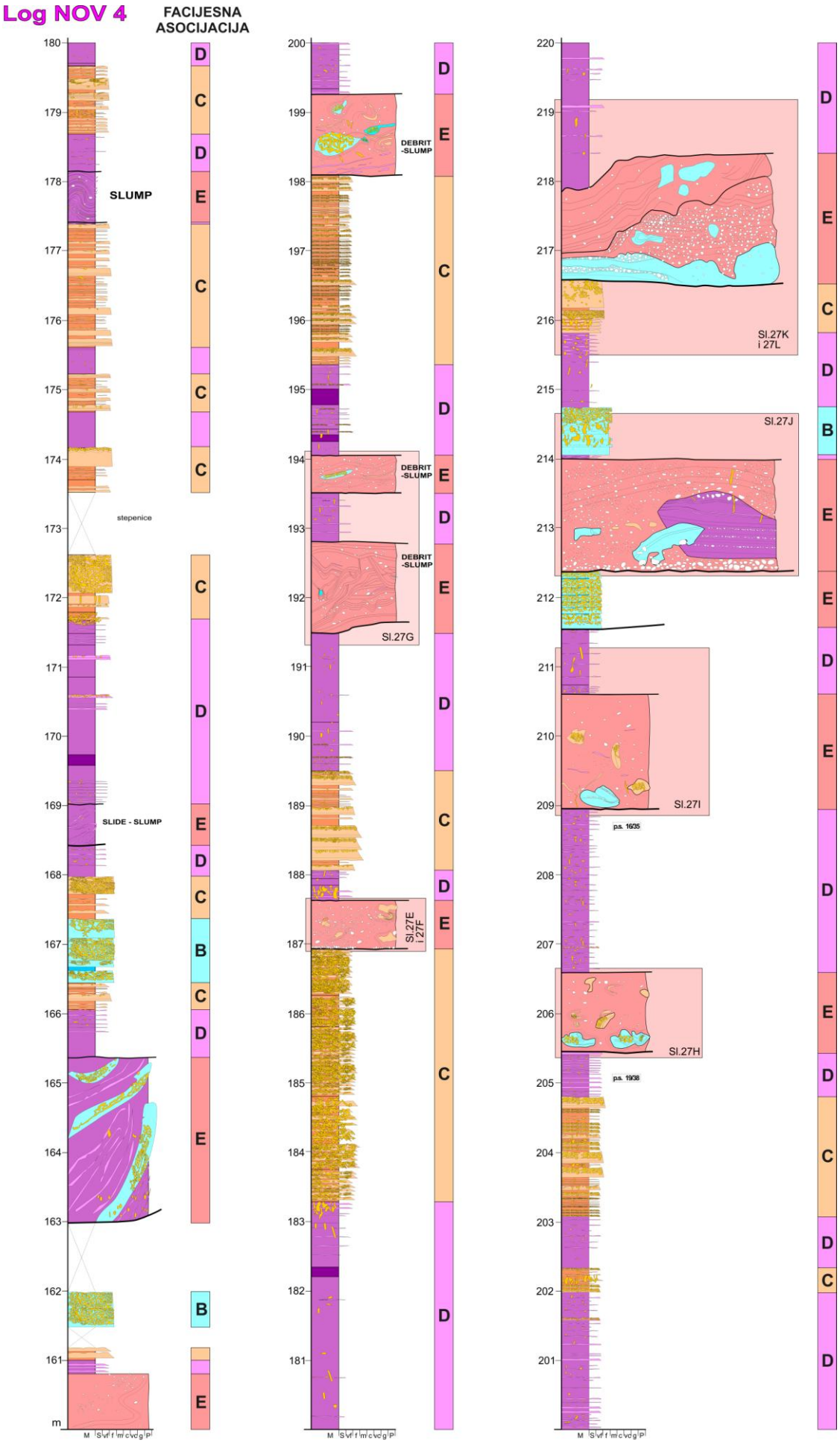
Facijes F1 – Masivni vapnenci tipa packstone. Sastoje se od brojnih krhotina školjaka, bodljikaša, puževa, ostrakoda, crvenih i zelenih algi, cijelih ili djelomično sačuvanih koralja samaca, foraminifera kao što su Numulites, Asterigerine, Orbitolitesi, Miliolide, tektstularije, pelgaičke foraminifere. Bioklasti su slabo zaobljeni i nesortirani. Uz mikrit mjestimično se kao vezivo pojavljujje mikrosparit. *Postanak:* packstoni predstavljaju vapnence mini-karbonatne platforme koje su se formirale na plitko potopljenoj "rastućoj novigradskoj antiklinali" (slijepom reversu) u uvjetima kada je relativno dizanje razine mora bilo u ravnoteži sa produkcijom "karbonatne tvornice".

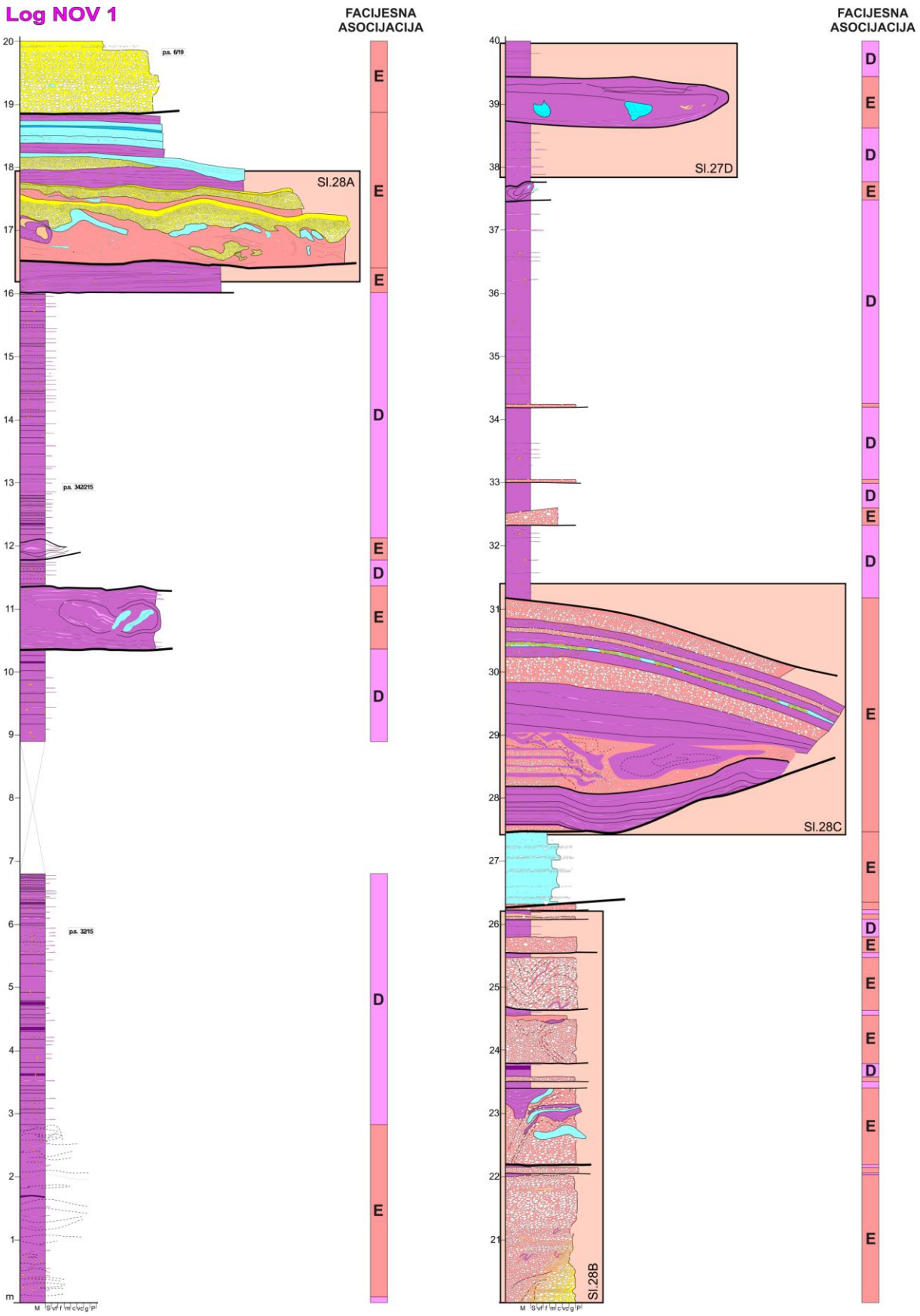
Facijes F2– Masivni, gomoljasti, vapnenci tipa packstone. Po fosilnom sadražaju i ostalim značajkma identični vapnencima facijesa F1. Gomoljasta građa se može pripisati snažnoj bioturbaciji.



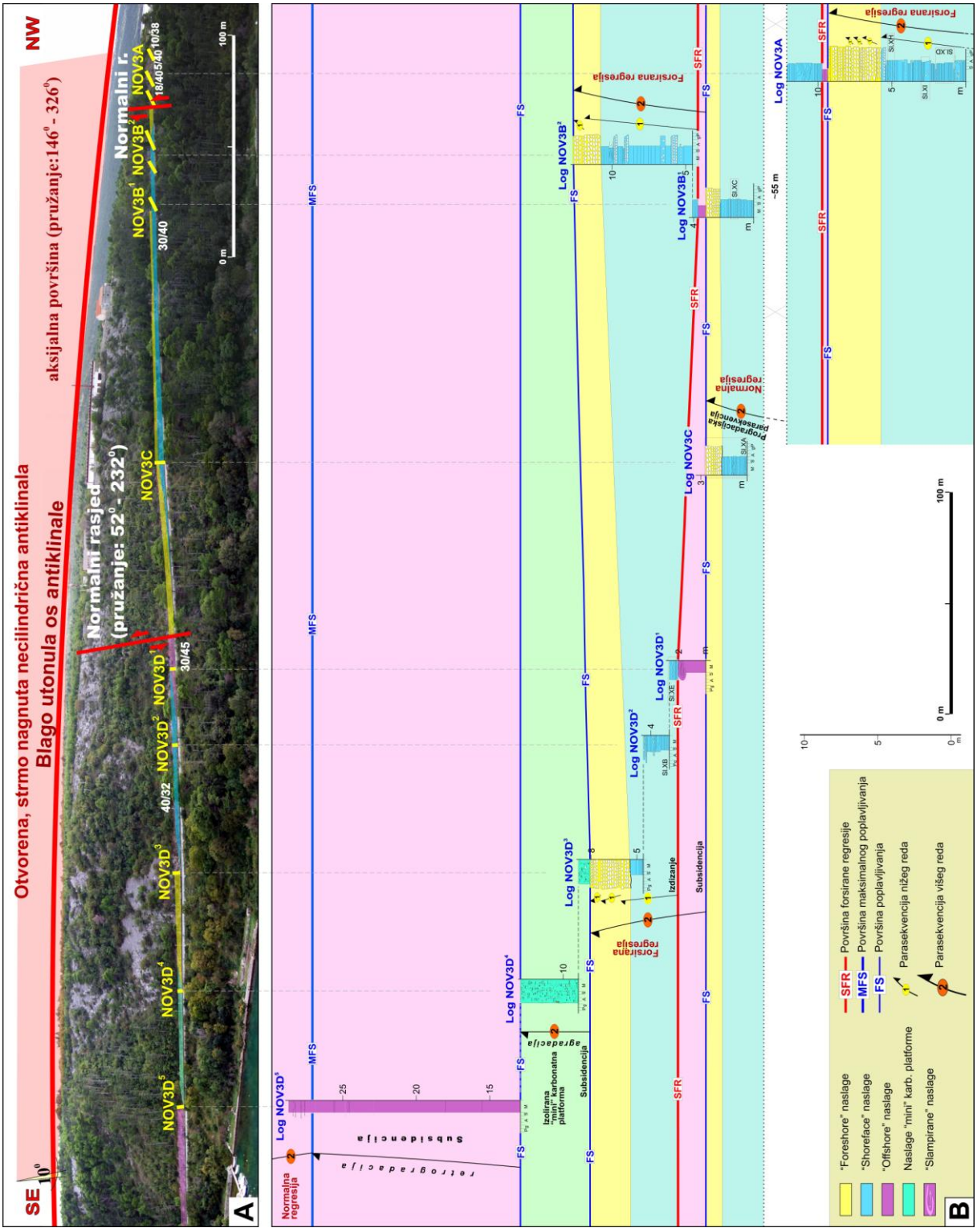
Sl.31 Log NOVIGRAD 4. *Nastavak na sljedećim stranicama.*


Log NOV 4
FACIJESNA ASOCIJACIJA
Sl.22
Sl.24
p.s. 2541
Sl.21
Sl.27B i 27C
Sl.26
p.s. 3306
pruž. 123-303
os kreste 40-220
Sl.27D
M
S
vf
f
m
c
vc
g
P


Log NOV 4
FACIJESNA ASOCIJACIJA
SLUMP
stepenice
SLIDE - SLUMP
DEBRIT -SLUMP
DEBRIT -SLUMP
DEBRIT -SLUMP
Sl.27G
Sl.27E i 27F
Sl.27K i 27L
Sl.27J
Sl.27I
p.s. 1935
Sl.27H
p.s. 1938
m
M S Vf f m c Vc g P



Sl. 32 Log NOVIGRAD 1.



Sl. 33 Log NOVIGRAD 3.

9. INTERPRETACIJA TALOŽNOG PROSTORA

Naslage litostratigrafske jedinice Novigrad pokazuju veliku vertikalnu i lateralnu raznolikost. Na formiranje Novigradskog taložnog prostora, kao uostalom na sve dijelove Prominskog taložnog prostora tektonski procesi su imali krucijalnu ulogu. Već krajem srednjeg eocena kopnena izdignuća i podmorski hrptovi koji su odraz "slijepih reversnih rasjeda" su dovoljno uzdignuti da dijele Prominski bazen u seriju uskih izduženih bazena (sinklinalna korita) koja su bila više ili manje međusobno povezana. Aktivnost "rastućih antiklinala" kao i kompresijsko sažimanje Dinarskog orogena stvara uvjete za vrlo brze, kako vertikalne tako i lateralne promjene facijesa, odnosno formiranje različitih tipova okoliša što je jedna od glavnih značajki Prominskih naslaga (MRINJEK et al., 2010a, 2010b, 2011; VLAHOVIĆ, et al., 2012).

Jedna takva "rastuća antiklinala" formirana je u području Novigrada (Novigradska brahiantiklinala) na što, između ostalog ukazuju pojave boksita na granici foraminiferskih vapnenaca i Prominskih naslaga koje ovdje započinju relativno debelim slijedom (oko 110 m) vapnenaca, odnosno mini-karbonatnom platformom. Takvih pojava vapnenaca (ukupno četiri), doduše neusporedivo tanjih, je zabilježeno unutar donjeg dijela slijeda Novigradskih naslaga (vidi log NOV4).

Novigradske naslage se nalaze na sjeveroistočnom krilu antiklinale. Naime, zbog rotacijskog kretanja temeljne navlake koje se nastavilo i u posttaložnoj fazi (miocen i kasnije) mlađe naslage vanjskog i središnjeg dijela bazena su bile izdignute i erodirane u odnosu na naslage unutarnjeg dijela bazena (PENCINGER, 2012) tako da danas na jugozapadnom krilu antiklinale nalazimo samo starije naslage.

Značajke facijesa, vertikalni i lateralni raspored facijesa i facijesnih asocijacija ukazuju da je glavno izvorište materijala Novigradskih naslaga bila "rastuća" Novigradska antiklinala. Njeno sjeveroistočno krilo je predstavljalo rampu što se vidi u rasponu facijesnih asocijacija od šljunčanih plaža do dubljeg dijela rampe, odnosno odobalja. Normalno rasjedanje koje je očito bilo prisutno duž sjeveroistočnog krila uzrokovalo je u smjeru sjevera i sjeveroistoka distalnu redistribuciju velikog dijela sedimenata obale i obalnog lica putem klizanja (*slampiranja*) i kohezivnim debritnim tokovima (vidi log NOV4 i NOV1).

10. POPIS LITERATURE

1. Babić, LJ., Zupanič, J. (1983): Progradacijski sljedovi u paleogenskom klastičnom bazenu vanjskih Dinarida, od sjeverne Dalmacije do zapadne Hercegovine, Razred za prirodne znanosti JAZU, knjiga 24, str. 319-348, Zagreb.

2. Babić, Lj. & Zupanič, J. (1988): Coarse-grained alluvium in the Paleogene of northern Dalmatia (Croatia, Yugoslavia).– Rad JAZU, 441 (23), 139–164, Zagreb.

3. Babić, Lj. & Zupanič, J. (1990): Progradacijski sljedovi u paleogenskom klastičnom bazenu Vanjskih Dinarida, od sjeverne Dalmacije do zapadne Hercegovine.– Rad JAZU, 449(24), 319–343, Zagreb.

4. Bourgeois, J. & Leithold, E. (1984): Wave-worked conglomerates -depositional processes and criteria for recognition.− U: Koster, E.H. & Steel, R.J. (ur.): Sedimentology of Gravels and Conglomerates. Canadian Society of Petroleum Geologists, Memoir 10, 331–343.

5. De Celles, P. G. & Giles, K. A. (1996): Foreland basin systems, Basin research 8, str. 105-123, Blackwell science ltd.

6. Grimani, I., Šikić, A. & Šimunić, A. (1975): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. List Knin.− Inst. geol. istraž. Zagreb, Savezni geol. zavod, Beograd.

7. Ivanović, A., Sakač, K., Marković, S., Sokač, B., Šušnjar, M., Nikler, L. & Šušnjara, A. (1973): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, list Obrovac, Institut za geološka istraživanja Zagreb (1962–1967), Savezni geološki zavod, Beograd.

8. Ivanović, A., Marković, S., Sakač, K. & Sikirica, V. (1977): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, list Drniš, Institut za geološka istraživanja Zagreb (1962–1967), Savezni geološki zavod, Beograd.

9. Leithold, E. L. & Bourgeois, J. (1984): Characteristics of coarse-grained sequences deposited in nearshore, wave-dominated environments–examples from the Miocene of south-west Oregon. Sedimentology 31, 749-775.

10. Mamužić, P. (1975): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. List Šibenik.− Inst. geol. istraž. Zagreb, Savezni geol. zavod, Beograd.

11. Mrinjek, E: (1993a): Conglomerate fabric and paleocurrent measurment in the braided fluvial system of the Promina beds in northern Dalmatia (Croatia), Geologia Croatica 46/1, str. 125-136, Zagreb.

12. Mrinjek, E. (1993b): Sedimentology and depositional setting of alluvial Promina beds in northern Dalmatia (Croatia), Geologia Croatica, 46/2, str. 243-261, Zagreb.

13. Mrinjek, E. (1994): Internal architecture of alluvial Promina Beds in northern Dalmatia, Croatia.– Acta geol., 24/1–2, 1–36.

14. Mrinjek, E., Pencinger, V. & Sremac, J. (2007): The stacked shallow coarse-grained mouth-bar type deltas in Promina Formation: a Late Eocene prograding succession in Bribir area, Northern Dalmatia, Croatia.− Abstracts, 25th IAS meeting, Patras, Greece.

15. Mrinjek, E. (2008): The Promina beds in canyon of Krka River and Bribirske Mostine, U: Marjanac, T. (ur.): Guidebook, 5th ProGEO International Symposium, Rab Island, Croatia. Progeo – Croatia, 2008, 37–77, Zagreb.

16. Mrinjek, E., Pencinger, V., Sremac, J. & Lukšić, B. (2005): The Benkovac stone member of the Promina formation: A late eocene succession of storm-dominated shelf deposits, Geologia Croatica, 58/2, str. 163-184, Zagreb.

17. Mrinjek, E. & Pencinger, V. (2008): The Benkovac Stone - a building stone from the Promina Beds: a Late Eoceneheterolithic succession of storm-dominated shelf deposits with highly diverse trace fossils. Guidebook, 5th ProGEO International Symposium, Rab Island, Croatia, 105-125, Progeo - Croatia, Zagreb.

18. Mrinjek, E., Pencinger, V., Matičec, D., Mikša, G., Bergant, S., Velić, I., Velić, J., Prtoljan, B. & Vlahović, I. (2010a): Sedimentology, origin and depositional setting of sandstone beds within the oldest Promina deposits (Middle to Upper Eocene) of Northern Dalmatia, Croatia. U: Horvat, M. (ur.) :Abstracts Book, 4th Croatian Geological Congress, Šibenik, 14-15.10.2010, str. 24-25, Zagreb.

19. Mrinjek, E., Pencinger, V., Matičec, D., Mikša, G., Bergant, S., Velić, I., Velić, J., Prtoljan, B. & Vlahović, I. (2010b): Carbonate olistoliths and megabeds within Middle to Upper Eocene Promina deposits: a sedimentary response to thrusting and foldgrowth an the Dinaric foreland basin. U: Horvat, M (ur.) :Abstracts Book, 4th Croatian Geological Congress, Šibenik, 14-15.10.2010, str. 26-27, Zagreb.

20. Mrinjek, E., Pencinger, V., Nemec, W., Vlahović, 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.

21. Mutti, E., Bernoulli, D., Lucchi, F.R. & Tinterri, R. (2009): Turbidites and turbidity currents from Alpine "flysch" to the exploration of continental margins, Sedimentology, 56, str. 267-318.

22. Nikler, L. (1982): Značaj i karakteristike smeđih ugljena Dalmacije, Geološki vjesnik 35, str. 181-194.

23. Pencinger, V. (2012): Sedimentološke i stratigrafske značajke Prominskih naslaga sjeverozapadne Dalmacije, Disertacija, RGN fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.

24. Postma, G. & Nemec, W. (1990): Regressive and transgressive sequences in a raised Holocene gravelly beach, southwestern Crete. Sedimentology 37, 907-920.

25. Prtoljan, B., Bergant, S., Krstulović, M., Hajek-Tadesse, V., Mrinjek, E. & Vlahović, I. (2009): Eocene 'flysch' of the Konavle area (SE Croatia) – is it really Eocene and is it really flysch?− Abstracts, 27th IAS Meeting of Alghero, Italy.

26. Sakač, K. (1960): Geološka građa i boksitne pojave područja Novigrad–Obrovac u sjeverozapadnoj Dalmaciji.− Geol. vjesnik, 14, 323–342.

27. Sakač, K. (1969): Analiza eocenskog paleoreljefa i tektonskih zbivanja u području Drniša u Dalmaciji s obzirom na postanak ležišta boksita.− Geol. vjesnik, 23, 163–179.

28. Šikić, D. (1969): O razvoju paleogena i lutetskim pokretima u sjevernoj Dalmaciji - Geološki vjesnik, 22, 309-331.

29. 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, 333–360.

30. Vlahović, I., Mandić, O., Mrinjek,E., Bergant, S., Ćosović, V., de Leeuw, A., Enos, P., Hrvatović, H., Matičec, D., Mikša, G., Nemec, W., Pavelić, D., Pencinger, V., Velić, I. & Vranjković, A. (2012): *Marine to continental depositional systems of Outer Dinarides foreland and intra-montane basins (Eocene-Miocene, Croatia and Bosnia and Herzegovina).* In: Journal of Alpine geology, 54. 29th IAS Meeting of Sedimentology - Schladming, Austria 2012. Field trip guide, 405-470, Beč.