

# Facijesna raznolikost cenomanskih naslaga Jadranske karbonatne platforme; primjer Savudrija, Istra

---

Verk, Helena

Undergraduate thesis / Završni 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:217:454727>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-13**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Geološki odsjek

**Helena Verk**

**Facijesna raznolikost cenomanskih naslaga Jadranske  
karbonatne platforme; primjer Savudrija, Istra**

Seminar III

**Preddiplomski studij Geologija**

Mentor: **prof. dr. sc. Blanka Cvetko Tešović**

Zagreb, 2021.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Geološki odsjek

Seminar III

**Facijesna raznolikost cenomanskih naslaga Jadranske karbonatne platforme; primjer**

**Savudrija, Istra**

**Helena Verk**

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

### **Sažetak:**

Istra pripada sjeverozapadnom dijelu bivše Jadranske karbonatne platforme, jedne od najvećih mezozojskih karbonatnih platformi Perimediteranske regije. Intenzivna postsedimentacijska tektonika tijekom paleogena i neogena uzrokuje kompleksnu građu cijelog područja karbonatne platforme čime se izdvajaju specifični sustavi taloženja s čestim bočnim i vertikalnim varijacijama facijesa unutar nekad homogenog područja. Unutar ovog rada istraživani su i opisani mikrofacijesi na području Savudrije, Istra. Mikroskopskom analizom utvrđeno je pet facijesa/mikrofacijesa gornjokredne starosti taloženi na karbonatnoj platformi. Većinu facijesa karakteriziraju bentičke foraminifere, alge, cijanobakterije i peloidi u različitim omjerima što upućuje da su naslage taložene u plitkomorskim okolišima karbonatne platforme. Prepoznati facijesi/mikrofacijesi mogu se korelirati s formacijom Milna (cenoman) na otoku Braču gdje je prvi put opisan slijed gornjokrednih naslaga.

**Ključne riječi:** Jadranska karbonatna platforma, Savudrija (sjeverna Istra, Hrvatska), cenomanski vapnenci, facijesi/mikrofacijesi

**Rad sadrži:** 30+IV stranica, 19 slika i 53 literaturnih navoda

**Jezik izvornika:** hrvatski

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

**Mentor:** prof. dr. sc. Blanka Cvetko Tešović, PMF, Zagreb

**Ocjenjivači:** prof. dr. sc. Blanka Cvetko Tešović, PMF, Zagreb

prof. dr. sc. Marijan Kovačić, PMF, Zagreb

prof. dr. sc. Damir Bucković, PMF, Zagreb

**Datum završnog ispita:** 21. srpnja, 2021.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Department of Geology

### Seminar III

#### **Facies variability of Cenomanian deposits of the Adriatic carbonate platform; example Savudrija, Istria**

**Helena Verk**

**Thesis completed in:** Department of Geology and Paleontology, Horvatovac 102a, Zagreb

#### **Abstract:**

Istria belongs to the northwestern part of the former Adriatic Carbonate Platform (AdCP), one of the largest Mesozoic carbonate platforms of the Perimediterranean region. Intensive post-depositional tectonics during Paleocene and Eocene causes a complex structure of the entire carbonate platform. Specific deposition systems characterised by frequent lateral and vertical variations of facies were established within a formerly homogeneous area. Within this paper, microfacies in the area of Savudrija, Istria were investigated and described. Microscopic analysis revealed five upper Cretaceous facies/microfacies deposited on the carbonate platform. Most facies are characterized by benthic foraminifera, algae, cyanobacteria, and peloids in varying proportions suggesting that deposits are deposited in the shallow marine environments of the carbonate platform. The identified facies/microfacies can be correlated with the Milna (Cenomanian) formation on the island of Brač, where the sequence of Upper Cretaceous deposits was first described.

**Keywords:** Adriatic Carbonate Platform, Savudrija (western Istria, Croatia), Cenomanian limestones, facies/microfacies

**Seminar contains:** 30+IV pages, 19 figures and 53 references

**Original in:** Croatian

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

**Supervisor:** Blanka Cvetko Tešović, Ph.D. Full Professor, PMF, Zagreb

**Reviewers:** Blanka Cvetko Tešović, Ph.D. Full Professor, PMF, Zagreb

Marijan Kovačić, Ph.D. Full Professor, PMF, Zagreb

Damir Bucković, Ph.D. Full Professor, PMF, Zagreb

**Date of the final exam:** July 21, 2021

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA .....	2
2.1 Jadranska karbonatna platforma .....	2
2.2 Istra.....	6
3. GEOLOŠKA GRAĐA ISTRE.....	7
3.1 Regresivna megasekvencu bat – donji kimeridž.....	8
3.2 Transgresivno-regresivna megasekvencu gornji titon – gornji apt .....	9
3.3 Transgresivno-regresivna megasekvencu gornji alb-donji kampan .....	10
3.4 Stratigrafski slijed naslaga paleocen-eocen .....	12
4. MATERIJALI I METODE.....	14
4.1 Terenski rad.....	14
4.2 Kabinetski rad.....	16
5. REZULTATI.....	18
6. RASPRAVA.....	22
7. ZAKLJUČAK.....	24
8. LITERATURA.....	25

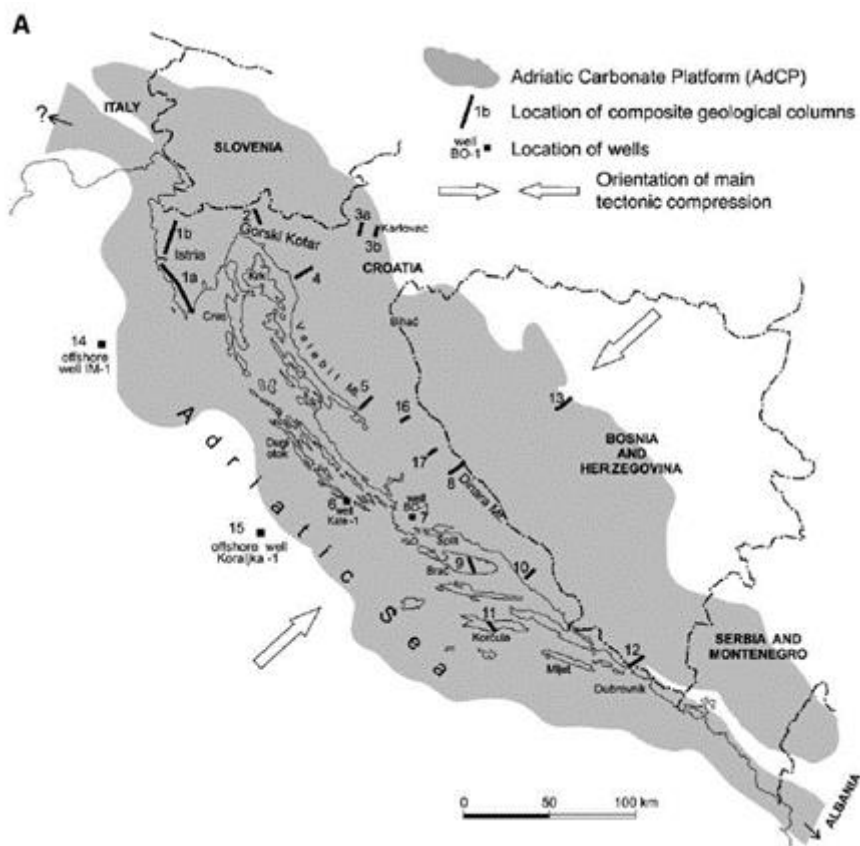
## 1. UVOD

Cilj ovog seminarskog rada je dati pregled facijesnih/mikrofacijesnih karakteristika gornjokrednih naslaga Jadranske karbonatne platforme (AdCP, *Adriatic Carbonate Platform*) na primjeru naslaga koje danas izdanjuju na istraživanom području Savudrije u Istri. U radu je iznesen kratak pregled dosadašnjih istraživanja i saznanja o facijesima taloženim na AdCP te na području Istre. Opisana su tektonska i strukturna obilježja, paleogeografija te stratigrafske i sedimentološke (facijesne) karakteristike naslaga promatranog područja. Terenskim te kasnije kabinetskim radom i analizom istraženi su gornjokredni preparati iz prikupljenih uzoraka u okviru projekta HRZZ (*Western Istrian Anticline as an ideal natural laboratory for the study of the regional unconformities in carbonate rocks*) (WIANLab, voditelj prof. dr. sc. Goran Durn). Uzorke su izdvojile i pripremile prof. dr. sc. Blanka Cvetko Tešović i dr. sc. Maja Martinuš. Mikroskopskom analizom četrnaest preparata napravljenih iz uzoraka istraživanih gornjokrednih vapnenačkih naslaga određena su facijesna obilježja naslaga područja Savudrije.

## 2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

### 2.1 Jadranska karbonatna platforma

Jadranska karbonatna platforma (AdCP) jedna je od najvećih mezozojskih karbonatnih platformi u Perimediteranskoj regiji, veličine 800×200 km. Dijelovi ove karbonatne platforme danas izdanjuju na području Italije, Slovenije, Hrvatske, Bosne i Hercegovine, Srbije, Crne Gore i Albanije (VLAHOVIĆ et al.,2005) (Slika 1). Jadranska karbonatna platforma karbonatni je slijed mezozojskih naslaga Vanjskih Dinarida koje su taložene u plitkom, toplom moru. Od srednjeg perma istaložen je slijed preko 8 km debelih naslaga uz povremene prekide sve do emerzije na granici krede i paleogena (VLAHOVIĆ et al., 2005).

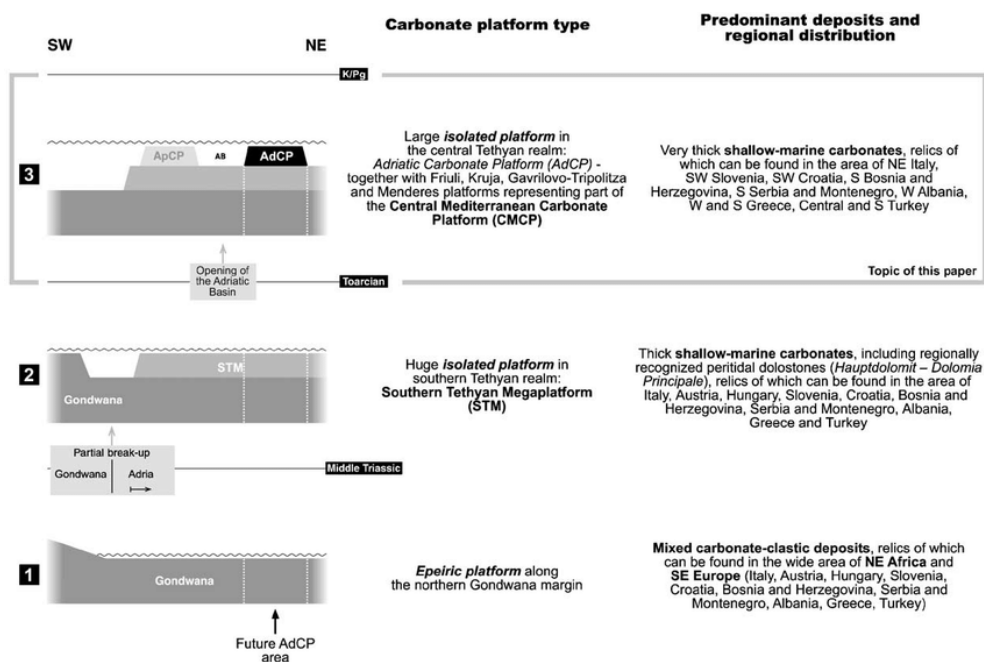


Slika 1. Današnji položaj naslaga nekadašnje Jadranske karbonatne platforme (preuzeto iz VLAHOVIĆ et al., 2005).

Razdoblje prije odvajanja AdCP dijelimo u tri sekvence (VLAHOVIĆ et al., 2005;

Slika 2):

- 1) Najstarija sekvencija taložena u razdoblju od gornjeg karbona do srednjeg perma dio je variscičke podloge (PAMIĆ et al., 1998; VELIĆ et al., 2002a). Siliciklastične naslage s rijetkim ulošcima vapnenaca karakteristične su za karbon, tijekom donjeg perma talože se klastično-karbonatne naslage, a granicu donjeg i srednjeg perma karakteriziraju klastične naslage u kontinuitetu.
- 2) Od srednjeg perma do srednjeg trijasa talože se karbonati te siliciklastične šelfne naslage na epiričkoj karbonatnoj platformi sjevernog ruba Gondwane. Na granici srednjeg i gornjeg trijasa dolazi do dužeg razdoblja prekida taloženja, tj. emerzije što nam dokazuje pojava boksita na području južne Slovenije, sjeveroistočnog Velebita te Crne Gore. Tijekom srednjeg trijasa dolazi do odvajanja Jadranske mikroploče od Gondvane zbog kontinentalnog riftovanja popraćenog vulkanizmom (CHANELL et al., 1979; PAMIĆ et al., 1998).
- 3) Treća sekvenca obilježena je daljnjim odvajanjem Adrije čime dolazi do ekstenzije cijelog područja te nastanka seta dubokih normalnih rasjeda. Tijekom srednjeg i gornjeg trijasa nastavlja se plitkomorsko taloženje, a karakteristične su debele naslage karbonata, uključujući gornjotrijaske hauptdolomite te donjojurske lithiotidne vapnenice. Jadranska karbonatna platforma jedan je dio fragmentirane Jadranske mikroploče.



Slika 2. Shematski prikaz događaja prije nastanka Jadranske karbonatne platforme (AdCP): preuzeto iz VLAHOVIĆ et al., 2005).



U starijem trijasu taloženje se još uvijek odvija na plitkovodnom platformnom prostoru sjevernog ruba Gondvane. Prevladavajuće se odvijalo taloženje siliciklastita, a manjim dijelom i karbonata. U srednjem trijasu dolazi do izrazite diferencijacije okoliša zbog tektonskih pokreta te taloženja nekoliko različitih facijesa. Na prostoru danjašnje Like i Velebita razvijen je tipičan facijes plitkomorskih vapnenaca i dolomita, tj. diplopornih vapnenaca. Osim toga, pojavljuju se facijes crvenih cefalopodnih vapnenaca s mnogobrojnim amonitima, vulkanogeno sedimentni facijes te klastično karbonatni facijes građen od pješčenjaka i glina u izmjeni s dolomitima i vapnencima. Vulkanogeno sedimentni facijes javlja se unutar anizičko–ladiničkih plitkomorskih vapnenaca i dolomita, a ukazuje na riftnu tektoniku (JELASKA et al., 2003) te pratećeg bazaltnog magmatizma (BELAK, 2000). Ovaj facijes izgrađuju dubljevodne naslage fliša uglavnom od fragmenata efuzivnih stijena, na njima leže pločasti vapnenci s rožnjacima, a zatim tufovi („pietra verde“) u izmjeni s rožnjacima i pločastim vapnencima koji su često silicificirani i dolomitizirani. Tijekom srednjeg trijasa dolazi do izdizanja taložnog prostora te emerzije, a na nekim dijelovima tog emergiranog prostora došlo je do taloženja i/ili erozije u kopnenim uvjetima te pojave karničkih boksita. Postupna transgresija tijekom gornjeg karnika–norika obilježena je nastankom breča i konglomerata. Tijekom norika i reta dolazi do početka taloženja plitkovodnih karbonatnih naslaga na platformi (GUŠIĆ & JELASKA, 1993; JELASKA, 2003), tzv. Hauptdolomita.

Tijekom jure karakteristično je taloženje karbonata u plitkovodnim platformnim uvjetima. U donjoj juri na zapadnom dijelu Jadranske karbonatne platforme dolazi do nastanka lagune koja je izolirana od utjecaja otvorenog mora te se u tim uvjetima talože „mrljasti“ vapnenci (izuzetno bioturbirani madstoni-bioklastični vekstoni) koji su povezani s oceanskim anoksičnim događajem (OAE – JONES & JENKYNS, 2001). U isto vrijeme na sjeverozapadnom dijelu platforme dolazi do emerzije i okopnjavanja. Nakon OAE na zapadu dolazi do uspostavljanja plitkomorskih uvjeta te taloženja lagunskih facijesa, ooidnih i bioklastičnih vapnenaca do početka gornje jure. Gornja jura obilježena je izmjenom zapadnog i središnjeg dijela AdCP zbog sinsedimentacijske tektonike. Za gornju su juru karakteristična tri tipa vapnenačkih slijedova: slijed plitkomorskih platformnih vapnenaca, slijed plitkomorskih platformnih vapnenaca na kojima leže dubokovodni vapnenci („Lemeš naslage“) te slijed plitkomorskih platformnih vapnenaca prekinutih emerzijom. Tijekom srednjeg–gornjeg kimerida dolazi do blokovskog rasjedanja i tonjenja dijela platforme te je time središnji dio AdCP dobio izravnu vezu s otvorenim morem. Tijekom mlađeg titona

dolazi do postupnog zatrpavanja dubokovodnog korita te se krajem gornje jure i donje krede ponovo uspostavljaju plitkomorski uvjeti taloženja (VELIĆ et al., 2002b; TIŠLJAR et al., 2002, 2005).

Prijelazom iz jure u kredu mjestimično dolazi do kratkotrajne emerzije na središnjem dijelu AdCP što nam dokazuju mjestimične pojave boksita u zapadnoj i južnoj Hrvatskoj, zapadnoj Bosni te u dijelovima Crne Gore (VELIĆ et al., 2002a). Na nekim je područjima taj prijelaz obilježen debelim naslagama kasnodijagenetskih dolomita s reliktima ranodijagenetskih dolomita. Donjokredne naslage taložene su u plitkomorskim uvjetima s brojnim ciklusima oplićavanja i kratkotrajnih emerzija na što nam ukazuju otisci dinosaura u berijasu, otrivu, baremu i albu Istre (DALLA VECCHIA & TARLAO, 1995; DALLA VECCHIA et al., 2000, 2002). U baremu dolazi do izmjene taloženja stromatolita i zrnatih litotipova, a na granici apt–alb do regionalne emerzije (VELIĆ et al., 1989; VLAHOVIĆ et al., 2005). Naslage alba uglavnom su tankouslojene te sadrže desikacijske pukotine, riplove te tragove dinosaura koji dokazuju oplićavanje. Na sjevernoistočnom dijelu ruba platforme ponegdje dolazi do razvoja barijernih koraljno-hidrozojskih grebena (TURNŠEK & BUSER, 1974; BUSER, 1987; TURNŠEK, 1997). Na prijelazu iz donje u gornju kredu na većem dijelu platforme dolazi do taloženja debelih naslaga kasnodijagenetskih dolomita unutar rekristaliziranih vapnenaca sa reliktima ranodijagenetskih dolomita i intraformacijskih breča (VLAHOVIĆ et al., 2002, 2005). AdCP je tijekom cenomana prekrivena plitkim morem te povremeno dolazi do emerzije. Česti su laminirani facijesi te pojava olujnih sedimenata. Krajem cenomana dolazi do diferencijacije platforme čiji su neki dijelovi potonuli te formirali intraplatformske jarke što dovodi do globalnog rasta morske razine. Podizanjem morske razine dolazi do povećanja donosa materijala što koreliramo s oceanskim anoksičnim događajem na granici cenoman–turon (OAE 2 – JONES & JENKYN, 2001). Tijekom turona, konijaka i donjeg santona nastavlja se pelagičko taloženje dok tijekom santona dolazi do izdizanja velikog dijela platforme. Krajem santona morska razina ponovno raste te time dolazi do daljnje diferencijacije taložnih okoliša. Sediment donesen s rubnih dijelova platforme taloži se u novo formiranim intraplatformnim jarcima (GUŠIĆ & JELASKA, 1990) koji bivaju zatrpani krajem kampana. Prijelaz mastriht–paleogen karakteriziraju ponovni plitkomorski uvjeti taloženja s regresivnim karakteristikama.

## 2.2 Istra

Geološka istraživanja Istre traju više od tri desetljeća te je s toga i literatura o geološkoj građi poprilično bogata. Najbolji izvor informacija dakako su karte i tumači listova Osnovne geološke karte. Područje Istre opisano je u šest tumača OGK, a to su: Pula (POLŠAK, 1970), Cres (MAGAŠ, 1973), Rovinj (POLŠAK & ŠIKIĆ, 1973), Labin (ŠIKIĆ & POLŠAK, 1973), Trst (PLENIČAR et al., 1973) i Ilirska Bistrica (ŠIKIĆ & PLENIČAR, 1975). U tumačima detaljno je opisana stratigrafija, tektonika, mineralne sirovine, povijest stvaranja terena te podatke o prijašnjim istraživanjima i literaturi. Tijekom istraživanja za OGK napisani su bitni radovi poput onih o stratigrafiji Istre od POLŠAK (1965a, 1965b, 1967). Od sredine šezdesetih do druge polovice osamdesetih godina nije bilo značajnih istraživanja Istarskog prostora, no u sedamdesetima ipak započinju detaljna istraživanja lito- i biofacijesa plitkovodnih karbonata: TIŠLJAR, 1976, 1978a, 1978b; SOKAČ & VELIĆ, 1978; TIŠLJAR & VELIĆ, 1986, 1987.

Održano je nekoliko domaćih i međunarodnih geoloških skupova: 16. europski mikropaleontološki kolokvij (SOKAČ & VELIĆ, 1979), IV regionalni skup IAS-a (TIŠLJAR et al., 1983), V skup sedimentologa Jugoslavije (TIŠLJAR & VELIĆ, 1986), simpozij o evoluciji krške karbonatne platforme u odnosu s drugim periadriatskim karbonatnom platformama (VELIĆ et al., 1989), I hrvatski geološki kongres (Opatija, 1995 – VELIĆ et al., 1995a, b; TIŠLJAR et al., 1995; GABRIĆ et al., 1995), osamdeseti ljetni skup talijanskog geološkog društva (Trst, 2000), VI internacionalni kongres o rudistima (Rovinj, 2002 – KORBAR et al., 2002) te XXII regionalni skup IAS-a (VLAHOVIĆ & TIŠLJAR, 2003).

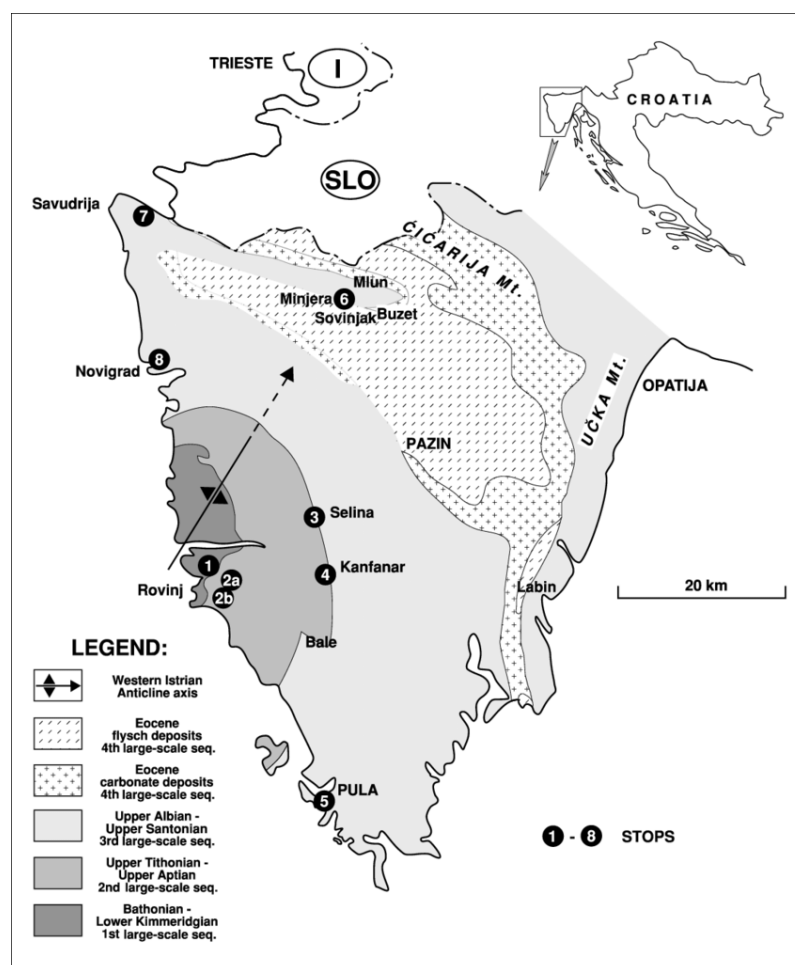
Najnovija istraživanja u Istri započinju polovicom osamdesetih godina u svrhu izrade nove geološke karte Republike Hrvatske 1:50.000. Unutar tih istraživanja objavljeni su radovi u domaćim i inozemnim časopisima: VELIĆ & TIŠLJAR, 1987, 1988; VLAHOVIĆ et al., 1994 te noviji radovi: DALLA VECCHIA et al., 1993, 2000a, 2000b, 2001, 2002; DALLA VECCHIA & TARLAO, 1995; DALLA VECCHIA, 1998; MEZGA & BAJRAKTAREVIĆ, 1999; DURN et al., 2000; MORO & ĆOSOVIĆ, 2000; MEZGA et al., 2003.

Geološkim pogledom na Istru razlikujemo tri područja: jursko-kredno-paleogenski ravnjak juže i zapadne Istre, kredno-paleogenski karbonatno-klastični pojas s ljuskavom građom u istočnoj i sjeveroistočnoj Istri (od Plomina preko Učke u Čičariju) te paleogenski flišni bazen središnje Istre. Svako od tih područja razlikuju i ljudi bez znanja geologije prema boji zemlje koja prekriva određene naslage te ih prema tome nazivaju redom Crvena, Bijela i Siva ili Zelena Istra (BUCKOVIĆ et al., 2003).

### 3. GEOLOŠKA GRAĐA ISTRE

Istra čini sjeverozapadni dio Jadranske karbonatne platforme (AdCP). Izgrađena je uglavnom od plitkomorskih karbonata taloženih u razdoblju od gonjeg dogera do eocena te manjim dijelom od paleogenskih klastita (fliš i vapnenačke breče). Kontinuitet taloženja na istarskom dijelu AdCP povremeno je prekinut dužim kopnenim fazama (emerzijom) koje predstavljaju granice između četiri sedimentacijske cjeline, tj. megasekvence (BUCKOVIĆ et al., 2003) (Slika 3). Cjeline I, II i III taložene su prije kolizije AdCP s kontinentalnom masom Europe dok su naslage cjeline IV taložene nakon dezintegracije AdCP. Izdvojene megasekvence u sljedećim su stratigrafskim razdobljima:

1. bat–donji kimeridž
2. gornji titon–gornji apt
3. gornji alb–donji kampan
4. paleocen–eocen



Slika 3. Površinska rasprostranjenost megasekvenci u Istri (preuzeto iz VLAHOVIĆ & TIŠLJAR, 2003).

Površina Istre velikim je dijelom prekrivena tankim slojem najmlađih, kvartarnih naslaga, a njena današnja građa posljedica je opetovanih tektonskih deformacija pri čemu su najvažnije bile one iz razdoblja krede kada je prostor zapadne Istre oblikovan u prostrani zapadnoistarsku antiklinalu te one iz razdoblja tercijara kada su stvorena flišna korita i navlačne strukture Učke i Ćićarije (VELIĆ et al., 1995).

### **3.1 Regresivna megasekvencu bat–donji kimeridž**

Glavne značajke ove megasekvence su oplićavanje naviše i pokrupnjavanje. Sastavljena je od različitih tipova platformnih vapnenaca, a izdanjuje u zapadnoj Istri između Poreča i Rovinja.

U batu je utvrđena sinsedimentacijska tektonika (MARINČIĆ & MATIČEC, 1991), a kroz bat i kalovij prevladava taloženje u zaštićenim plićacima u plitkom peritajdalu i lagunama. Istaloženi su srednje do debelo uslojeni madstoni i fosiliferni vekstoni poznati kao neformalna Monsena jedinica (VELIĆ & TIŠLJAR, 1988).

Od svih jurskih naslaga, facijesi oksforda površinski su najrasprostranjeniji na području zapadne Istre. U sličnim uvjetima kao Monsena jedinica taloženi su peloidni pekstoni i vekstoni početkom oksforda, a neformalno te naslage nazivamo Lim jedinica koja je izgrađena od debelo slojevitih fosilifernih peloidnih pekstona, rijede grejnstona ili vekstona (VELIĆ & TIŠLJAR, 1988). U razdoblju srednjeg i mlađeg oksforda, u visokoenergetskim plićacima i uz rubove laguna nastaju ooidni i bioklastični pješćani prudovi koji postupno progradiraju (TIŠLJAR & VELIĆ, 1987). Oksfordski facijesi detaljno su proučeni i opisani na poluotoku Muča u Rovinju (VELIĆ & TIŠLJAR, 1987) te su prema tome i dobili neformalan naziv Muča jedinica. Od ostalih jedinica ona se razlikuje po izuzetno velikom udijelu fosilifernog detritusa i ooida, a bitna je značajka ritmična izmjena ili ciklično taloženje tri tipa vapnenca: peloidnih skeletnih vekstona taloženih u vrlo plitkom subtajdalu tijekom niske i vrlo niske energije, ooidnih grejnstona s kosom slojevitošću taloženih na plimnom prudu pod prevladavajućim djelovanjem plimnih struja te ooidnih grejnstona i bioklastičnih radstona od krupnih bioklasta i kortoida taloženih tijekom olujnih valova.

Postupni prijelazi u slijedu jurskih facijesa od Monsena preko Lim u Muča jedinicu ukazuje nam na prijelaz iz taložnog okoliša tipa unutarnje karbonatne rampe u obrubljeni šelf.

Tijekom kimeridža dolazi do regionalne emerzije u čijoj se početnoj fazi na prostoru Istre formiraju tzv. Rovinj-Vrsar regresivne breče izgrađene od neposredne podloge (VELIĆ & TIŠLJAR, 1988). Nakon konačnog okopnjavanja u topografskim udubljenjima

emergiranog reljefa taloži se alumosilikatni materijal donesen eolskim putem. Kasnijom dijagenezom tog materijala nastaju ležišta gornjojurskih boksita.

### **3.2 Transgresivno-regresivna megasekvenca gornji titon–gornji apt**

Naslage ove megasekvence izdanjuju na području od Poreča do Punte Furlan odakle se protežu zapadno od Heraka, Saline, Kanfanara, Bala i Negrina pa do obale od Zlatnog Rta do Barbarige i Velog Brijuna. Litološki prevladavaju različiti tipovi peritajdalnih, peletnih i LLH-stromatolitnih vapnenaca uz pojave emerzijskih breča s glinovitim matriksom, rano- i kasnodijagenetskih dolomita te grejnstona.

U mlađem titonu dolazi do oscilirajuće transgresije te se u obnovljenim plitkovodnim uvjetima peritajdala talože tzv. Kirmenjak vapnenci s tipičnim slijedom oplićavanja naviše. U donjim dijelovima građeni su od *black-pabble* breča/konglomerata s glinovitim matriksom, u srednjem dijelu od madstona, a u vršnom dijelu od fenestralnih madstona koji su više ili manje kasnodijagenetski dolomitizirani. Kirmenjak vapnenci sadrže najbogatiju otkrivenu zajednicu tragova sauropodnih gmazova u ovom dijelu Europe.

Tijekom berijasa i starijeg valendisa taloženi su vapnenci u sub- i intratajdalnim okolišima koji su kasnije većim dijelom kasnodijagenetski dolomitizirani. Ti se vapnenci izmjenjuju sa supratajdalnim ranodijagenetskim dolomitima (Fantazija dolomiti – VELIĆ & TIŠLJAR, 1988). U mlađem valendisu prevladavaju parasekvence oplićavanja, a ponegdje i pokrupnjavanja naviše u dubljem i plićem subtajdalu. Taj se trend nastavlja i tijekom otriva i većeg dijela barema uz pojavu LLH-stromatolita, opetovanom emerzijom i peritajdalnim brečama. U bermskim naslagama Velih Brijuna pronađeni su otisci dinosaura dok su na zapadnoj obali Istre u podmorju pronađeni i dijelovi njihovih kostura. Krajem berma u plitkom subtajdalu-intratajdalu talože se karbonatno-bioklastični grejnstoni prudnih prijesaka s vidljivom kosom slojevitošću.

Na granici barema i apta dolazi do naglog i značajnog produbljanja na području cijele Istre te se naslade talože u uvjetima zaštićenog dubljeg subtajdala i/ili lagune s povremenim manjim pučinskim utjecajem. Na taj su način istaloženi debelo uslojeni onkolitni i bačelinski madstoni i floutstoni s pojedinačnim rekvijenijama koje se iskorištavaju kao arhitektonsko-građevinski kamen, tzv. Istarski žuti. Tijekom gornjeg apta dolazi do ponovnog brzog oplićavanja te potpunog okopnjavanja. Do emerzije dolazi zbog snižavanja relativne morske razine uslijed međudjelovanja eustatičkih promjena i tektonskih pokreta na istarskom

dijelu AdCP. Završetak megasekvence obilježen je taloženjem emerzijskih breča i konglomerata, gline i crnih močvarnih taloga na cijelom području zapadne Istre. Kod Baderne, na baremskim vapnencima su uz emerzijske breče nađeni i boksiti.

### **3.3 Transgresivno-regresivna megasekvencija gornji alb–donji kampan**

Početak mlađeg alba dolazi do postupne, a zatim i potpune transgresije čime su ponovo obnovljeni plitkomorki taložni uvjeti na cijelom području Istre. Ova megasekvencija debljine je više od 1.000m te se unutar nje mogu izdvojiti četiri taložne jedinice sa približno sličnim uvjetima i okolišima taloženja.

Peritajdalni i foreshore taložni sustav tijekom alba prva je izdvojena jedinica, a njen sam početak karakteriziran je oscilirajućom transgresijom koja je sredinom alba ponovo zahvatila cijelo područje Istre. U peritajdalnim i foreshore okolišima talože se velike količine tankoslojenih sitnozrnatih vapnenaca koji su uglavnom dobro sortirani, intraklastično-peloidni pekstoni/grejnstoni. Prisutni su i foraminifersko-peloidni pekstoni do vekstoni, a rjeđe se nalaze LLH-stromatoliti. U najmlađem dijelu alba istaložene su intraformacijske vapnenačke breče nastale kao talozi olujnih plima u peritajdalu. Također se pojavljuju i zrnasti vapnenci s blagom kosom slojevitošću i strujnim riplovima te dijagenetski kvarcni sedimenti (GABIĆ et al., 1995).

Druga jedinica označava diferencijaciju taložnih sustava tijekom vrakona i cenomana. Prijelazom iz donje u gornju kedu uspostavljaju se različiti uvjeti taloženja u sjevernoj i južnoj Istri (VLAHOVIĆ et al., 1994). U sjevernom dijelu Istre (Umag - Savudrija - Buzet) do mlađeg dijela starijeg i starijeg dijela srednjeg cenomana nastavljaju se stabilni peritajdalni uvjeti taloženja. Nakon toga dolazi do diferencijacije tako da se istovremeno talože naslage peritajdala, plitkovodnog pješčanog pruda i blago položene unutarnje karbonatne rampe. Zapadni dio sjeverne Istre izgrađen je od subtajdalnih madstona i peloidnih pekstona/grejnstona s bentičkim foraminiferama i kršjem rudista. Osim toga istaložene su parasekvence s debljim subtajdalnim madstonima i foraminifersko-bioklastičnim vekstonima, tanjim intertajdalnim fenestralnim madstonima i LLH-stromatolitima. Središnji dio sjeverne Istre je prostrano karbonatno pješčano tijelo sastavljeno od dobro sortiranih bioklastičnih pekstona/grejnstona koji su nastali u plićem *shoreface* i *foreshore* taložnom okolišu. Istočni dio sjeverne Istre bio je u to vrijeme blago položena unutarnja karbonatna rampa na kojoj su se taložili bioklastični, mjestimice olujni resedimentirani vekstoni/pekstoni i grejnstoni.

Nalaze se i sporadični ostaci krpastih rudistnih grebana te lokalno ograničene zatvorene lagune u kojima se izmjenjuju proslojci madstona i rožnjaka. Južni dio Istre na prijelazu iz mlađeg alba u cenoman te u starijem cenomanu ima karakteristike *shorefacea* koji je obilježen sinsedimentacijskom tektonikom, slampovima, tempestitima, karbonatnim pješćanim i rudistnim klinoformnim i biolititnim tijelima. Na istom prostoru, prijelaz u srednji i gornji cenoman obilježen je ostrim prijelazom iz masivnih i debelouslojenih klinoformnih kokinskih/mikrokokinskih tijela u tankouslojene vapnenice taložene u niskoenergetskim plićacima. Krajem cenomana dolazi do zapunjavanja diferenciranog prostora te uspostavljanja jedinstvenog taložnog sustava kog karakterizira nepravilna izmjena svijetlih madstona i rudistnih floutstona. Treća i najmlađa pojava tragova gmazova nađena je na otočiću Fenoliga (GOGALA,1975), a osim toga ovu megasekvencu karakterizira i paket dobrouslojenih peloidnih pekstona s nodulama i lećama rožnjaka (POLŠAK, 1965b) koji sadrže kalcificirane spikule spužvi i radiolarije, a pojavljuju se unutar tipičnog peritajdalnog slijeda naslaga. Leće i nodule rožnjaka nastale su ranodijagenetskim procesima silicifikacije vapnenačkih muljeva u niskoenergetskim lagunskim plićacima (TIŠLJAR, 1978a).

Kao treću jedinicu izdvojen je taložni sustav potopljene platforme tijekom najmlađeg cenomana i starijeg turona. Krajem cenomana i početkom turona na području južne Istre dolazi do taloženja vapnenaca s amonitima (POLŠAK, 1965b) te madston/vekstona s planktonskom faunom i amonitima. Ti su vapnenci taloženi u uvjetima potopljene platforme koja nastaje kao posljedica globalnog porasta morske razine (GUŠIĆ & JELASKA, 1993). Za razliku od južnog dijela, sjeverni dio Istre ne biva potopljen pa su gornjocenomanske naslage na tom prostoru emergirane, a na njih naliježu boksiti i paleogenske transgresivne naslage.

Četvrtu jedinicu predstavlja plitkomorski taložni sustav tijekom mlađeg turona, konijaka i santon–kampana. U to je doba na cijelom području Istre ponovo došlo do uspostavljanja plitkomorskih platformnih uvijeta taloženja u kom nastaju dobrouslojeni vapnenci koji se izmjenjuju s tankim slojevima madstona, bioklastičnih vekstona/pekstona. U starijem dijelu naslaga pojavljuju se stromatolitne lamine, a u mlađem dijelu su to pretežito debeli slojevi rudistnih kokina i ostreidnih kokina (TIŠLJAR, 1978a).

Istraživani uzorci područja Savudrija u ovom radu pripadaju ovoj transgresivno-regresivnoj megasekvenci gornji alb–donji kampan.



### 3.4 Stratigrafski slijed naslaga paleocen–eocen

Najveći dio ove megasekvence nalazimo u području Pazinskog bazena, a obuhvaća poprilično debeli paket karbonatnih i klastičnih stijena. Slijed paleogenskih naslaga vrlo je promjenjiv i u lateralnom i u vertikalnom smislu zbog izrazite diferencijacije taložnog prostora u paleogenskom moru. Naslage ove megasekvence dijele se na Liburnijske naslage, foraminiferske vapnenice, prijelazne naslage i fliš.

Liburnijske naslage taložene su isključivo u najnižim dijelovima paleoreljefa te zbog toga nisu sveprisutne. Transgresivne su na gornjokredne vapnenice, a uglavnom su predstavljene slatkovodnim i brakičnim naslagama paleocenske starosti

Foraminiferski vapnenci nastaju napredovanjem transgresije tijekom donjeg eocena kada more postupno preplavljuje emergirani prostor AdCP kao i prostore u kojima su taložene liburnijske naslage. U Istri ih dijelimo na tri do četiri varijeteta koji su uglavnom u sperpozicijskom odnosu, a taloženi su tijekom paleocena, donjeg i dijelom srednjeg eocena. Prvi u nizu su miliolidni vapnenci koji su taloženi u zaštićenim, vjerojatno i hiperslanim platformnim okolišima, a u sastavu im prevladavaju različite vrste foraminifera miliolida. Napredovanjem transgresije, postupnim otvaranjem donjoeocenskog taložnog prostora, povećanjem uzburkanosti te povezivanjem s okolnim morem dolazi do razvoja nove skupine foraminifera i taloženja alveolinskih vapnenaca. Zatim dolazi do tektonski uvjetovane diferencijacije taložnog prostora gdje se u uvjetima sa višom energijom vode talože numulitni vapnenci. Formiranjem dubljevodnih uvjeta padine dolazi do taloženja diskociklinskih vapnenaca koji se mogu izdvojiti kao najviši dio numulitnih vapnenaca. Navedeni foraminiferski vapnenci osim cijelih i fragmentiranih ljušturica bentičkih foraminifera mogu sadržavati i skelete školjkaša, ostrakoda, ehinodermata i briozoa. Opisani varijeteti nisu jednake starosti na svim dijelovima taložnog prostora, no svugdje je vidljiva tendencija produbljavanja.

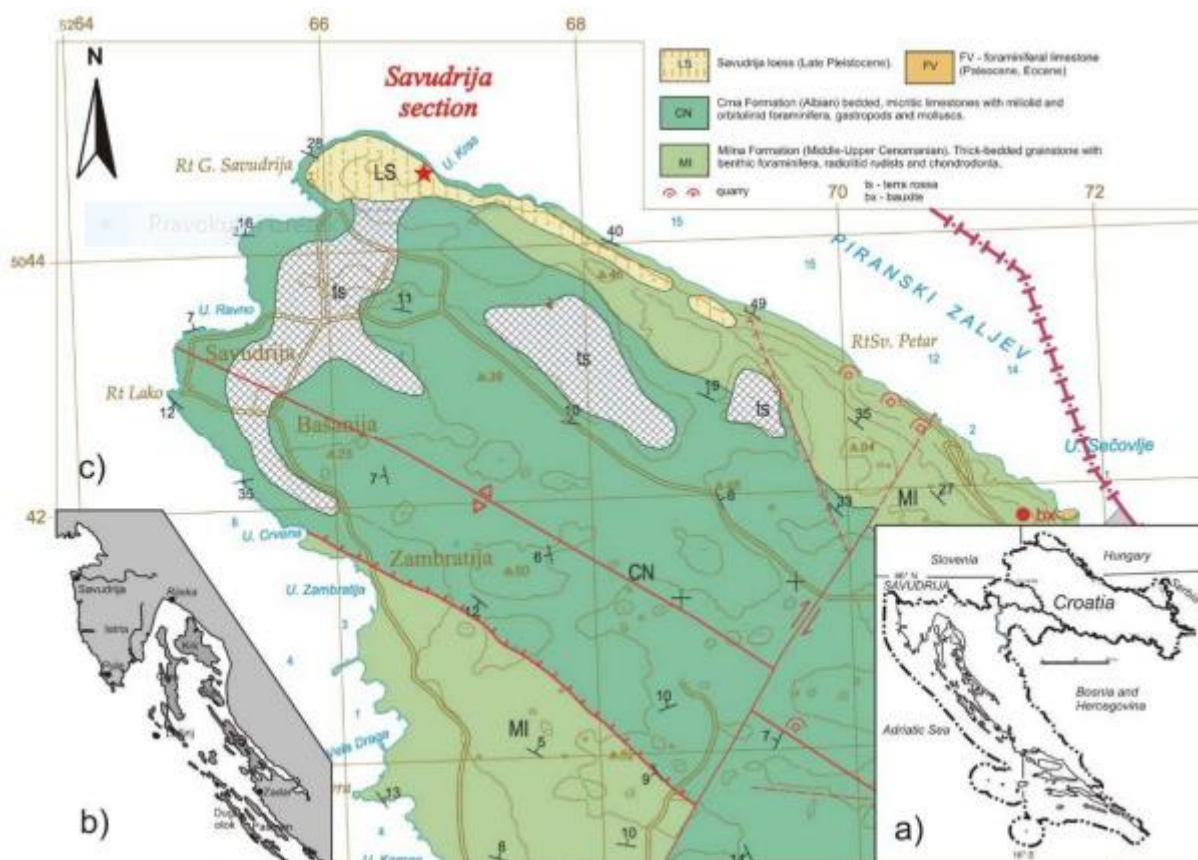
Prijelazne naslage izgrađene su od glinovitih vapnenaca, kalcitičnih lapora i lapora koji osim sitnozrnatog karbonatnog i siliciklastičnog matriksa sadrže i pojedinačne bioklaste bentičkih organizama i planktonske foraminifere. Kad se nalaze iznad diskociklinskih vapnenaca, prijelazne naslage ukazuju na dubljevodne uvijete padine u kom su taložene tijekom srednjeg eocena.

Fliš se taložio tijekom srednjeg i gornjeg eocena. U Istri se pojavljuje u Pazinskom, Labinskom i Plominskom bazenu, na Učki te dijelom Ćićarije. Sastoji se od slojeva karbonatnih pješčenjaka i lapora.

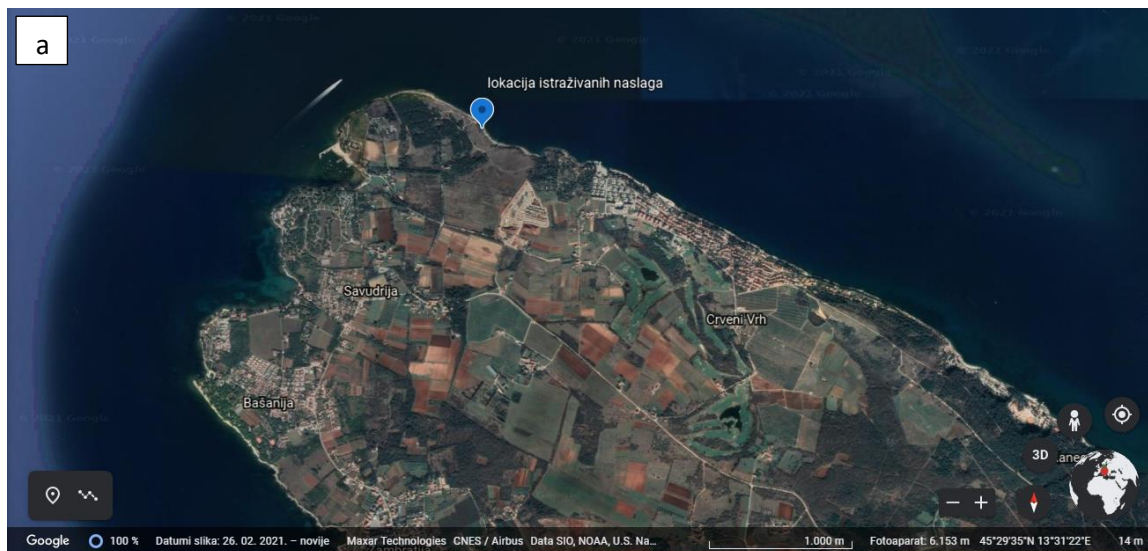
## 4. MATERIJALI I METODE

### 4.1 Terenski rad

Terenski rad na istraživanom području Savudrije obuhvatio je detaljno uzorkovanje naslaga gornje krede koje se nalaze u podini izdanka sa slijedom naslaga koje su prepoznate kao glacijalni paleoles (ZHANG et al, 2018) (Slika 4). Istraživanje je provedeno u okviru projekta HRZZ (*Western Istrian Anticline as an ideal natural laboratory for the study of the regional unconformities in carbonate rocks*) (WIANLab, voditelj prof. dr. sc. Goran Durn). Terensko istraživanje proveli su prof. dr. sc. Blanka Cvetko Tešović, prof. dr. sc. Igor Vlahović te doc. dr. sc. Maja Martinuš te je snimljen geološki stup debljine 737 cm uz obalu (Slika 5).



Slika 4. Karta istraživanog područja: a) karta Hrvatske; b) karta Istre, Kvarnera i sjeverno dalmatinskih otoka; c) dio geološke karte sjeverne Istre, područje Savudrije (preuzeto iz ZHANG et al., 2018).



Slika 5. a) Lokacija istraživanih naslaga (preuzeto s Google Earth); b) Fotografija istraživanih izdanaka, fotografirala prof. dr. sc. Blanka Cvetko Tešović (daska je širine oko 20 cm).

## 4.2 Kabinetski rad

Nakon obavljenog terenskog istraživanja, od prikupljenih uzoraka s terena izrađeni su mikroskopski preparati. Prof. dr. sc. Blanka Cvetko Tešović i doc. Maja Martinuš izdvojile su četrnaest uzoraka iz naslaga gornjokredne starosti istraživanog područja Savudrija, Istra. Od uzoraka su napravljeni mikropaleontološki preparati koji imaju oznake od SAV-01 do SAV-14. Uzorci su detaljno pregledani svjetlosnim mikroskopom Axioplan (OPTON) dok su fotomikrografije snimljene mikroskopskom kamerom Quick PHOTO CAMERA 3.1.

Mikroskopskom analizom određene su mikrofosilne i mikrofacijesne karakteristike uzoraka. Mikropaleontološka analiza obuhvaća taksonomsku odredbu fosila, tj. određivanje roda i vrste mikrofosila, koja će biti detaljno obrađena u završnom radu (Seminar III) studentice Tonke Radas, a dobiveni rezultati pomažu u određivanju starosti te rekonstrukciju paleookoliša, tj. uvjeta taloženja istraživanih stijena.

U ovom radu fokus je na facijesnoj odnosno mikrofacijesnoj analizi kojom utvrđujemo zastupljenost biogenih i abiogenih čestica te druge strukturne osobine stijena. Za klasifikaciju vapnenaca korištena je Dunhamova (1962) klasifikacija koja je bazirana na sljedećim strukturnim značajkama: prisutnost ili odsutnost karbonatnog mulja, odnos udjela zrna i mulja te znakovima organogenog vezivanja skeleta tijekom rasta organizama. Prema Dunhamu razlikujemo pet osnovnih tipova vapnenaca: madston (*mudstone*), vekston (*wackestone*), pekston (*packstone*), grejnston (*grainstone*) i baundston (*boundstone*). 1972. godine Embry & Klovan nadopunjuju ovu klasifikaciju s dva tipa: floutston (*floatstone*) i radston (*radstone*) te dijele baundston na: bafston (*bafflestone*), bajndston (*bindstone*) i frejmston (*framestone*) (TIŠLJAR, 2001; Slika 6).

PRIMARNE KOMPONENTE NISU PRI TALOŽENJU MEĐUSOBNO ORGANOGENO VEZANE						PRIMARNE KOMPONENTE SU PRI TALOŽENJU ORGANOGENO VEZANE		
<10% KOMPONENATA IMA DIMENZIJE >2 mm			>10% KOMPONENATA >2 mm			LITIFIKACIJA ORGANIZAMA NA STANIŠTU I U POLOŽAJU RASTA ILI VEZIVANJE KOMPONENTA ŽIVOTNOM DJELATNOŠĆU ORGANIZAMA		
STIJENE SADRŽE MULJ - MIKRIT			STIJENE BEZ MULJA					
<10% KOMPONENATA IMA PROMJER 0,03-2 mm	>10% KOMPONENATA IMA PROMJER 0,03-2 mm	ZRNA IMAJU MEĐUSOBNU POTPORU (međusobno se dodiruju)		ZRNA BEZ MEĐUSOBNE POTPORE (zrna "plivaju" u mulju)	ZRNA IMAJU MEĐUSOBNU POTPORU (međusobno se dodiruju), U MEĐUZRNŠKIM PORAMA IZLUČEN JE CEMENT	ORGANIZMI KOJI HVATAJU SEDIMENT (DENDROIDNI ORGANIZMI)	ORGANIZMI KOJI VEŽU SEDIMENT (CIJANO-BAKTERIJE)	ORGANIZMI KOJI TVORE SKELETNU REŠETKU (KORALJI I KORALINACEJE)
<b>BAUNDSTON (BOUNDSTONE)</b>								
<b>MADSTON (MUDSTONE)</b>	<b>VEKSTON (WACKSTONE)</b>	<b>PEKSTON (PACKSTONE)</b>	<b>GREJNSTON (GRAINSTONE)</b>	<b>FLOUTSTON (FLOATSTONE)</b>	<b>RADSTON (RUDSTONE)</b>	<b>BAFLSTON (BAFFLESTONE)</b>	<b>BAJNDSTON (BINDSTONE)</b>	<b>FREJMSTON (FRAMSTONE)</b>
VAPNENAČKI MULJ - MIKRIT		SKELETNA I NESKELETNA ZRNA		CEMENT				

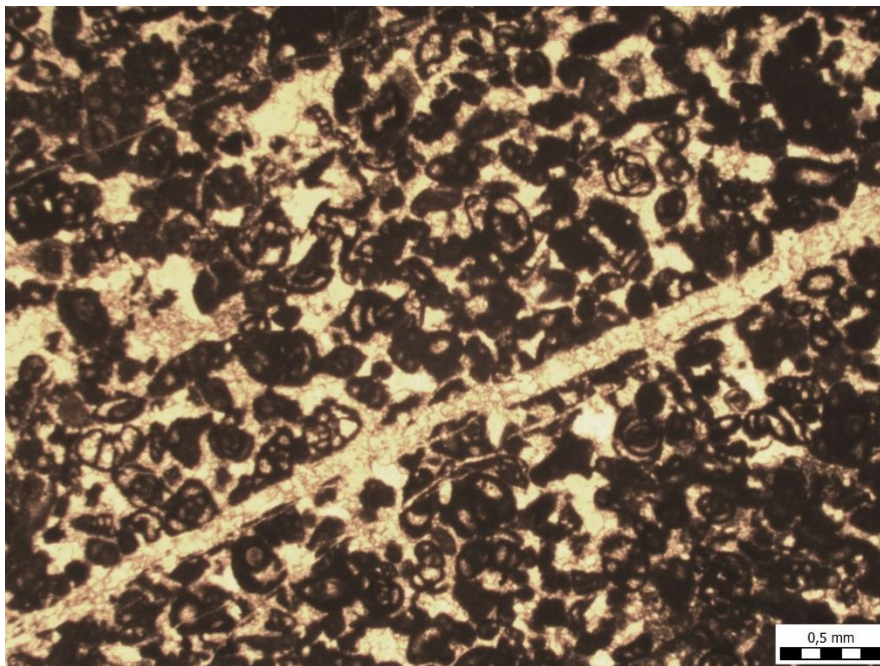
Slika 6. Dunhamova (1962) klasifikacija vapnenca s nadopunama Embryja & Klovana (1972) (preuzeto iz TIŠLJAR, 2001).



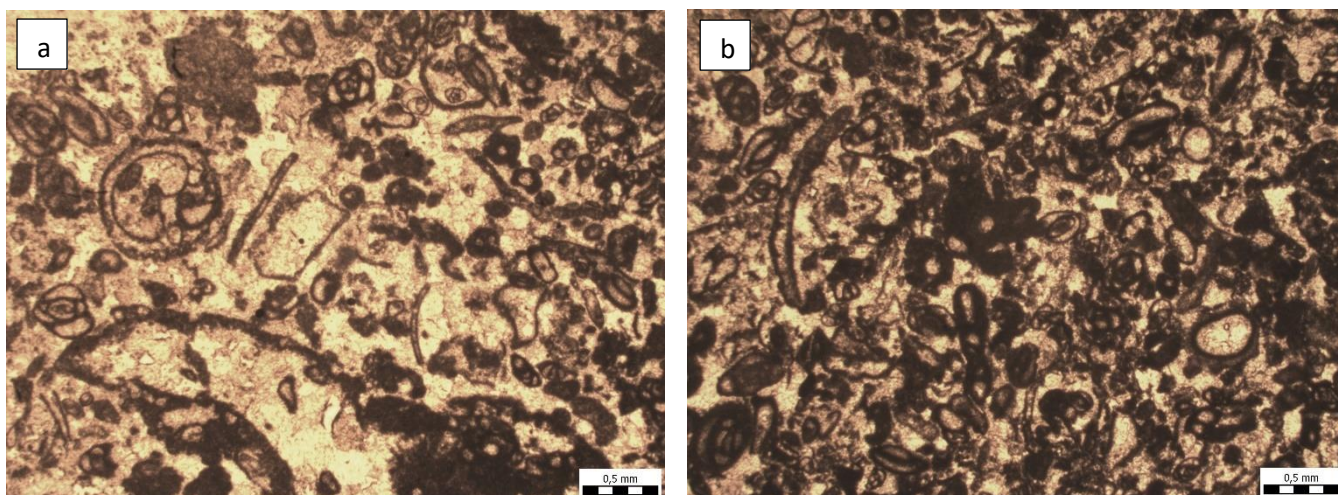
## 5. REZULTATI

U naslagama Istre na području Savudrije izdvojeni su sljedeći gornjokredni mikrofacijesi: peloidno-foraminiferski grejnston, laminirani peloidno-fenestralni vekston do pekston, foraminiferski (miliolidni) pekston, laminirani madston do vekston te foraminifersko-peloidni vekston do pekston.

**Peloidno-foraminiferski grejnston** je mikrofacijes vapnenaca bez mulja. Sastoji se od mnogobrojnih foraminifera i peloida s međusobnom potporom u čijim je intragranularnim porama izlučen karbonatni cement, sparit. Ovom facijesu pripadaju uzorci: SAV-1, SAV-3, SAV-6, SAV-8 te SAV-12. Unutar uzorka SAV-1 pronađeni su presjeci foraminifera: *Pseudorhapydionina dubia* (DE CASTRO), *Pseudocyclamina sphaeroidea* (GENDROT), *Cuneolina sp* te miliolidnih foraminifera (Slika 7). U ostalim uzorcima prevladavaju miliolidne foraminifere. Osim miliolidnih foraminifera u tim se uzorcima pronalaze bioklasti puževa i školjkaša (Slika 8).

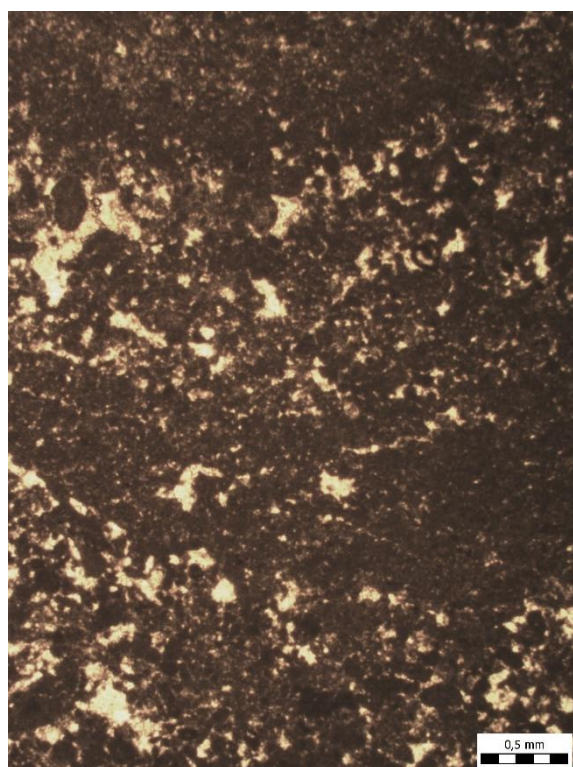


Slika 7. Peloidno foraminiferski grejnston s presjecima foraminifera: *Pseudorhapydionina dubia* (DE CASTRO), *Pseudocyclamina sphaeroidea* (GENDROT), *Cuneolina sp* te miliolidne foraminifere; SAV-1.

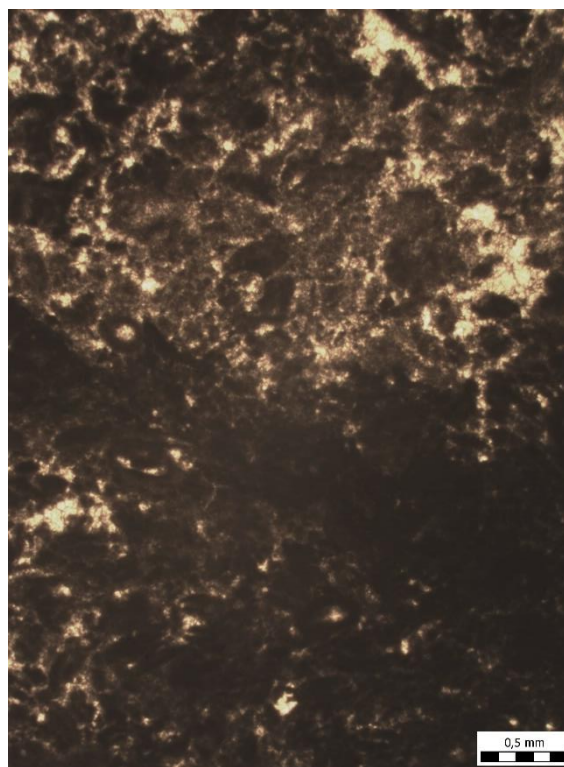


Slika 8. a) Peloidno-foraminiferski grejston s bioklastima, SAV-6; b) Peloidno-foraminiferski grejston s gastropodom i fragmentima školjkaša, SAV-8.

**Laminirani peloidno-fenestralni vekston do pekston** sastoji se od izmjene svijetlih i tamnih lamina, tj. mikritnih, peletnih i cijanobakterijskih lamina. Cijanobakterijske lamine često sadrže fenestre. Unutar uzorka SAV-2 (Slika 9) koji pripada ovom mikrofacijesu pronalazimo poneku miliolidnu foraminiferu te rijetko *Thaumatoporella parvovesiculifera* (RAINERI) dok u uzorcima SAV-4 (Slika 10) i SAV-5 prevladavaju cijanobakterije *Decastronema kotori* (RADOČIĆ).



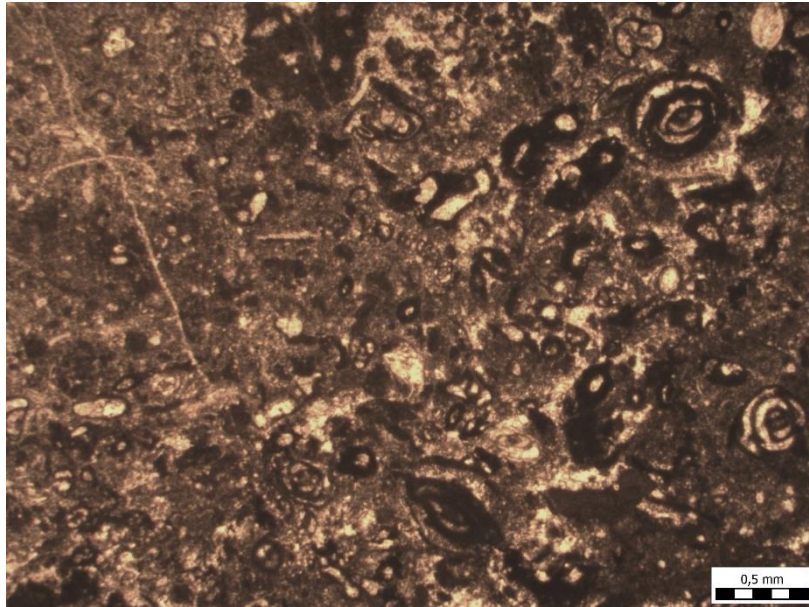
Slika 9. Laminirani peloidno-fenestralni vekston do pekston, SAV-2.



Slika 10. Laminirani peloidno-fenestralni vekston do pekston s cijanobakterijama *Decastronema kotori* (RADOČIĆ), SAV-4.

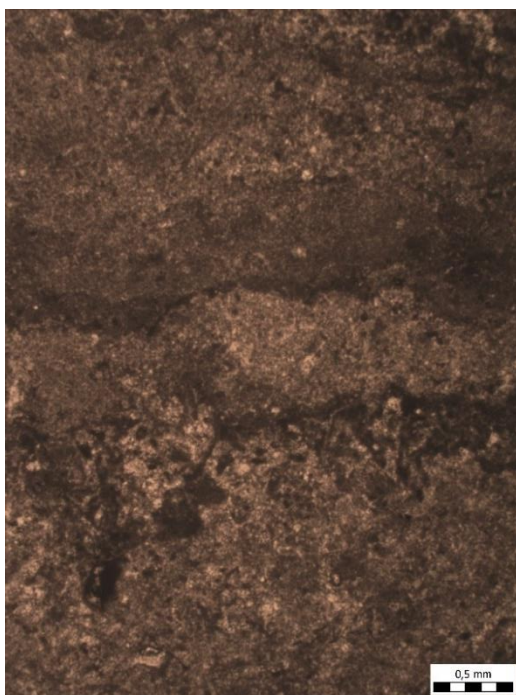


**Foraminiferski (miliolidni) pekston** prepoznat u uzorku SAV-7 (Slika 11) vapnenac je s mikritnom osnovom s foraminiferama, bioklastima, algama, rijetkim cijanobakterijama te fenestrama. Osim miliolidnih i nubekularidnih foraminifera prepoznate su cijanoakterije *Decastronema kotori* (RADOČIĆ) te alga *Thaumatoporella parvovesiculifera* (RAINERI).

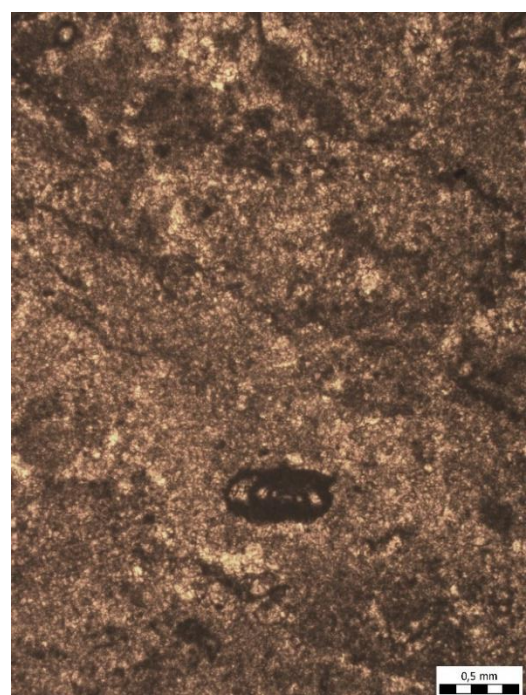


Slika 11. Foraminiferski (miliolidni) pekston s bioklastima, algama i rijetkim cijanobakterijama i fenestrama, SAV-7.

**Laminirani madston do vekston** mikritne je osnove s izmjenom svijetlih i tamnih cijanobakterijskih lamina. Uzorak SAV-9 (Slika 12) je poprilično „ispran“ te sadrži poneku bentičku foraminiferu, primjerice roda *Vivalina radoicicae* (CHERCHI & SCHROEDER)(Slika 13).

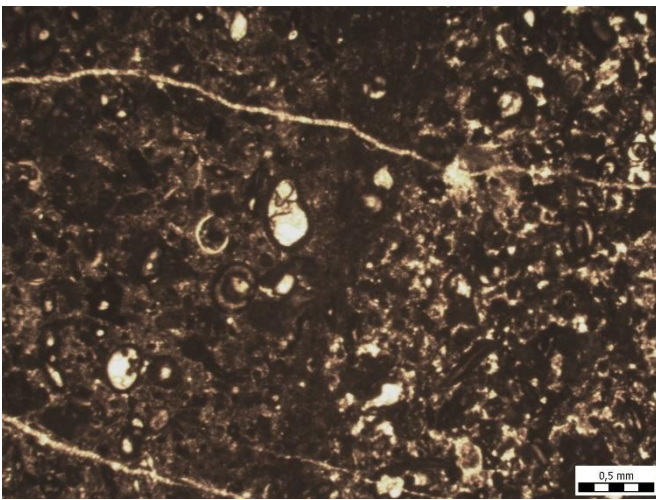


Slika 12. Laminirani madston do vekston, SAV-9.

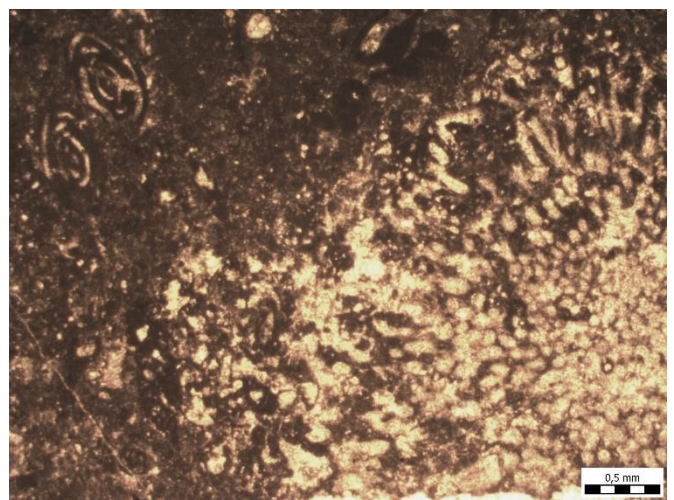


Slika 13. Laminirani madston do vekston s *Vivalina radoicicae* (CHERCHI & SCHROEDER); SAV-9.

**Foraminifersko-peloidni vekston do pekston** karakterizira mikritna osnova u kojoj se nalaze foraminifere i peloidi. Ovom facijesu pripadaju uzorci SAV-10, SAV-11, SAV-13 te SAV-14. Uzorci sadrže različite presjeke bentičkih foraminifera roda *Cuneolina* te miliolidnih i nubekularidnih foraminifera. Također, pronađene su cijanobakterije *Decastronema kotori* (RADOČIĆ) te alga *Thaumatoporella parvovesiculifera* (RAINERI) (Slika 14). U uzorku SAV-10 ima nešto bioklasta školjkaša i rijetko ježinaca, a sadrži i presjek alge *Cayeuxia* (Slika 15) dok je u SAV-13 pronađena bentička foraminifera *Pseudoraphydionina dubia* (DE CASTRO).



Slika 14. Foraminifersko-peloidni vekston do pekston s cijanobakterijama *Decastronema kotori* (RADOČIĆ) te *Thaumatoporella parvovesiculifera* (RAINERI), SAV-11.



Slika 15. Foraminifersko-peloidni vekston do pekston s presjekom alge *Cayeuxia*, SAV-10.

## 6. RASPRAVA

U ovom radu istraživani su gornjkredni facijesi/mikrofacijesi na četrnaest uzoraka (oznake od SAV-1 do SAV-14) naslaga Istre na području Savudrije. Bentičke foraminifere, alge te ostala biogenetska i litogenetska obilježja omogućila su rekonstrukciju uvjeta i okoliše taloženja naslaga na spomenutom području. Ukupno je određeno pet mikrofacijesa gornjokredne starosti, a većinu njih karakteriziraju bentičke foraminifere, alge, cijanobakterije i peloidi u različitim omjerima što upućuje da su naslage taložene u plitkomorskim okolišima karbonatne platforme.

Gornjokredne naslage Jadranske karbonatne platforme, kojoj pripadaju i ovdje istraživani uzorci, prvi su puta prepoznate i opisane na otoku Braču kao neformalne litostratigrafske jedinice (šest formacija) (GUŠIĆ & JELASKA, 1990) te je s toga dobivene rezultate moguće usporediti s jednom od litostratigrafskih jedinica, tj. formacijom Milna cenomanske starosti. Osim toga, istraživane naslage pripadaju drugoj jedinici istarske transgresivno-regresivne megasekvence gornji alb–donji kampan.

Najstarije gornjokredne naslage cenomanske starosti istraživanog područja Savudrije (uzorci SAV-1, SAV-3, SAV-6, SAV-8 i SAV-12) predstavljaju peloidno-foraminiferski grejnston sastavljen od brojnih bentičkih foraminifera i peloida s međuzrnskom potporom te sparitnim vezivom. U uzorcima se nalaze presjeci foraminifera *Pseudorhapydionina dubia* (DE CASTRO), *Pseudocyclamina sphaeroidea* (GENDROT), *Cuneolina sp.*, miliolide te bioklasti puževa i školjkaša. Te su naslage taložene na zaštićenom unutarnjem dijelu karbonatne platforme s visokom energijom vode odnosno valnom aktivnošću čime je ispran sav sitnozrnati materijal, tj. nastali su uvjeti za precipitaciju sparitnog veziva (mozaični cement). Unutar peloidno-foraminiferskih grejnstona dolazi do taloženja laminirano peloidno-fenestralnih vekstona do pekstona sastavljenih od mikritnih, peletnih i cijanobakterijskih lamina koje često sadrže fenestre. Primjeri takvog facijesa su uzorci SAV-2, SAV-4 i SAV-5. Unutar SAV-2 pronalazimo poneku miliolidnu foraminiferu te rijetko alge *Thaumatoporella parvovesiculifera* (RAINERI) dok u uzorcima SAV-4 i SAV-5 prevladavaju cijanobakterije. Izmjena tih dvaju facijesa ukazuje na uvijete taloženja na plimskim plažama, tj. plićacima karbonatne platforme. Zatim se taloži facijes foraminiferskih (miliolidnih) pekstona prepoznat u uzorku SAV-7 s mikritnom osnovom u kojoj se nalaze, osim miliolidnih i nubekulatne foraminifere, cijanoakterije *Decastronema kotori* (RADOIČIĆ) te *Thaumatoporella parvovesiculifera* (RAINERI). Nerijetko se u uzorku pronalaze i fenestre što nam ukazuje na taloženje ponovno u plimnim uvjetima. Pojava



hodrodontnih školjkaša uočenih na izloženim slojnim plohama ukazuje na gornji dio formacije Milna u kojoj se izmjenjuju facijes laminiranih madstona do vekstona te foraminifersko-peloidnih vekstona do pekstona taloženih u plitkom plimnom do potplimnom okolišu karbonatne platforme s niskom do umjerenom energijom vode. Laminirani madston do vekston u uzorku SAV-9 je poprilično ispran pod povremenim utjecajem valova te sadrži poneku foraminiferu roda *Vividalina radoicicae* (CHERCHI & SCHROEDER). Takav sediment je vjerojatno taložen u plimskom, a povremeno moguće i natplimskom okolišu. Unutar foraminifersko-peloidnih vekstona do pekstona (uzorci SAV-10, SAV-11, SAV-13 te SAV-14) u mikritnoj osnovi nalazimo različite presjeke bentičkih foraminifera roda *Cuneolina* te miliolidnih i nubekularidnih foraminifera, cijanobakterije *Decastronema kotori* (RADOIČIĆ) te *Thaumatoporella parvovesiculifera* (RAINERI). Uzorak SAV-10 sadrži ponešto bioklasta školjkaša i rijetko ježinaca te presjek alge *Cayeuxia* dok je u SAV-13 pronađena bentička foraminifera *Pseudoraphydionina dubia* (DE CASTRO). Značajno obilježje gornjeg dijela naslaga su pojava hodrodonata prepoznatih u naslagama iznad uzorka SAV-2 (Slika 16) i radiolitidnih rudista (Slika 17) koje se uočavaju na izloženim slojnim plohama uzorka SAV-14, a upućuju na taloženje u potplimnoj zoni te povišenu energiju vode.

Mikrofosilna zajednica određena u istraživanim facijesima/mikrofacijesima upućuje na cenomansku starost (srednji do gornji cenoman).



Slika 16. Vapnenac s hondrodontima, fotografirala doc. dr. sc. Maja Martinuš, iznad uzorka SAV-2.



Slika 17. Vapnenac s radiolitidnim rudistima, fotografirala doc. dr. sc. Maja Martinuš, SAV-14.

## 7. ZAKLJUČAK

U ovom istraživanju gonjokrednih odnosno cenomanskih naslaga s područja Savudrija (Istra) taloženih na Jadranskoj karbonatnoj platformi mikrofacijesnom analizom mikroskopskih preparata opisani su karakteristični facijesi/mikrofacijesi istraživanog područja. Određeni su okoliši taloženja istraživanih facijesa kao plitkovodne naslage karbonatne platforme u kojima su pronađene mikrofosilne zajednice (uglavnom bentičke foraminifere i alge) koje upućuju na taloženje tijekom cenomana (srednji do gornji cenoman). Mikroskopska analiza obuhvatila je ukupno četrnaest uzoraka s područja Savudrije koji pripadaju, s obzirom na mikrofosilni i makrofosilni (hondrodonte i radiolitidi) sadržaj, razdoblju cenomana, a moguće ih je korelirati s neformalnom formacijom Milna kao najstarijom formacijom od šest neformalnih litostratigrafskih jedinica po prvi puta opisanih na otoku Braču (GUŠIĆ & JELASKA, 1990). Istraživani slijed naslaga pripada drugoj jedinici istarske transgresivno-regresivne megasekvence gornji alb–donji kampan unutar koje se izmjenjuju facijesi peloidno-foraminiferskih grejnstona, laminiranih peloidno-fenestralnih vekstona do pekstona, foraminiferskih (miliolidnih) pekstona, laminiranih madstona do vekstona te foraminifersko-peloidnih vekstona do pekstona. Mikrofosilne zajednice sastoje se od relativno malog broja vrsta koje su često zastupljene velikim brojem primjeraka (miliolidne i nubekularidne foraminifere te cijanobakterije). Upravo ta sedimentološka odnosno facijesna i biotička obilježja ukazuju da su naslage promatranog područja taložene u uvjetima zaštićenog unutrašnjeg dijela karbonatne platforme. Uvjeti taloženja variraju od plimne zone s prostranim plimnim ravnica koja povremeno izronjava u natplimnu zonu do plitke potplimne zone s niskom te povremeno visokom energijom vode. U tim stresnim uvjetima najbolje preživljavaju cijanobakterije koje tvore laminirane facijese. Tijekom stabilnijih uvjeta plitke potplimne zone dolazi do razvoj foraminiferskih zajednica te taloženja vapnenaca sa zajednicama bentičkih foraminifera.

## 8. LITERATURA

- BELAK, M. (2000): Profil Sutina-Zelovo Sutinsko. Kristaloklastični i vitroklastični tufovi (pietra verde) s proslojcima silicificiranih dolomita, vapnenaca, rožnjaka.- U: Jelaska, V. et al.: Geološka povijest i strukturna evolucija Vanjskih Dinarida. 2. Hrvatski geološki kongres, Cavtat-Dubrovnik, 17.–20.5.2000., Vodič ekskurzija, A-1, 6–10.
- BUCKOVIĆ, D., CVETKO TEŠOVIĆ, B., JELASKA, V. & GUŠIĆ, I. (2003): The Jurassic Succession of Mt. Svilaja.- Field Trip Guidebook, 22nd IAS Meeting of Sedimentology. Opatija, 73–82.
- BUSER, S. (1987): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000. List Tolmin in Videm L33–64.- Geološki zavod Ljubljana (1969–1384), Savezni geološki zavod Beograd.
- CHANNELL, J.E.T., D'ARGENIO, B., & HORVÁTH, F. (1979): Adria, the African promontory, in Mesozoic Mediterranean palaeogeography.- Earth Science Reviews 15/3, 213–292.
- DALLA VECCHIA, F.M. & TARALO, A. (1995): Dinosaur evidence in the Cretaceous of Istria (Croatia).- U: Vlahović, I., Velić, I., Šparica, M. (ur.), Proceedings of the First Croatian Geological Congress, Zagreb, vol. 1., 151–154.
- DELLA VECCHIA, F.M. (1998): Remains of Sauropoda (Reptilia, Saurischia) in the Lower Cretaceous (Upper Hauterivian/Lower Barremian) limestones of SW Istria (Croatia).- Geol. Croat., 51/2.
- DALLA VECCHIA, F.M., TARALO, A., TENTOR, M., TUNIS, G. & VENTURINI, S. (2000): First record of Hauterivian dinosaur footprints in southern Istria (Croatia).- U: Vlahović, I., Biondić, R. (ur.), 2. Hrvatski geološki kongres, Zagreb, Zbornik Radova, vol. 2, 143–149.
- DALLA VECCHIA, F.M., VLAHOVIĆ, I., POSSOCO, L., TARALO, A. & TENTOR, M. (2002): Late Barremian and Late Albian (Early Cretaceous) dinosaur track sites in the Main Brioni/Brijun Island (SW Istria, Croatia).- Nat. Nascota, Monfalcone, 25, 1–36.
- DURN, G., OTTNER, F., TIŠLJAR, J., SCHWAIGHOFER, B., FRÖSCHL, H. & ČOVIĆ, M. (2000): Mineraloški, mikromorfološki i geokemijski pokazatelji pedogenetske prirode glina vezanih na regionalnu emerciju u mlađem aptu i starijem albu u Istri,

- Hrvatska.- Zbornik radova 2. hrvatskog geol. kongresa Vlahović, I. ; Biondić, Ranko (ur.), Zagreb, str. 503–504.
- GABRIĆ, A., GALOVIĆ, I., SAKAČ, K. & HVALA, M. (1995): Mineralne sirovine Istre – neka ležišta boksita, arhitektonsko-građevinskog kamena i kvarcnog „pijeska“, ekskurzija C.- 1. hrvatsko geološki kongres, Opatija 1995, Vodič ekskurzije, 111–137, Zagreb.
- GOGALA, M. (1975): Sledi iz davninena jugu Istre.- *Proteus*, 37, Ljubljana, 229–232.
- GUŠIĆ, I. & JELASKA, V. (1990): Stratigrafija gornjokrednih naslaga otoka Brača u okviru geodinamske evolucije Jadranske karbonatne platforme.- *Djela Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti*, Zagreb, 69, 160–167.
- GUŠIĆ, I. & JELASKA, V. (1993): Upper Cenomanian–Lower Turonian sea-level rise and consequences on the Adriatic-Dinaric carbonate platform.- *Geol. Rundsch.* 82/4, 676–686.
- JELASKA, V., BENČEK, Đ., CVETKO TEŠOVIĆ, B., ČOSOVIĆ, V., GUŠIĆ, I., IŠTUK, Ž. & MATIČEC, D. (2003): Platform Dynamics During the Late cretaceous and Early Paleogene – External dinarides, Dalmatia.- U: Vlahović, I., Tišljarić, J. (ur.), *Evolution of Depositional Environments from the Palaeozoic to the Quaternary in the Karst Dinarides and the Pannonian Basin, Excursion Guide-Book, 22nd IAS Meeting of Sedimentology*, Opatija, 256–260.
- JONES, C.E. & JENKYNS, H.C. (2001): Seawater strontium isotopes, oceanic anoxic events, and seafloor hydrothermal activity in the Jurassic and Cretaceous.- *Am. J. Sci.* 301, 112–149.
- KORBAR, T., GLUMAC, B., CVETKO TEŠOVIĆ, B. & CADIEUX, S.B. (2012): Response of a carbonate platform to the Cenomanian–Turonian drowning and OAE 2: a case study from the Adriatic platform (Dalmatia, Croatia).- *Journal of Sedimentary Research*, 82, 163–176.
- MAGAŠ, N. (1973): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. Tumač za list Cres L33-113.- Institut za geološka istraživanja Zagreb (1965), Savezni geološki zavod, 42 str., Beograd.

- MATIČEC, D., VLAHOVIĆ I., VELIĆ, I. & TIŠLJAR, J. (1996): Eocen limestones overlying Lower Cretaceous deposits of western Istria (Croatia). Did some parts of present Istria form land during the Cretaceous?- *Geol.Croat.* 49/1, 117–127.
- MEZGA, A. & BAJRAKTAREVIĆ, Z. (1999): Cenomanian dinosaur tracks on the islet of Fenoliga in southern Istria, Croatia.- *Cretaceous Research*, 20/6, 735–746.
- MEZGA, A., BAJRAKTAREVIĆ, Z., CVETKO TEŠOVIĆ, B., GUŠIĆ, I. (2003): First record of the dinosaurs in the Late Jurassic sediments of Istria, Croatia. Abstracts, First Meeting of European Vertebrate Paleontologists, Basel, p. 30.
- MORO, A. & ČOSOVIĆ, V. (2000): The rudist assemblages of southern Istria – an example of environmentally induced succession within Santonian limestones.– *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, 106, 59–72.
- PAMIĆ, J., GUŠI, I. & JELASKA, V. (1998): Geodynamic evolution of the central Dinarides. *Tectonophysics*. 297, 251–268.
- PLENIČAR, M., POLŠAK, A. & ŠIKIĆ, D. (1973): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. Tumač za list Trst L33-88.- *Geološki zavod Ljubljana i Institut za geološka istraživanja Zagreb* (1965), Savezni geološki zavod, 68 str., Beograd.
- POLŠAK, A. (1965a): Stratigrafija jurskih i krednih naslaga srednje Istre.- *Geol. vjesnik*, 18/1 (1964), 167–187.
- POLŠAK, A. (1965b): Geologija južne Istre s osobitim obzirom na biostratigrafiju krednih naslaga.- *Geol. Vjesnik*, 18/2, 415–510, Zagreb.
- POLŠAK, A. (1967): Kredna makrofauna južne Istre.- *Paleont. Jugoslav.*, 8, 1–218.
- POLŠAK, A. (1970): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. Tumač za list Pula L33-112.- *Institut za geološka istraživanja Zagreb* (1963), Savezni geološki zavod, 44 str., Beograd.
- POLŠAK, A. & ŠIKIĆ, D. (1973): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. Tumač za list Rovinj L33-100.- *Institut za geološka istraživanja Zagreb* (1957– 1963), Savezni geološki zavod, 51 str., Beograd.
- SOKAČ, B., VELIĆ, I. (1978): Biostratigrafska istraživanja donje krede vanjskih Dinarida (I). Neokom zapadne Istre.- *Geol. vjesnik*, 30/1, 243–250.



- SOKAČ, B. & VELIĆ, I. (1979): Excursion J, Limska Draga: Lower Cretaceous in western Istria.- 16th European micropaleont. coll., 209–215, Ljubljana.
- ŠIKIĆ, D. & PLENIČAR, M. (1975): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. Tumač za list Ilirska Bistrica L33-89.- Institut za geološka istraživanja Zagreb i Geološki zavod Ljubljana (1967), Savezni geološki zavod, 51 str., Beograd.
- TIŠLJAR, J. (1976): Ranodijagenetska i kasnodijagenetska dolomitizacija i dedolomitizacija u krednim karbonatnim sedimentima zapadne i južne Istre (Hrvatska, Jugoslavija).- Geol. vjesnik, 29, 287–321.
- TIŠLJAR, J. (1978a): Tidal flat, lagoonal and shallow marine carbonate sediments in the Upper Jurassic and Cretaceous of Istria, Yugoslavia.- Acta geol. 9/5, 159–194, Zagreb.
- TIŠLJAR, J. (1978b): Onkolitni i stromatolitni vapnenci u donjokrednim sedimentima Istre.- Geol. vjesnik, 30/2, 363–382.
- TIŠLJAR, J. & VELIĆ, I. (1986): Ritmička sedimentacija u peritidalnim i lagunarnim sedimentima donje krede Istre.- V skup sedimentologa Jugoslavije, Brioni, Vodić ekskurzije, 26 str., Zagreb.
- TIŠLJAR, J. & VELIĆ, I. (1987): The Kimmeridgian tidal-bar calcarenite facies of western Istria, western Croatia, Yugoslavia. Facies, 17, 277–284., Erlangen.
- TIŠLJAR, J., VLAHOVIĆ, I., MATIČEC, D. & VELIĆ, I. (1995): Platformni facijesi od gornjeg titons do gornjeg alba u zapadnoj Istri i prijelaz u tempestitne, klinofornne i rudistne biolititne facijese donjega cenomana u južnoj Istri (ekskurzija B).- U: VLAHOVIĆ, I & VELIĆ, I. (ur.): 1. Hrvatski geološki kongres, Opatija 1995, Vodić ekskurzija, 67–110, Zagreb.
- TIŠLJAR, J., VLAHOVIĆ, I., VELIĆ, I., MATIČEC, D. & ROBSON, J., (1998): Carbonate facies evolution from the Late Albian to Middle Cenomanian in southern Istria (Croatia): Influence of synsedimentary tectonics and extensive organic carbonate production.- Facies, v. 38, 137–152.
- TIŠLJAR, J. (2001): Sedimentologija karbonata i evaporita. Institut za geološka istraživanja, Zagreb, 375.

- TIŠLJAR, J., VLAHOVIĆ, I., VELIĆ, V. & SOKAČ, B. (2002): Carbonate platform megafacies of the Jurassic and Cretaceous deposits of the Karst dinarides.- *Geologia Croatica*, 55/2, 139–170.
- TIŠLJAR, J., VLAHOVIĆ, I. & VELIĆ, I. (2005): Paleogeografija i okoliši taloženja u juri zapadnog dijela Jadranske karbonatne platforme na području Hrvatske.- U: Velić, I., Vlahović, I., Bjondić, R. (ur.), *Abstracts Book, 3rd Croatian Geological Congress, Opatija*, str. 283–285.
- TURNŠEK, D. (1997): *Mesozoic corals of Slovenia*. ZRC SAZU, Ljubljana, 513 str.
- TURNŠEK, D. & BUSER, S. (1974): Spodnjekredne korale, hidrozoji in hetetide z Banjske planote in Trnovskega gozda (The Lower Cretaceous corals, hydrozoans and chaetetides of Banjska planota and Trnovski gozd).- *Razpr. SAZU, Ljubljana*, 17, 81–124.
- VELIĆ, I. & TIŠLJAR, J. (1987): Biostratigrafske i sedimentološke značajke donje krede otoka Veli Brijun i usporedba s odgovarajućim naslagama jugozapadne Istre.- *Geol. vjesnik*, 40, 149–168.
- VELIĆ, I., TIŠLJAR, J. (1988): Litostratigrafske jedinice u dogeru i malmu zapadne Istre (Lithostratigraphic units in the Dogger and Malm of western Istria).- *Geol. vjesnik*, 41, 25–49.
- VELIĆ, I., TIŠLJAR, J. & SOKAČ, B. (1989): The variability of thicknesses of the Barremian, Aptian and Albian carbonates as a consequence of changing depositional environments and emersions in western Istria (Croatia, Yugoslavia).- *Mem. Soc. Geol. Ital.* 40, 209–218.
- VELIĆ, I., MATIČEC, D., VLAHOVIĆ, I. & TIŠLJAR, J. (1995): Stratigrafski slijed jurskih i donjokrednih karbonata (bat–gornji alb) u zapadnoj Istri, ekskurzija A.- 1. hrvatski geološki kongres, Opatija 1995, *Vodič ekskurzije*, 31–66, Zagreb.
- VELIĆ, I., VLAHOVIĆ, I. & MATIČEC, D., (2002a): Depositional sequences and paleogeography of the Adriatic Carbonate Platform.- *Mem. Soc. Geol. Ital.*, 57, 141–151.
- VELIĆ, I., TIŠLJAR, J., VLAHOVIĆ, I., VELIĆ, J., KOCH, G. & MATIČEC, D. (2002b). Paleogeographic variability and depositional environments of the Upper Jurassic

- carbonate rocks of Velika Kapela Mt. (Gorski Kotar area, Adriatic Carbonate Platform, Croatia).- *Geol. Croat.*, 55/2, 121–138.
- VLAHOVIĆ, I., TIŠLJAR, J. & VELIĆ, I. (1994): Facies succession in the Cenomanian of Istria (Western Croatia): tectonics v.s. eustatic control.- First internat. Meeting on Perimediterranean carbonate platforms Marseille 1994, Abstract, 169–171, Marseille.
- VLAHOVIĆ, I., TIŠLJAR, J., VELIĆ, I & MATIČEC, D. (2002): The Karst Dinarides are composed of relics of a single Mesozoic platform: facts and consequences.- *Geol. Croat.*, 55/2, 171–183.
- VLAHOVIĆ, I., TIŠLJAR, J., VELIĆ, I. & MATIČEC, D. (2005): Evolution of the Adriatic Carbonate Platform: Palaeogeography, main events and depositional dynamics.- *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 220, 333–360.
- ZHANG, J., ROLF, C., WACHA, L., TSUKAMOTO, S., DURN, G. & FRECEN, M. (2018): Luminiscence dating and paleomagnetic age constraint of a last glacial loess-paleosol sequence from Istra, Croatia, *Quaternary International*