

# Litiotidni školjkaši u donjojurskim karbonatnim naslagama južnog Velebita i južne Like

---

**Brcko, Silvija**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2020**

*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:217:954446>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-08-18**



*Repository / Repozitorij:*

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



Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Geološki odsjek

Silvija Brcko

**LITIOTIDNI ŠKOLJKAŠI U DONJOJURSKIM  
KARBONATNIM NASLAGAMA JUŽNOG  
VELEBITA I JUŽNE LIKE**

Diplomski rad

Zagreb, 2020.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
GEOLOŠKI ODSJEK

Silvija Brcko

**LITIOTIDNI ŠKOLJKAŠI U DONJOJURSKIM  
KARBONATNIM NASLAGAMA JUŽNOG  
VELEBITA I JUŽNE LIKE**

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

Mentor:

doc. dr. sc. Maja Martinuš

Zagreb, 2020.

## ZAHVALE:

*Zahvaljujem se svojoj mentorici doc. dr. sc. Maji Martinuš na razumijevanju i utrošenom vremenu što prilikom odlaska na teren što prilikom ispravljanja rada. Veliko hvala na pomoći prilikom pisanja ovog rada.*

*Hvala prof. Šimunu Aščiću na lijepim fotografijama te zabavnom i poučnom druženju na terenu.*

*Hvala svim profesorima i asistentima na Geološkom odsjeku koji su mi pomagali tijekom studiranja.*

*Veliko hvala mojim roditeljima, sestri Valentini, dečku Tomislavu, kumi Ani i prijateljicama na velikoj podršci, pomoći i razumijevanju.*

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Geološki odsjek

Diplomski rad

### LITIOTIDNI ŠKOLJKAŠI U DONJOJURSKIM KARBONATNIM NASLAGAMA JUŽNOG VELEBITA I JUŽNE LIKE

SILVIJA BRCKO

Rad je izrađen na Geološko-paleontološkom zavodu Geološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Horvatovac 102a, 10 000 Zagreb, Republika Hrvatska.

**Sažetak:** U donjojurskim karbonatnim naslagama na prostorima Malog Alana i Štikade pronađene su dvije vrste litiotidnih školjkaša: *Cochlearites loppianus* i *Lithioperma scutata*. Radom na terenu određene su vrste litiotidnih školjkaša, mjerene dimenzije i orijentacije ljuštura te struktura i teksture slojeva. Na području Malog Alana snimljen je i litostratigrafski stup. Uzorci koji su bili prikupljeni ranijim istraživanjima korišteni su za sedimentološke analize. Analizom mikroskopskih preparata određeni su okoliši u kojima su litiotidni školjkaši živjeli. Slijed Mali Alan debljine 207 m u potpunosti obuhvaća prvu i zadnju pojavu litiotidnih školjkaša, dok slijed Štikada debljine 45 m samo njihov najmlađi dio, tj. dobro se korelira s posljednjom jedinicom Malog Alana. Prva se pojavljuje vrsta *L. scutata* u mlađem sinemuriju koja je preferirala lagunske potplimne okoliše, dok se vrsta *C. lopianus* pojavljuje u starijem plinzбахu. U ovim naslagama moguće je pratiti kako su se dimenzije litiotida mijenjale od svega nekoliko centimetara, pa preko 20 cm i onda ponovno dolazi do smanjivanja ljuštura, tijekom starijeg toarcija. Nakon starijeg toarcija litiotidni školjkaši izumiru.

**Gljučne riječi:** litiotidni školjkaši, *Lithioperma scutata*, *Cochlearites loppianus*, donjojurske naslage, Južni Velebit, južna Lika

**Rad sadrži:** VII + 44 stranice, 34 slike, 2 tablice, 14 literatura navoda

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Rad je pohranjen u:** Središnjoj geološkoj knjižnici Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

**Mentor:** doc. dr. sc. Maja Martinuš

**Ocjenjivači:** doc. dr. sc. Maja Martinuš, prof. dr. sc. Jasenka Sremac, mr. sc. Dražen Kurtanjek

**Datum završnog ispita:** 29.9.2020.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Department of Geology

### Master's Thesis

## LITHIOTIS-TYPE BIVALVES IN LOWER JURASSIC CARBONATES OF SOUTHERN VELEBIT MT. AND SOUTHERN LIKA

SILVIJA BRCKO

Thesis completed in Division of Geology and Paleontology, Department of Geology, Faculty of Science University of Zagreb, Horvatovac 102a, 10 000 Zagreb, Croatia.

**Abstract:** Two species of *Lithiotis*-type bivalves were found in the Lower Jurassic carbonate deposits in the areas of Mali Alan and Štikada: *Cochlearites loppianus* and *Lithioperna scutata*. *Lithiotis*-type bivalve species, dimensions and orientations of their shells were determined in the field, as well as limestone texture and bed structures. A lithostratigraphic column was also recorded in the area of Mali Alan. Samples collected from previous studies were used for sedimentological analyses. Environments in which *Lithiotis*-type bivalves lived were determined from microscopic thin sections. The Mali Alan succession is 207 m thick and encompasses first and last occurrence of the *Lithiotis*-type bivalves, while the Štikada succession is 45 m thick and includes their youngest part, i.e. it correlates well with the last unit of the Mali Alan. The first to appear is *L. scutata* in the Late Sinemurian, which preferred lagoonal subtidal environments, while *C. loppianus* first appears in the Early Pliensbachian. In these deposits, it is possible to observe how the dimensions of the *Lithiotis*-type bivalves changed from only a few centimetres to over 20 cm, and during the Early Toarcian the decrease of shell dimensions is observed. After Early Toarcian, the *Lithiotis*-type bivalves become extinct.

**Keywords:** *Lithiotis*-type bivalves, *Lithioperna scutata*, *Cochlearites loppianus*, Lower Jurassic carbonates, Southern Velebit Mt., Southern Lika

**Thesis contains:** VII + 44 pages, 34 figures, 2 tables, 14 references

**Original in:** Croatian

**Thesis deposited in:** Central Geological Library, Faculty of Science, University of Zagreb

**Supervisor:** Ph.D, Maja Martinuš, Asist Prof

**Reviewers:** Ph.D, Maja Martinuš, Asist Prof; Ph.D, Jasenka Sremac, Full Prof; M. Sc. Dražen Kurtanjek, Senior Lecturer

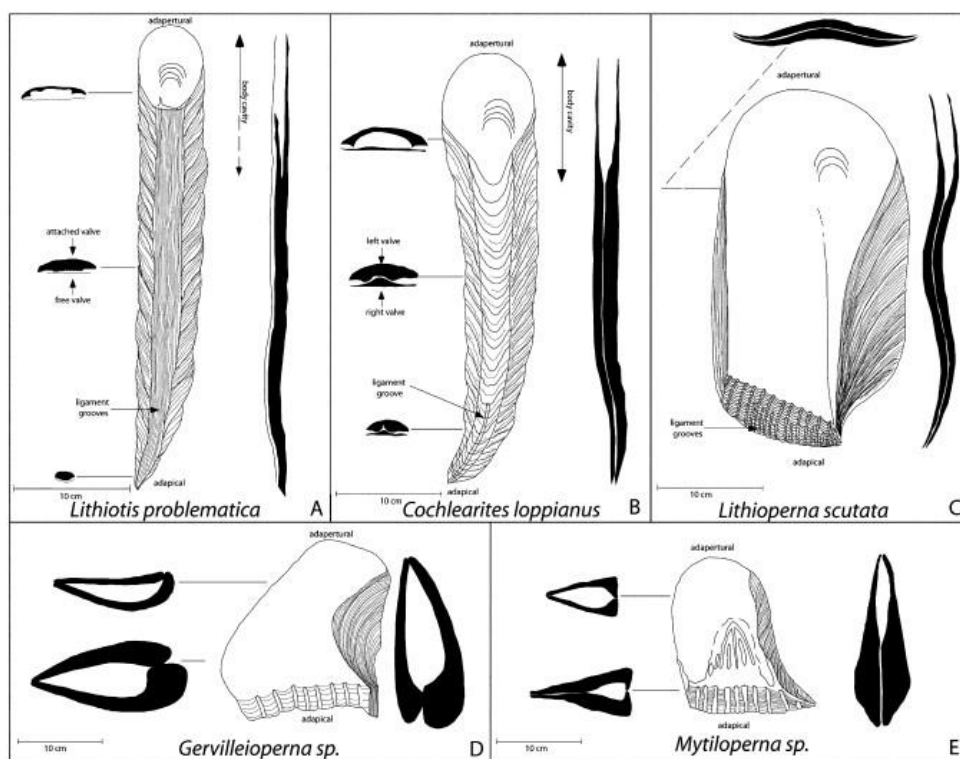
**Date of the final exam:** September 29, 2020

## Sadržaj

<b>1. UVOD</b>	<b>1</b>
<b>2. GEOLOGIJA ISTRAŽIVANOG PODRUČJA</b>	<b>3</b>
<b>3. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA</b>	<b>6</b>
<b>4. METODE ISTRAŽIVANJA</b>	<b>8</b>
<b>4.1. TERENSKE METODE</b>	<b>8</b>
<b>4.2. LABORATORIJSKE METODE</b>	<b>9</b>
<b>5. REZULTATI</b>	<b>10</b>
<b>5.1. OPIS NASLAGA</b>	<b>10</b>
5.1.1. Mali Alan	10
5.1.2. Štikada	13
<b>5.2. STAROST ISTRAŽIVANIH NASLAGA</b>	<b>15</b>
<b>5.3. SLOJEVI S OSTACIMA LITIOTIDNIH ŠKOLJKAŠA</b>	<b>16</b>
5.3.1. Mali Alan	16
5.3.2. Štikada	26
<b>5.4. FACIJES LITIOTIDNIH ŠKOLJKAŠA</b>	<b>31</b>
<b>5.5. STRATIGRAFSKI RASPON I ZASTUPLJENOST VRSTA</b>	<b>33</b>
<b>6. RASPRAVA</b>	<b>35</b>
<b>6.1. LITIOTIDNI ŠKOLJKAŠI</b>	<b>35</b>
6.1.1. USPOREDBA VRSTA <i>COCHLEARITES LOPPIANUS</i> I <i>LITHIOPERNA SCUTATA</i>	38
<b>6.2. USPOREDBA S BLISKIM LOKALITETIMA</b>	<b>40</b>
<b>7. ZAKLJUČAK</b>	<b>42</b>
<b>8. LITERATURA</b>	<b>43</b>
<b>9. POPIS SLIKA U TEKSTU</b>	<b>VI</b>
<b>10. POPIS TABLICA U TEKSTU</b>	<b>VIII</b>

## 1. UVOD

Litiotidne školjkaše definiramo kao epifaunalne školjkaše koji se zbog vrlo kratkog vremenskog raspona u kojem su živjeli, oko 10-ak milijuna godina, smatraju dobrim provodnim fosilima za razdoblje starije jure. Do njihove pojave dolazi tijekom starije jure, točnije u plinzbahu. Kako su se naglo pojavili tako naglo i nestaju i to već tijekom sredine toarcija. U litiotidne školjkaše ubrajamo tri morfološki slične vrste: *Lithiotis problematica* Gümbel, 1871, *Cochlearites loppianus* (Tausch, 1890) te *Lithioperna scutata* (Dubar, 1948) (Debeljak & Buser, 1997) (slika 1). U skupinu litiotidnih školjkaša često se ubrajaju i rodovi *Gervilleioperna* sp. i *Mytiloperna* sp. (Fraser i sur., 2004).



**Slika 1** Ljuštura litiotidnih školjkaša iz donje jure. A) desna ljuštura vrste *Lithiotis problematica*; B) lijeva ljuštura vrste *Cochlearites loppianus*; C) desna ljuštura vrste *Lithioperna scutata*; D) lijeva ljuštura vrste *Gervilleioperna* sp.; E) desna ljuštura vrste *Mytiloperna* sp. (preuzeto iz Fraser i sur., 2004).

Živjeli su u plitkomorskim lagunskim okolišima na mekim dnima. Karakteriziraju ih tijesne zajednice u kojima su se jedinke međusobno podržavale i istovremeno natjecale za životni prostor i svjetlost. Budući da je akumulacija vapnenačkog mulja u plitkomorskim okolišima obično bila brza, tijekom svog života neprestano su rasli u vertikalnom do



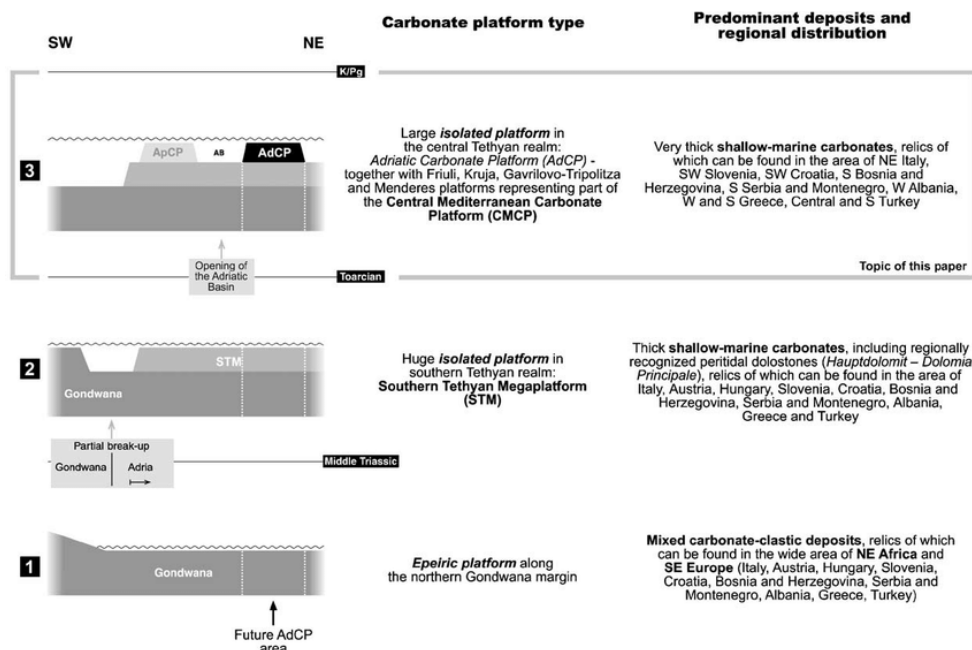
subvertikalnom položaju kako bi ventralni otvor malog mekog tijela ostao iznad razine okolnog sedimenta (Debeljak & Buser, 1997).

Zbog jedinstvenih ljuštura, koje su bile prilagođene specifičnom okruženju, litiotidni školjkaši se smatraju pogodnim vrstama za analizu prilagodbe sesilnih životinja na okoliše vezane uz meko dno. Zajedno s drugim školjkašima, bili su najznačajniji graditelji bioherma koje su zamjenjivale morske grebene tijekom starije jure. Litiotidni školjkaši su rasli i dominirali tropskim okolišima. Svjetska rasprostranjenost ovih školjkaša tijekom plinzbaha i starijeg toarcija ukazuje na njihovo vrlo brzo širenje (Krobicki & Golonka, 2009). Nakon izumiranja najčešće izgrađuju litiotidne vapnence koji se zbog neobičnog izgleda ljuštura vrlo često koriste kao ukrasni arhitektonski kamen.

Cilj ovog diplomskog rada je istraživanje pojave, razvoja i raznovrsnosti ostataka litiotidnih školjkaša u donjojurskim naslagama na području Južnog Velebita (prijevoj Mali Alan) i južne Like (kamenolomi na području Štikade). Definicija njihove prve i zadnje pojave (preciznija odredba njihovih stratigrafskih raspona), opis i determinacija različitih vrsta litiotidnih školjkaša, odredba zastupljenosti vrsta litiotidnih školjkaša u istraživanim sljedovima te interpretacija okolišnih uvjeta u kojima su litiotidni školjkaši živjeli.

## 2. GEOLOGIJA ISTRAŽIVANOG PODRUČJA

Mezozojska Jadranska karbonatna platforma (eng. *Adriatic Carbonate Platform*, AdCP) bila je jedna od najvećih karbonatnih platformi u Tethysu (Vlahović i sur., 2005). Tijekom mlađeg plinsbaha/starijeg toarcija AdCP predstavlja područje pličaka. Jadranski bazen je povezivao Jonski bazen s pelagičkim bazenima Umbrija-Marche i Belluno, te je formiran uz jugoistočnu granicu AdCP (u današnjoj geografskoj orijentaciji), dok je Bosansko–slovenski bazen oblikovan duž njezine sjeveroistočne granice (Sabatino i sur., 2013 i reference unutra) (slika 2). Ova važna paleotektonska epizoda poklopila se s ranotoarcijskim oceanskim anoksičnim događajem (T-OAE). Točna uloga ovog događaja u tonjenju samo nekih karbonatnih platformi je kontroverzna, ali promjene temperature vode, kiselosti i razine hranjivih sastojaka potencijalno su utjecale na pokretanje kriza u karbonatnoj produkciji (Sabatino i sur., 2013 i reference unutra). Međutim, TOA-E je jasno zabilježen u području unutarnjeg dijela AdCP-a taloženjem posebne litološke jedinice koja se obično naziva "mrljasti vapnenaci" u kojoj su ostaci ljuštura litiotidnih škojkaša u potpunosti odsutni (Sabatino i sur., 2013).



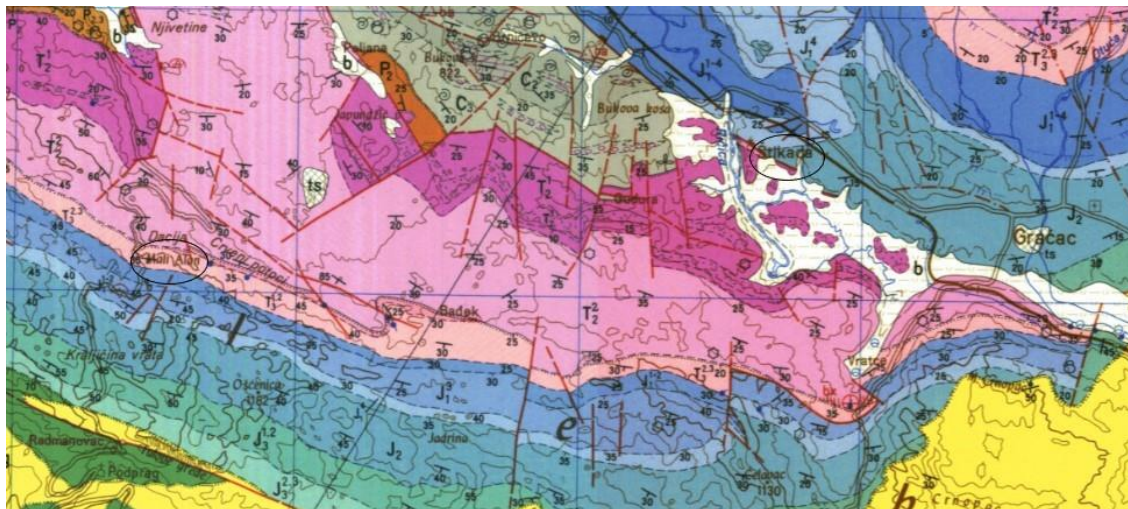
**Slika 2** Shematski prikaz stvaranja Jadranske karbonatne platforme (AdCP). 1) srednji trijas: epirička karbonatna platforma smještena na sjevernom rubu Gondwane; zatim 2) dolazi do odvajanja dijela šelfa Gondwane i formiranja mikroploče na kojoj se nalazilo golemo izolirano plitkomorsko područje, tj. Južnotetijska megaplatfoma (STM); 3) formiranje Jadranskog bazena (eng.

Adriatic Basin; AB) što za posljedicu ima nastanak AdCP i Apulijske karbonatne platforme (ApCP) (preuzeto iz Vlahović i sur., 2005).

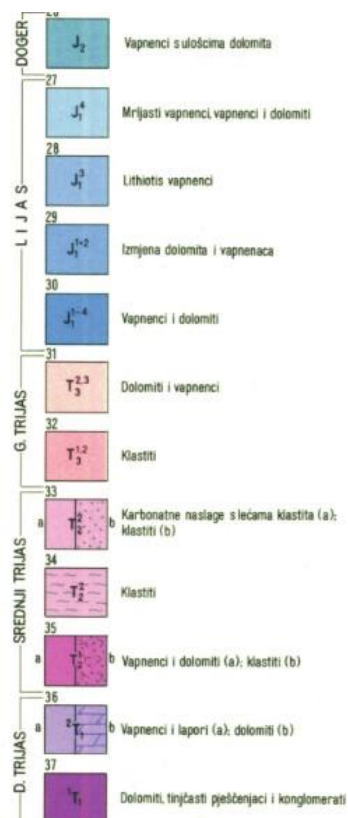
Velić i sur. (2002) i Vlahović i sur. (2002, 2005) prvim naslagama AdCP smatraju naslage starosti mlađeg dijela starije jure, dok plitkomorski Hauptdolomit starosti mlađeg trijasa, te naslage koje starošću pripadaju srednjem i starijem dijelu starije jure smatraju podinom AdCP, odnosno dijelom Južnotetiske megaplatforame (Vlahović i sur., 2005). AdCP obuhvaća naslage starosti od mlađeg dijela starije jure do kraja krede, odnosno karbonatne naslage debljine veće od pet kilometara nastale na karbonatnoj platformi (Velić i sur., 2002).

Na području Krških Dinarida donjojurske karbonatne naslage kontinuirano slijede na gornjotrijaskom Hauptdolomitu. Gornjotrijaski Hauptdolomiti su ranodijagenetski dolomiti, koji su nastali dolomitizacijom fenestralnih i stromatolitnih vapnenaca plitkog potplimnog i plimnog okoliša. Najstarija jurska jedinica obilježena je izmjenom vapnenaca i kasno dijagenetskog dolomita. Sljedeća jedinica starije jure obično se naziva „litiotidni vapnenac“ zbog obilne prisutnosti bioklasta i kompletnih ljuštura litiotidnih školjkaša. Litiotidi su česti u srednjem, a posebno u gornjem dijelu ove jedinice gdje zajedno s brahiopodima predstavljaju vrlo važne stijene (Sabatino i sur., 2013). Najmlađi dio starije jure predstavljaju mrljasti vapnenci, koji su prekriveni debelim i masivnim mikritnim vapnencima srednje jure (Sabatino i sur., 2013).

Naslage starije jure, u Hrvatskoj, izdanjuju na području Gorskog kotara, Like, Velebita (slike 3a, b) i Dinare, Žumberačkog gorja, doline Korane južno od Karlovca, Biokova te u zaleđu Dubrovnika. Karbonatne naslage donje jure često se dobro ističu u reljefu, te su zbog svoje dobre slojevitosti lako prepoznatljivi na terenu. Ta dobra slojevitost posebno dolazi do izražaja na području Velebita, gdje donjojurski vapnenci grade najviše grebene i protežu se gotovo 150 km.



Slika 3a Geografski položaj lokaliteta Mali Alan i Štikada na Osnovnoj geološkoj karti (OGK) bivše SFRJ, isječak lista Obrovac (preuzeto iz Ivanović i sur., 1967).



Slika 3b Legenda uz OGK SFRJ, list Obrovac (preuzeto iz Ivanović i sur., 1967).

### 3. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

Kod istraživanja litiotidnih školjkaša može nam pomoći veliki broj radova koji se odnose na pronalazak litiotida kako u ostatku svijeta, tako i na području Jadranske karbonatne platforme.

Buser & Debeljak (1997) izvrsno opisuju tri morfološki slične vrste litiotidnih školjkaša. Pružaju nam detaljan opis karakteristika svake vrste zasebno, ali ih i uspoređuju na temelju izgleda njihovih ljuštura i života u zajednici. Ovi autori, također, opisuju morfološki izgled ljuštura koji se sastoji od 3 dijela: dugog kardinalnog područja, te još dva područja koja nalikuju na pero (eng. *feather-like area*). Navode lokacije u Sloveniji na kojima možemo pronaći litiotidne školjkaše.

Benini & Loriga (1977) vrlo precizno opisuju prizmatične i nakrozne slojeve aragonita u inače kalcitnim ljušturama kod rodova *Lithiotis* i *Cochlearites*. Smatraju kako je kod ova dva školjkaša druga ljuštura znatno tanja te zbog toga izostaje iz uzoraka. Detaljnije govore o unutrašnjosti litiotidnih školjkaša.

Chinzei (1982) također govori o aragonitnim slojevima vanjskog, ali i unutrašnjeg dijela ljuštura. Smatra kako je gotovo nemoguće izvući cjelovite uzorke ljuštura s obzirom da su ventralni rubovi rodova *Lithiotis* i *Cochlearites* izuzetno tanki, te kako se zbog toga uzorci ljuštura litiotida obično sastoje od fragmentiranih dijelova. Zaključio je da se izmjenjuju brza i spora razdoblja rasta roda *Lithiotis* što je i potvrđeno pojavom godišnjih prstenova.

Krobicki & Golonka (2009) navode kako su litiotidni školjkaši rasli i dominirali tropskim okolišima, te smatraju kako njihova svjetska rasprostranjenost, tijekom plinzbaha i starijeg toarcija, ukazuje na njihovo vrlo brzo širenje. U svojem radu ukazuju na pojavu litiotidnih školjkaša iz južne Europe (Španjolska, Italija, Hrvatska, Slovenija, Grčka, Albanija i Rumunjska), najzapadnije Azije / Arabije (istočna Turska, Iran, Irak, Kuvajt, Oman) u središnju Aziju te preko zapadnog Tethysa do zapadne granice Sjeverne i Južne Amerike (SAD, Peru). Smatraju kako litiotidni školjkaši svojom rasprostranjenošću širom svijeta ukazuju na vrlo brzo zauzimanje specifičnih ekoloških niša (uglavnom plitkomorski/lagunski okoliši) te paleogeografsko/geodinamičke režime za vrijeme raspada Pangee tijekom plinsbaha – starijeg toarcija.

Fraser i sur. (2004) spominju još dva znatno manje poznatija roda *Gervilleioperna* sp. i *Mytiloperna* sp. koji su živjeli u plitkomorskim lagunskim okolišima na mekim dnima. Napominju kako su se litioidni školjkaši, u rasponu od plinzbaha do sredine toarcija, pojavljivali diljem svijeta, pa su tako pronađeni u: Suplee-Izee formaciji u Oregonu, Kaliforniji, Nevadi, južnom Trentu u Italiji, centralnom i istočnom Atlasu i Maroku.

## 4. METODE ISTRAŽIVANJA

### 4.1. TERENSKE METODE

Ostaci litiotidnih školjkaša istraživani su na dva slijeda, Mali Alan i Štikada. Za slijed Štikada korišteni su materijali prikupljeni tijekom ranijih istraživanja (Martinuš, 2013), a za slijed Mali Alan terenski rad je obavljen u lipnju 2020. godine. Upravo je taj prijevaj područje na kojem završava Južni Velebit. Terenski rad sastojao se od uzimanja uzoraka prilikom čega su se u fokusu istraživanja nalazili litiotidni školjkaši. Određivane su vrste litiotidnih školjkaša (gdje je to bilo moguće), mjerene su dimenzije i orijentacije ljuštura, proučavani su položaji slojeva te struktura i teksture istih (slika 4). Sve ove informacije bile su bilježene u terenski dnevnik. Na ovom području sniman je i litostratigrafski stup u dva dijela čime su nadopunjeni rezultati prethodnih istraživanja.



**Slika 4** Uzorkovanje na prijevoju Mali Alan.

## 4.2. LABORATORIJSKE METODE

Pregledani i odabrani uzorci, prikupljeni ranijim istraživanjima, korišteni su za sedimentološke analize. Za sedimentološku analizu vapnenaca korištena je klasifikacija prema Dunham-u (1962) s nadopunom Embry-a & Klovan-a (1972). Ova se podjela temelji na strukturnim značajkama vapnenaca. Pa ih tako dijelimo na: madston, vekston, pekston koji imaju karbonatni mulj; te grejnston i bajndston koji nemaju karbonatni mulj. Madston ima manje od 10% čestica koje imaju muljnu potporu; vekston sadrži više od 10% čestica; pekston ima čestice i zrna koja se međusobno dodiruju. Kod bajndstona je, prilikom taloženja, došlo do međusobnog vezanja čestica ili litifikacije organizama in situ. Kasnije je Dunham-ova (1962) klasifikacija nadopunjena prema Embry & Klovanu (1972) čime su se dodala dva nova tipa vapnenca, a to su: floutston i radston. Kod floutstona zrna plivaju u mulju, dok kod radstona zrna, jedna drugima, pružaju potporu.

Uz pomoć analize mikroskopskih preparata također su identificirani litioidni školjkaši i određivane su njihove vrste.



## 5. REZULTATI

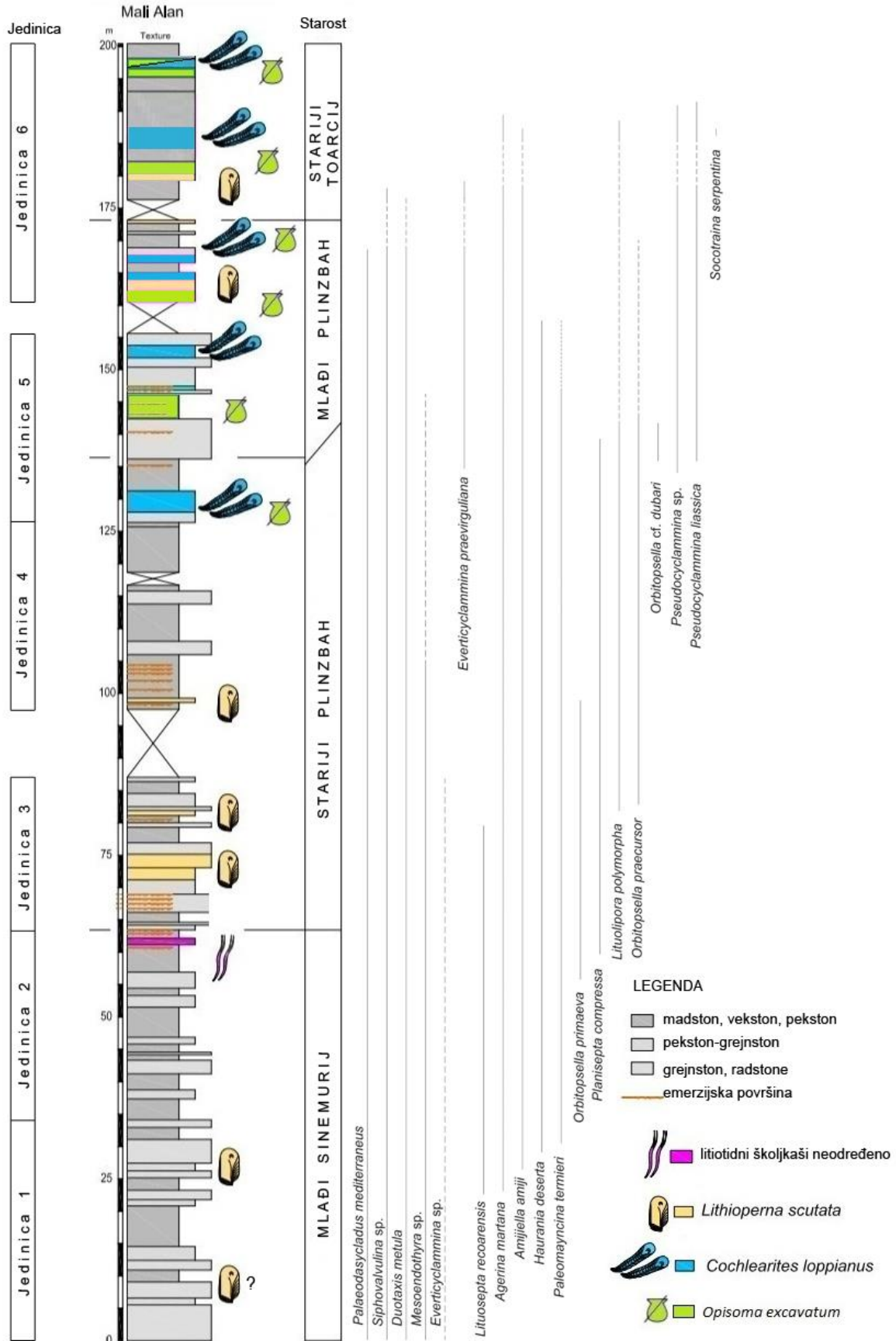
### 5.1. OPIS NASLAGA

Litiotidni školjkaši istraženi su na dva lokaliteta, Mali Alan i Štikada na kojima su donjojurske naslage vrlo lijepo otkrivene (slika 3). Slijed Mali Alan koji sadrži ostatke litiotidnih školjkaša (njihovu prvu i zadnju pojavu) debljine je 207 m i može se na temelju litoloških i stukturnih značajki podijeliti na šest jedinica (slika 5). Za jedinice 1–3 te 5 korišteni su materijali (snimljeni stup, uzorci mikrofacijesa) dobiveni ranijim istraživanjima (Martinuš i sur., 2012; Martinuš, 2013), dok su jedinice 4 i 6 rezultati istraživanja unutar ovog rada. Slijed Štikada otkriven je u dva kamenoloma u južnoj Lici i tu su litiotidni školjkaši također određivani na materijalima prikupljenima ranijim istraživanjima koja nisu uključivala ove školjkaše (slika 6) (Martinuš i sur., 2012; Martinuš, 2013).

#### 5.1.1. Mali Alan

Najstariji dio slijeda Mali Alan debljine je 34 m (jedinica 1) i izgrađen najvećim dijelom od zrnastih vapnenaca (pekston i grejnston s peloidima, litoklastima, bioklastima i ooidima) koji su organizirani u cikluse oplićavanja naviše (Martinuš, 2013). Mikritni vapnenci (madston i vekston s različitim bioklastima) nešto su manje zastupljeni (slika 5). U gornjem dijelu jedinice značajna je prva pojava bentičke foraminifere *Lituosepta recoarensis* (Martinuš, 2013).

Sljedeća, jedinica 2 debljine je 30 m i izgrađena je dominantno od mikritnih vapnenaca (madston, vekston sa sitnim bioklastima i fenestrama) koji su izrazito laminirani (Martinuš, 2013). Važno je da se u gornjem dijelu ove jedinice počinju značajnije pojavljivati lituolidne foraminifere: *Mesoendothyra* sp., *Amijiella amiji*, *Haurania deserta* i *L. recoarensis* postaju učestale, a *Orbitopsella primaeva* se pojavljuje po prvi put (Martinuš, 2013).



**Slika 5** Geološki stup slijeda Mali Alan s označenim strukturnim tipovima vapnenaca, jedinicama i vrstama litiotidnih školjkaša (prema Martinuš, 2013).

Jedinica 3 debljine je 24 m i najvećim dijelom izgrađena od vapnenaca mikritne potpore (madston, vekston i pekston s različitim bioklastima). U donjem dijelu ove jedinice česte su emerzijske površine, a najvažnija značajka ove jedinice je početak učestale pojave litiotidnih ljuštura (Martinuš, 2013) (slika 5). U gornjem dijelu jedinice 3 zabilježena je zadnja pojava foraminifere *L. recoarensis* i prva pojava *Orbitopsella praecursor* (Martinuš, 2013).

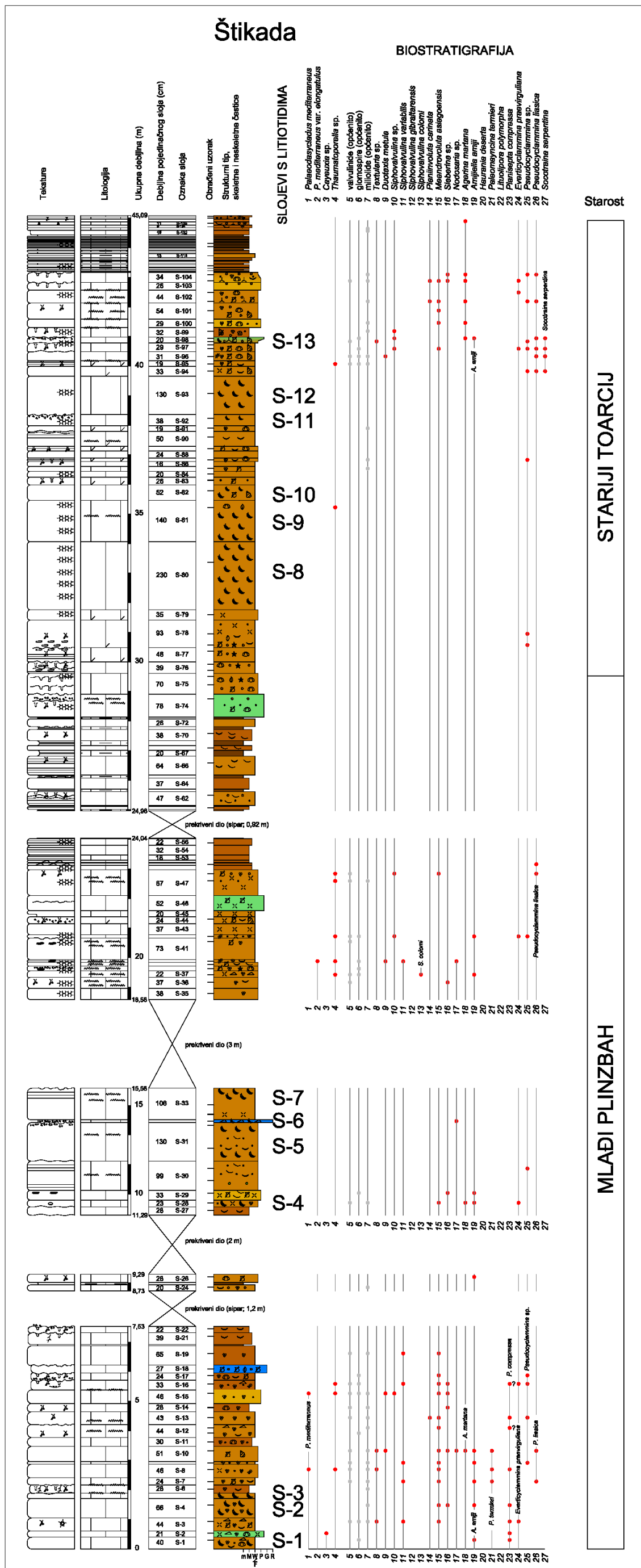
U krovini jedinice 3 slijedi prekriveni dio debljine 10 m i zatim jedinica 4 debljine 30 m koja je dominantno izgrađena od vapnenaca mikritne potpore (madston, vekston, rijetko pekston) s bioklastima bentičkih organizama (bentičke foraminifere, dazikladalne alge, ostrakodi, ljuštore brahiopoda, ostrakoda i školjkaša poput megalodontida, grifee i litiotida). Ovi vapnenci vrlo su često laminirani i u donjem dijelu jedinice nekoliko je značajnih emerzijskih površina (slika 5). U središnjem dijelu ove jedinice zabilježena je zadnja pojava vrste *Orbitopsella primaeva*.

Jedinica 5 nalazi se u krovini prethodne jedinice i debljine je 35 m (slika 5). Izgrađena je od mikritnih vapnenaca (madston, vekston i floutston s peloidima, intraklastima i bioklastima: litiotidi, bentičke foraminifere) koji se izmjenjuju sa zrnastim vapnencima (pekston-grejnston i grejnston s intraklastima, mjestimice ooidima te bioklastima: bentičke foraminifere, gastropodi, dazikladalne alge) (Martinuš, 2013). Ove naslage često su horizontalno i valovito laminirane, sadrže fenestre i u središnjem dijelu jedinice više je značajnih emerzijskih površina. U gornjem dijelu jedinice zabilježena je zadnja pojava vrste *O. praecursor* i prva pojava *Pseudocyclamina liassica* (Martinuš, 2013).

Najmlađa, jedinica 6 slijedi nakon manjeg prekrivenog dijela (debljine 5 m) koji se nalazi u krovini jedinice 5 (slika 5). Debljina jedinice 6 iznosi 38 m i ona je dominantno izgrađena od vapnenaca mikritne potpore: madstona, vekstona i floutstona s bioklastima među kojima prevladavaju ostaci litiotida. Od ostalih fosila nađene su sitne bentičke foraminifere, fragmenti ježinaca i rjeđe ljuštore ostrakoda. U krovini jedinice 6 nalaze se tankoslojeviti, mikritni i intenzivno bioturbirani vapnenci poznatiji pod nazivom „mrljasti vapnenci“ u kojima se ostaci litiotidnih školjkaša više ne nalaze.

### 5.1.2. Štikada

Slijed Štikada nalazi se u dva kamenoloma u južnoj Lici u blizini istoimenog akumulacijskog jezera (slika 3). Debljine je 45 m i obuhvaća najmlađi dio donjojurskih naslaga na tom području, koje sadrže ostatke litiotidnih školjkaša (slika 6) (Martinuš, 2013). Slijed Štikade stratigrafski i facijesno potpuno odgovara jedinici 6 Malog Alana. To su gotovo u potpunosti mikritni vapnenci (madston, vekston, floutston) s ostacima bentičkih organizama: najzastupljenije su ljušture litiotida, dok su ostali fosili rjeđi (megalodontidi, brahiopodi, gastropodi, ostakodi i bentičke foraminifere koje su prisutne uglavnom u donjem dijelu slijeda) (Martinuš, 2013). Značajan je nalaz foraminifere *P. liassica*. Slično slijedu Malog Alana, ovi vapnenci s litiotidima naglo prelaze u tipične „mrljaste vapnence“ siromašne fosilima u kojima litiotidi potpuno izostaju (Martinuš, 2013).



**Slika 6** Geološki stup slijeda Štikada s označenim strukturnim tipovima vapnenaca, jedinicama i vrstama litioidnih školjkaša (preuzeto iz Martinuš, 2013).

## 5.2. STAROST ISTRAŽIVANIH NASLAGA

Starost istraživanih naslaga određena je na temelju zajednice bentičkih foraminifera. Podaci o starosti za slijed Štikada i jedinice 1–3 te 5 u slijedu Mali Alan preuzeti su iz ranijih istraživanja (Martinuš, 2013), dok je mikrofossilna zajednica u jedinicama 4 i 6 slijeda Mali Alan određena prema radovima Nikler & Sokač (1968), Septfontaine (1984) i Velić (2007). Starost jedinica 1 i 2 slijeda Mali Alan je mlađi sinemurij (slika 5). Jedinice 3, 4 i donji dio jedinice 5 odgovaraju starijem plinzbahu, gornji dio jedinice 5 i donji dio jedinice 6 pripadaju mlađem plinzbahu, dok gornji dio jedinice 6 Malog Alana odgovara starijem toarciju (slika 5). Slijed Štikade izvrsno se korelira s jedinicom 6 Malog Alana, tako da njezin donji dio je starosti mlađeg plinzbaha, a gornji dio starijeg toarcija (slika 6).

### 5.3. SLOJEVI S OSTACIMA LITIOTIDNIH ŠKOLJKAŠA

#### 5.3.1. Mali Alan

Na prijevoju Mali Alan u slijedu debljine 207 m pronađena su 34 sloja s ostacima školjkaša od čega je 29 slojeva s ljušturama litiotidnih školjkaša (tablica 1). Ovaj slijed obuhvaća cjelokupni stratigrafski raspon litiotidnih školjkaša (slika 5).

Tablica 1 Pregled slojeva s ostacima ljuštura školjkaša na lokalitetu Mali Alan

Oznaka sloja s ljušturama školjkaša	Debljina sloja (cm)	Dimenzije ljuštura (cm)	Položaj ljuštura	Vrsta	Starost
Sloj A-1	210	2-3	Polegnute, različito orijentirane	<i>Lithioperna scutata?</i>	Mlađi sinemurij
Sloj A-2	72	2-5	Polegnute	<i>Lithioperna scutata?</i>	Mlađi sinemurij
Sloj A-3	75		Polegnute	<i>Lithioperna scutata?</i>	Mlađi sinemurij
Sloj A-4	130	5-8	Subvertikalne, različito orijentirane	<i>Lithioperna scutata</i>	Stariji plinzbah
Sloj A-5	85	6-8	Položaj rasta	<i>Lithioperna scutata</i>	Stariji plinzbah
Sloj A-6	236	6-8	Djelomično u položaju rasta	<i>Lithioperna scutata</i>	Stariji plinzbah
Sloj A-7	56	6-8	Polegnute	<i>Lithioperna scutata</i>	Stariji plinzbah
Sloj A-8	65	10->	Subvertikalne	<i>Lithioperna scutata</i>	Stariji plinzbah
Sloj A-9	160			<i>Opisoma excavatum</i>	
Sloj A-10	101			<i>Cochlearites loppianus</i>	Stariji plinzbah
Sloj A-11	192	2-3	Subvertikalne	<i>Cochlearites loppianus?</i>	Stariji plinzbah
Sloj A-12	24	7->		<i>Cochlearites loppianus</i>	Mlađi plinzbah
Sloj A-13	150	25->	Položaj rasta	<i>Cochlearites loppianus</i>	Mlađi plinzbah
Sloj A-14	64	2-3		<i>Cochlearites loppianus?</i>	Mlađi plinzbah
Sloj A-15	53	10		<i>Lithioperna scutata?</i>	Mlađi plinzbah
Sloj A-16	34	10		<i>Cochlearites loppianus</i>	Mlađi plinzbah

Sloj A-17	107	8-10	Subvertikalne (položaj rasta)	<i>Cochlearites loppianus</i>	Mlađi plinzbah
Sloj A-18	60	8-10		<i>Cochlearites loppianus?</i>	Mlađi plinzbah
Sloj A-19	91	8-10		<i>Cochlearites loppianus?</i>	Mlađi plinzbah
Sloj A-20	85	3-6	Vertikalne	<i>Opisoma excavatum</i>	Mlađi plinzbah
Sloj A-21	130	3-6	Vertikalne	<i>Opisoma excavatum</i>	Mlađi plinzbah
Sloj A-22	47	10-15		<i>Cochlearites loppianus?</i>	Mlađi plinzbah
Sloj A-23	88	5-6		<i>Cochlearites loppianus?</i> <i>Opisoma excavatum?</i>	Mlađi plinzbah
Sloj A-24	52	20->	Polegnute	<i>Cochlearites loppianus</i>	Mlađi plinzbah
Sloj A-25	80	10-20		<i>Lithioperma scutata</i>	Mlađi plinzbah
Sloj A-26	65	10-20		<i>Lithioperma scutata</i>	Mlađi plinzbah
Sloj A-27	124			<i>Opisoma excavatum?</i>	Mlađi plinzbah
Sloj A-28	128			<i>Cochlearites loppianus?</i> <i>Opisoma excavatum?</i>	Mlađi plinzbah
Sloj A-29	90	5-8	Različito orijentirane	<i>Opisoma excavatum</i>	Stariji toarcij
Sloj A-30	145	5-8	Različito orijentirane	<i>Opisoma excavatum</i>	Stariji toarcij
Sloj A-31	93	3-5	Različito orijentirane	<i>Opisoma excavatum</i>	Stariji toarcij
Sloj A-32	32	10	Subvertikalne	<i>Cochlearites loppianus</i>	Stariji toarcij
Sloj A-33	73	10		<i>Cochlearites loppianus</i> <i>Mytiloperma sp.</i>	Stariji toarcij
Sloj A-34	165	10		<i>Cochlearites loppianus</i> <i>Opisoma excavatum</i>	Stariji toarcij

Do prve pojave litiotidnih školjkaša najvjerojatnije dolazi u jedinici 1 (slika 5). U vršnom dijelu sloja A-1 donjojurskih raspucanih vapnenaca vidljive su vrlo tanke, izdužene ljuštore školjkaša (slika 7). Obje ljuštore su podjednake debljine i blago povinute, te možemo pretpostaviti da se najvjerojatnije radi o vrsti *Lithioperma scutata*. Ovaj vapnenac s ljušturama litiotida možemo odrediti kao skeletni floutston (litiotidni floutston). Nekoliko metara iznad sloja A-1 zabilježena je prva pojava foraminifere *Lituosepta recoarensis* što ukazuje na starost mlađeg sinemurija (Martinuš, 2013).





Slika 7 Sitne ljuštore školjkaša *Lithioperna scutata*? pronađene u sloju A-1.

Unutar iste jedinice 1, oko 20 m debljine iznad sloja A-1 slijedi sloj A-2 u kojem su uočene ljuštore sličnih morfoloških značajki, no ipak nešto većih dimenzija te su učestalije u samom sloju (slika 8). Za ove ljuštore možemo samo pretpostaviti da se radi o vrsti *L. scutata*.



Slika 8 Ljuštore vrste *Lithioperna scutata*? u sloju A-2.

U krovini sloja A-2 slijed je debljine 35 m unutar kojeg nisu uočeni ostaci ljuštura litiotida. Prvi sljedeći nalaz su tanke ljuštore školjkaša u sloju A-3 unutar jedinice 2, koje su dimenzijama i oblikom slične onima nađenima u slojevima A-1 i A-2, te možemo pretpostaviti da se također radi o vrsti *L. scutata*. Ljuštore se nalaze u mikritnom vapnencu (madston), a gornja slojna površina pokazuje značajke paleotla (Martinuš, 2013).

U jedinici 3 ljuštore litiotida uočene su u četiri sloja: A-4–A-7 (slika 5). Sve pripadaju vrsti *L. scutata* (slika 9). U gornjem dijelu sloja A-4 (pronađene su pretaložene, tanke ljuštore vrste *Lithioperna scutata* čija dužina iznosi 5–8 cm, a debljina sloja iznosi 130 cm. *Lithioperna* je pronađena i u sloju A-5, koji pripada istoj jedinici kao i sloj A-4. Debljina ovog sloja iznosi 85 cm, a ljuštore koje su tanke i u položaju rasta pronađene su u donjem dijelu sloja, dok je gornji dio sloja pretaložen. Sloj A-6 je bogat ostacima *L. scutata* koja, također, ima tanke ljuštore i iste dimenzije kao u prethodnom sloju. Gornja slojna površina pokazuje značajke erozije, a *Lithioperna* se djelomično nalazi u položaju rasta, te su uz nju uočeni i drugi bioklasti. Sloj je raspucan, a debljina mu je 236 cm. U sloju A-7 uz *L. scutata*, koja je istih dimenzija kao i u prethodnom sloju, dolaze još i ljuštore megalodontida, ramenonožaca, dazikladalne alge, vrlo sitne bentičke foraminifere, te peloidi. Debljina ovog sloja je 56 cm.



Slika 9 Ljuštore vrste *Lithioperna scutata* u sloju A-5.

Između jedinica 3 i 4 nalazi se 10 m debeo prekriveni dio u kojem nije bilo moguće snimiti slijed i opažati školjkaše, tako da sljedeći sloj A-8 s ljušturama, također vrste *L. scutata* zabilježen je u jedinici 4 (slika 5). Sloj A-8 nalazi se 22 m iznad zadnjeg sloja s litotidima, A-7. U ovom sloju su pronađene nešto krupnije ljuštore vrste *Lithioperna scutata* (10-ak cm pa i više), a nalaze se u mikritnom vapnencu (slika 10). Gornja slojna površina sloja A-8 pokazuje značajke subaerskog izlaganja.



Slika 10 Ljušture vrste *Lithioperna scutata* u sloju A-8.

U jedinici 5 izdvojeno je pet slojeva s krupnim ostacima ljuštura školjkaša (slojevi A-9–A-13; slika 5; tablica 1). Međutim, iako donekle slični litiotidima, ostaci u sloju A-9, naposljetku su određeni kao rod *Opisoma* sp. (vjerojatno *Opisoma excavatum*; Posenato i sur., 2013) (slika 11).



Slika 11 Ljušture vrste *Opisoma excavatum*? u sloju A-9.

U ostala četiri sloja (A-10–A-13) određeni su ostaci vrste *Cochlearites loppianus*. U sloju A-10, koji se nalazi 37 m iznad prethodnog sloja (A-8) s litiotidima, pronađeni su primjerci vrste *C. loppianus* s konusnim vrhom. Uz litiotide u ovom sloju su uočeni i peloidi te drugi bioklasti. Okoliši taloženja, u ovoj jedinici, bile su plitka potplimna i plimna zona (slabo fosiliferni mikriti s miliolidama i peloidima) (Martinuš, 2013). Izuzimanjem litiotida, dio slijeda s litiotidnim slojevima A-10 i A-11 je poprilično osiromašena drugim fosilima (Martinuš, 2013). Sljedeći sloj s ostacima, također vrste *C. loppianus* je sloj A-12: nalazi se 16 m iznad sloja A-11, debljine je 24 cm, izgrađen je od glinovitog mikritnog vapnenca koji se nalazi u krovini paleotla (Martinuš, 2013). Ovaj mikritni vapnenac, tj. glinoviti madston sadrži ljušturice ostrakoda i rijetke sitne bentičke foraminifere. Zbog znatnog udjela glinovite komponente, iz sloja A-12 izvađene su fragmentirane ljušture *C. loppianus* (slike 12, 13).

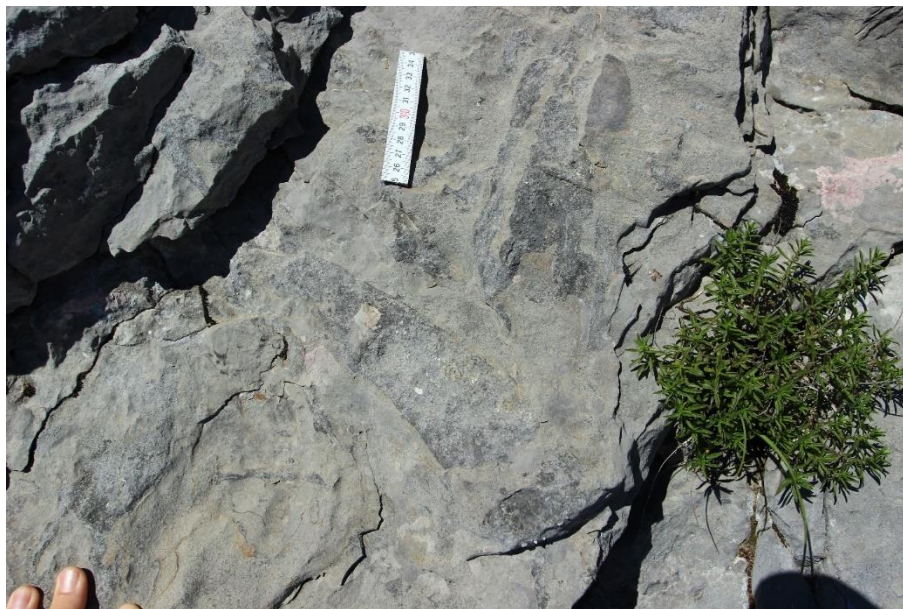


Slika 12 Izvađena ljuštura vrste *Cochlearites loppianus* iz sloja A-12.



**Slika 13** Izvađena ljuštura vrste *Cochlearites loppianus* iz sloja A-12.

U sloju A-13 debljine 150 cm uočene su dosad najkrupnije ljušture litiotida, i to vrste *C. loppianus* (slika 14). Krupne ljušture *C. loppianus* dimenzija od 25 cm pa i više pretaložene su i različite orijentacije. Vršni dio ovog sloja je bioturbiran.



**Slika 14** Krupne ljušture vrste *Cochlearites loppianus* u sloju A-13.

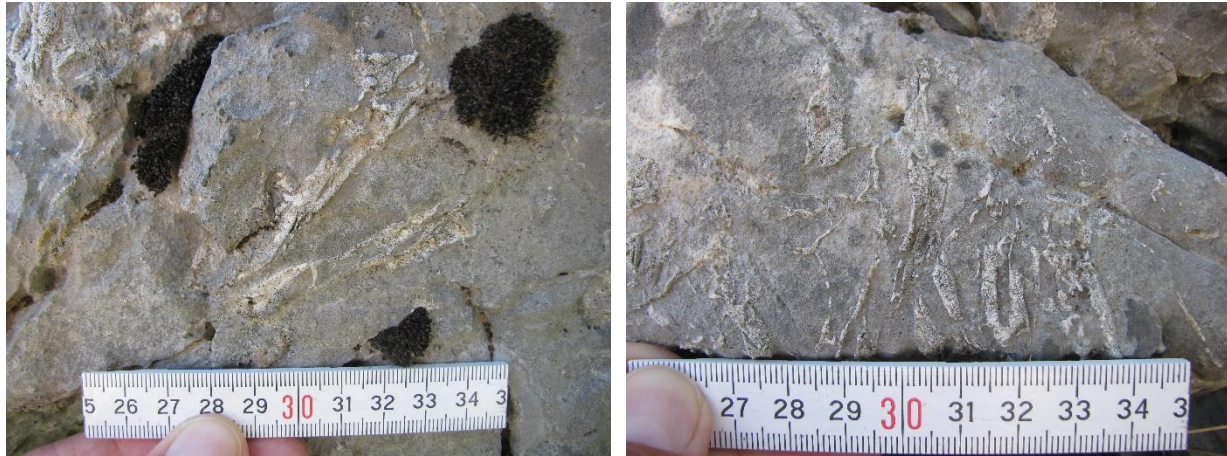
Jedinica 6 nastavlja se nakon 5 m prekrivenog dijela koji se nalazi u krovini jedinice 5 (slika 5). U tom 38 m debelom slijedu dominantno mikritnih vapnenaca uočena su sveukupno 22 sloja (A-14–A-34) s ostacima krupnih ljuštura školjkaša (tablica 1). Ljušture u devet takvih slojeva naposljetku su određene kao vrsta *Opisoma excavatum*, a ostale pripadaju litiotidima: *C. loppianus* određen je u 10 i *L. scutata* u tri sloja (tablica 1).

U sloju A-14, debljine 64 cm, pronađene su jako tanke ljušture litiotida veličine 2–3 cm, vjerojatno se radi o vrsti *C. loppianus*, no to je jako upitno. Uz fragmente ljuštura školjkaša i vrlo sitne bentičke foraminifere, u sloju A-15, nalaze se i sitnije ljušture litiotida dimenzija oko 10-ak cm (vjerojatno *L. scutata*). U gornjem dijelu sloja A-16 nalaze se ljušture veličine 10-ak cm koje najvjerojatnije pripadaju vrsti *C. loppianus* (slika 15). U sloju A-17 pronađene su ljušture *C. loppianus* u subvertikalnom položaju (vjerojatno položaj rasta), jednakih dimenzija kao i u prethodnom sloju.



**Slika 15** Ljušture koje najvjerojatnije pripadaju vrsti *Cochlearites loppianus* u sloju A-16.

U slojevima A-20 (debljina 85 cm) i A-21 (debljina 130 cm) pronađene su ljušture oštih završetaka, kao u sloju A-14, no nešto krupnije. Određene su kao vrsta *Opisoma excavatum*. Ljušture sličnih morfoloških značajki nađene su i u slojevima A-23, A-27, A-28, A-30, A-31, te A-34 (tablica 1; slike 16, 17).



Slika 16 Ljuštore koje najvjerojatnije pripadaju vrsti *Opisoma excavatum* u slojevima A-20 (slika lijevo) i A-21 (slika desno).



Slika 17 Ljuštore koje najvjerojatnije pripadaju vrsti *Opisoma excavatum* u sloju A-30.

Od ostalih slojeva u najmlađem dijelu ove jedinice u kojima su određene ljuštore vrste *C. loppianus* ističe se sloj A-24 s vrlo krupnim ljušturama dužina i više od 20 cm (slika 18).



Slika 18 Ljušture vrste *Cochlearites loppianus* u sloju A-24.

Ljušture vrste *L. scutata*, dimenzija 10–20 cm, pronađene su na gornjoj slojnoj površini slojeva A-25 i A-26. Između slojeva A-28 i A-29 nalaze se rasjedni kontakti (rasjedi s malim pomacima) nakon kojih se ponovno pojavljuju litiotidi (slika 5). Osim ostataka ljuštura litiotida u najmlađim slojevima ove jedinice nađene su i ljušture roda *Mytiloperna* sp. kao i megalodontida (slika 19). U krovini posljednjeg sloja s litiotidima (A-35) slijede tipični „mrljasti vapnenci“.



Slika 19 Ljušture roda *Mytiloperna* sp. (slika lijevo, sloj A-33) i megalodontida (slika desno, sloj A-34).



### 5.3.2. Štikada

U slijedu Štikade debljine 45 m ostaci ljuštura školjkaša evidentirani su u 13 slojeva (slika 5; Martinuš, 2013), od čega su na temelju dostupnih materijala prikupljenih ranijim istraživanjima, ostaci litiotida određeni u 10 slojeva (tablica 2). U slojevima S-4 i S-12 evidentirani su litiotidni školjkaši (Martinuš, 2013), no nije bilo dostupnih materijala za odredbu vrsta.

Tablica 2 Pregled slojeva s ostacima krupnih ljuštura školjkaša na lokalitetu Štikada

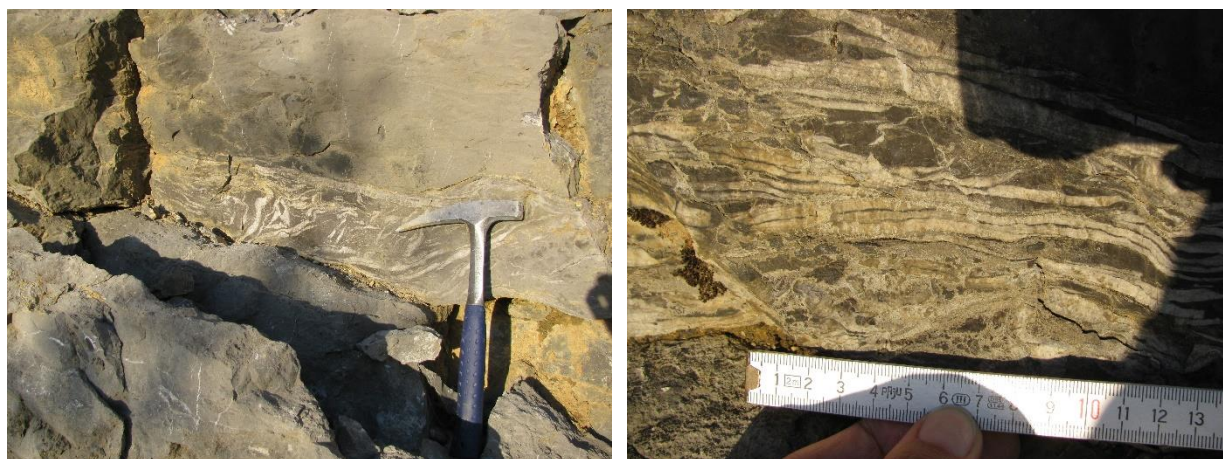
Oznaka sloja s ljušturama školjkaša	Debljina sloja (cm)	Dimenzije ljuštura (cm)	Položaj ljuštura	Vrsta	Starost
Sloj S-1	40	30->	Polegnute, mjestimice paralelno orijentirane	<i>Cochlearites loppianus</i>	Mlađi plinzbah
Sloj S-2	66	30->	Polegnute, mjestimice paralelno orijentirane	<i>Cochlearites loppianus</i>	Mlađi plinzbah
Sloj S-3	18	15->	Subvertikalne, različito orijentirane	<i>Lithioperma scutata</i>	Mlađi plinzbah
Sloj S-4	23			neodređeno	Mlađi plinzbah
Sloj S-5	130	15->	Različito orijentirane	<i>Lithioperma scutata</i>	Mlađi plinzbah
Sloj S-6	10			<i>Lithioperma scutata</i>	Mlađi plinzbah
Sloj S-7	106	15->	Polegnute, subvertikalne	<i>Lithioperma scutata</i>	Mlađi plinzbah
Sloj S-8	230	3-5	Polegnute	<i>Cochlearites loppianus</i>	Stariji toarcij
Sloj S-9	140	15-20	Polegnute	<i>Cochlearites loppianus?</i>	Stariji toarcij
Sloj S-10	52	4-7	Vertikalne	<i>Cochlearites loppianus</i>	Stariji toarcij
Sloj S-11	38			<i>Opisoma sp.?</i>	Stariji toarcij
Sloj S-12	130			neodređeno	Stariji toarcij
Sloj S-13	20			<i>Cochlearites loppianus</i> <i>Mytiloperma sp?</i>	Stariji toarcij

Slijed Štikada obuhvaća najmlađi dio slijeda donjojurskih naslaga u južnoj Lici, koji se vrlo dobro korelira s jedinicom 6 slijeda na Malom Alanu (slike 5, 6). Vapnence ovog slijeda obilježava taloženje u potplimnim lagunskim okolišima umjerene do niske energije vode na što ukazuju vapnenci pretežno mikritne potpore. Strukturno to su lošesortirani lito-bioklastični vekston-pekston, litiotidni floutston i bioklastični vekston sa sitnim i krupnim ostacima

organizama (Martinuš, 2013). U samom donjem dijelu slijeda uočena su tri sloja s krupnim ljušturama školjkaša: S-1 i S-2 s vrlo krupnim (dužina i više od 30 cm) ljušturama vrste *Cochlearites loppianus* (slika 20) i S-3 s ljušturama valovita uzdužna presjeka vrste *Lithioperna scutata* koje se nalaze mjestimice polegnute i mjestimice subvertikalne, tj. u položaju rasta (slika 21).



Slika 20 Ljušture vrste *Cochlearites loppianus* u sloju S-1.



Slika 21 Ljušture vrste *Lithioperna scutata* u sloju S-3.

U dijelu slijeda od 10 m do 15 m nalaze se četiri sloja s ljušturama litiotida (S-4–S-7) i to vrste *Lithioperna scutata*. U sloju S-5 vidljivi su poprečni i uzdužni presjeci *L. scutata* (dužina 15-ak cm i više) (slika 22). Gornja slojna površina sloja S-5 nepravilnog je reljefa i brečirana, te

na njoj slijedi tanji sloj S-6 s fragmentima litiotidnih ljuštura. Sljedeći sloj S-7 u svojem gornjem dijelu sadrži ponovo polegnute krupne ljušture vrste *L. scutata* (slika 23).



**Slika 22** Uzdužni presjek vrste *Lithioperna scutata* u sloju S-5.



**Slika 23** Ljušture vrste *Lithioperna scutata* u sloju S-7.

U krovini sloja S-7 s litiotidima slijedi prekriveni dio slijeda debljine 3 m, a zatim ostatak slijeda u kojem su uočeni litiotidi, i to u dijelu slijeda od 32 do 42 metra (slika 6). Unutar tih desetak metara slijeda uočeno je šest slojeva s ljušturama školjkaša (S-8–S-13) od kojih

većina pripada vrsti *Cochlearites loppianus* uz nalaz roda *Opisoma* sp. i neodređenih ljuštura (tablica 2). Slojevi S-8 i S-7 sadrže vrlo krupne ljušture *C. loppianus* dužina i preko 20 cm koje su polegnute unutar mikrita i orijentirane su paralelno slojnim površinama (slike 24, 25).



Slika 24 Ljušture vrste *Cochlearites loppianus* u sloju S-8.



Slika 25 Ljušture vrste *Cochlearites loppianus* u sloju S-9.

U sloju S-10 uočene su znatno manje ljušture *C. loppianus* u odnosu na prethodna dva sloja: veličine ljuštura su 4–7 cm i u samom vršnom dijelu sloja nalaze se u položaju rasta (slika 26). Uz *Cochlearites*, u ovom sloju, se još nalaze i kućice puževa, te fragmenti ljuštura školjkaša. Zadnji sloj s ostacima litiotida u slijedu Štikada je sloj S-13 i sadrži ostatke vrste *C. loppianus* te ostatke koji bi mogli pripadati rodu *Mytiloperna* sp. (slika 27).



Slika 26 Ljušture *Cochlearites* u u položaju rasta sloju S-10.

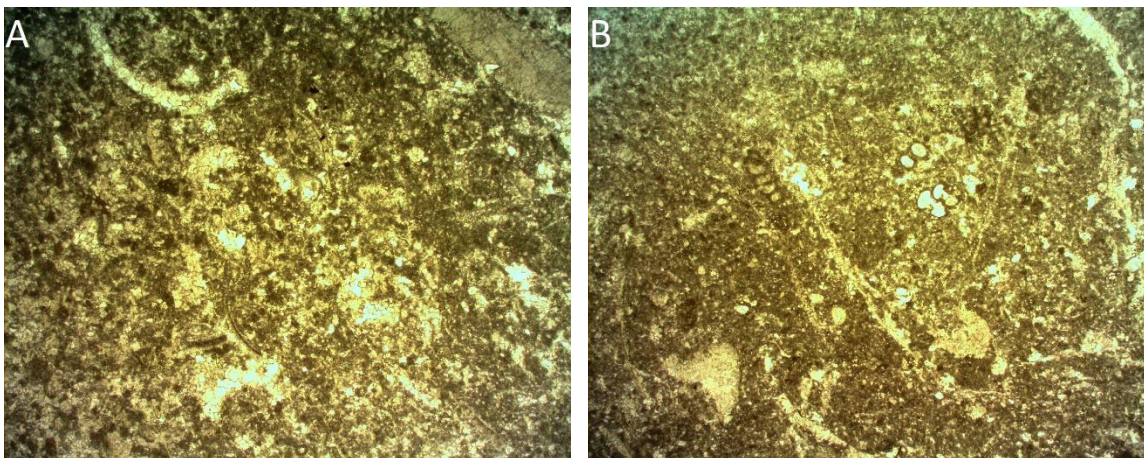


Slika 27 Ljušture roda *Mytiloperna* sp.? u sloju S-13.

#### 5.4. FACIJES LITIOTIDNIH ŠKOLJKAŠA

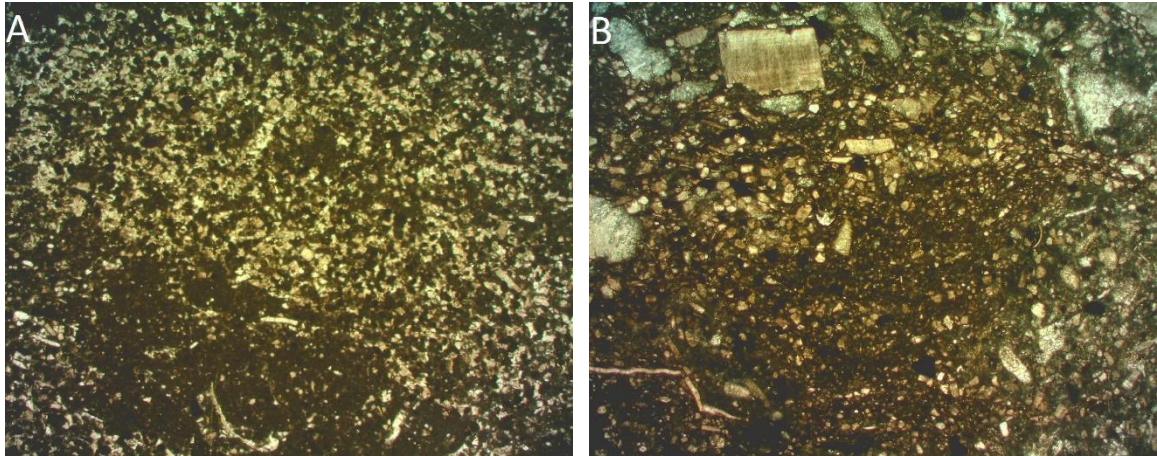
Proučeni su mikroskopski izbrusci uzoraka stijena ispod, iz i iznad samih slojeva s ostacima litiotidnih ljuštura s ciljem utvrđivanja mikrofacijesa koje su pojedine litiotidne vrste preferirale. Ustanovljeno je da nema razlika u mikrofacijesima, kako na Malom Alanu, tako i na prostoru Štikade.

Vapnence u slojevima bogatim vrstom *Cochlearites loppianus* te u slojevima iznad i ispod, prema Dunham-ovoj (1962) klasifikaciji, strukturno možemo odrediti kao vekston-pekston i pekston (slika 28) i to najčešće kao peloidno-bioklastični pekston. Takvi vapnenci ukazuju na uvjete taloženja u plitkoj zaštićenoj laguni niske energije vode.



Slika 28 Pekston A) ispod i vekston-pekston B) iznad sloja A-9 s lokaliteta Mali Alan

Vapnence u kojima se nalazi vrsta *Lithioperna scutata* te u slojevima iznad i ispod sloja, prema Dunham-u (1962), također, strukturno možemo najvećim dijelom odrediti kao peloidno-bioklastični vekston-pekston i pekston (slika 29). Takvi vapnenci također ukazuju na taloženje u plitkoj zaštićenoj laguni niske energije vode.



**Slika 29** Vekston-pekston A) ispod i; B) iznad sloja S-5 na lokalitetu Štikada

## 5.5. STRATIGRAFSKI RASPONI I ZASTUPLJENOST VRSTA

Do prve pojave litioidnih školjakaša na prijevoju Mali Alan, najvjerojatnije, dolazi u razdoblju mlađeg sinemurija (slika 5). Ljušturice su toliko male da je teško definirati točnu vrstu, no najvjerojatnije se radi o vrsti *Lithioperna scutata*. *L. scutata* se na ovom području prvi put može definirati tijekom starijeg plinzbaha, te posjeduje tanke ljuštore čija je dužina 5–8 cm. Tijekom starijeg plinzbaha dolazi do povećanja ljuštura, pa su njihove ljuštore sada duže od 10 cm. U ovom razdoblju dolazi i do prve pojave vrste *Cochlearites loppianus*, na tom prostoru. U mlađem plinzbahu (njegovom mlađem dijelu) dolazi do povećanja ljuštura *C. loppianus* te su njihove dimenzije 25 cm, pa i više cm. Nakon završetka srednjeg dijela mlađeg plinzbaha dimenzije ljuštore se smanjuju. One postaju tanje, a dužina im je 2–3 cm. U jedinici 6, tijekom mlađeg plinzbaha, ponovno dolazi do povećanja ljuštura *C. loppianus* te je njihova dužina 10–15 cm (slika 30). U isto se vrijeme ponovno pojavljuje *L. scutata*, no ovog puta ljuštore su puno krupnije, dimenzija 10–20 cm. U toarciju dolazi do ponovne pojave vrste *C. loppianus* čije su dimenzije ljuštura, kao i u mlađem plinzbahu, oko 10 cm.



Slika 30 *Cochlearites* u sloju A-12.

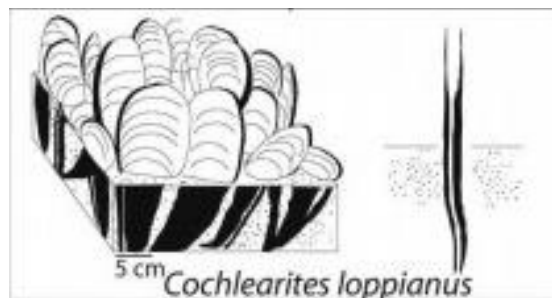


Slijed Štikada obuhvaća samo mlađi dio naslaga starije jure na području južne Like pa u ovom slijedu prve ljuštore litiotida, i to vrste *C. loppianus* nalazimo odmah na početku slijeda, tj. u naslagama koje su starosti srednji dio mlađeg plinzbaha (slika 6). Nakon *C. loppianus*, tijekom istog razdoblja, na ovom području se pojavljuje i *L. scutata* krupnih ljuštura, dimenzija 15-ak cm i više. U toarciju dolazi do pojave krupnih ljuštura *C. loppianus* veličine 15–20 cm. U istom razdoblju pronađene su i nešto manje ljuštore iste vrste, veličine 4–7 cm.

## 6. RASPRAVA

### 6.1. LITIOTIDNI ŠKOLJKAŠI

*Cochlearites loppianus* je, prema Debeljaku i Buseru (1997), uzak i dorzo–ventralno izduženi školjkaš s konusnim vrhom. Visina odraslih primjeraka iznosi od 20 do oko 50 cm; dok je prosječna širina od 5 do 8 cm (Debeljak & Buser, 1997) Ovaj školjkaš je za čvrstu podlogu bio pričvršćen lijevom ljušturuom čija debljina iznosi otprilike 1–2 cm (Debeljak & Buser, 1997). Na Malom Alanu i na prostoru Štikade pronađene su ljušturu veličine od 10-ak cm pa sve do iznad 25 cm. Unutarnja strana školjke je troslojna, što je karakteristično za litiotidne školjkaše (Debeljak & Buser, 1997). Središnja ploča je široka oko 2 do 4 cm, a obrubljena je s dva područja koja nalikuju na pero. Izgled pera stvoren je linijama prirasta, koje se mogu spojiti u snopove. Meko tijelo školjkaša bilo je vrlo maleno u usporedbi s ukupnom veličinom školjke. Središnje područje gdje su ljušturu bile čvrsto spojene ima reljefni oblik. Na apikalnom kraju, otprilike do sredine kardinalnog područja, prolazi duboka i uska brazda (*resilifer*) u koju je pričvršćen vlaknasti ligament. Visina te brazde varira u uzorcima, no njezine su dimenzije obično 3–6 cm. Školjkaši roda *Cochlearites* živjeli su u velikim zajednicama gdje su jedinke jedne drugima pružale potporu u manjim skupinama nalik buketima (Debeljak & Buser, 1997) (slika 31). Njihov položaj rasta bio je vertikalalan zahvaljujući jako izduženim ljušturama. Značajna količina fekalnog mulja akumulirala se oko samih školjkaša jer su oni kontinuirano filtrirali velike količine vode u kojima su plutali nutrijenti kojima su se hranili.



Slika 31 Velika zajednica u kojoj su živjele jedinke roda *Cochlearites loppianus* (preuzeto iz Fraser i sur., 2004).

*Cochlearites* je nastanjivao potplimne zone (Fraser i sur., 2004.). To su zone umjerene do niske energije, odnosno područja u kojima se ne osjećaju oluje. Bogata su sitnozrnastim sedimentom, kao što su gline i karbonatni mulj. Proučavanjem mikroskopskih preparata utvrđeno je kako je *C. loppianus* pronađen u vapnencima vekston-pekston, prema Dunham-ovoj (1962) klasifikaciji.

*Lithioperna scutata* ima ljušturu jezičastog oblika koja je često vrlo velika (Debeljak & Buser, 1997) (slika 32). Visina ljuštura u presjeku iznosi 30 do 70 cm te je ona obično duplo veća od dužine. Ljušture imaju isti oblik, veličinu te im zajednička debljina iznosi 1 do 4 cm. Veličina ljuštura, pronađenih na Malom Alanu, iznosi od 5 pa sve do 20 cm, dok je na prostoru Štikade od 15 cm pa i veća. Uzdužni presjek je često valovit. Vanjska površina ljušture je obično hrapava i nepravilna, a na nekim rijetkim uzorcima mogu se vidjeti koncentrične linije prirasta. Duž unutarnjeg ruba nalazi se bisusno udubljenje (*bysall notch*) (Debeljak & Buser, 1997). Između bočnih područja koja nalikuju na pero nalazi se prilično ravna središnja ploča koja prekriva najveći dio unutrašnjosti školjke. Po toj površini se rasprostire plašt, a obje su ljušture čvrsto spojene. Ispod vrha se formiralo ligamentno polje s ravnim ili polukružnim gornjim rubom. Kod ovih školjkaša zglobni zubi su odsutni, ali ih veliki multivinkularni ligament nadoknađuje. Vlknasti dio ligamenta se nalazi u većini ligamentnih brazda dok je lamelarni ligament pričvršćen u prostorima između njih. Kako je školjkaš rastao tako je ligament migrirao u ventralnom smjeru i ostavljao iza sebe tanke linije prirasta.

*L. scutata* je nastanjivala lagunske potplimne okoliše i područja s niskom koncentracijom kisika (Fraser et al., 2004.). U ovoj zoni energija vode je visoka, a podloga može biti od kamenite do dobro sortiranih pijesaka, te sitnozrnastih muljeva i silta. Na Malom Alanu i lokalitetu Štikada *Lithioperna* se nalazi u vapnencima tipa vekston-pekston, prema Dunham-u (1962).

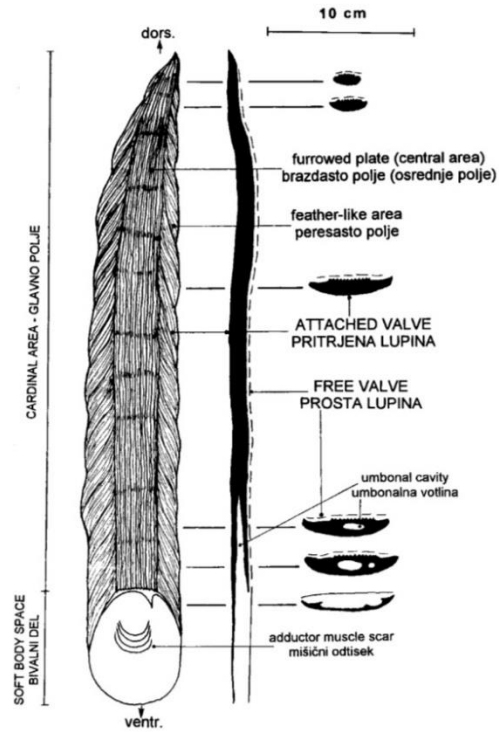


Slika 32 *Lithioperla scutata* u sloju A-6.

### 6.1.1. USPOREDBA VRSTA *COCHLEARITES LOPPIANUS* I *LITHIOPERNA SCUTATA*

Na prijevoju Mali Alan i na prostoru Štikade pronađene su dvije vrste litiotidnih školjkaša, a to su *Cochlearites loppianus* i *Lithioperna scutata*. Uzorci vrste *C. loppianus* koji su izvađeni iz stijene ne mogu se pomiješati s drugim školjkašima, no ako ih promatramo unutar stijene oni mogu biti vrlo slični vrsti *L. scutata* (Debeljak & Buser, 1997). Tako se, primjerice, na Malom Alanu u slojevima A-15, A-18, A-19 i A-22 ne može sa sigurnošću odrediti o kojoj se vrsti radi. U slojevima A-18, A-19 i A-22 se, najvjerojatnije, radi o *C. loppianus*. U sloju A-15, najvjerojatnije, se nalazi *L. scutata*. Što se tiče Štikade unutar sloja S-12 pronađene su nedefinirane ljuštore litiotidnih školjkaša.

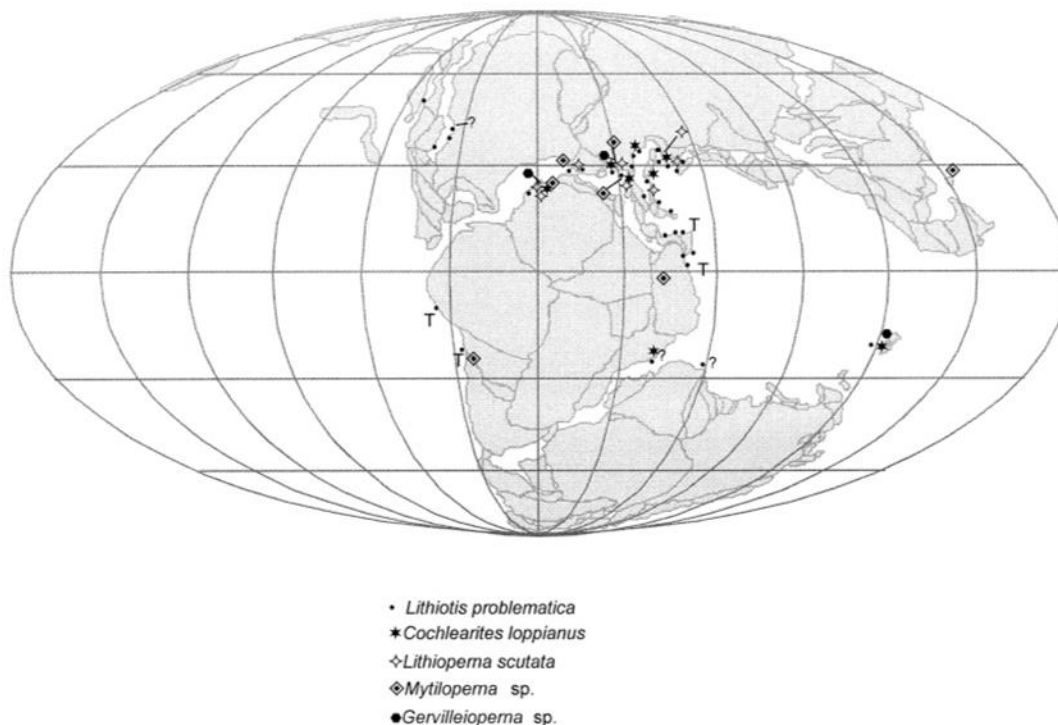
Kod određivanja vrsta važnu ulogu je imao izgled ljuštura. Vrsta *L. scutata* ima dvije ljuštore koje su jednake debljine, a u poprečnom presjeku one su valovite. Ovu vrstu je moguće razlikovati od vrste *C. loppianus* po tome što je *Cochlearites* za podlogu bio pričvršćen lijevom ljušturom, dok mu je desna znatno manja, te se rijetko pojavljuje. U poprečnom presjeku ovaj školjkaš nema valoviti oblik. Vrsta *Lithiotis problematica* nije pronađena ni na jednom od istraživanih lokaliteta. Ovu vrstu je teško odrediti zbog toga što je za podlogu bila pričvršćena tankom desnom ljušturom (debljine 1–2 cm), dok joj je druga ljuštura bila izrazito tanka da ju je gotovo nemoguće pronaći (Debeljak & Buser, 1997). Usprkos vrlo izraženoj varijabilnosti, uzorci *L. problematica* koji su izvađeni iz stijena imaju tako specifične karakteristike da ih nije moguće zamijeniti s niti jednom drugom vrstom te se od ostalih litiotidnih školjkaša mogu razlikovati po eliptičnim poprečnim presjecima u stijeni (Debeljak & Buser, 1997; Slika 33).



**Slika 33** *Lithotis problematica*. Lijevo: unutrašnja strana deblje (vjerojatno desne) ljuštore. Sredina: uzdužni presjek. Desno: poprečni presjek na različitim visinama; tanka, slobodna ljuštura označena je isprekidanim crticama. U položaju rasta školjkaš je bio uspravan s ventralnim krajem okrenutim prema gore (preuzeto iz Debeljak & Buser, 1997).

## 6.2. USPOREDBA S BLISKIM LOKALITETIMA

Oporavak morske faune nakon masovnog izumiranja na prijelazu trijasa i jure uglavnom je obilježen distribucijom nakupljanja litiotidnih školjkaša (Krobicki & Golonka, 2009 i reference unutra). Svojom rasprostranjenošću širom svijeta ukazuju na vrlo brzo zauzimanje specifičnih ekoloških niša (uglavnom plitkomorski/lagunski okoliši karbonatnih platforma) te paleogeografsko/geodinamičke režime za vrijeme raspada Pangee tijekom plinzbaha – starijeg toarcija (Krobicki & Golonka, 2009) (slika 34). Dakle, litiotidni školjkaši se, u svijetu, pojavljuju u plinzbahu, no na prijevoju Mali Alan do njihove prve pojave dolazi, najvjerojatnije, već tijekom sinemurija (slika 5). Do izumiranja dolazi sredinom toarcija, a to je zabilježeno i u Hrvatskoj, na Štikadi i Malom Alanu. U toarciju se, na obje lokacije, postepeno smanjuju dimenzije ljuštura vrste *C. loppianus* koja je ujedno zadnja vrsta koja je pojavljuje prije njihova nestanka.



**Slika 34** Distribucija litiotidnih školjkaša, svi lokaliteti su starosti plinzbaha, osim onih koje su označene slovom T (toarcij) (preuzeto iz Fraser i sur., 2004).

Buser (1965) je pronašao najbolje primjerke vrste *Cochlearites loppianus* jugozapadno od Loža te u sjevernom i južnom dijelu Mokreca, u Sloveniji. *C. loppianus* pojavljuje se i u kamenolomu Podpeč u okolici Grčarevca kod Logatca, u Borovcu, u Kočevju i na Travnjoj gori. Drugdje u svijetu vrsta *C. loppianus* je pronađena na sjeveru Italije, južno-centralnim Apeninima, Crnoj Gori, Grčkoj i Maroku. Još se može pronaći u zapadnoj Francuskoj, Somaliji, na otoku Timor u Indoneziji (Debeljak & Buser, 1997). Na planini Lessini i susjednim područjima sjeverno od Verone (sjeverna Italija) nalazi se gornjolijska formacija Sivog vapnenca (*Calcari Grigi*), koja je prekrivena pelagičkim Ammonitico Rosso vapnencem. U gornjem dijelu formacije pronađeni su rodovi *Lithiotis* i *Cochlearites* (Debeljak & Buser, 1997). Tu se obično nalaze kao akumulacija fragmenata u gornjem dijelu Sivog vapnenca. Ovdje školjke leže paralelno sa slojevima (Debeljak & Buser, 1997).

Na Trento platformi, donjojurska litioidna fauna obično se javlja u gornjoplinzbahskoj Rotzo formaciji, gdje su većinom zastupljeni rodovi *Lithiotis*, *Cochlearites* i *Lithioperna*. Ti školjkaši pokazuju maksimalnu skeletnu produktivnost u gornjem dijelu formacije. Rod *Cochlearites* djelomično prekriva *Lithiotis* i postaje vrlo obilan u gornjem dijelu formacije, koja je okarakterizirana oligotrofnim i hiperhalinim uvjetima (Krobicki & Golonka, 2009).

*Lithioperna scutata* je najčešća vrsta koja se nalazi na gotovo svim lokalitetima (Buser & Debeljak, 1996). Uzorci koji se mogu izdvojiti iz laporovitih slojeva između vapnenca mogu se pronaći u Špiku, sjeverno od Cola u Trnovskom gozdu, te u kamenolomu Podpeč. Buser (1965) je pronašao brojne vrste na Krim-Mokrec brdima. *L. scutata* se može pronaći u lijaskim slojevima sjeverne Italije (Loriga & Neri, 1976), središnjih Apenina, Albanije, Grčke, Francuske i Maroka (Benini, 1979). Rey (1990, 1997) izvještava o ovoj vrsti iz jugoistočne Španjolske.



## 7. ZAKLJUČAK

Rezultati ovog istraživanja daju uvid u postojanje donjojurskih naslaga bogatih litiotidnim školjkašima na dva istraživana lokaliteta. Na Malom Alanu se može pronaći 29 slojeva, u kojima postoje ostaci litiotida, dok je na Štikadi otkriveno njih 10. U ovim slojevima se nalaze dvije vrste litiotidnih školjkaša: *Lithioperna scutata* i *Cochlearites loppianus*. Oba školjkaša su preferirala lagunske potplimne i plimne okoliše. Utvrđeno je da se na Malom Alanu, ranije nego u ostatku svijeta, počinju pojavljivati litiotidni školjkaši. U donjojurskim naslagama spomenutog prijevaja *Lithioperna scutata* se najvjerojatnije pojavljuje već tijekom mlađeg sinemurija. Sa sigurnošću se može definirati tijekom starijeg plinzbaha. U to vrijeme *L. scutata* još posjeduje tanke ljušturice. Nedugo nakon vrste *L. scutata* tu se pojavljuje i vrsta *C. loppianus* (stariji plinzbah). Kako vrijeme prolazi tako se mijenjaju i dimenzije litiotidnih ljuštura. Najveće, zabilježene ljušture, definirane su u naslagama mlađeg plinzbaha. U tom razdoblju dimenzije ljuštura *L. scutata* variraju od 3 pa do preko 25 cm. Slijed Štikada korelira se s jedinicom 6 na Malom Alanu zbog toga što su na prostoru Štikade starije naslage prekrivene. Prva vrsta koja se ovdje može definirati je *C. loppianus* jer ova jedinica sadrži naslage mlađeg plinzbaha. Njegove dimenzije se na oba lokaliteta, u razdoblju mlađeg plinzbaha, kreću od 3 pa do 20 cm. Ulaskom u toarcij ljušture litiotidnih školjkaša se smanjuju te oni izumiru, baš kao i u ostatku svijeta.

## 8. LITERATURA

- Benini, C. A. & Loriga, C. B. (1977): *Lithiotis* Gümbel, 1871 e *Cochlearites* Reis, 1903. I, Revisione morfologica e tassonomica. Boll. Soc. Paleont. Italiana 16, 15–60.
- Chinzei, K. (1982): Morphological and structural adaptations to soft substrates in the Early Jurassic monomyarians *Lithiotis* and *Cochlearites*. Lethaia, 15, 179–197.
- Debeljak, I. & Buser, S. (1997): Lithiotid Bivalves in Slovenia and their mode of life. Geologija, 40, 11–64.
- Dunham, R.J. (1962): Classification of carbonate rocks according to depositional texture. Ham WE (ur.), Classification of carbonate rocks. AAPG Mem 1, 108–121.
- Fraser, N. M., Bottjer, D. J. & Fisher, A. G. (2004): Dissecting „Lithiotis” bivalves: implications for the Early Jurassic reef eclipse. Palaios, 19, 51–67.
- Ivanović A, Sakač K, Marković B, Sokač B, Šušnjar M, Nikler L, Šušnjara A (1973) Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. List Obrovac L 33–140. Institut za geološka istraživanja Zagreb (1962–1967), Savezni geološki zavod Beograd
- Krobicki, M. & Golonka, J. (2009): Palaeobiogeography of Early Jurassic *Lithiotis*-type bivalves as recovery effect after Triassic/Jurassic mass extinction and their connections with Asian palaeogeography. Acta Geoscientica Sinica 30, 30–33.
- Martinuš M (2013) Površine prekida taloženja u donjojurskim karbonatnim naslagama Gorskog kotara, Like i Velebita (Discontinuity surfaces recorded in Lower Jurassic carbonates of Gorski Kotar, Lika and Velebit Mt.). Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, 274 (+LV) str.
- Nikler, L., Sokač B. (1968): Biostratigraphy of the Jurassic of Velebit (Croatia). Geol. Vjesnik 21, 161–176.
- Sabatino N, Vlahović I, Jenkyns H, Scopelliti G, Neri R, Velić I, Prtoljan B (2013) Carbon-isotope record and palaeoenvironmental changes during the early Toarcian Oceanic Anoxic Event in shallow - marine carbonates of the Adriatic Carbonate Platform in Croatia. Geol Mag 150, 1085–1102
- Septfontaine, M. (1984) Biozonation (a l' aide foraminifères imperforés) de la plate-forme interne carbonatée Liasique du Haut Atlas (Maroc). Rev Micropaléontol 27, 209–229
- Sokač B, Nikler L, Velić I, Mamužić P (1974) Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. List Gospić L 33–127. Institut za geološka istraživanja Zagreb (1963–1967). Savezni geološki zavod, Beograd
- Velić, I. Stratigraphy and palaeobiogeography of Mesozoic benthic foraminifera of the Karst Dinarides (SE Europe). Geol Croat 60, 1–113
- Vlahović I, Velić I, Tišljar J, Matičec D (2005) Evolution of the Adriatic Carbonate Platform: Palaeogeography, main events and depositional dynamics. Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol 220, 333–360

## 9. Popis slika u tekstu

Slika 1 Ljuštore litiotidnih školjkaša iz donje jure. A) desna ljuštura vrste <i>Lithiotis problematica</i> ; B) lijeva ljuštura vrste <i>Cochlearites loppianus</i> ; C) desna ljuštura vrste <i>Lithioperna scutata</i> ; D) lijeva ljuštura vrste <i>Gervilleioperna</i> sp.; E) desna ljuštura vrste <i>Mytiloperna</i> sp. (preuzeto iz Fraser i sur., 2004).	1
Slika 2 Shematski prikaz stvaranja Jadranske karbonatne platforme (AdCP). 1) srednji trijas: epirička karbonatna platforma smještena na sjevernom rubu Gondwane; zatim 2) dolazi do odvajanja dijela šelfa Gondwane i formiranja mikroploče na kojoj se nalazilo golemo izolirano plitkomorsko područje, tj. Južnotetijska megaplatforma (STM); 3) formiranje Jadranskog bazena (eng. Adriatic Basin; AB) što za posljedicu ima nastanak AdCP i Apulijske karbonatne platforme (ApCP) (preuzeto iz Vlahović i sur., 2005).	3
Slika 3 Geografski položaj lokaliteta Mali Alan i Štikada na Osnovnoj geološkoj karti (OGK) bivše SFRJ, isječak lista Obrovac (preuzeto iz Ivanović i sur., 1967).	5
Slika 4 Uzorkovanje na prijevoju Mali Alan.	8
Slika 5 Geološki stup slijeda Mali Alan s označenim strukturnim tipovima vapnenaca, jedinicama i vrstama litiotidnih školjkaša (prema Martinuš, 2013).	12
Slika 6 Geološki stup slijeda Štikada s označenim strukturnim tipovima v apnenaca, jedinicama i vrstama litiotidnih školjkaša (preuzeto iz Martinuš, 2013).	15
Slika 7 Sitne ljuštore školjkaša <i>Lithioperna scutata</i> ? pronađene u sloju A-1.	18
Slika 8 Ljuštore vrste <i>Lithioperna scutata</i> ? u sloju A-2.	18
Slika 9 Ljuštore vrste <i>Lithioperna scutata</i> u sloju A-5.	19
Slika 10 Ljuštore vrste <i>Lithioperna scutata</i> u sloju A-8.	20
Slika 11 Ljuštore vrste <i>Opisoma excavatum</i> ? u sloju A-9.	20
Slika 12 Izvađena ljuštura vrste <i>Cochlearites loppianus</i> iz sloja A-12.	21
Slika 13 Izvađena ljuštura vrste <i>Cochlearites loppianus</i> iz sloja A-12.	22
Slika 14 Krupne ljuštore vrste <i>Cochlearites loppianus</i> u sloju A-13.	22
Slika 15 Ljuštore koje najvjerojatnije pripadaju vrsti <i>Cochlearites loppianus</i> u sloju A-16.	23
Slika 16 Ljuštore koje najvjerojatnije pripadaju vrsti <i>Opisoma excavatum</i> u slojevima A-20 (slika lijevo) i A-21 (slika desno).	24
Slika 17 Ljuštore koje najvjerojatnije pripadaju vrsti <i>Opisoma excavatum</i> u sloju A-30.	24
Slika 18 Ljuštore vrste <i>Cochlearites loppianus</i> u sloju A-24.	25
Slika 19 Ljuštore roda <i>Mytiloperna</i> sp. (slika lijevo, sloj A-33) i megalodontida (slika desno, sloj A-34).	25
Slika 20 Ljuštore vrste <i>Cochlearites loppianus</i> u sloju S-1.	27
Slika 21 Ljuštore vrste <i>Lithioperna scutata</i> u sloju S-3.	27
Slika 22 Uzdužni presjek vrste <i>Lithioperna scutata</i> u sloju S-5.	28
Slika 23 Ljuštore vrste <i>Lithioperna scutata</i> u sloju S-7.	28
Slika 24 Ljuštore vrste <i>Cochlearites loppianus</i> u sloju S-8.	29
Slika 25 Ljuštore vrste <i>Cochlearites loppianus</i> u sloju S-9.	29
Slika 26 Ljuštore <i>Cochlearites</i> u položaju rasta sloju S-10.	30
Slika 27 Ljuštore roda <i>Mytiloperna</i> sp.? u sloju S-13.	30
Slika 28 Pekston A) ispod i vekston-pekston B) iznad sloja A-9 s lokaliteta Mali Alan	31

---

Slika 29 Vekston-pekston A) ispod i; B) iznad sloja S-5 na lokalitetu Štikada	32
Slika 30 Cochlearites u sloju A-12.	33
Slika 31 Velika zajednica u kojoj su živjele jedinke roda Cochlearites loppianus (preuzeto iz Fraser i sur., 2004).	35
Slika 32 Lithiopema u sloju A-6.	37
Slika 33 Lithiotis problematica. Lijevo: unutrašnja strana deblje (vjerojatno desne) ljuštore. Sredina: uzdužni presjek. Desno: poprečni presjek na različitim visinama; tanka, slobodna ljuštura označena je isprekidanim crticama. U položaju rasta školjkaš je bio uspravan s ventralnim krajem okrenutim prema gore (preuzeto iz Debeljak & Buser, 1997).	39
Slika 34 Distribucija litiotidnih školjkaša, svi lokaliteti su starosti plinzbaha, osim onih koje su označene slovom T (toarcij) (preuzeto iz Fraser i sur., 2004).	40

## 10. Popis tablica u tekstu

Tablica 1 Pregled slojeva s ostacima ljuštura školjkaša na lokalitetu Mali Alan _____	16
Tablica 2 Pregled slojeva s ostacima krupnih ljuštura školjkaša na lokalitetu Štikada _____	26