

Litofacijesi vršog dijela planine Promine

Puncet, Tomislav

Master's thesis / Diplomski rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:169:117862>

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

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



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET
Diplomski studij Geološkog inženjerstva

LITOFACIJESI VRŠNOG DIJELA PLANINE PROMINE

Diplomski rad

Tomislav Puncet

GI408

Zagreb, 2022



KLASA: 602-04/21-01/279
URBROJ: 251-70-15-212
U Zagrebu, 31.01.2022.

Tomislav Puncet, student

RJEŠENJE O ODOBRENJU TEME

Na temelju vašeg zahtjeva primljenog pod KLASOM 602-04/21-01/279, URBROJ: 251-70-15-211 od 10.12.2021. priopćujemo vam temu diplomskog rada koja glasi:

Litofacijesi vršnog dijela planine Promine

Za mentora ovog diplomskog rada imenuje se u smislu Pravilnika o izradi i obrani diplomskog rada izv.prof.dr.sc. Uroš Barudžija nastavnik Rudarsko-geološko-naftnog-fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Mentor:

(potpis)

izv.prof.dr.sc. Uroš Barudžija

(titula, ime i prezime)

Predsjednik povjerenstva za
završne i diplomske ispite:

(potpis)

Doc.dr.sc. Zoran Kovač

(titula, ime i prezime)

0:

Prodekan za nastavu i studente:

(potpis)

Izv.prof.dr.sc. Borivoje
Pašić

(titula, ime i prezime)

LITOFACIJESI VRŠNOG DIJELA PLANINE PROMINE

TOMISLAV PUNCET

Diplomski rad izrađen: Sveučilište u Zagrebu,

Rudarsko-geološko-naftni fakultet

Zavod za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine

Pierottijeva 6, 10000 Zagreb

Sažetak

U ovom radu istraživani su, opisani i interpretirani litofacijesi Prominskih naslaga vršnog dijela planine Promine. Na istraživanom području dokumentirana je izmjena krupnozrnastih klastita – vapnenačkih konglomerata/kalkrudita, srednjezrnastih karbonatnih klastita - kalkarenita te mješovitih sedimenata - kalcitičnih muljnjaka/madstona. Terenskim radom snimljen je geološki stup PRO-21 te su izdvojeni i opisani litofacijesi. Mikropetrografski su potom determinirani i detaljno opisani terenski izdvojeni litofacijesi. Raspravljani su i interpretirani okoliši taloženja.

Ključne riječi: Prominske naslage, klastiti, litofacijesi, delta-šelf okoliši

Diplomski rad sadrži: 40 stranica, 36 slika, 1 tablicu, 1 prilog i 23 reference.

Jezik izvornika: hrvatski

Diplomski rad pohranjen: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta

Voditelji: Dr. sc. Uroš Barudžija, izvanredni profesor RGNF

Ocjenjivači: Dr. sc. Uroš Barudžija, izvanredni profesor RGNF

Dr. sc. Dunja Aljinović, redoviti profesor RGNF

Dr. sc. Duje Smirčić, docent RGNF

Datum obrane: 11. veljače 2022.

University of Zagreb

Graduate Engineer of Geology Thesis

Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering

LITHOFACIES IN THE UPPER PART OF THE PROMINA MOUNTAIN

TOMISLAV PUNCET

Thesis completed in: University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum
Engineering
Department of Mineralogy, Petrology and Mineral Resources
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Abstract

Lithofacies of the Promina Beds situated at the top of the Promina Mt. were investigated, described, and interpreted. Sedimentary sequences of coarse-grained clastics – carbonate conglomerates/calcrudites, carbonate clastics – calcarenites and mixed clastic-carbonate rocks - calcareous mudstones, were determined in the studied area. The result of geological field work, combined with the micropetrographic analysis of rock samples, is the geological column PRO-21, showing determined lithofacies and their characteristics. Attributed sedimentary environments were also discussed and interpreted.

Keywords: Promina Beds, clastics, lithofacies, delta-shelf sedimentary environments
Thesis contains: 40 pages, 36 figures, 1 table, 1 appendix and 23 references.
Original in: Croatian
Thesis deposited in: Library of the Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering

Supervisors: Associate Professor Uroš Barudžija, PhD

Reviewers: Associate Professor Uroš Barudžija, PhD

Professor Dunja Aljinović, PhD

Assistant Professor Duje Smirčić, PhD

Date of defence: February 11, 2022

SADRŽAJ

POPIS SLIKA	II
POPIS TABLICA	III
1. UVOD	1
2. LOKACIJA ISTRAŽIVANOG PODRUČJA	2
3. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA	4
4. POSTANAK PROMINSKOG BAZENA	7
5. METODE ISTRAŽIVANJA	13
6. GEOLOŠKI STUPOVI I PRIPADAJUĆI LITOFACIJESI	15
6.1. Stup VJ-1	15
6.2. Stup VJ-2	18
6.3. Stup LAP	20
6.4. Stup VID-gore	22
6.5. Stup VID-dolje	25
6.6. Naslage uz makadamsku cestu Mali Točak – P.D. "Promina"	28
6.7. Stup PUT	30
7. RASPRAVA	34
8. ZAKLJUČAK	37
9. LITERATURA	38

POPIS SLIKA

Slika 1.1. Geološka karta s izraženim reljefom (web izvor, pristupljeno 10.siječnja 2022.)	1
Slika 2.1. Geografski položaj Promine u prostoru, vlastita ilustracija, podloga preuzeta s Google maps	2
Slika 2.2. Područje snimanja geološkog stupa, Google Maps, pristupljeno 09. siječnja 2022.	3
Slika 2.3. Ruta daljnjeg istraživanja, Google Maps, pristupljeno 09. siječnja 2022.	3
Slika 3.1. Isječak iz OGK Drniš (Ivanović et al., 1977) uz dodatak geološke karte planine Promine preuzete iz Zupanič i Babić, 2011	6
Slika 4.1. Geološka karta jedinica Prominskih naslaga planine Promine (iz Zupanič i Babić, 2011).....	8
Slika 4.2. Shematski prikaz taloženja naslaga u području Promine (pre crtano prema ilustraciji u Zupanič i Babić, 2011)	10
Slika 4.3. Ilustracija Gilbert tipa delte, vlastita ilustracija.....	12
Slika 5.1.(A i B) Lokacije snimanja određenih geoloških stupova (žuto).....	13
Slika 5.2. Obrada fotografije u <i>ImageJ</i> računalnom programu	14
Slika 6.1. Stup VJ-1	15
Slika 6.2. Bioturbirani pješčenjak, A - mikrofotografija, B- terenska fotografija.....	15
Slika 6.3. A - Terenska fotografija -erozijski kontakt siltita i konglomerata (crveno);	16
Slika 6.4. Konglomerat iz stupa VJ-1; kovanica 2 kn kao mjerilo	16
Slika 6.5. Proslojak pješčenjaka (narančasto-sivo, crvena strelica) unutar konglomerata u stupu VJ-1.....	17
Slika 6.6. Stup VJ-2.....	18
Slika 6.7. A. Lokacija snimanja stupa VJ-2; B. Horizontalna laminacija unutar kalkarenita prvog (najnižeg) sloja unutar paketa; C. Koritasta laminacija unutar kalkarenita iznad proslojka konglomerata; D. Proslojak sitnozrnastog, dobro sortiranog konglomerata unutar kalkarenita	19
Slika 6.8. Stup LAP.....	20
Slika 6.9. A. Fosil školjke iz tamnih muljnjaka/madstona; B. Izdanak na kojem je snimljen stup LAP.....	20
Slika 6.10. A- Izdanak masivnih pješčenjaka-kalkarenita, ruksak 40 cm - mjerilo; B - fosilni sadržaj unutar kalkarenita; C- valni riplovi	21

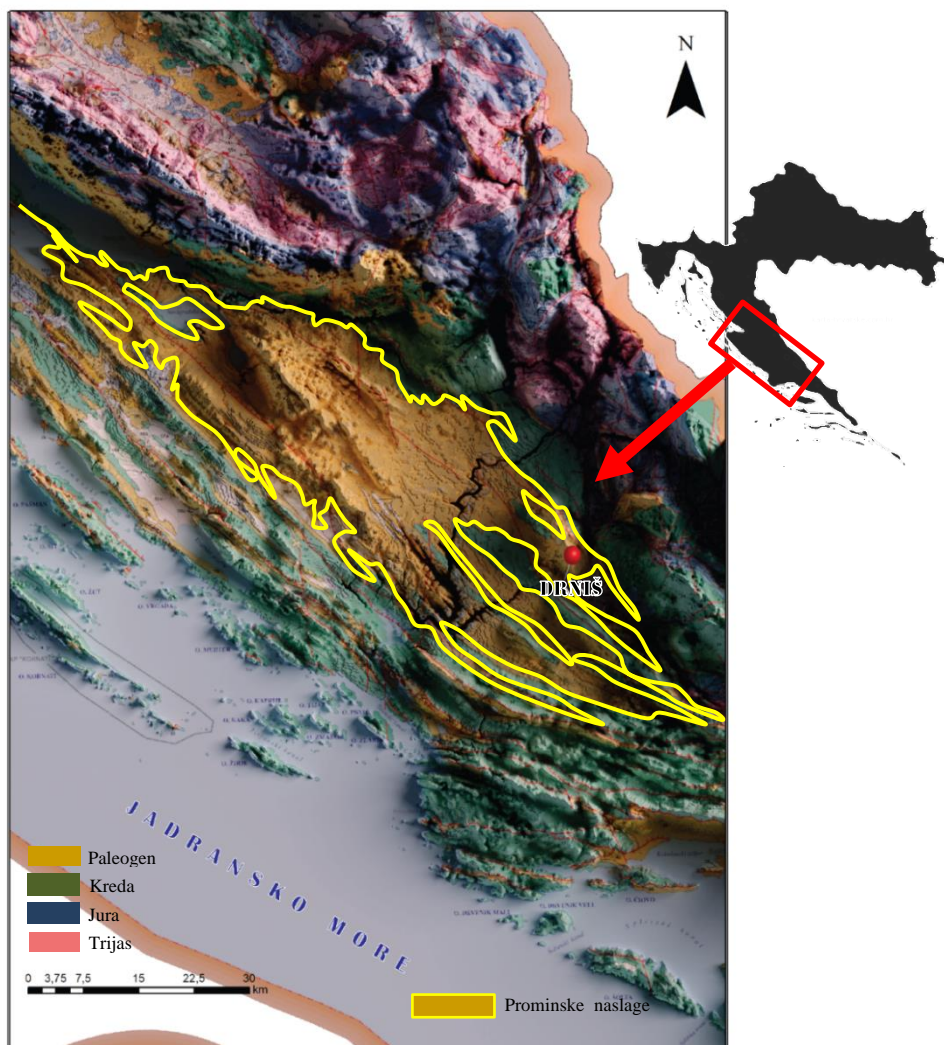
Slika 6.11. Stup VID-gore	22
Slika 6.12. Uzorak kalkarenita VID-1.; A- ispolirani uzorak na kojem su jasno vidljive lamine; B- mikroskopski preparat kalkarenita.....	22
Slika 6.13. Uzorak konglomerata VID-2.; A- Ispolirani uzorak; B- Mikroskopski izbrusak konglomerata	23
Slika 6.14. Mjesto uzorkovanja kalkarenita VID-3 i masivni konglomerati iznad	23
Slika 6.15. Krupnozrnasti konglomerat	24
Slika 6.16. Konglomerat iz geološkog stupa VID-gore.; A- ispolirani uzorak, B- mikroskopski izbrusak. Konglomerat sastavljen od starijih vapnenačkih valutica	24
Slika 6.17. Naslage ispod vidikovca koje su opisane stupom VID-dolje.....	25
Slika 6.18. Stup VID-dolje	25
Slika 6.19. Fotografija nakon obrade u računalnom programu ImageJ, crvenim brojevima označena su zrna koja su mjerena.....	26
Slika 6.20. A- Biogena tekstura na donjoj slojnoj plohi kalkarenita	29
Slika 6.21. A- postupno smanjivanje zrna unutar konglomerata, od vrha prema dnu - obrnuta gradacija.; B- Postupni prijelaz iz konglomerata (dolje) u pješčenjake (gore)	29
Slika 6.22. Izdanak uz makadamsku cestu Mali Točak - P.D. Promina, mjesto snimanja geološkog stupa PUT.....	30
Slika 6.23. Stup PUT	30
Slika 6.24. Ispolirani uzorci te mikrofotografije uzoraka uzetih iz stupa PUT. A. i B. PUT-1.;	31
Slika 6.25. Ispolirani uzorci te mikrofotografije uzoraka uzetih iz stupa PUT. A i B PUT-4.; C i D PUT-7.; E i F PUT-9 (mjesto uzorkovanja vidljiva na Slici 6.23.).....	32
Slika 6.26. Fosilni sadržaj pronađen u kalcitičnim muljnjacima/madstonima na skretanju puta za Siverić	33

POPIS TABLICA

Tablica 6.1. Podaci mjerenja zrna dobiveni programom ImageJ	27
---	----

1. UVOD

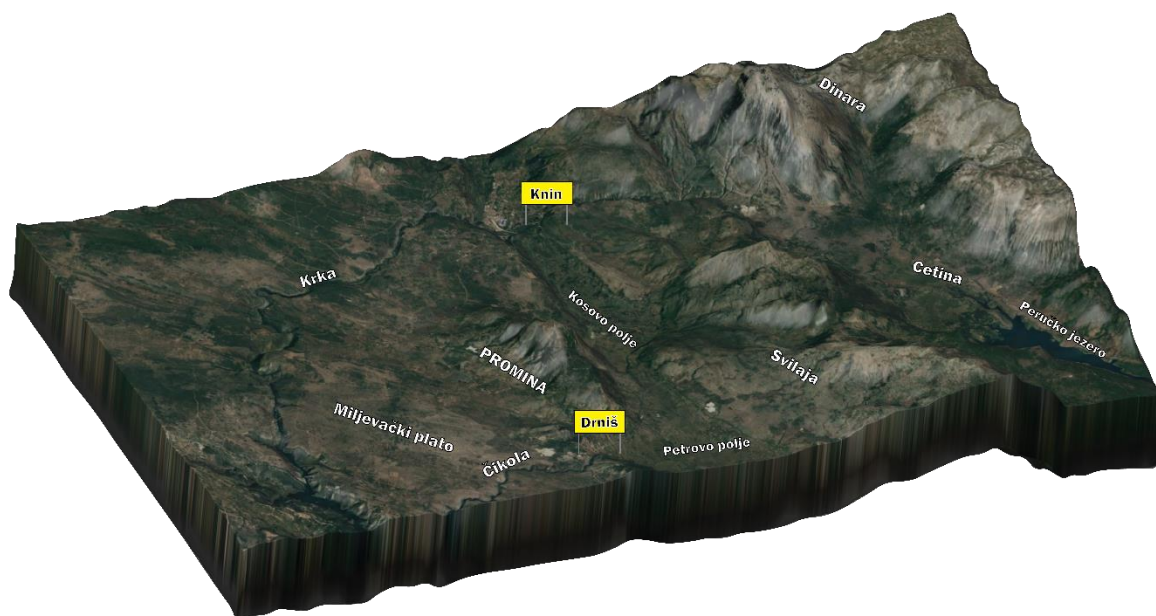
Prominske naslage predstavljaju naslage eocensko-oligocenske starosti, uglavnom sastavljene od konglomerata, kalkarenita, tanko uslojenih turbidita, lapora, vapnenaca, uz mjestimičnu pojavu proslojaka ugljena (Marjanac i Ćosović, 2000). Nadalje, kako isti autori navode, Prominske naslage učestalo se smatraju molasnom fazom sedimentacije na području Vanjskih Dinarida. Prema Tumaču OGK lista Drniš (Ivanović et al., 1978), debljine naslaga variraju od 1900 metara u samom centru bazena do otprilike 3100 metara na području planine Promine u okolici Drniša. Rasprostiranje Prominskih naslaga vidljivo je na **Slici 1.1.** te će u ovome diplomskom radu biti opisane navedene naslage u vršnom dijelu planine Promine, koja ujedno predstavlja tipski lokalitet Prominskih naslaga.



Slika 1.1. Geološka karta s izraženim reljefom (web izvor 1, pristupljeno 10.siječnja 2022.)

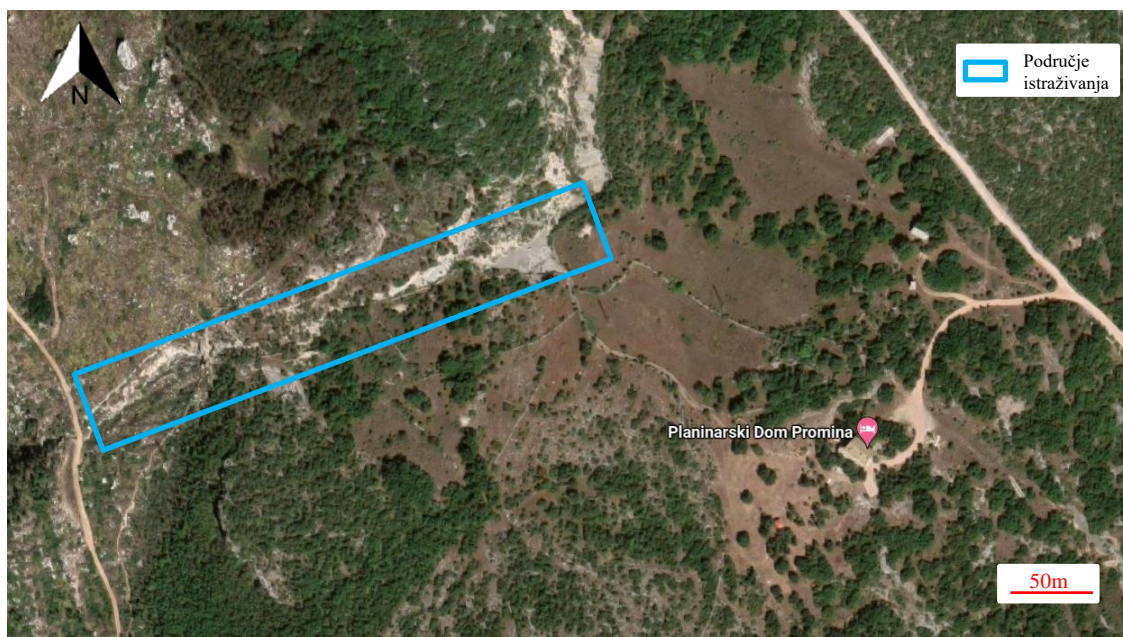
2. LOKACIJA ISTRAŽIVANOG PODRUČJA

Područje istraživanja odnosi se na planinu Prominu, odnosno njezin vršni dio. Sama mikrolokacija nalazi se u blizini planinarskog doma (850 n/m). Promina – planina smještena u Dalmatinskoj zagori, smještena je u okruženje Svilaje, Dinare te Velebita. Uz samu planinu nalazi se i nekolicina polja te zaravni (Petrovo, Kosovo, te Kninsko polje) uz blizinu tokova rijeka Krke i Čikole (**Slika 2.1.**). Cestovna povezanost s Prominom je olakšavajući čimbenik pri terenskim istraživanjima.

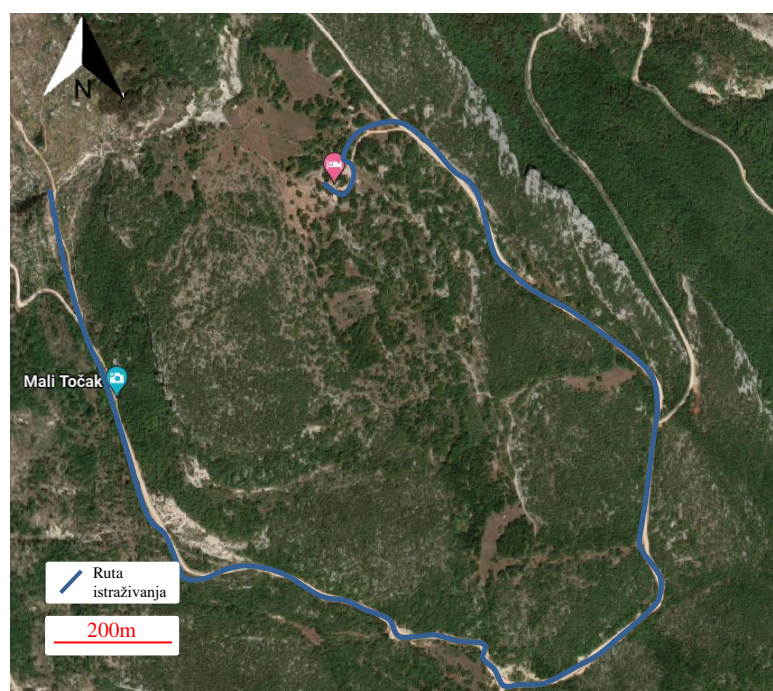


Slika 2.1. Geografski položaj Promine u prostoru, vlastita ilustracija, podloga preuzeta s *Google Maps*

Eocenske naslage detaljno su istražene u gornjem dijelu jaruge povremenog potoka Driskoč (**Slika 2.2.**) te je uz analizu uzoraka stijena izrađen i detaljan geološki stup koji obuhvaća šezdesetak metara naslaga s vidljivo izraženim izmjenama litofacijesa. Uz to, za potvrdu prostiranja istraženih naslaga u kanjonu, snimljene su i pojedine lokacije na cesti od izvora Mali Točak prema Planinarskom domu "Promina", a spomenuta ruta prikazana je na **Slici 2.3.**



Slika 2.2. Područje snimanja geološkog stupa, *Google Maps*, pristupljeno 09. siječnja 2022.



Slika 2.3. Ruta daljnjeg istraživanja, *Google Maps*, pristupljeno 09. siječnja 2022.

3. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

Prominske naslage šire okolice Drniša, a time i same planine Promine, istraživane su u više navrata tijekom prošlosti. Početak geoloških istraživanja na spomenutom području povezan je uz istraživanja boksita i ugljena u, tada još neimenovanim, Prominskim naslagama. Istraživanja u tom periodu, sredinom 19. stoljeća, provode njemački i austrijski znanstvenici – L. Busch, G. Schlechen, F. v. Hauer i drugi (Ivanović et al., 1978). Kako navodi Zupanič (1969), paralelno s tim istraživanjima, uglavnom se još provode i istraživanja paleontoloških značajki Prominskih naslaga. Nadalje, u istom članku navodi se kako su prvi konkretni opisi samog slijeda Prominskih naslaga navedeni u Kerner (1894) te su same naslage tako podijeljene u sedam zasebnih jedinica (brojevima označenih od najstarije jedinice - 1 do najmlađe jedinice – 7):

7. gornji prominski konglomerati,
6. treća zona laporovitih stijena,
5. gornja konglomeratna zona,
4. srednja zona laporovitih stijena,
3. konglomeratna zona,
2. prvi horizont lapora
1. breče i konglomerati.

Nadalje, Kernerova istraživanja i radovi, uz značaj izrađene karte i popratnog Tumača za područje Drniš-Kistanje, dali su uvid u paleontološke i sedimentološke značajke, kao i podatke o tektonici te rudnim pojavama drniškog područja. Na temelju toga, njegovi radovi predstavljaju baznu točku svih kasnijih istraživanja na spomenutom području (Ivanović et al., 1978).

Paleontološkom analizom pronađenih makrofosila mekušaca G. Danielli 1901. Prominske naslage svrstava u miocen. Daljnjim paleontološkim istraživanjima, nekoliko godina kasnije, P. Oppenheim i R. Schubert dolaze do novih zaključka te određuju starost Prominskih naslaga kao eocensko-oligocensku (Ivanović et al., 1978).

Razdoblje za vrijeme i nakon Drugog svjetskog rata značajno je po konačnoj potvrdi starosti Prominskih naslaga te otkriću postojanja kutne diskordancije u njihovoj bazi, za što su zaslužni autori O. Kühn i H.W. Quitzow (Ivanović et al., 1978).

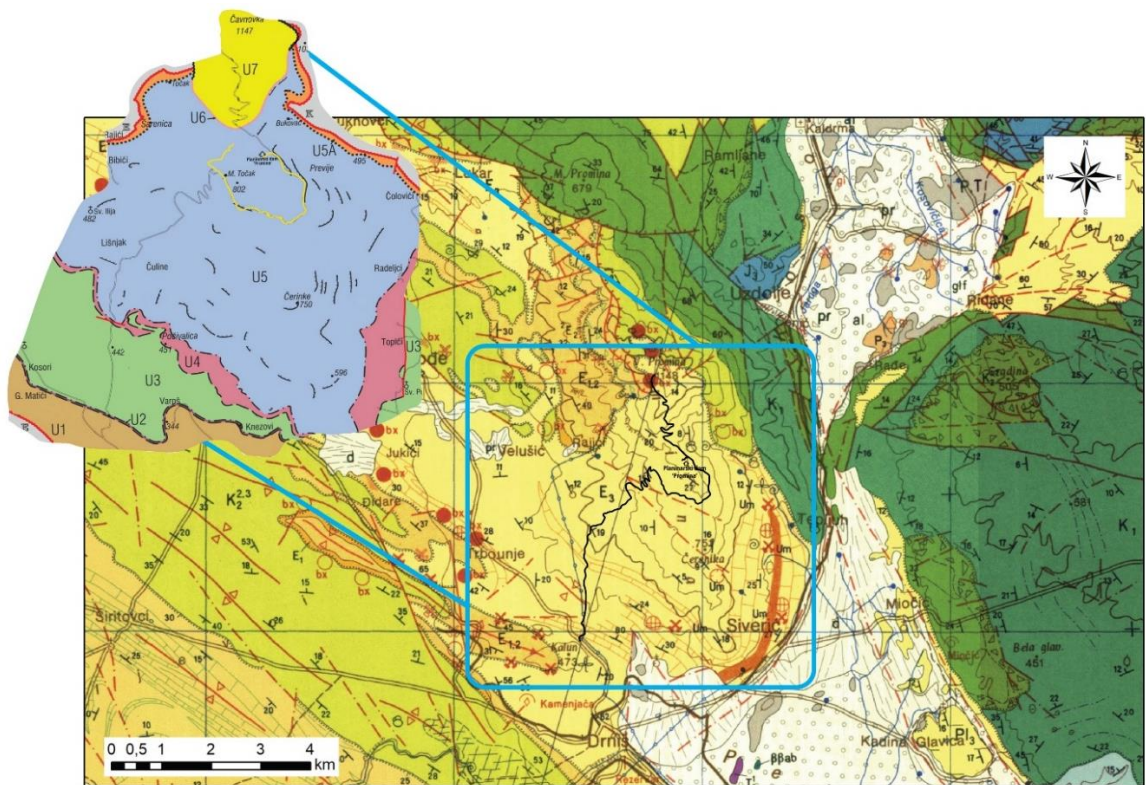
Zupanič 1968. godine objavljuje istraživanje o vrsti te postanku deformacijskih tekstura pronađenih unutar različitih segmenata niza Prominskih naslaga na planini Promini. Navedene teksture opisuje kao izrazito impresivne te ih dijeli u dvije skupine:

- teksture biogenog porijekla,
- teksture nastale pod utjecajem gravitacije.

Veliki značaj eksploatacije boksita u drniškom području i sami razvoj povezane industrije uvelike je utjecao na život i napredak navedenog područja. Samim time, dio istraživanja Prominskih naslaga bio je usko povezan s analizama i opisima boksitnih nalaza u slijedu već spomenutih Prominskih naslaga. Jedan od značajnijih članaka povezan s navedenom temom odnosi se na analize paleoreljeva te tektonike koja je omogućila interpretaciju uvjeta postanka boksita na području Drniša i planine Promine (Sakač, 1970).

Skup svih dotadašnjih istraživanja i zapažanja, uz nova terenska istraživanja, rezultirao je izdavanjem list Drniš Osnovne geološke karte, u mjerilu 1:100 000 (Ivanović et al., 1977), čiji je isječak prikazan na **Slici 3.1**. Pripadajući Tumač izdan je godinu dana kasnije (Ivanović et al., 1978).

Od suvremenih istraživanja, treba spomenuti rad Mrinjeka i suradnika (Mrinjek et al., 2012), koji opisuju postanak i važnost Prominskog bazena, što će biti diskutirano u narednim poglavljima ovoga rada. Detaljna sedimentološka istraživanja proveli su Lj. Babić i J. Zupanič s brojnim radovima, od kojih su za područje istraživanja ovoga diplomskog rada najrelevantniji Babić i Zupanič (2007) te Babić et al. (2011). Navedeni radovi predstavljaju važnu polaznu točku svim sedimentološkim istraživanjima planine Promine (Slika 3.1.).

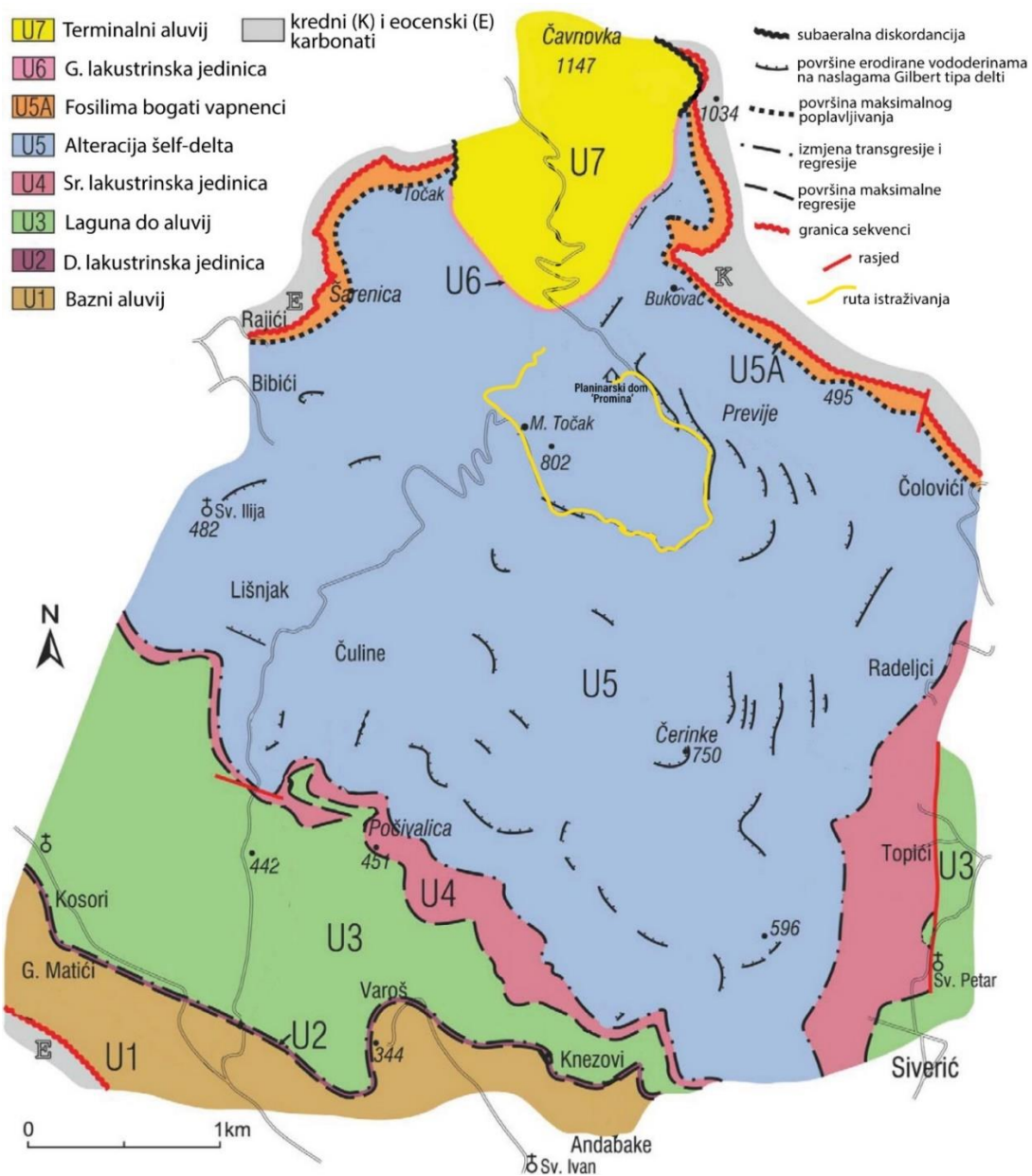


Slika 3.1. Isječak iz OGK lista Drniš (Ivanović et al., 1977) uz dodatak geološke karte planine Promine (preuzeto iz Zupanič i Babić, 2011 - legenda na Slici 4.1)

4. POSTANAK PROMINSKOG BAZENA

Prominski bazen predstavlja predgorski (*foreland*) bazen u obalnom području u to vrijeme uzdižućih Vanjskih Dinarida (tzv. *piggyback* bazen). Formiranje takvoga bazena posljedica je kolapsa i postupnog potapanja karbonatne platforme (Vlahović et al., 2012). Pri tome, pojam tzv. *piggyback* bazena odnosi se na bazene nastale i zapunjene tijekom napredovanja duž fronte navlačnih rasjeda (Ori i Friend, 1984). Prominski bazen konstantno je produbljivan te su se prvotno unutar bazena taložili foraminiferski vapnenci s miliolidama (Babić et al., 2010). Sredinom eocena u proksimalnom dijelu Prominskog bazena započinje taloženje Prominskih naslaga i molasna faza u procesu formiranja Vanjskih Dinarida (Vlahović et al., 2012). Kako je navedeno u istome članku, sredinom eocena tzv. "slijepi" reversni rasjedi uzrokuju formiranje topografskih hrptova, dovoljno visokih da izbjegnu potapanje uzrokovano podizanjem morske razine. Također, slični procesi događali su se i u dubljevodnim područjima te su imali za posljedicu usmjeravanje turbiditnih struja prema jugoistoku bazena. Napredovanjem „slijepih“ rasjeda prema jugoistoku, postupno su se stvarala manja izolirana sinklinalna područja – sub-bazeni, u kojima se odvijala neritička sedimentacija (Mrinjek et al., 2011). Prominski bazen na području šire okolice Drniša te planine Promine predstavlja najmlađi dio samoga bazena, a izdvojeni litofacijesi vršnoga dijela planine biti će raspravljani i interpretirani u ovome radu.

Prominske naslage tipskog lokaliteta – planine Promine, predstavljaju oko 1,1 kilometar debele naslage nastale u sklopu napredovanja dinarskih tektonskih deformacija te se sastoje od osam izdvojenih stratigrafskih jedinica s razlikama u facijesima (**Slika 4.1.**) (Zupanić i Babić, 2011). Opisani slijed Prominskih naslaga sadrži naslage različitog postanka te su na istraživanom području moguće dubokomorske naslage, priobalne i aluvijalne naslage, pa čak i jezerske ili močvarne naslage. Sam slijed počinje aluvijalnim naslagama nastalim donosom materijala prepletenim rijekama i pri nižoj razini mora, dok se nastavak sedimentacije odnosi na porast morske razine te izmjenu transgresivno-regresivnih ciklusa (Babić et al., 2010). Velike količine donesenog materijala u rubni dio bazena, posljedica su izraženih tektonskih pokreta i deformacija u obližnjim uzdižućim područjima Vanjskih Dinarida te se smatraju glavnim faktorima koji su oblikovali način taloženja materijala te razvoj sekvenci unutar slijeda (Zupanić i Babić, 2011).

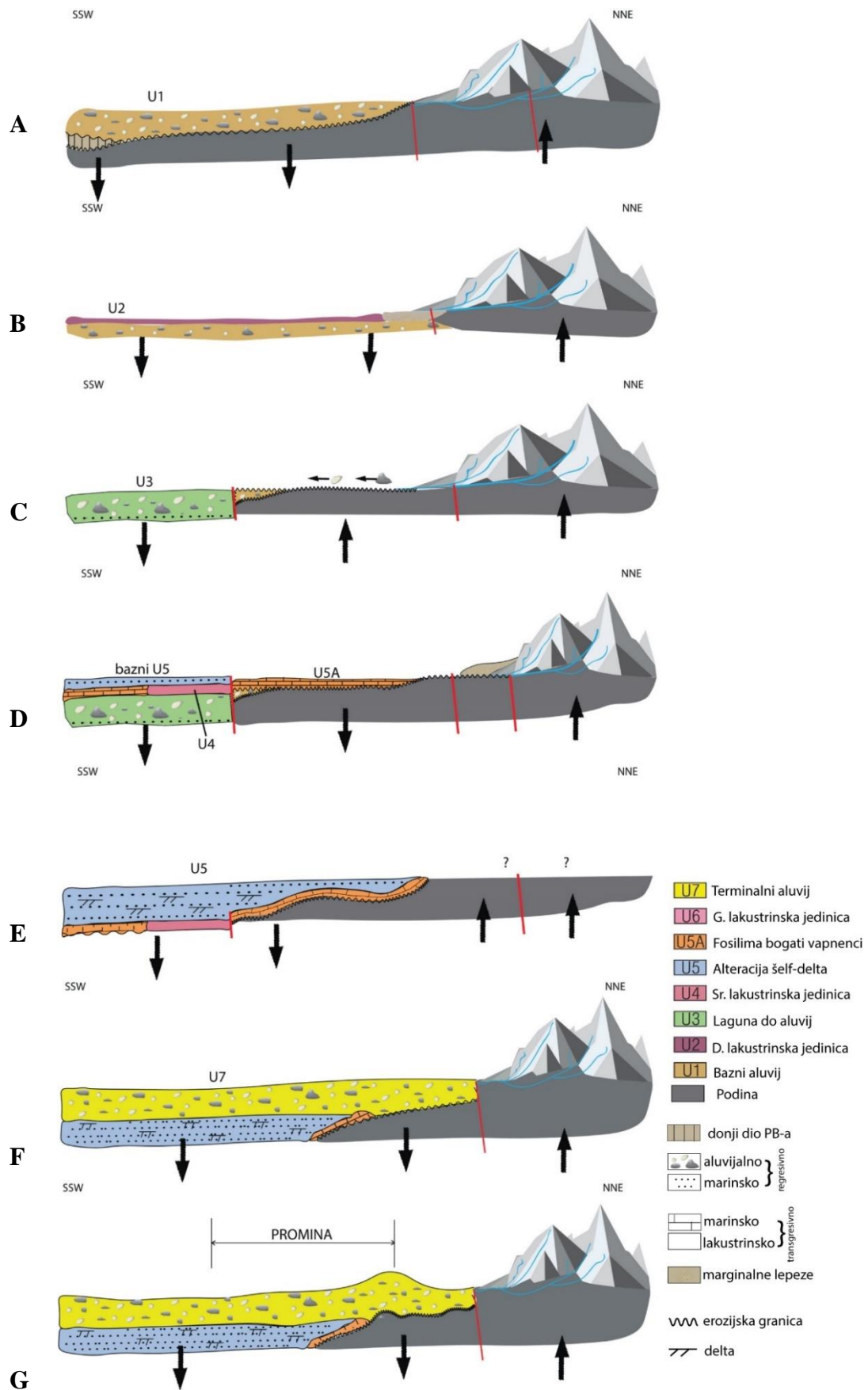


Slika 4.1. Geološka karta stratigrafskih jedinica Prominskih naslaga planine Promine (iz Zupanić i Babić, 2011). Žutom linijom ograničeno je područje istraživanja ovoga rada.

Veliki dio obalne zone Vanjskih Dinarida sastoji se od gornjemezozojskih te paleogenskih platformnih karbonata koji su prekriveni paleogenim klastitima, u koje se ubrajaju fliš i Prominske naslage. Taloženje fliša ukazuje na denudaciju orogena na području Dinarida te se taloženje odvija u dubokim predgorskim bazenima. Prema unutrašnjosti bazena fliške naslage su sve tanje te postepeno izostaju iz slijeda naslaga (Babić i Zupanič, 2007). Na područjima na kojima fliš izostaje, Prominske naslage direktno prekrivaju tektonski deformirane paleogenske i kredne vapnence, kao što je slučaj i na planini Promini. Prominske naslage mogu se podijeliti u četiri veće skupine (Babić i Zupanič, 2007) u koje su raspoređene prethodno spomenute jedinice (U1 – U7, Slika 4.1.):

- sedimenti ispod granice sekvenci,
- aluvijalni sedimenti,
- fosiliferni vapnenci, te
- sukcesija šelf-delta.

Sedimenti ispod granice sekvenci su kredni i eocenski plitkomorski karbonati i fosiliferni vapnenci, odnosno bioturbirani vapnenci tipa vekston-pekston-madston (prema Dunhamu, 1962), koji sadrže foraminifere rodova *Discocyclina*, *Nummulites*, *Actynoclina* i miliolide te lokalno gastropode i koralje (Babić i Zupanič, 2007). U vrhu ovog slijeda nalaze se konglomerati s velikom količinom matriksa pa su ove naslage interpretirane kao taložene u okolišima šelfa, uz donos materijala rijekama iz orogenog pojasa. **Aluvijalne naslage, U1 (Slika 4.2. A)**, su velike debljine (oko 500 metara), a taložene su na erodiranoj površini baznih krednih karbonata. Sastoje se uglavnom od konglomerata i pješčenjaka uz manje pojave madstona (muljnjaka). Konglomerati su uglavnom horizontalno uslojeni, što odgovara uvjetima taloženja u okolišima prepletenih rijeka (Babić i Zupanič, 2007). Pješčenjaci unutar slijeda su horizontalno ili koso laminirani, a rezultat su zapunjavanja depresija u periodima niskih vodostaja. **Donja lakustrinska jedinica, U2, (Slika 4.2. B)** predstavlja naslage nastale u jezerskim i močvarnim uvjetima povezanim s porastom razine vode. Porast razine mora doveo je do porasta razine podzemnih voda i tako se počinju formirati okoliši močvara i jezera, koji s vremenom, uslijed povećane sedimentacije, prelaze u **lagunsko-aluvijalne okoliše U3, (Slika 4.2. C)** (Zupanič i Babić, 2011). Kako je dalje navedeno u spomenutom članku, povećavanje akomodacijskog prostora nadjačalo je brzinu donosa sedimenata te ponovno dolazi do stvaranja lakustrinskih uvjeta. Tako se taj dio slijeda naziva **srednjom lakustrinskom jedinicom, U4**, a nije prisutan na cijelom području planine Promine, nego se javlja mjestimično.



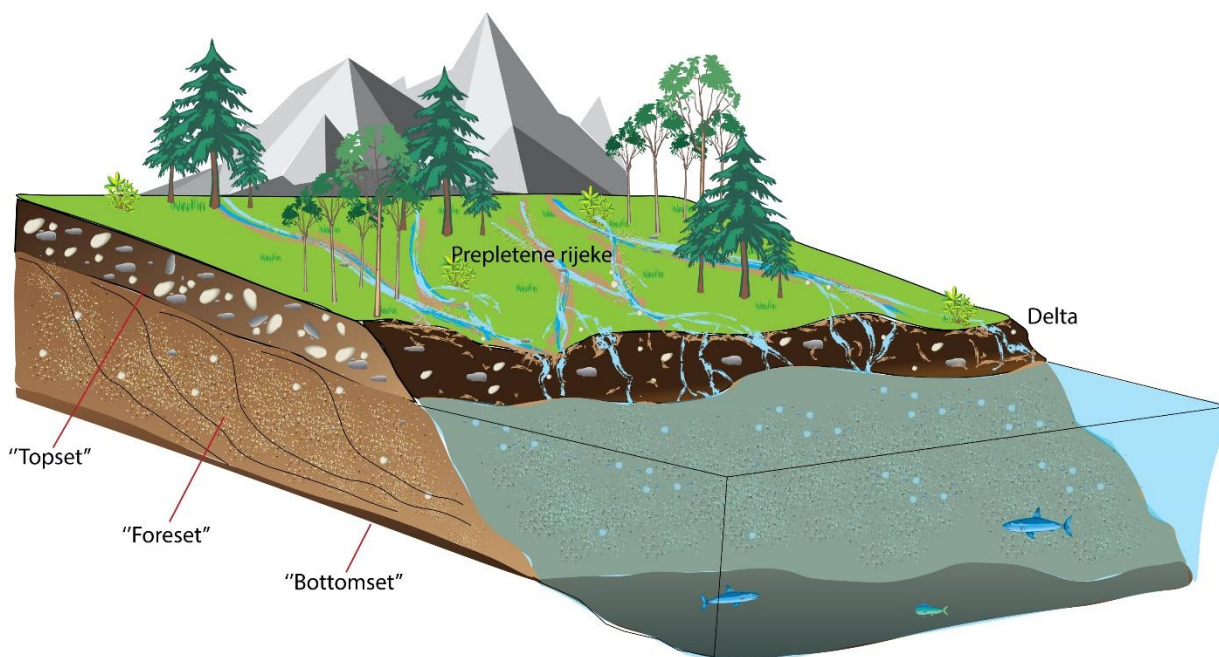
Slika 4.2. Shematski prikaz taloženja naslaga u području Promine (precrtno prema ilustraciji u Zupanić i Babić, 2011)

Nadalje, kako je vidljivo na **Slici 4.2. D**, oštra erozijska granica stvara se na aluvijalnim naslagama jedinice **U3**. Granica je posljedica značajnih transgresivnih uvjeta. Porast akomodacijskog prostora u odnosu na količinu donesenog materijala rezultira pomicanjem obalne linije sve više prema unutrašnjosti te se formiraju uvjeti plitkog karbonatnog šelfa (Babić i Zupanič, 2007). U takvim uvjetima dolazi do taloženja **fosilifernih vapnenaca**, odnosno njima ekvivalentnih naslaga (**U5A**) stromatolitnih vapnenaca i lapora s mekušcima, na njima moguće i formiranje slojeva ugljena, koji predstavljaju glavne zalihe ugljena u području Promine. Daljnjim zapunjavanjem akomodacijskog prostora, obalna linija se pomiče sve više ka kopnu, dok se u isto vrijeme talože i madstoni distalnog dijela šelfa koji označavaju površinu maksimalnog poplavlivanja (tzv. *maximum flooding surface*).

Porast donosa materijala, pijeska u olujnim uvjetima te konglomerata debritnim tokovima, kao posljedica tektonskih deformacija u obližnjim uzdižućim planinama, uz smanjenje akomodacijskog prostora, dovelo je do pomicanja obalne linije prema moru (Zupanič i Babić, 2011). Postupni prijelaz iz madstona s planktonskim foraminiferama, preko pješčenjaka do masivnih konglomerata ukazuje na spomenuto spuštanje razine mora. Pješčenjaci ove sekvence (**U5**) često se odlikuju jasno vidljivom horizontalnom i kosom laminacijom, bogati su fragmentima biljaka, a mogu sadržavati i foraminifere, što je jasan znak postupnog prijelaza iz područja šelfa prema delti (**Slika 4.2. E**) (Babić i Zupanič, 2007). **Gornja lakustrinska jedinica (U6)** iznimno je tanka te ju je teško pronaći na terenu, no njezin nastanak može se teoretski objasniti nastavkom regresije od okoliša šelfa i delte do neke vrste jezera na deltnim ravnicama (Zupanič i Babić, 2011). Na vrhu slijeda nalaze se masivne aluvijalne naslage, tzv. **terminalni aluvij (U7)**. U tim naslagama dominiraju konglomerati, koji mogu imati ili zrnku ili matriksnu potporu, uz manje udjele pješčenjaka. Takve naslage mogu se povezati s **Gilbertovim tipom delti (Slika 4.2. F)**. Gilbertov tip delte predstavlja varijetet deltnog sustava koji nastaje prodiranjem rijeke u veće mirujuće vodno tijelo, jezero ili more (**Slika 4.3.**). Slijed naslaga unutar takvih sustava sastoji se od tri dijela: u srednjem dijelu, tzv. *foreset*-u, nalaze se strmo nagnute naslage (uglavnom pijesci i sitni šljunak) podmorskih deltnih padina. Na tom sloju slijedi tzv. *topset*, koji je sastavljen od krupnozrnastih čestica, masivnih šljunaka. Ispod *foreset*-a taložene su najsitnije čestice, u formi madstona/muljnjaka (**Slika 4.3.**). Pijesci *foreset*-a doneseni su uglavnom turbiditnim strujama dok se muljevi *bottomset*-a talože suspenzijom iz oblaka čestica (Gobo, 2014).

Prema Zupanič i Babić (2011), na samom početku taloženja terminalnog aluvija, rubni dio bazena pretrpio je izdizanje te eroziju dijela prije taloženih naslaga. Tako erodirane strukture prekrivene su aluvijalnim naslagama te predstavljaju kutnu diskordanciju koja naglo isklinjava prema središtu bazena.

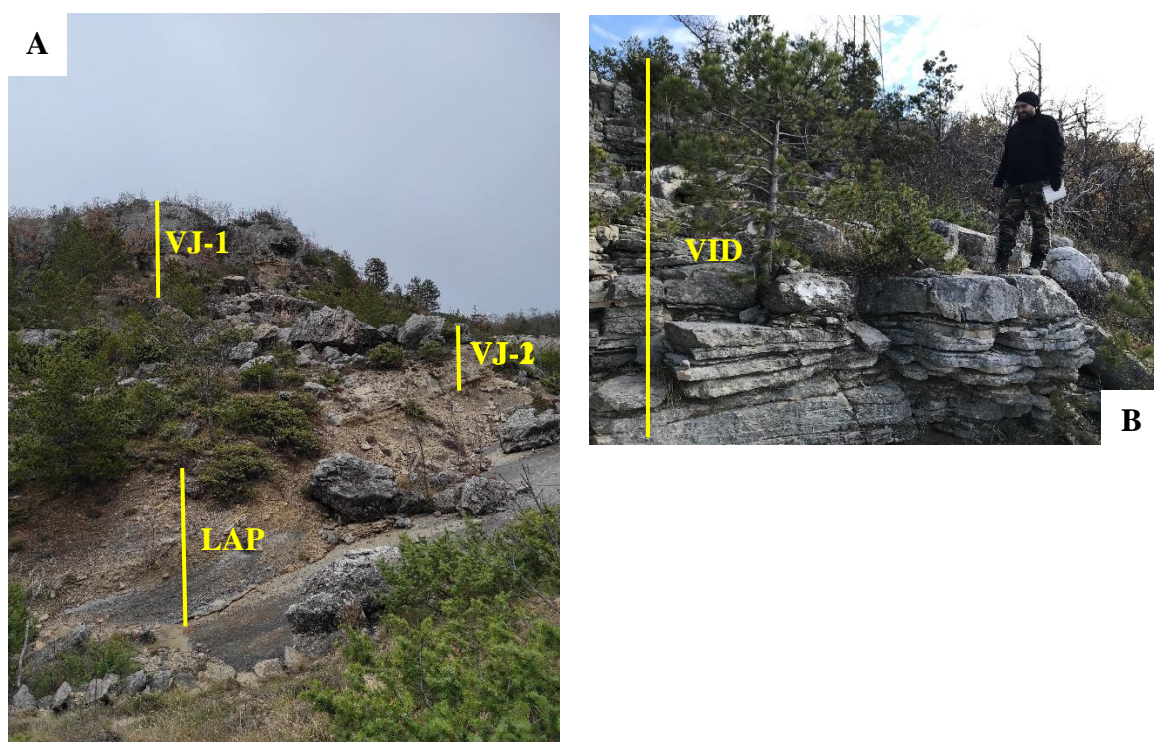
Današnji izgled te trenutni raspored naslaga na planini Promini, rezultat je značajne denudacije u periodu od neogena do danas. Regresivni trend ostao je dominantan te je materijal, koji je nastao tektonskim izdizanjem i erozijom okolnog područja, dolazio u bazen (Zupanič i Babić, 2011). Deformacije koje su uzrokovale izdizanje planine Promine rezultat su blagog boranja na sjeveroistočnom, rubnom dijelu Prominskog bazena (Slika 4.2. G). Spomenuto boranje smanjenog je intenziteta idući prema unutrašnjosti bazena (Zupanič i Babić, 2011).



Slika 4.3. Hipotetska ilustracija delte Gilbertovog tipa, vlastita ilustracija

5. METODE ISTRAŽIVANJA

Izrada ovog diplomskog rada sastojala se od tri faze. Proučavanjem dostupne literature, pregledavanjem karata i mogućih pristupnih puteva, izabrana je povoljna lokacija za terenska istraživanja. Druga faza uključivala je višednevni terenski rad pri čemu je, nakon izbora pogodne mikrolokacije za istraživanje, snimljen detaljan geološki stup duž jaruge Driskoč koja je usječena okomito na pružanje istraživanih naslaga, od vrha kod P.D. Promina do ceste kod izvora Mali Točak (vidi Slike 2.2. i 2.3). Zbog lakšeg transporta uzoraka, dijelovi geološkog stupa snimani su niz jarugu, odozgo prema dolje (**Slika 5.1.**).

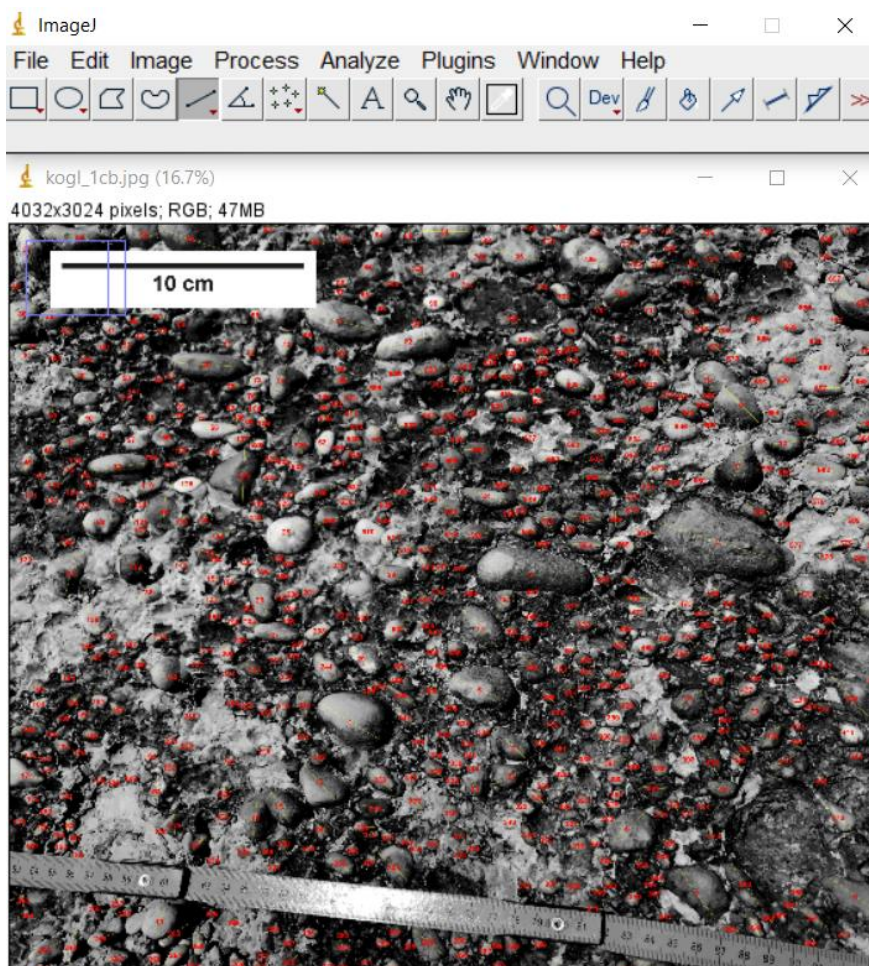


Slika 5.1.(A i B) Lokacije snimanja određenih geoloških stupova (žuto)

Uz snimanje stupova uzeti su i uzorci stijena za mikropetrografske i laboratorijske analize te reprezentativni makrofosili, a snimljene su i opisane fotografije zanimljivih tekstura, granica slojeva i drugih detalja slijeda naslaga. Potom su snimljene jedinice dodatno prekontrolirane snimanjem izdanaka uz cestu prema polazišnoj točki kod P.D. Promina. Također, pri povratku na polazišnu točku, na dijelu terena uz makadamsku cestu snimljen je i dodatni geološki stup **PUT**, radi korelacije rasprostiranja naslaga duž istraživanog područja. Na temelju prikupljenih podataka izrađen je cjeloviti stup naslaga (Prilog 1.) ukupne debljine oko 70 metara na kojem su izdvojeni pojedini litofacijesi.

U trećoj fazi rada napravljene su analize prikupljenih uzoraka. Iz većine uzoraka pripremljeni su izbrusci za mikropetrografsku analizu i detaljno definiranje litofacijesa. Litofacijesi su u ovome radu definirani i izdvojeni kao terenski prepoznatljive jedinice sedimentnih stijena prema njihovim litološkim karakteristikama: sastavu, strukturi i teksturi.

Na uzorku *LAP* uzetom iz srednjeg dijela stupa napravljena je kalcimetrija, odnosno određen je udio CaCO_3 , radi detaljnije karakterizacije i klasificiranja terenski imenovanih „laporovitih naslaga“. Laboratorijske analize napravljene su u laboratoriju LaGeMa, na Zavodu za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine RGNF-a. Na makrofotografiji konglomerata jedinice iz donjeg dijela stupa pomoću računalnog programa *ImageJ* (web izvor 2.) (Slika 5.2.) napravljena su mjerenja najvećih promjera ukupno 757 valutica, radi detaljne karakterizacije i klasificiranja konglomerata.



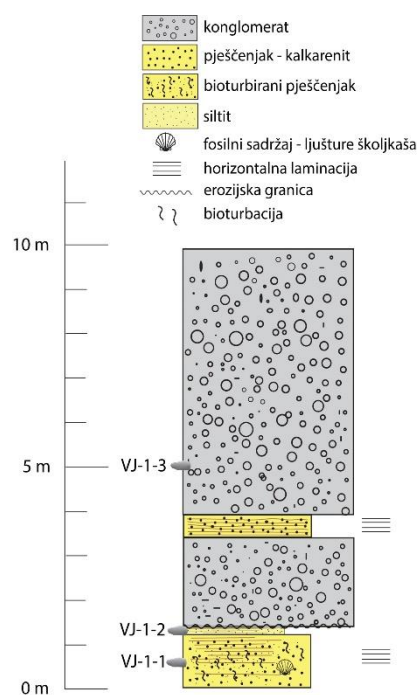
Slika 5.2. Obrada makrofotografije konglomerata u ImageJ računalnom programu

6. GEOLOŠKI STUPOVI I PRIPADAJUĆI LITOFACIJESI

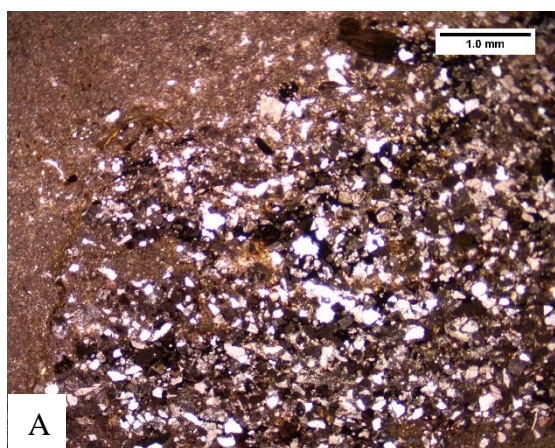
Cjeloviti geološki stup **PRO-21 (Prilog 1.)** izrađen je spajanjem nekoliko manjih, detaljno snimljenih stupova. Stup je sniman u suhoj jaruzi nedaleko Planinarskog doma 'Promina'. Zbog lakšeg pristupa izdancima i transportu uzoraka, stup je sniman od vrha jaruge prema dolje pa će i snimljeni dijelovi cjelovitog geološkog stupa biti prikazani tim redom.

6.1. Stup VJ-1

Snimanje stupa (**Slika 6.1.**) započelo je proučavanjem pojedinih slojeva te opisom njihovih vidljivih značajki. Opis naslaga i determinacija napravljeni su pri tome od najnižeg dostupnog sloja na izdanku prema vrhu slijeda. Slijed na stupu VJ-1 započinje **izmjenom pješčenjaka tipa kalkarenita te siltita**, ukupne debljine 1,3 metra. Karakterizirani su izrazitom horizontalnom slojevitošću i laminacijom, pri čemu su slojevi/lamine siltita tamniji i deblji, a slojevi/lamine pješčenjaka svjetliji i tanji (**Slika 6.2.B**). Također, u siltitnim laminama uočene su male ljuštire školjki, nedefiniranoga roda. Na mikrofotografiji uzorka *VJ-1-1* uočena je i bioturbacija unutar siltita, ispunjena pješčenjakom iz sloja/lamine iznad (**Slika 6.2.A**).

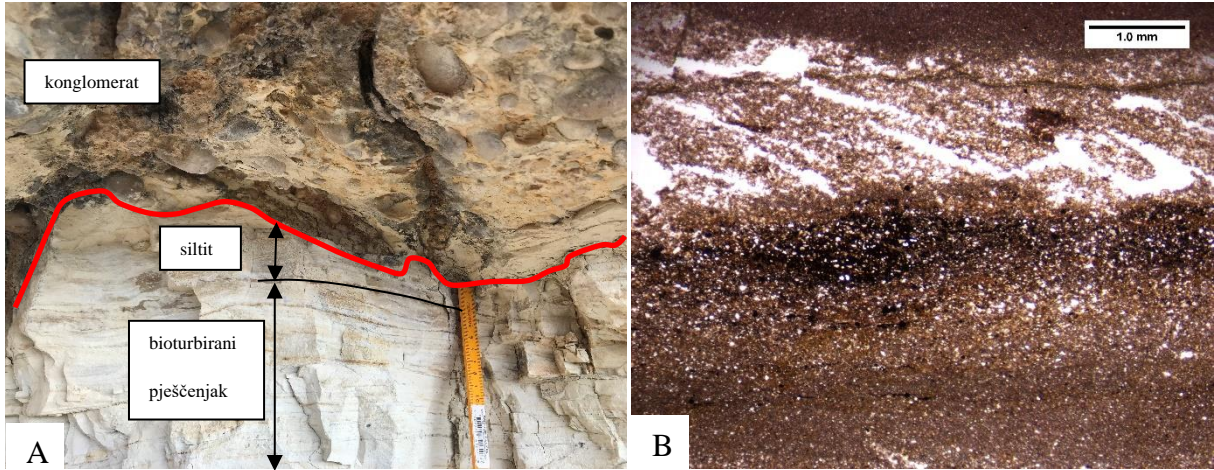


Slika 6.1. Stup VJ-1



Slika 6.2. Bioturbirani pješčenjak, A - mikrofotografija, B- terenska fotografija

Na bioturbiranim pješčenjacima nalazi se 5-10 centimetara deo sloj **silita**. Silit je horizontalno laminiran, žute do svijetlosmeđe boje, koji pri vrhu sloja ima erozijski kontakt s konglomeratima u krovini (**Slika 6.3.A**). Na mikrofotografiji uzorka *VJ-1-2a* uočava se izmjena svijetlo smeđih silitnih i tamnosmeđih muljnih (glinovitih) lamina (**Slika 6.3.B**).



Slika 6.3. A - Terenska fotografija -erozijski kontakt silita i konglomerata (crveno); B- mikrofotografija uzorka VJ-1-2 na kojoj je vidljiva laminacija

U nastavku slijedi 6-7 metara **masivnih vapnenačkih konglomerata**, bez izražene slojevitosti. Donji dio konglomeratne sekvence pokazuje slabu sortiranost, sa srednje do dobro zaobljenim valuticama vapnenaca (**Slika 6.4**). Prema vrhu slijeda sortiranost se povećava.



Slika 6.4. Konglomerat iz stupa VJ-1; kovanica 2 kn kao mjerilo

Konglomeratna sekvenca na drugom metru proslojena je s 50-ak centimetara debelim slojem **pješčenjaka-kalkarenita (Slika 6.5.)** s horizontalnom i kosom laminacijom, koji je bolje litificiran od bioturbiranog pješčenjaka i siltita iz donjeg dijela stupa. Naslage su slične boje kao i spomenuti bioturbirani pješčenjaci i siltiti (svijetložute do narančaste, s tamnosmeđim laminama).

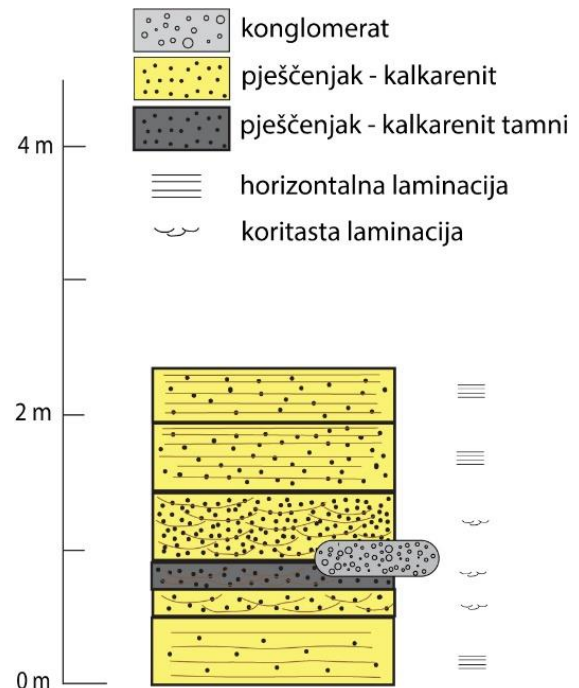


Slika 6.5. Proslojak pješčenjaka (narančasto-sivo, crvena strelica) unutar konglomerata u stupu VJ-1

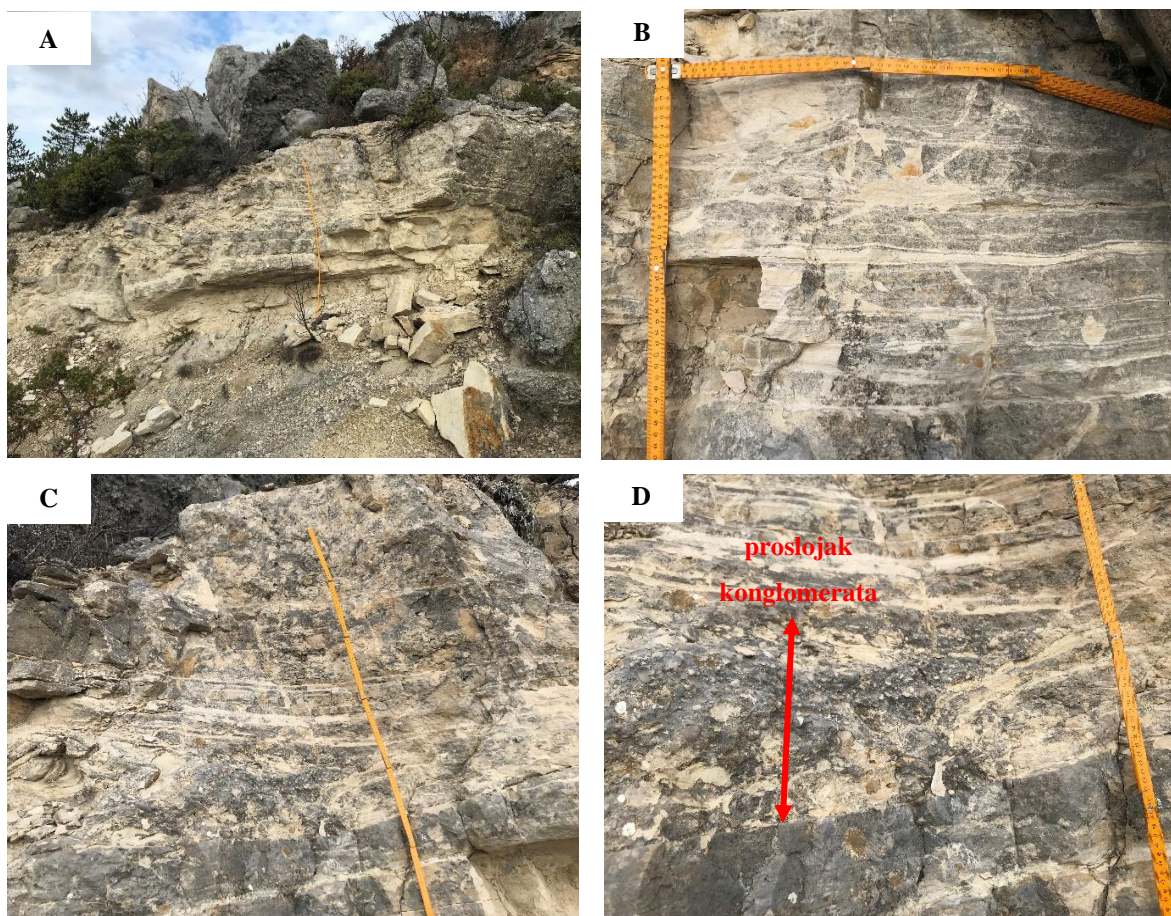
6.2. Stup VJ-2

Spuštajući se niz padinu, nakon prekrivenog dijela koji nije detaljno prikazan pojedinačnim stupovima nego samo u cjelovitom stupu **PRO-21 (Prilog 1.)**, nastavlja se do naslaga u kojima je snimljen stupom **VJ-2 (Slika 6.6)**. Sami stup čini više od 2 metra debeo paket pješčenjaka tipa kalkarenita, uz pojavu proslojka sitnozrnastog konglomerata (**Slika 6.7.A**). Unutar paketa mogu se izdvojiti tri manje jedinice koje se razlikuju uglavnom po laminaciji. Tako slijed započinje s oko 0,5 metra debelim naslagama **kalkarenita s horizontalnom laminacijom**

(**Slika 6.7.B**), pri čemu su slojevi nešto deblji nego u slojevima koji slijede u stupu. Zatim slijedi 20-centimetara debeo sloj **kalkarenita s koritastom kosom laminacijom** (**Slika 6.7.C**), iste boje kao i prethodni. Sljedeći sloj unutar paketa predstavlja 20 centimetara debeo sloj **kalkarenita s koritastom kosom laminacijom**, ali tamnije boje od prethodnog sloja. Unutar ovog sloja, kao i u sloju iznad, primjetan je lećasti proslojak **sitnozrnastog, dobro sortiranog konglomerata** (**Slika 6.7.D**). Slojevi iznad također su kalkareniti no razlikuju se po tipu laminacije. Kao i prvi sloj imaju horizontalnu laminaciju, a ukupne debljine su oko 90 centimetara, s jasnom granicom između dva sloja na otprilike četrdesetom centimetru.



Slika 6.6. Stup VJ-2



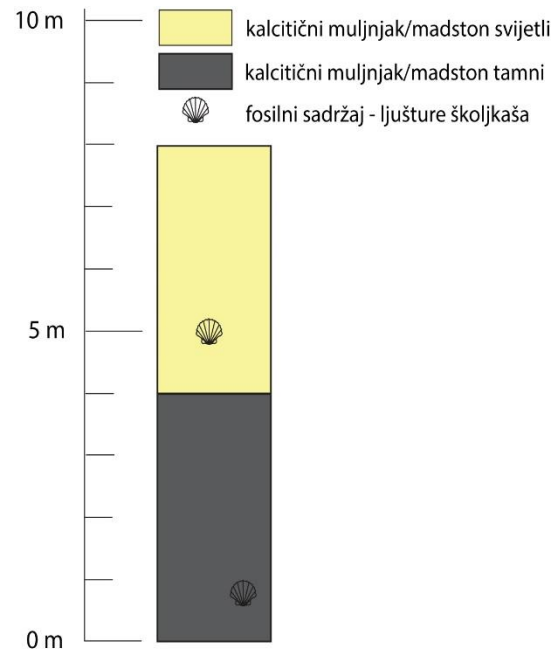
Slika 6.7. A. Lokacija snimanja stupa VJ-2; B. Horizontalna laminacija unutar kalkarenita prvog (najnižeg) sloja unutar paketa; C. Koritasta laminacija unutar kalkarenita iznad proslojka konglomerata; D. Proslojak sitnozrnastog, dobro sortiranog konglomerata unutar kalkarenita

6.3. Stup LAP

Spuštajući se niže niz jarugu, slijede izrazito trošne, tamne i svijetle sitnozrnaste naslage koje su terenski određene kao „**laporovite naslage**“. Laboratorijskom odredbom sadržaja CaCO_3 (kalcimetrijom) uzorka uzetog iz „laporovitih naslaga“ dobiveni su sljedeći rezultati:

W (CaCO_3)-1 814,27 g/kg ili 81,4 %
W (CaCO_3)-2 854,50 g/kg ili 85,4 %
W (CaCO_3)-3 827,74 g/kg ili 82,8 %

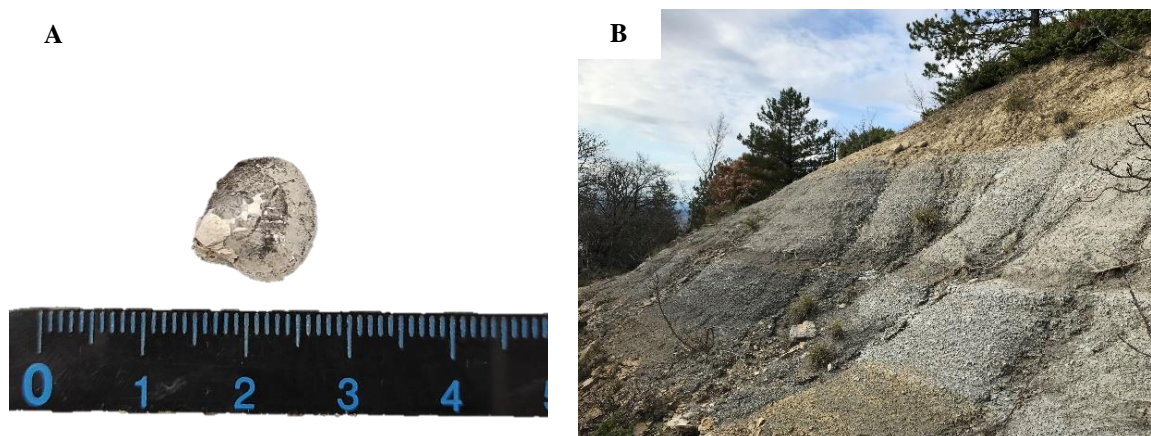
W (CaCO_3)srednja vr. 832,17 g/kg ili 83,2%.



Slika 6.8. Stup LAP

Prema Tišljaru (1994), lapori su miješane stijene sastavljene od mikrokristalastog kalcita (20% do 80%) i glinovite komponente u varijabilnom sastavu. U uzorku *LAP* sadržaj kalcita prelazi gornju granicu lapora te su ove naslage preimenovane u **kalcične muljnjake/madstone**, što odgovara i definiciji navedenoj u Babić i Zupanić (2007) te u Zupanić i Babić (2011).

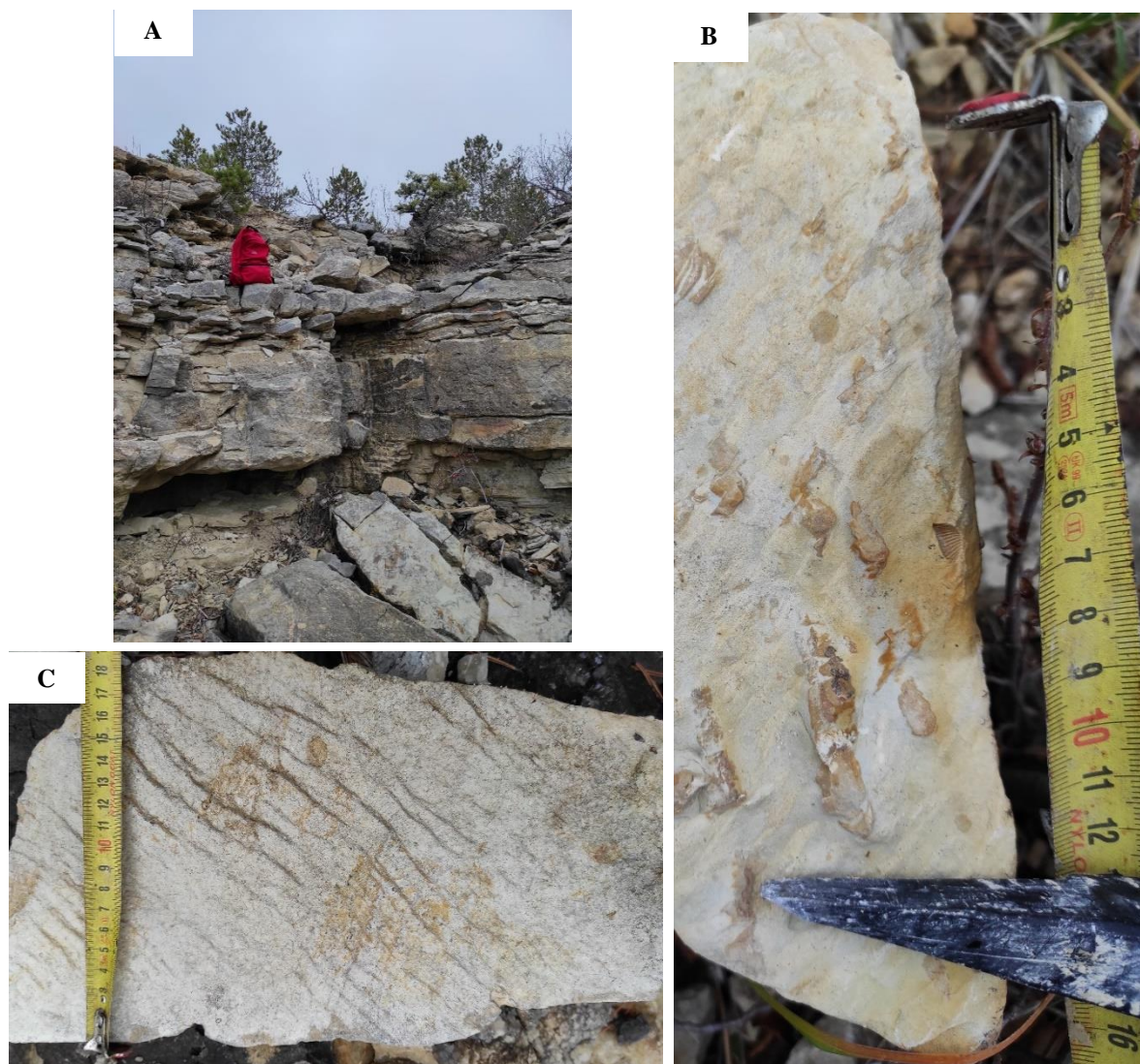
Naslage geološkog stupa LAP (Slika 6.8.) započinju izrazito **tamnim kalcičnim muljnjakom/madstonom**, debljine oko 4 metra, slabo litificirane, površinski trošene i sadrže pojedinačne makrofosile (Slika 6.9.A). Tamnija boja naslaga moguće je posljedica sniženog saliniteta u području taloženja (prema Zupanić i Babić, 2011).



Slika 6.9. A. Fosil školjke iz tamnih muljnjaka/madstona; B. Izdanak na kojem je snimljen stup LAP

Na tamnijim naslagama slijedi **svjetliji kalcitični muljnjak/madston**, otprilike jednake debljine i jednakih svojstava te je izdanak vidljiv na **Slici 6.9.B**. No, vjerojatno se radi o identičnim naslagama kao u podini, samo intenzivnije površinski trošenim, a koje su ostale izvan dosega erozije vodom koja je prethodno tekla kroz jarugu.

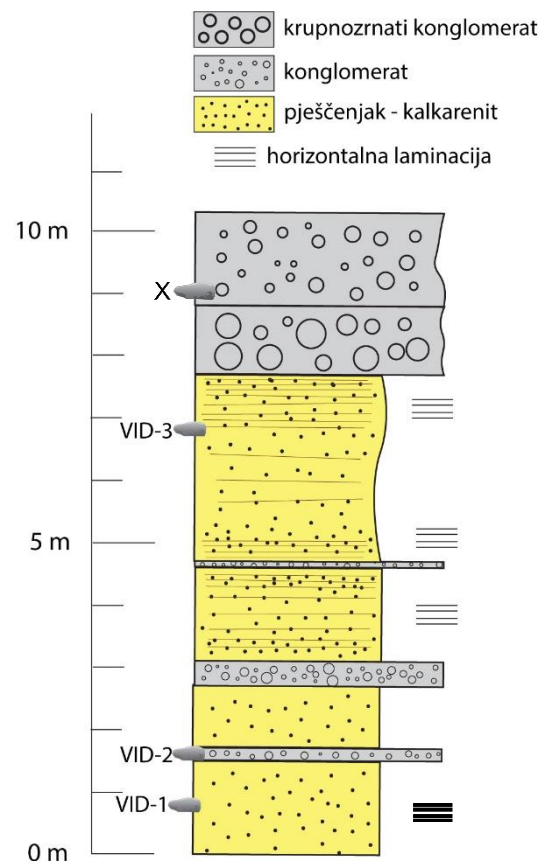
Slijede **masivni do uslojeni kalkareniti**, ukupne debljine paketa oko 4,5 metara (**Slika 6.10.A**), a prikazane su također unutar cjelovitog geološkog stupa (**Prilog 1**). Sadrže obilne bioklaste (**Slika 6.10.B**), a od tekstura su uočeni horizontalna laminacija te valni riplovi (**Slika 6.10.C**) Svijetložute su do svijetlosmeđe boje.



Slika 6.10. A- Izdanak masivnih pješčenjaka-kalkarenita, ruksak 40 cm - mjerilo; B - fosilni sadržaj unutar kalkarenita; C- valni riplovi

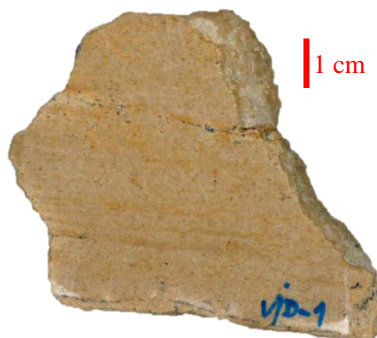
6.4. Stup VID-gore

Sljedeći odsječak geološkog stupa, stup **VID-gore** (Slika 6.11.), snimljen je u naslagama ruba tzv. „Vidikovca“, mjesta gdje jaruga postaje strmije usječena u južnu padinu planine i s kojeg se otvara pogled na širu okolicu. Slijed započinje s 1,5 metara debelim svijetlosmeđim **kalkarenitima s horizontalnom laminacijom**. Pojedinačni slojevi unutar tog paketa naslaga debljine su između 5 i 20 centimetara. Za mikropetrografsku analizu i definiranje litofacijesa uzet je uzorak *VID-1* (Slika 6.12.A). Utvrđeno je da se radi o laminiranom karbonatnom pješčenjaku kalkarenitnog tipa, koji sadrži deblje lamine od u kojima se nalaze sitni bioklasti te tanje lamine sačinjene od mikrita (Slika 6.12.B). Sljedeći paket kalkarenita odvojen je tankim slojem **sitnozrnastog konglomerata** iz kojeg je uzet uzorak *VID-2* (Slika 6.13.A), koji sadrži dobro zaobljene valutice različitih tipova vapnenaca (Slika 6.13.B). Slijed naslaga na „Vidikovcu“ završava dvjema velikim cjelinama – **kalkarenitima s horizontalnom laminacijom**, ukupne debljine od gotovo 5,5 metara, mjestimice uz proslojke konglomerata, te drugom značajnom cjelinom – **vapnenačkim konglomeratima**.

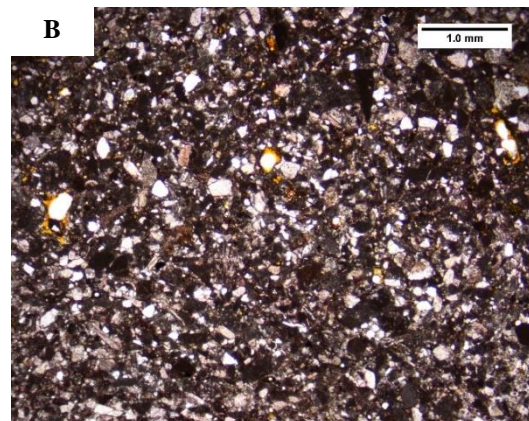


Slika 6.11. Stup VID-gore

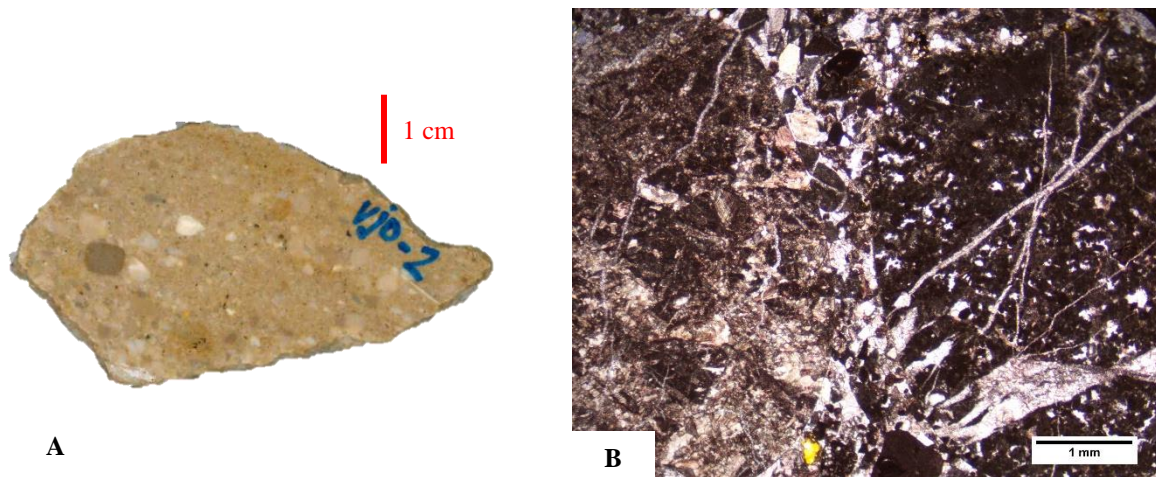
A



B



Slika 6.12. Uzorak kalkarenita VID-1.; A- ispolirani uzorak na kojem su jasno vidljive lamine; B- mikroskopski preparat kalkarenita



Slika 6.13. Uzorak konglomerata VID-2.; A- Ispolirani uzorak; B- Mikroskopski izbrusak konglomerata

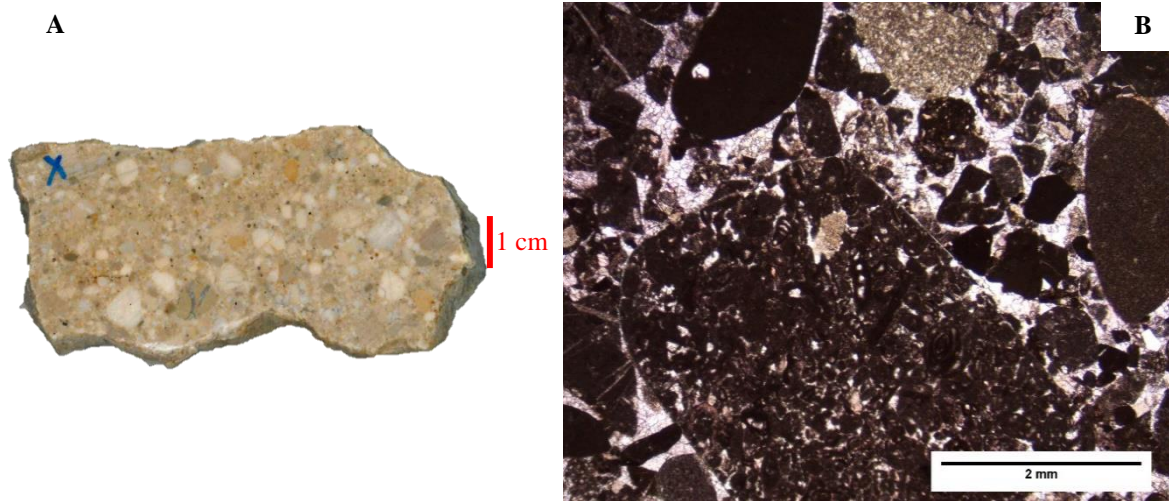
Kalkareniti iz kojih je uzet uzorak VID-3 (Slika 6.14.) tanko su laminirani. Lamine su sve izraženije prema vrhu, što može ukazivati na učestaliji donos krupnozrnastog materijala, odnosno sitnih bioklasta i litoklasta u krupnijim laminama. Dalje slijede naslage masivnih, 1,10 metara debelih, **krupnozrnastih konglomerata**. Ovako izrazito krupnozrnasti konglomerati (Slika 6.15.) na drugim dijelovima istraživanog terena nisu pronađeni te su posebno izdvojeni u slijedu naslaga. Na njima slijedi i oko 2 metra debeo sloj sitnozrnastijeg, srednje sortiranog konglomerata (uzorak X - Slika 6.16.A). Iz tog uzorka konglomerata izrađen je i mikroskopski izbrusak prikazan na Slici 6.16.B, a sadrži različite vapnenačke valutice, koje imaju zrnску potporu i cementirane su kalcitnim cementom. Pojedine valutice sadrže i fosile, uglavnom foraminifere, koje ukazuju na krednu i eocensku starost vapnenaca iz kojih su derivirane.



Slika 6.14. Mjesto uzorkovanja kalkarenita VID-3 i masivni konglomerati iznad



Slika 6.15. Krupnozrnasti konglomerat



Slika 6.16. Konglomerat iz geološkog stupa VID-gore.; A- ispolirani uzorak, B- mikroskopski izbrusak. Konglomerat sastavljen od starijih vapnenačkih valutica

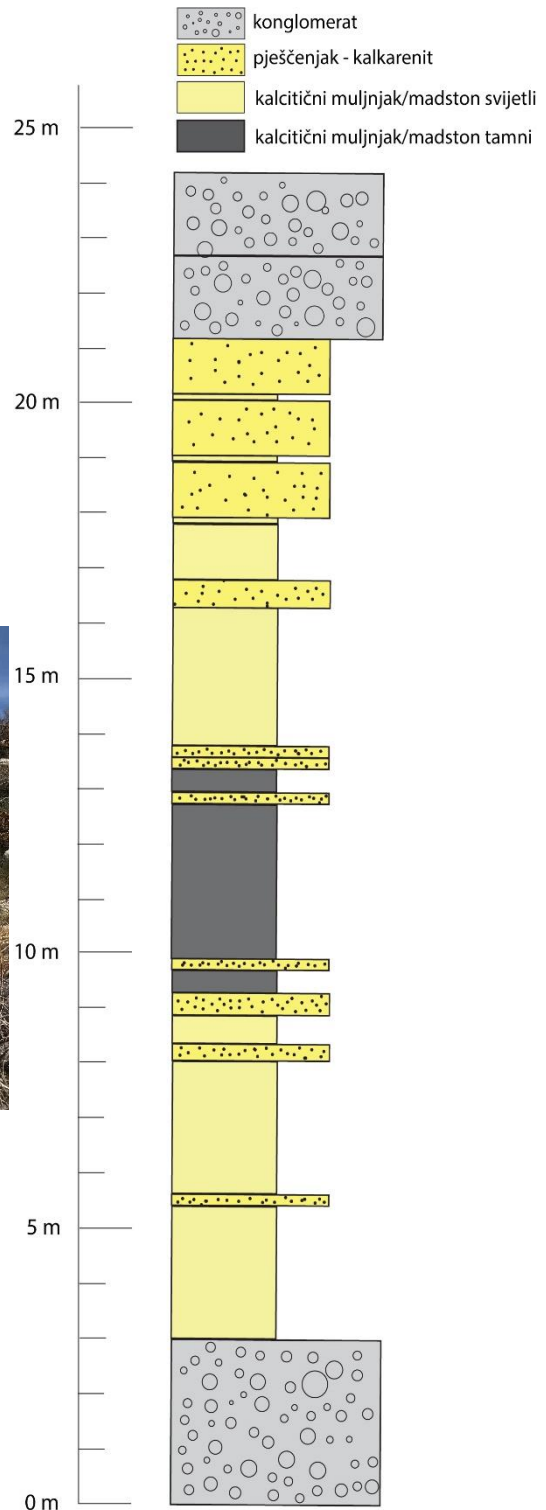
6.5. Stup VID-dolje

Slijed naslaga ispod spomenutog „Vidikovca“ prikazan je stupom **VID-dolje**, na **Slici 6.17**. Uslijed velikog nagiba terena (**Slika 6.18**) i porušenih stabala nakon požara samom izdanku nije bilo moguće bliže pristupiti, osim u donjem dijelu slijeda. Tako su debljine naslaga u višim dijelovima slijeda procijenjene s distance, usporedbom s izmjerenim naslagama stupa **VID-gore** (gornji dio **Slike 6.18**). Granice između pojedinih litofacijesa pritom su jasno vidljive.

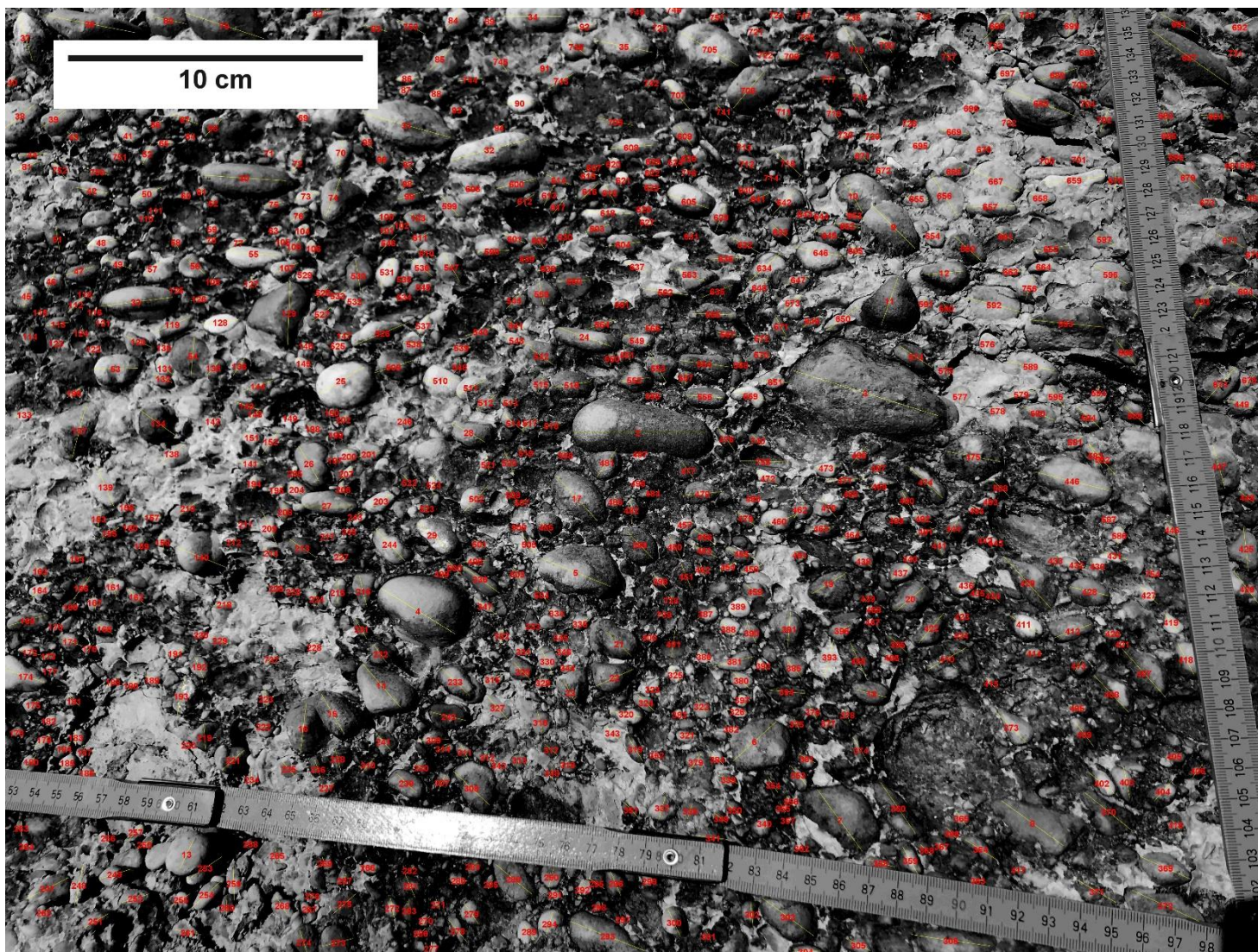


Slika 6.17. Naslage ispod vidikovca koje su opisane stupom VID-dolje

U ovom slijedu naslaga ponavljaju se prethodno opisani litofacijesi. Slijed naslaga započinje s 3 metra debelim naslagama **dobro sortiranih srednjezrnastih konglomerata**. Na fotografiji tih konglomerata (**Slika 6.19**), računalnim programom *ImageJ* načinjena je analiza, mjerenje najvećih promjera zrna, a dobiveni podatci prikazani su u **Tablici 6.1**.



Slika 6.18. Stup VID-dolje



Slika 6.19. Fotografija nakon obrade u računalnom programu *ImageJ*, crvenim brojevima označena su zrna koja su mjerena. Povezani brojevi zrna s točnim promjerima prikazani su u Tablici 6.1.

Ukupno je analizirano 757 valutica, a prosječna veličina valutica iznosi 1,458 cm. Najveća izmjerena valutica promjer je 5,142 cm, a najmanja 0,042 cm. Prema rezultatima mjerenja, konglomerat se sastoji uglavnom od valutica sitnog i krupnog šljunka, (prema Wentworth, 1922). Sve valutice su vapnenačkog podrijetla.

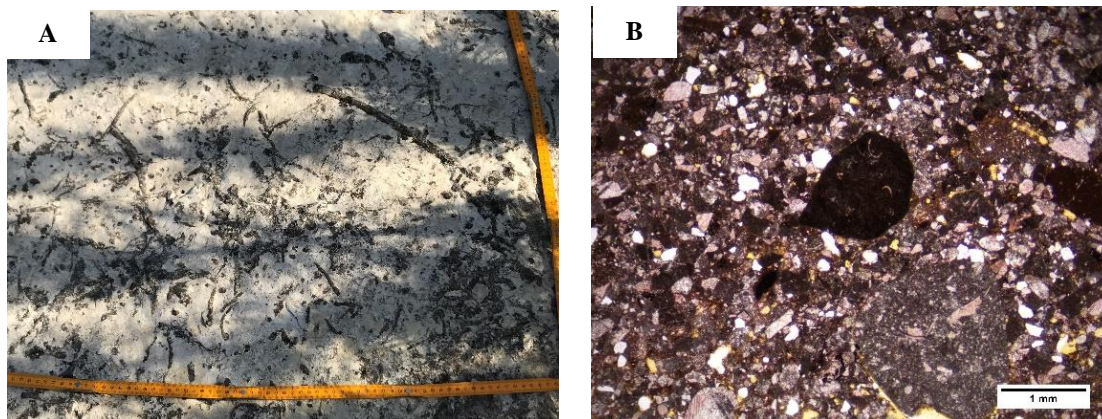
Dalje u stupu slijede tamnosivi do svijetložuti **kalcitični muljnjaci/madstoni**, slični onim opisanima u odsječku stupa *LAP*. Mjestimično su proslojeni s **kalkarenitima**, slojeva debljine 20 – 40 cm. Vršni dio odsječka stupa **VID-dolje** čine naslage **kalkarenita** ukupne debljine oko 3 metra, u kojima se s distance uočavaju **lećasti** slojni oblici i/ili **koritasta kosa slojevitost**. Na njima slijede **vapnenački konglomerati** ukupne debljine oko 3 metra. Zbog nepristupačnosti terena ove naslage nisu detaljnije istražene, ali može se pretpostaviti kako su slične onima iz prethodno opisanih stupova te kako se radi o cikličkoj izmjeni sličnih ili identičnih litofacijesa.

Snimanje cjelovitog geološkog stupa dovršeno je spuštanjem na makadamsku cestu koja vodi od izvora Mali Točak do izvora Veliki Točak. Daljnje istraživanje nastavljeno je usponom makadamskom cestom prema početnoj točki, Planinarskom domu "Promina", a navedena ruta prikazana je na **Slici 2.3**.

6.6. Naslage uz makadamsku cestu Mali Točak – P.D. "Promina"

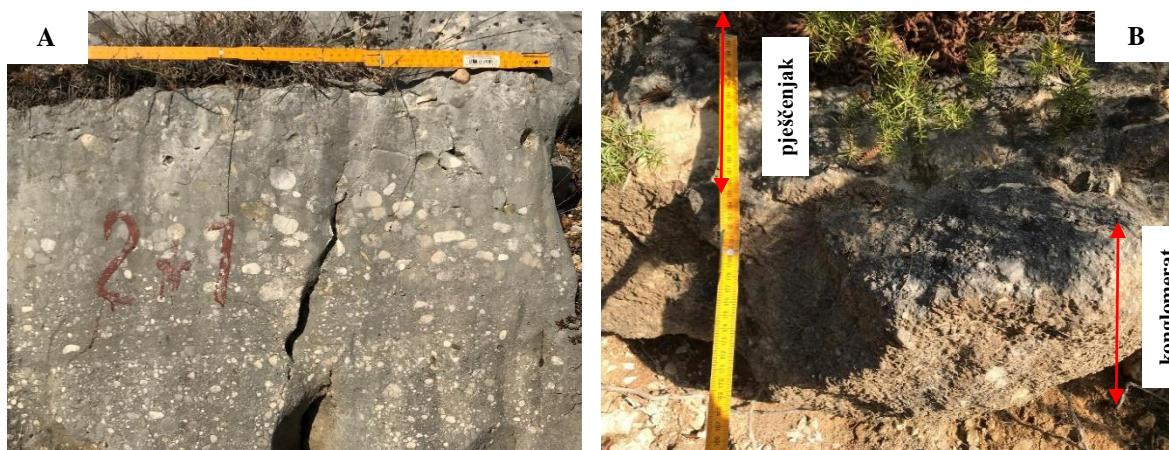
Istraživanje naslaga uz makadamsku cestu, imalo je svrhu potvrđivanja prostiranja snimljenih naslaga na istraživanom području. Tako će u ovom poglavlju biti prikazani zanimljivi detalji, teksture, gradacije unutar naslaga, te jedan manji, detaljno snimljeni stup naslaga koji je također uvršten u cjeloviti geološki stup **PRO-21**.

Na početku puta, nedaleko od samog izvora primijećen je izrazito zanimljiv detalj na izdanku. Na **Slici 6.20.A** uočavaju se biogene teksture - ihnofosili, odnosno horizontalni linijski „odljevi“ na donjoj slojnoj plohi sloja kalkarenita. Uzet je uzorak *BIOT* od kojega je načinjen izbrusak za mikropetrografsku analizu, a utvrđeno je kako se radi o **srednje sortiranom kalkarenitu (Slika 6.20.B)** sa znakovima bioturbacije, odnosno preradom sedimenta aktivnošću organizama.



Slika 6.20. A- Biogena tekstura na donjoj slojnoj plohi kalkarenita.
 B- Mikroskopski izbrusak bioturbiranog kalkarenita (uzorak BIOT).

Daljnji uspon cestom potvrdio je pretpostavke o prostiranju naslaga te su pri tome dokumentirani neki zanimljivi detalji prethodno definiranih litofacijesa. Pri tome važno je istaknuti **obrnuto graduirane konglomerate** (Slika 6.21.A), kao i izdanak koji pokazuje postupni **prijelaz konglomerata u kalkarenite** (Slika 6.21.B).



Slika 6.21. A- postupno smanjivanje zrna unutar konglomerata, od vrha prema dnu - obrnuta gradacija.;
 B- Postupni prijelaz iz konglomerata (dolje) u pješčenjake (gore)

6.7. Stup PUT

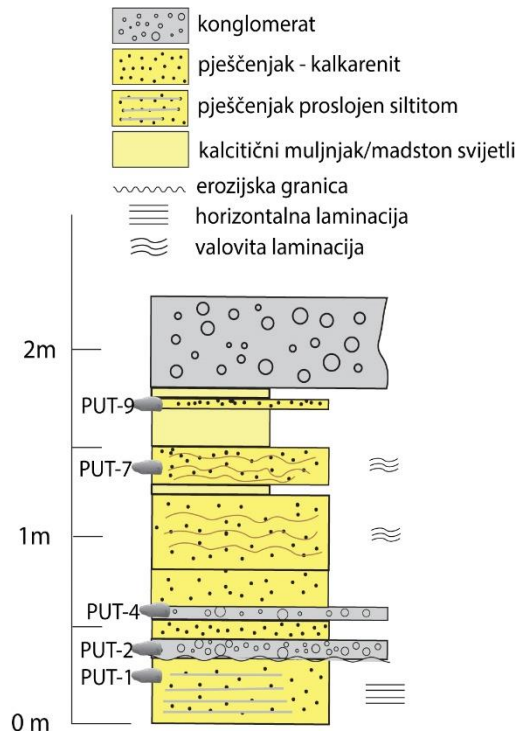
Dalje uz cestu, nedaleko od skretanja za šumski put prema Siveriću, opisan je izdanak (Slika 6.22.) koji položajno, a i prema uočenim karakteristikama, odgovara dijelu naslaga iz vrha geološkog stupa **VID-dolje**. Kako su te naslage bile ograničeno dostupne pri snimanju tog dijela stupa, ukazala se idealna prilika za detaljno snimanje tih naslaga na ovome izdanku. Naslage su prikazane u stupu **PUT** na Slici 6.23.

Slijed naslaga započinje s 35 centimetara debelim slojem **kalkarenita s proslojcima siltita**. Iz kojih je uzet uzorak *PUT-1* (Slika 6.24.A) i napravljen mikroskopski izbrusak (Slika 6.24.B), u

kojem je potvrđen opisani sastav. Erozijskom granicom pješčenjaci su odvojeni od sitnozrnastog konglomerata u krovini, koji se odlikuje normalnom gradacijom. Na kontaktu naslaga uzet je uzorak *PUT-2* (Slika 6.24.C) te je također napravljen mikroskopski izbrusak, u kojem se ta granica jasno vidi (Slika 6.24.D).



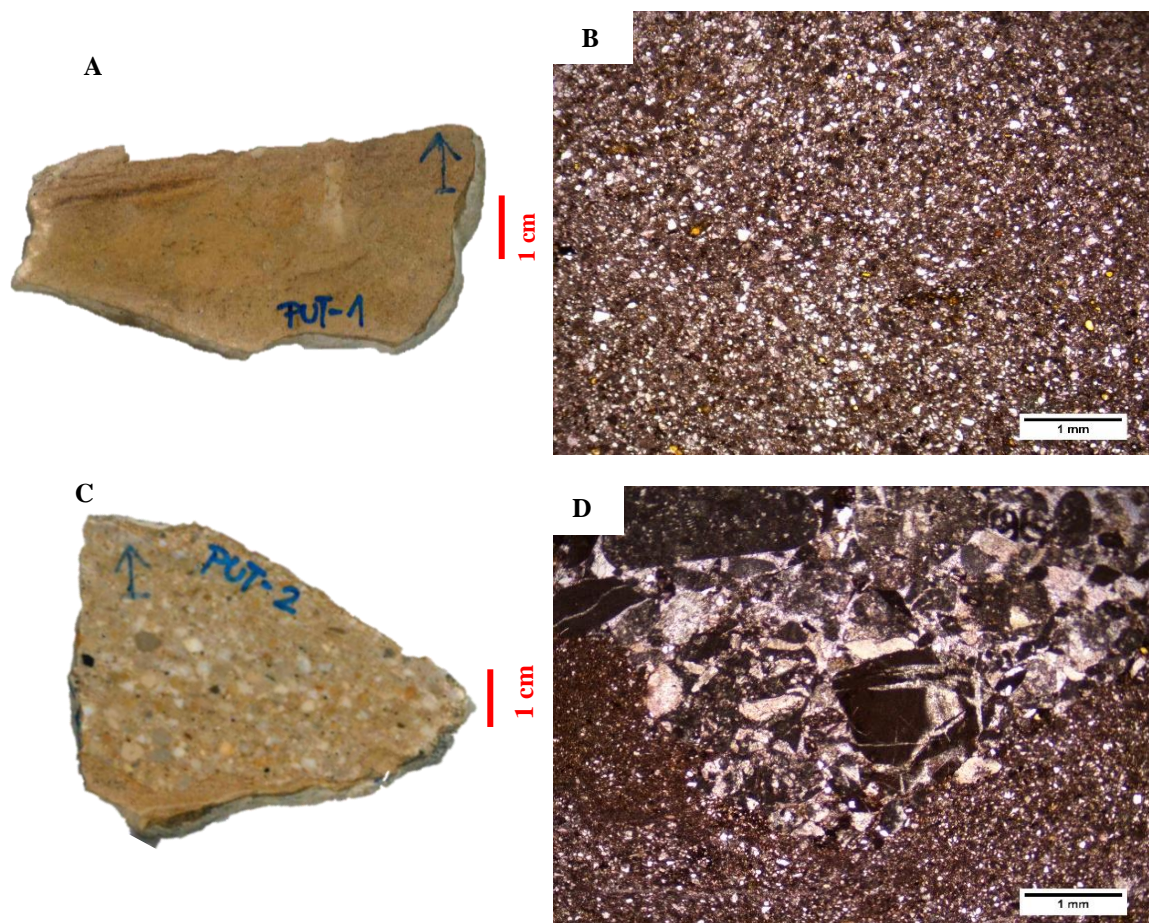
Slika 6.22. Izdanak uz makadamsku cestu Mali Točak - P.D. Promina, mjesto snimanja geološkog stupa PUT



Slika 6.23. Stup PUT

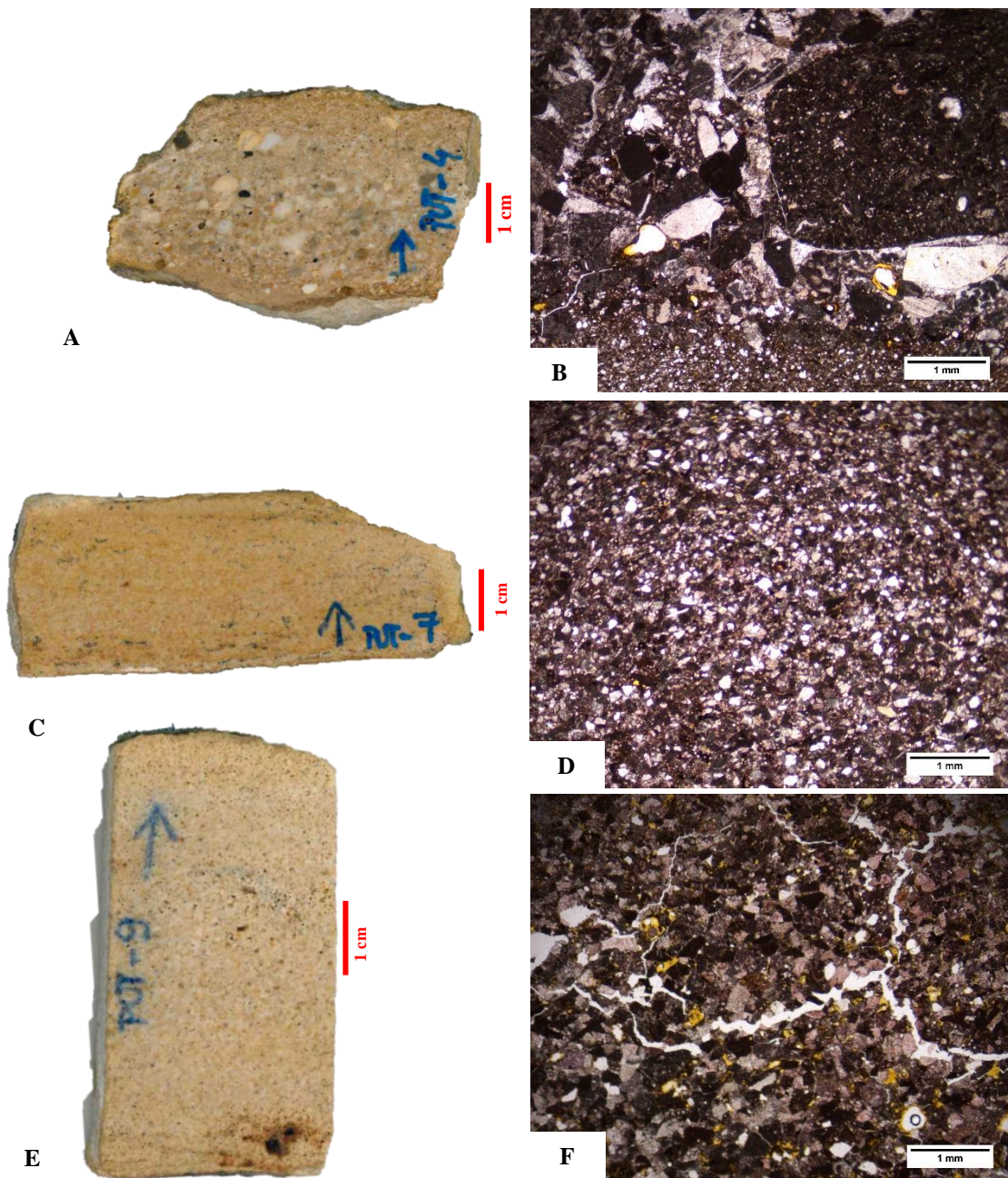
Nakon tankog proslojka **kalkarenita** ponovno slijedi tanji proslojak (2-5 cm) **sitnozrnatih konglomerata**, iz kojih je uzet uzorak *PUT-4* (Slika 6.25. A i B). Konglomerate prekriva oko 80 cm valovito laminiranih pješčenjaka koji na 60. centimetru sadrže proslojak **muljnjaka/madstona**. Iz vršnog dijela sloja **kalkarenita** uzet je uzorak *PUT-7* (Slika 6.25. C i D) kojim je utvrđeno da se radi o **dobro sortiranom kalkarenitu**. Sljedećih 20 centimetara pripada **svijetlim muljnjacima/madstonima** kakve su prisutni i na ostatku terena. Na madstonima se nalazi tanki proslojak **kalkarenita** koji pokazuje postupno positnjavanje prema vrhu te prijelaz u tanki sloj **muljnjaka/madstona** – uzorak *PUT-9* (Slika 6.25. E i F). Stup završava s 0,5 m debelim slojem **srednjezrnastih vapnenačkih konglomerata**.

U opisanom slijedu **izmjene kalkarenita, siltita i muljnjaka/madstona** uočene su teksture horizontalne i valovite do lećaste slojevitosti, što ukazuje na taloženje u promjenjivim uvjetima priobalnih okoliša. Nakon opisane izmjene, slijede **debelo slojeviti masivni konglomerati**.



Slika 6.24. Ispolirani uzorci te mikrofotografije uzoraka uzetih iz stupa PUT. A. i B. PUT-1.;

C. i D. PUT-2 (mjesto uzorkovanja vidljiva na Slici 6.23.)



Slika 6.25. Ispolirani uzorci te mikrofotografije uzoraka uzetih iz stupa PUT. A i B PUT-4.; C i D PUT-7.; E i F PUT-9 (mjesto uzorkovanja vidljiva na Slici 6.23.)

Dio naslaga ispod snimljenog stupa **PUT**, na samom skretanju za šumski put prema Siveriću, predstavljaju **svijetli i tamni muljnjaci/madstoni** s fosilima – foraminiferama, školjkama, koraljima te puževima (**Slika 6.26.**), koji ukazuju na marinski taložni okoliš ovih naslaga. Naslage stupa *PUT* zajedno s muljnjacima/madstonima, gotovo se u potpunosti poklapaju s naslagama iz stupa **VID-dolje** te su iz tog razloga pronađeni fosili u cjeloviti stup **PRO-21** dodani na pripadajuća mjesta unutar područja stupa **VID-dolje**.



Slika 6.26. Fosilni sadržaj pronađen u kalcitičnim muljnjacima/madstonima na skretanju puta za Siverić

7. RASPRAVA

Kako je terensko istraživanje planirano proučavanjem dostupne literature, nužno je usporediti dobivene rezultate s rezultatima prijašnjih istraživanja.

Prominske naslage na području planine Promine predstavljaju eocensko-oligocenske sedimente koji transgresivno leže na krednim i paleogenskim karbonatima. Ti sedimenti su sastavljeni od različitih naslaga, taloženim u različitim taložnim okolišima, pri čemu se ističu vapnenački konglomerati/kalkruditi, kalkareniti, muljnjac/madstoni te povremeni slojevi ugljena. Kako je navedeno u Kruk et al. (2014), jedna od glavnih karakteristika ovih naslaga njihove su učestale izmjene te izmjene različitih litofacijesa. Prethodnim istraživanjima naslage su podijeljene u 8 jedinica: bazni aluvij, prva lakustrinska jedinica, naslage lagunskog do lakustrinskog okoliša, druga lakustrinska jedinica, alteracija između šelfa i Gilbertovih delti, plitkomorski vapnenci s fosilima, treća lakustrinska jedinica te naslage terminalnog aluvija velikih debljina (Zupanič i Babić, 2011).

Razvoj bazenskih naslaga uzrokovan je trima značajnijim fazama. U prvoj fazi postojanost područja s izdignutim reljefom, orogenskog pojasa uzdižućih Dinarida, osiguravalo je konstantan donos materijala u bazen. Doneseni materijal postupno je zapunjavao postojeće depresije te uzrokovao nastanak aluvijalnih ravnica (Babić i Zupanič, 2007). Druga faza značajna je po transgresiji uzrokovanoj povećanim akomodacijskim prostorom, što ukazuje na porast morske razine i pomicanje obalne linije prema kopnu. U ovoj fazi cijelo područje prekriveno je plitkim morem i lagunama te je na aluvijalnim naslagama vidljiva oštra erozijska granica. Daljnji porast razine mora uzrokuje maksimalan pomak obalne linije prema kopnu. Usporavanje stvaranja akomodacijskog prostora i povećanje donosa materijala iz orogenskog pojasa doveli su do povoljnih uvjeta za stvaranje Gilbertovog tipa delte i taloženja povezanih naslaga (Babić i Zupanič, 2007). Povećani donos krupno-klastičnog materijala, iz područja sjeveroistočno od bazena, posljedica je sve intenzivnijeg izdizanja okolnog područja (Zupanič, 1969). Smanjenje debljine tih vršnih aluvijalnih naslaga te potpuni izostanak prema unutrašnjosti bazena, posljedica su konstantnog slijeganja unutrašnjeg dijela Prominskog bazena (Babić et al., 2010). Detaljne analize sedimenata pokazale su kako je ishodišno područje, s kojeg je materijal prepletenim rijekama donesen u bazen, bilo građeno isključivo od karbonata.

Litofacijesi opisani u ovome radu, mogu se u bitnoj mjeri usporediti s opisima naslaga iz prijašnjih istraživanja na ovoj mikrolokaciji, ponajprije u Zupanič (1969) te u Zupanič i Babić (2011).

Istraživana mikrolokacija na planini Promini pripada prijelaznim naslagama šelfnih, priobalnih i deltnih okoliša (jedinica U5, prema Babić i Zupanič, 2011). Jedinica U5 sadrži oko 300 metara naslaga koje lateralno isklinjavaju, a područje je izgrađeno od različitih litofacijesa konglomerata, kalkarenita i muljnjaka/madstona te njihovih izmjena (Zupanič i Babić, 2011). Taloženje velikih količina materijala uzrokovano je smanjenjem brzine toka pri nailasku na veće vodeno tijelo. Takvi nanosi često se granulometrijski razdvajaju pri čemu najkrupniji sedimenti zaostaju bliže ušću, dok se s udaljavanjem veličina zrna smanjuje (Tišljar, 1994). Muljnjac/madstoni iz slijeda mogu sadržavati veliku količinu fosilnog sadržaja, od kojih se izdvajaju bentičke i planktonske foraminifere, mekušci i koralji, što je vidljivo u kalcitičnim muljnjacima/madstonima pronađenima u naslagama ispod naslaga opisanih stupom **PUT**. Ove naslage taloženi su šelfnim okolišima, pri čemu su vladali izrazito mirni uvjeti koji se očituju horizontalnom laminacijom nastalom taloženjem materijala iz suspenzije. Spomenuto taloženje posljedica je maksimalnih poplava i pomicanja obalne linije prema kopnu (Zupanič i Babić, 2011). Kako je šelf bio pod utjecajem olujnih procesa, naslage jedinice U5 mogu sadržavati istovremeno čestice i marinskog i terestričkog podrijetla (Zupanič i Babić, 2011). Horizontalno laminirani kalkareniti te kalkareniti s proslojcima siltita, vidljivi na više mjesta unutar proučavanog slijeda naslaga (stupovi **VJ-1**, **VJ-2** i **VID-gore**), posljedica su učestalih poplava te tzv. "*surge*" (proboj) strujanja, naglog strujanja velike brzine i volumena vode (Perić, 2007). Najkrupnije čestice od kojih su sačinjeni konglomerati vidljivi na cijelom području planine Promine, u taložni bazen donesene su detritnim tokovima i snažnim turbiditnim strujama (Zupanič i Babić, 2011).

Gledajući naslage prikazane u geološkom stupu **PRO-21**, primjetne su već spomenute izmjene litofacijesa te taložnih okoliša. Slijed započinje masivnim srednje sortiranim konglomeratima stupa **VID-dolje**, čiji je materijal donesen turbiditnim strujama i taložen blizu same delte. Nagla promjena litofacijesa vidljiva je u naslagama kalcitičnih muljnjaka/madstona koje su taložene na konglomeratima. Muljnjak/madston je stijena s najsitnijim česticama u ovome slijedu, a taložen je u šelfnim okolišima. Kalcimetrijom je određeno kako sadrže više od 80% CaCO₃ pa ih stoga ne nazivamo laporima, iako su preliminarno terenski opisane kao „laporovite naslage“. Dio naslaga neposredno ispod

snimljenog stupa **PUT**, svijetli i tamni muljnjaci/madstoni s marinskim fosilima ukazuje na plitkomorski marinski taložni okoliš ovih naslaga. Fosili pronađeni unutar ovih naslaga, vidljivi na **Slici 6.26.**, jasno ukazuju kako se taloženje odvijalo u marinskim uvjetima. U slijedu izmjene kalkarenita, siltita i muljnjaka/madstona opisanom na stupu **PUT** uočene su teksture horizontalne i valovite do lećaste slojevitosti, što ukazuje na taloženje u promjenjivim uvjetima priobalnih okoliša. Povremeni proslojci pješčenjaka unutar slijeda kalcitičnih muljnjaka/madstona stupa **VID-dolje** mogu se povezati s pojavama snažnijeg donosa materijala tokovima veće energije. Naslage koje slijede su srednjeznasti klastiti – kalkareniti, uz povremene proslojke siltita. Kalkareniti su karakterizirani laminacijom te su većinom karbonatnog sastava. Nova promjena uvjeta taloženja vidljiva je u 3 metra debelim naslagama vapnenačkim konglomerata na prijelazu iz stupa **VID-dolje** u **VID-gore**. S obzirom na kalkarenite iznad i ispod ove sekvence konglomerata, postoji mogućnost da su oni taloženi uslijed urušavanja deltnih padina (Zupanić i Babić, 2011). Kalkarenitne naslage proučavane u stupu **VID-gore** uglavnom su karakterizirane uslojenošću te laminacijom. Također, u uzorcima se može detektirati i pojava bioturbacije, kao i trendovi positnjavanja naviše te valni riplovi, što ukazuje na taloženje unutar vodnog tijela. Opisana sekvencija, od vapnenačkih konglomerata preko muljnjaka/madstona i kalkarenita, pa ponovno do konglomerata, ponavlja se još jednom prema vrhu samog slijeda naslaga te je vidljiva u stupovima **VJ-1** i **VJ-2**. Svojstva, struktura i teksture sedimenata unutar gornje, ponovljene sekvence, gotovo su identična onima u prethodno opisanom dijelu slijeda. Ovakva ciklična ponavljanja moguće su posljedica taloženja pod utjecajem prepletenih rijeka, kao i progradacija delti (Zupanić i Babić, 2011). Masivni konglomerati, velike debljine, prelaze postupno prema jedinici terminalnog aluvija.

Uvjeti taloženja te sami taložni okoliši mijenjali su se pod utjecajem promjena relativne razine mora. Takve povremene promjene uzrokovale su transgresivno-regresivne cikluse koji su pretpostavljeno posljedica subsidencije duž rasjeda na rubu taložnog bazena (Zupanić i Babić, 2011).

8. ZAKLJUČAK

Planina Promina predstavlja pogodnu lokaciju za istraživanje cijelog slijeda Prominskih naslaga, te ciklusa taloženja istih. Same naslage planine Promine stratigrafskog su raspona od krede, u podlozi Prominskih naslaga, do ranoga oligocena. Istraživanje navedenih naslaga dalo je uvid u postanak i značajke pojedinih taložnih okoliša te sam postanak planine.

Tema rada odnosila se na proučavanje naslaga na terenu te interpretaciju istih uz snimanje geološkog stupa. Kako je kroz rad prikazano, lokacija istraživanja pripada jedinici naslaga alteracije između šelfa i delte. Taloženje u Gilbertovom tipu delte podudara se s opisanim alteracijama, pri čemu rijeke donose materijal u značajno veće vodno tijelo, u ovome slučaju u more, što je zaključeno prema nalasku marinskih fosila, školjki, koralja i foraminifera. Slijed naslaga prikazan geološkim stupom **PRO-21** pokazuje cikluse pokrupnjavanja naslaga, od sitnijih na dnu pojedine sekvence prema najkrupnijim na vrhu sekvence, što odgovara načinu taloženja u Gilbertovom tipu delte. Mikropetrografskom analizom potvrđeno je karbonatno izvorišno područje litofacijesa srednjeznastih klastita (kalkarenita) i litofacijesa vapnenačkih konglomerata.

Ovim diplomskim radom potvrđeno je kako planina Promina posjeduje izrazitu raznolikost, čak i na relativno malom području istraživanja, te uz jasne promjene litofacijesa predstavlja idealan poligon za shvaćanje i proučavanje taloženja u različitim okolišima. Raspon okoliša, od dubokomorskih preko močvarnih do aluvijalnih, rijetko se može pronaći na ovako malom prostoru. Stoga se planinu Prominu može promatrati i kao svojevrsni fenomen te se ne treba čuditi što su Prominske naslage dobile ime upravo po njoj.

9. LITERATURA

- BABIĆ, LJ., ZUPANIĆ, J. (2007): *Major events and stages in the sedimentary evolution of the paleogene Promina basin (Dinarides, Croatia).*, Nat. Croat., Vol.16, No4, 215-232.
- BABIĆ, LJ., ZUPANIĆ, J., LUŽAR-OBERITER, B. (2010): *Evolution of a Dinaric foreland basin fills: flysch and molasse of North Dalmatia.*, 4. Hrvatski geološki kongres, Vodič ekskurzije, 179-201.
- DANIELLI, G. (1901): *Il Miocene inferiore del monte Promina in Dalmazia.*, Pal. Italica 7, Pisa.
- DUNHAM, J. B. (1962): *Classification of carbonate rocks according to depositional texture.*-U: HAM, W. E. (ur.): *Classification of Carbonate Rocks.* AAPG Memoir 1, 108-121.
- GOBO, K. (2014): *Development of Gilbert-type deltas: sedimentological case studies from the Plio-Pleistocene of Corinth Rift, Greece.*, Faculty of Mathematics and natural Sciences, University of Bergen, doktorska disertacija.
- IVANOVIĆ, A., MARKOVIĆ, S., SAKAČ, K. I SIKIRICA, V. (1977): *Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, list Drniš.*, Institut za geološka istraživanja Zagreb (1962–1967), Savezni geološki zavod, Beograd.
- IVANOVIĆ, A., V., SIKIRICA, K., SAKAČ, K. (1978): *Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000, Tumač za list Drniš K33-9*, Institut za geološka istraživanja Zagreb (1972), Savezni geološki zavod, Beograd, 55 str.
- KERNER, F. (1894): *Ueber die Geologischen verhältnisse der Gegend von Dernis in Dalmatien.*, Verh. geol. Reichsanst., Beč.
- KRUK, B., DEDIĆ, Ž., KOVAČEVIĆ GALOVIĆ, E., KRUK, L. (2014): *Osnove gospodarenja mineralnim sirovinama na području općine Promina u Šibensko-kninskoj županiji.* Hrvatski geološki institut. Studija.
- MARJANAC, T., ČOSOVIĆ, V. (2000): *Tertiary depositional history of Eastern Adriatic realm.*, Vijesti Hrvatskoga geološkog društva, poseban broj, 37 (2), 93-103.

- MRINJEK, E., PENCINGER, V., NEMEC, W., VLAHOVIĆ, I. I MATIČEC, D. (2011): *The effects of blind-thrust folding on foreland sedimentation: examples from the Eocene–Oligocene Dinaric foreland basin of Croatia.* – Abstracts, 28th IAS Meeting, Zaragoza, Spain, 443.
- MRINJEK, E., NEMEC, W., PENCINGER, V., MIKŠA, G., VLAHOVIĆ, I., ČOSOVIĆ, V., VELIĆ, I., BERGANT, S. I MATIČEC, D. (2012): *The Eocene–Oligocene Promina Beds of the Dinaric Foreland Basin in Northern Dalmatia*, Journal of Alpine Geology, 54, 409–451.
- ORI, G.G., FRIEND, P.F. (1984): *Sedimentary basins formed and carried piggyback on active thrust sheets.*, Geology, Vol 12, Num 8, 475-478.
- PERIĆ, M., 2007. *Englesko-hrvatski enciklopedijski rječnik istraživanja i proizvodnje nafte i plina.*, Zagreb: INA industrija nafte., 129 str.
- SAKAČ, K. (1969). *Analiza eocenskog paleoreljefa i tektonskih zbivanja u području Drniša u Dalmaciji s obzirom na postanak ležišta boksita.* Geološki vjesnik, 23, 163-179.
- TIŠLJAR, J., 1994. *Sedimentne stijene.* Zagreb: Školska knjiga, str. 267. –270.
- VLAHOVIĆ, I., MANDIĆ, O., MRINJEK, E., BERGANT, S., ČOSOVIĆ, V., DE LEEUW, A., ENOS, P., HRVATOVIĆ, H., MATIČEC, D., MIKŠA, G., NEMEC, W., PAVELIĆ, D., PENCINGER, V., VELIĆ, I. I VRANJKOVIĆ, A. (2012): *Marine to continental depositional systems of Outer Dinarides foreland and intra-montane basins (Eocene-Miocene, Croatia and Bosnia and Herzegovina).* Journal of Alpine geology, 54, 401–466.
- WENTWORTH, C.K. (1922): *A scale of grade and class terms for clastic sediments.* Journal of Geology, v. 30, p. 377–392.
- ZUPANIČ, J. (1968): *Deformacione teksture prominskih naslaga Promine*, Geološki vjesnik, 21, 235-240
- ZUPANIČ, J. (1969): *Promina naslage Promine*, Geološki vjesnik, 22, 477-498.
- ZUPANIČ, J., BABIĆ, LJ. (2011): *Sedimentary evolution of an inner foreland basin margin: Palaeogene Promina beds of the type area, Mt. Promina (Dinarides, Croatia).*, Geologia Croatica 64/2, 101-119

WEB IZVORI:

- 1 - <https://drive.google.com/file/d/18Hr7brZ5M8BKhv3A0xidOEuqEHug6JbR/view>
- 2 - <https://imagej.nih.gov/ij/download.html>

PRILOG 1.
Geološki stup PRO-21

LITOFACIJESI VRŠNOG DIJELA PLANINE PROMINE
Tomislav Puncet, Diplomski rad

