Geološka karta vršnog dijela Učke

Matešić, Darko

Master's thesis / Diplomski rad

2017

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:169:070897

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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

Repository / Repozitorij:

Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET
Diplomski studij geologije

GEOLOŠKA GRAĐA VRŠNOG DIJELA UČKE

Diplomski rad

Darko Matešić
G174

Zagreb, 2017.

Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet

Diplomski rad

GEOLOŠKA KARTA VRŠNOG DIJELA UČKE

DARKO MATEŠIĆ

Diplomski rad izrađen: Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za geologiju i geološko inženjerstvo
Pierottijeva 6, 10000 Zagreb

Sažetak

Cilj ovog diplomskog rada bio je istražiti geološku građu vršnog dijela Učke. Geološkim kartiranjem prikupljeni su podatci za izradu geološke karte mjerila 1:20.000. Kartirano je i opisano devet neformalnih litostratigrafskih jedinica. Jedinica Sis koja predstavlja prijelaz iz donje u gornju kredu; gornjokredne jedinice Milna, Sveti Duh, Gornji Humac te nedefinirane jedinice u ovom radu zvane Gornji kalcisferski vapnenac i Gornjosantonske naslage; paleogenske jedinice Foraminiferski vapnenci te Prijelazne naslage i najniži dio fliša te kvartarne naslage. U radu je potvrđeno da je južni vršni dio Učke u navlačnom kontaktu s podlogom, ali sjeverna granica navlačne strukture nije precizno određena. Utvrđeni su nalazi foraminiferskih vapnenaca na lokacijama na kojima prethodnim istraživanjima nisu izdvojene. Konstrukcijom geoloških profila procijenjena je debljina jedinica Gornji kalcisferski vapnenac i Gornjosantonske naslage. S ciljem prikaza geoloških odnosa u dubini konstruirano je jedanaest geoloških profila.

Ključne riječi: neformalne litostratigrafske jedinice, navlaka, geološka karta, geološki profil, gornja kreda, paleogen, Učka.

Diplomski rad sadrži: 51 stranicu, 41 sliku, 5 priloga i 18 referenci.

Jezik izvornika: hrvatski

Diplomski rad pohranjen: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta
Pierottijeva 6, Zagreb

Voditelj: Dr. sc. Igor Vlahović, redoviti profesor RGNF

Ocjenjivači: Dr. sc. Igor Vlahović, redoviti profesor RGNF
Dr. sc. Bruno Tomljenović, redoviti profesor RGNF
Dr. sc. Davor Pavelić, redoviti profesor RGNF

Datum obrane: 21. rujan 2017.

University of Zagreb
Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering

Master's Thesis

GEOLOGICAL MAP OF THE UČKA MOUNTAIN PEAK AREA

DARKO MATEŠIĆ

Thesis completed in: University of Zagreb
Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering
Department of Geology and Geological Engineering
Pierottijeva 6, 10000 Zagreb

Abstract

The goal of this thesis was to investigate the geological seting of the Učka mountain peak area. The data for the construction of a geological map in 1:20.000 scale were acquired using geological mapping methods. Nine informal lithostratigraphic units were mapped and described. Unit Sis represents a transition from the Lower to the Upper Cretaceous, Upper Cretaceous deposits are described as units Milna, Sveti Duh, Gornji Humac and up to now undefined units Upper Calcisphera Limestone and Upper Santonian Deposits, Palaeogene units comprise Foraminifera Limestone and Transitional Deposits, while Quarternary Deposits include rockfall deposits. The thesis confirms that the southern part of the Učka peak area represents a thrust over underlying deposits, but the northern part of the thrust structure is still not precisely located. Foraminifera Limestone outcrops were found on the locations that were not previously mentioned. The thickness of the Upper Calcisphera Limestone and Upper Santonian deposits were estimated from constructed geological profiles. For the purpose of discussion of geological relationships in depth, 11 geological profiles were made.

Keywords: Informal lithostratigraphic units, nappe, geological map, geological profile, Upper Cretaceous, Palaeogene, Učka.

Thesis contains: 51 pages, 41 figures, 5 enclosures and 18 references.

Original in: Croatian

Thesis deposited in: Library of Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, Pierottijeva 6, Zagreb

Supervisor: Igor Vlahović, PhD

Reviewers: Professor Igor Vlahović, PhD
Professor Bruno Tomljenović, PhD
Professor Davor Pavelić, PhD

Date of defense: September 21, 2017

SADRŽAJ

1. UVOD 1
2. GEOGRAFSKI POLOŽAJ I MORFOLOGIJA TERENA 2
3. PRETHODNA ISTRAŽIVANJA 4
4. METODE RADA 7
4.1. PRIPREMA ZA GEOLOŠKO KARTIRANJE 7
4.2. TERENSKI RAD 8
4.3. KABINETSKI RAD 9
5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA 11
5.1. IZDVOJENE LITOSTRATIGRAFSKE JEDINICE 11
5.1.1. Neformalna litostratigrafska jedinica Sis 11
5.1.2. Neformalna litostratigrafska jedinica Milna 13
5.1.3. Neformalna litostratigrafska jedinica Sveti Duh 15
5.1.4. Neformalna litostratigrafska jedinica Gornji Humac 17
5.1.5. Nedefinirana litostratigrafska jedinica Gornji kalcisferski vapnenac 18
5.1.6. Nedefinirana litostratigrafska jedinica Gornjosantonske naslage 19
5.1.7. Neformalna litostratigrafska jedinica Foraminiferski vapnenci 22
5.1.8. Neformalna litostratigrafska jedinica Prijelazne naslage i najniži dio fliša 24
5.1.9. Kvartarne naslage 26
5.2. STRUKTURNI ELEMENTI I ODNOSI KARTIRANIH JEDINICA NA TERENU 27
5.3. GEOLOŠKA KARTA 32
6. DISKUSIJA 33
6.1. OSVRT NA NEFORMALNE LITOSTRATIGRAFSKE JEDINICE OPISANE U LITERATURI 33
6.2. OPIS GEOLOŠKE KARTE 36
6.3. OPIS GEOLOŠKIH PROFILA 39
6.4. POSEBNO IZDVOJENA PODRUČJA ISTRAŽIVANOG TERENA 42
7. ZAKLJUČAK 48
8. POPIS LITERATURE 49

POPIS SLIKA

Slika 2-1. prikaz kartiranog terena – izvor: Google Maps. 2
Slika 3-1. Osnovna geološka karta SFRJ list Labin (ŠIKIĆ et al., 1969). 4
Slika 3-2. Isječak OGK list Labin (ŠIKIĆ et al., 1969) na kojemu se nalazi istraživani teren. 5
Slika 3-3. Inženjersko-geološka karta s pripadajućim profilima. 6
Slika 4-1. Prikaz pozicioniranja točaka u aplikaciji Avenza Maps. 8
Slika 4-2. Prikaz organizacije podataka u programskom paketu QGIS. 10
Slika 5-1. Breča sa sivim klastima s točke D_5. 12
Slika 5-2. Izdanak dolomitne breče na točki D_5. 13
Slika 5-3. Mikroskopski izbrusak jedinice Milna s bentičkim foraminiferama i pretežito mikritnim vezivom (biomikrit). Točka P_{29}. 13
Slika 5-4. Uzorak jedinice Milna s presjecima hondrodontnih školjkaša. Točka D_3. 14
Slika 5-5. Izdanak nefolmalne litostratigrafske jedinice Milna s laminiranim horizontom na točki D_{180}. 14
Slika 5-6. Uzorak kalcisferskog vapnenca jedinice Sveti Duh s miliolidama u zaokruženom dijelu uzorka. Točka D_{20a}. 15
Slika 5-7. Slojevit izdanak vapnenca neformalne litostratigrafske jedinice Sveti Duh s tanjeslojevitim raslojavanjem. Točki D_{21a}. 16
Slika 5-8. Izdanak jedinice Sveti Duh u usjeku na točki D_{20}. 16
Slika 5-9. Makroskopski uzorak bijelog madstona jedinice Gornji Humac. Točka D_{71}. 17
Slika 5-10. Poprečni presjek rudista iz skupine radiolitida. Točka D_{32}. 17
Slika 5-11. Izdanak vapnenca neformalne litostratigrafske jedinice Gornji Humac na točki D_{27}. 18
Slika 5-12. Uzorak smeđeg madstona nedefinirane jedinice Gornji kalcisferski vapnenac. Točka C_{15}. 19
Slika 5-13. Izdanak nedefinirane jedinice Gornji kalcisferski vapnenac s razvijenim setovima pukotina kod točke C_7. 19
Slika 5-14. Mikroskopski izbrusak donjeg dijela jedinice Gornjosantonske naslage s pretežito sparitnim vezivom, peloidima, bodljama ježinaca te planktonskim i bentičkim foraminiferama (biopelsparit). 20
Slika 5-15. Bijeli vapnenac Gornjosantonskih naslaga s točke P_{117}. 21
Slika 5-16. Mogući presjek rudista iz skupine hipuritida na površini izdanka Gornjosantonskih naslaga na točki Z_{34}. 21
Slika 5-17. Izdanci bijelog tektoniziranog vapnenaca nedefinirane jedinice Gornjosantonske naslage s razvijenim vertikalnim setovima pukotina kod vrha Vojak (kao mjerilo poslužio je vjerni terenski pratitelj Jazz). 22
Slika 5-18. Numuliti na površini Foraminiferskog vapnenca. Točka D_{80}. 22
Slika 5-19. Slojeviti izdanak foraminiferskog vapnenca na točki D_{135}. 23

Slika 5-20. Foraminiferski vapnenac s alveolinidom. Točka P_{122}, vrh Plas. 24
Slika 5-21. Izdanak lapora s proslojcima pješčenjaka podno južne litice Stražice. Točka D_{148}. 25
Slika 5-22. Izdanak lapora na točki D_{214}. 25
Slika 5-23. Slabo litificirana siparišna breča na točki D_{152}. 26
Slika 5-24. Rasjed u foraminiferskom vapnencu na točki D_{26}. 27
Slika 5-25. Kontakt rudistnog i foraminiferskog vapnenca na točki D_{30}. 28
Slika 5-26. Rasjedni (navlačni) kontakt krednih vapnenaca u krovini i lapora u podini na točki P_{71}. 28
Slika 5-27. Tektonizirani izdanak vapnenca na točki D_{197}. 29
Slika 5-28. Rasjed unutar jedinice Gornji kalcisferski vapnenac generalnog pružanja SZ–JI na točki C8. 29
Slika 5-29. Rasjed s rasjednom brečom orijentacije Rp=320/40 na točki M_7. 30
Slika 5-30. Rasjedna ploha orijentacije Rp=310/20 na točki Z_{67}. 31
Slika 6-1. Geološka karta vršnog dijela Učke. 36
Slika 6-2. Karta istaknutih područja. 42
Slika 6-3. Uzorak s presjekom radiolitidnog rudista. Točka D_{56}. 44
Slika 6-4. Moguće prostiranje Foraminiferskog vapnenca ispod krednih vapnenaca. 47
Slika 6-5. Profili P4-4’ alt i P9-9’alt; prikazuju moguće alternativno prostiranje Foraminiferskih vapnenaca u podzemlju. 47

POPIS PRILOGA

Prilog 1: Karta točaka opažanja

Prilog 2: Karta strukturnih elemenata

Prilog 3: Geološka karta vršnog dijela Učke

Prilog 4: Geološki profili (1/2)

Prilog 5: Geološki profili (2/2)

1. UVOD

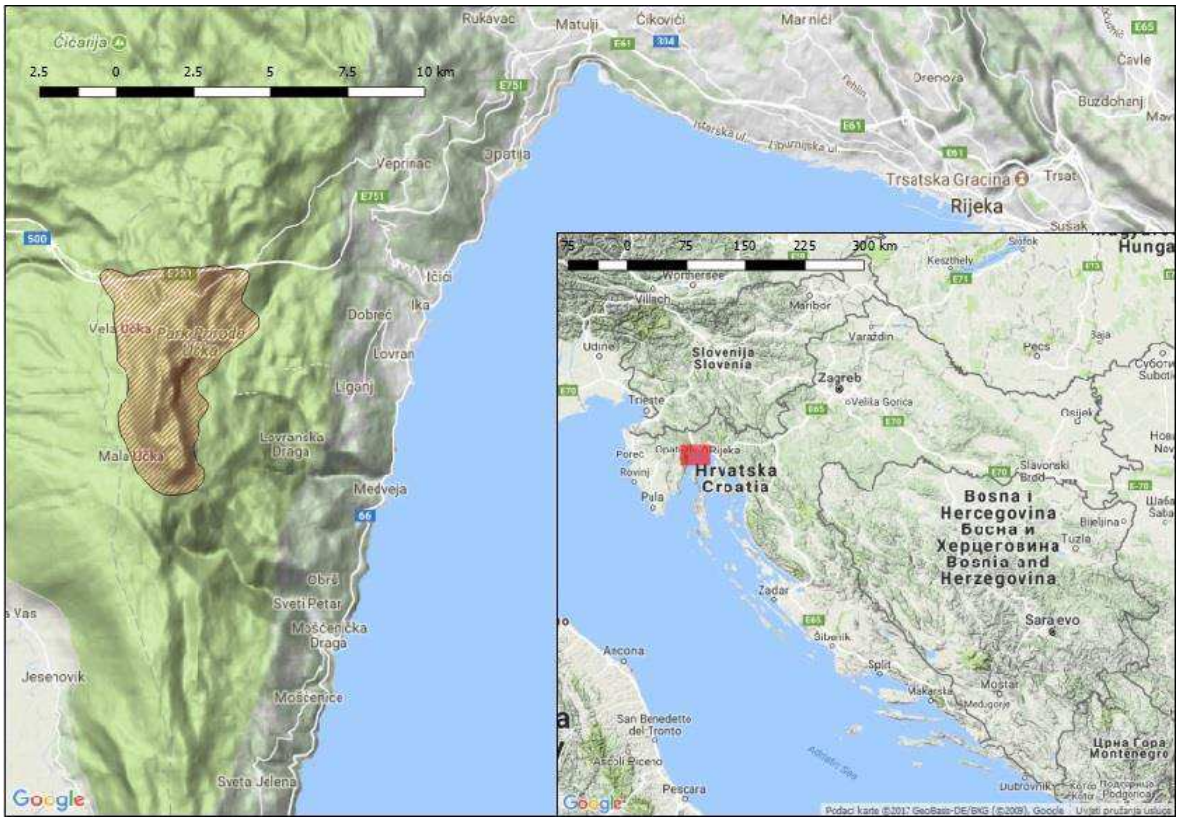
Predmet istraživanja ovog diplomskog rada je geološka građa vršnog dijela Učke koje je smješteno na području Parka prirode Učka.

Cilj ovog rada bio je izdvojiti i opisati litostratigrafske jedinice te njihov strukturno-geološki položaj na istraživanom terenu u svrhu izrade geološke karte mjerila 1:20.000, ali i stjecanje iskustva u geološkom kartiranju te usavršavanje rada u kartografskim programskim paketima.

U radu je opisan geografski položaj i morfologija istraživanog terena, prikazan je pregled dosadašnjih istraživanja na temelju literature korištene za izradu ovog rada, ukratko su opisane metode terenskog i kabinetskog rada, navedeni su rezultati dobiveni ovim istraživanjem i u poglavlju diskusija raspravljeni s obzirom na dosadašnja znanja. Na kraju rada u zaključku navedeni su najbitniji rezultati dobiveni ovim istraživanjem.

2. GEOGRAFSKI POLOŽAJ I MORFOLOGIJA TERENA

Kartirano područje nalazi se na istočnom dijelu Istarskog poluotoka, na krajnjem zapadnom djelu Primorsko-goranske županije uz granicu s Istarskom županijom. Smješten je u središnjem dijelu Parka prirode Učka. Kartirani teren označen je poligonom šrafiranim crvenim linijama na slici 2-1.



Slika 2-1. prikaz kartiranog terena – izvor: Google Maps.

Detaljno kartirano područje zauzima površinu od oko 6,5 km^2 i obuhvaća hrbat Učke sjeverno od vrha Vojak, sjeverni dio podno istočnih i zapadnih litica Učke, prijevoj Poklon i padinu jugoistočno od Poklona do potoka Banina te područje sjeverno od sela Vela Učka. Ukupno kartirano područje zauzima veću površinu, približno 11 km^2, a obrađeno je radi boljeg razumijevanja cjelokupne geološke građe vršnog dijela Učke.

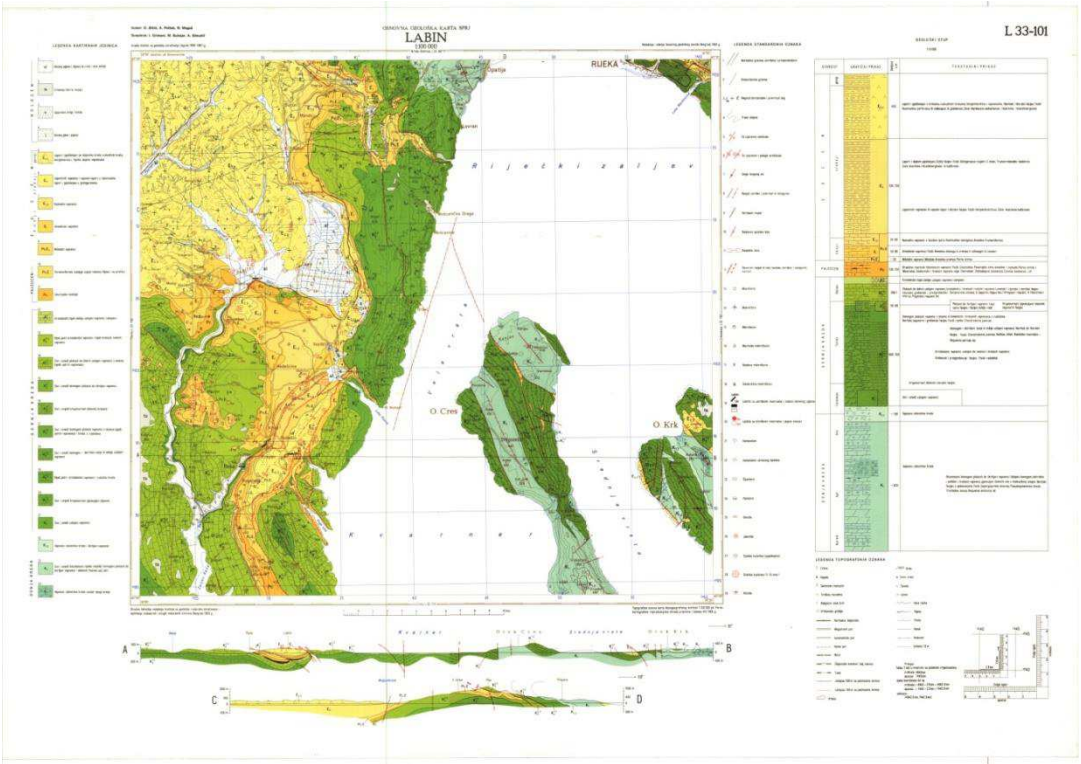
Na istraživanom terenu reljef je izuzetno razvijen – najniži dijelovi nalaze se na visini od oko 650 m.n.m. na istočnom djelu terena kod potoka Banina, a najviša točka terena je vrh Učke Vojak čija je nadmorska visina 1401 m. Istočna, južna i zapadna padina Učke vrlo su strme, dok je sjeverna padina blaža i završava na prijevoju Poklon.

Većina terena prekrivena je bjelogoričnom bukovom šumom, dok se na zapadnom dijelu terena uz sela Vela i Mala Učka, koja su jedina naseljena mjesta na istraživanom terenu, nalaze uređeni pašnjaci. Na vršnim dijelovima hrpta Učke nalaze se goli izdanci stijena s niskim mediteranskim raslinjem. Zbog karbonatnog sastava stijena na istraživanom terenu nalaze se mnoge ponikve i nekoliko jama.

3. PRETHODNA ISTRAŽIVANJA

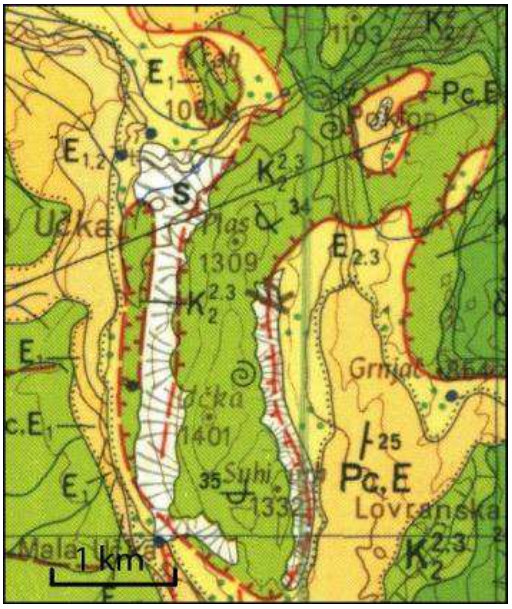
Prilikom izrade ovog diplomskog rada proučena je većina dostupne literature koja se bavi geološkom problematikom istraživanog područja. Treba napomenuti da većina literature koja je nastala u razdoblju prije Drugog svjetskog rata nije pohranjena u knjižnicama te samim time nije bila dostupna, pa stoga radovi nastali u tom periodu neće biti spomenuti u ovom poglavlju.

Najopsežnija i najvažnija geološka istraživanja koja su obuhvatila područje istraživano za potrebe izrade ovog rada provedena su u svrhu izrade Osnovne geološke karte SFRJ mjerila 1:100.000. Istraživano područje prikazano je na listu Labin (ŠIKIĆ et al., 1969) (slika 3-1) i opisano pripadajućem tumačem (ŠIKIĆ & POLŠAK, 1973) u kojem su prikazani geografski pregled, pregled dosadašnjih istraživanja, prikaz opće građe terena, opis izdvojenih kronostratigrafskih jedinica, tektonika, pregled mineralnih sirovina, pregled povijesti stvaranja terena te popis literature. U navedenom tumaču prikazani su i najvažniji dotadašnji radovi o geologiji toga dijela Istre i Kvarnera, koji sežu sve do kraja 18. stoljeća.



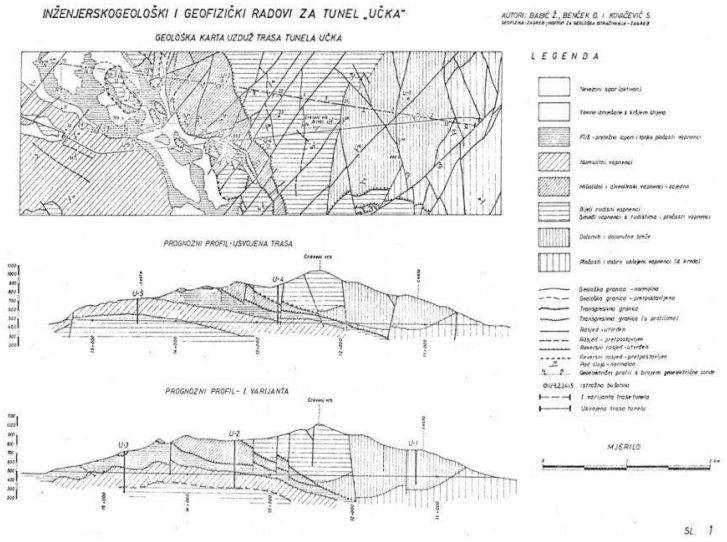
Slika 3-1. Osnovna geološka karta SFRJ list Labin (ŠIKIĆ et al., 1969).

Na slici 3-2 prikazan je isječak OGK lista Labin (ŠIKIĆ et al., 1969) koji obuhvaća istraživano područje. Na karti su izdvojene kronostratigrafske jedinice gornjokredne i paleogenske starosti. Na vršnom dijelu Učke izdvojena je najmlađa gornjokredna jedinica (senon, $K_2^{2,3}$) koja je reversnim rasjedom navučena na lapore srednjoeocenske starosti ($E_{2,3}$) čija su podina foraminiferski vapnenci (Pc, E). Na sjeveroistočnom dijelu terena izdvojeno je tektonsko okno foraminiferskog vapnenca (Pc, E), a na sjeverozapadnom dijelu terena izdvojen je navlačak u kojemu se nalaze gornjokredne i paleogenske stijene. Na sjevernom dijelu terena raspored krednih jedinica na površini ukazuje na boranu strukturu. Ispod padina Učke velika površina terena prekrivena je kvartarnim naslagama.



Slika 3-2. Isječak OGK list Labin (ŠIKIĆ et al., 1969) na kojemu se nalazi istraživani teren.

BABIĆ et al. (1974) su opisali rezultate inženjerskogeoloških i geofizičkih radova koji su prethodili izgradnji cestovnog tunela kroz Učku. U radu je prikazana detaljna geološka karta koja zauzima površinu duž trase tunela, te dva prognozna profila od kojih jedan prati konačnu trasu tunela (slika 3-3). Geofizičkim istražnim radovima koji su izvedeni metodom geoelektričnog sondiranja povezani su podaci dobiveni iz tri istražne bušotine izbušene prigodom inženjerskogeoloških istraživanja, određen je dubinski položaj fliša, njegovo rasprostiranje i debljina te su utvrđeni osnovni tektonski elementi.



Slika 3-3. Inženjersko-geološka karta s pripadajućim profilima.

VELIĆ et al. (1995) su prikazali opći pregled geološke građe Istre u kojem su opisali regionalno-geološku podjelu na četiri transgresivno–regresivne megasekvencije, stratigrafske i paleogeološke značajke sjeverozapadnog dijela Jadranske karbonatne platforme te temeljne značajke tektonike Istre.

VLAHOVIĆ et al. (1995) su opisali podrijetlo i značenje tzv. vapnenačko–dolomitnih breča između donje i gornje krede na primjeru Ćićarije.

MATIČEC (1998) je u svojoj disertaciji opisao genezu današnjih strukturnih odnosa na Učki, a u radu su prikazani i podatci o strukturnim odnosima šireg područja.

MORO et al. (2002) opisali su vapnence na vrhu Učke Vojak i rtu Marlera na jugu Istre te su im odredili starost – mlađi santon.

MUNDA et al. (2005) su izveli vodoistražne radove na području karbonatnog vrha Učke te izradili hidrogeološku kartu i dva geoelektrična profila, što je TOMLJANOVIĆ (2009) u svojem diplomskom radu nadopunio s dodatnih devet kraćih geoelektričnih profila.

BRČIĆ (2015) je u doktorskoj disertaciji prikazao relativne promjene morske razine tijekom mlađe krede na sjeverozapadnom dijelu Jadranske karbonatne platforme, pa je u vršnim dijelovima Učke izdvojio i dubljevodne vapnence.

4. METODE RADA

Izrada ovog diplomskog rada odvijala se u tri faze. Prva faza je bila priprema za geološko kartiranje, druga faza je obuhvaćala terenski rad, a treća je bila kabinetska obrada podataka dobivenih terenskim istraživanjem.

4.1. PRIPREMA ZA GEOLOŠKO KARTIRANJE

Priprema za terenski rad u svrhu izrade geološke karte sastojala se od proučavanja postojeće literature, fotogeološke obrade terena te izrade početne koncepcije.

Pripreme za prva terenska istraživanja kartiranog područja započele su u proljeće 2015. godine. Nastojalo se prikupiti što više objavljenih i neobjavljenih geoloških podataka koji se odnose na istraživano područje kako bi se utvrdio stupanj istraženosti, problematika te rezultati dosadašnjih istraživanja.

Kao glavni izvor geoloških podataka, uz nadopune iz stručnih i znanstvenih radova te članaka, korištena je osnovna geološka karta SFRJ lista Labin (ŠIKIĆ et al., 1969) s pripadajućim tumačem (ŠIKIĆ & POLŠAK, 1973).

Uz geološku literaturu proučena je i topografska karta u mjerilu 1:25.000 kako bi se upoznala morfologija kartiranog terena i hidrografska mreža, utvrdio stupanj pokrivenosti terena vegetacijom te lokacije izgrađenih objekata poput putova i cesta koji bi mogli olakšati kartiranje.

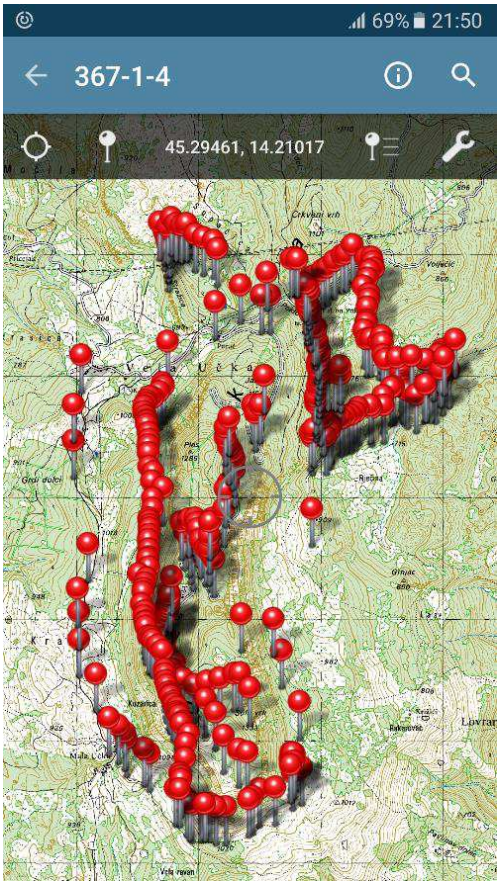
Detaljno je proučena i satelitska snimka terena u programima Google Earth i Google Maps. Navedeni programi omogućuju dvodimenzionalni i trodimenzionalni prikaz terena. Uz pomoć satelitskih snimaka na temelju morfologije terena utvrđeni su teško prohodni dijelovi, moguća prekrivenost površine terena kvartarnim naslagama te lokacije primarnih izdanaka.

Nakon što je proučena geološka literatura, postojeće geološke i topografske karte te satelitska snimka terena, stečena je predodžba o geologiji područja koje će se istraživati.

Na temelju dostupnih podataka stvorena je koncepcija o geološkim odnosima na terenu te je određeno da će se pretežito kartirati metodom kartiranja površine.

4.2. TERENSKI RAD

Nakon proučavanja dostupne literature slijedilo je terensko istraživanje. Kao podloga korištena je topografska karta mjerila 1:25.000 oznake 367-1-4, te Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000 list Labin (ŠIKIĆ et al., 1969) kao prethodno izrađena geološka karta sitnijeg mjerila koja je služila kao referenca tijekom terenskog rada. Obje karte su georeferencirane i učitane u aplikaciju Avenza Maps instaliranu na pametnom telefonu i korištene su za pozicioniranje točaka opažanja na terenu (slika 4-1).



Slika 4-1. Prikaz pozicioniranja točaka u aplikaciji Avenza Maps.

Tijekom prvog (ljeto 2015.) i trećeg (ljeto 2017.) terenskog istraživanja kolega Filip Prelec i ja boravili smo u planinarskom skloništu Babino sklonište na južnoj padini Učke koje je od središnjeg dijela terena, Poklona, udaljeno oko 4 km a dobar dio tog puta je vrlo loša makadamska cesta što je predstavljalo problem zbog neadekvatnog terenskog vozila. Planinarsko sklonište nije opremljeno strujom niti vodom što je dodatno otežavalo rad. Tijekom drugog terenskog istraživanja (jesen 2015.) boravili smo u Viškovu kod kolegice

Nine Trinajstić, a svakodnevno putovanje i kratki dani ograničili su raspoloživo vrijeme terenskog rada.

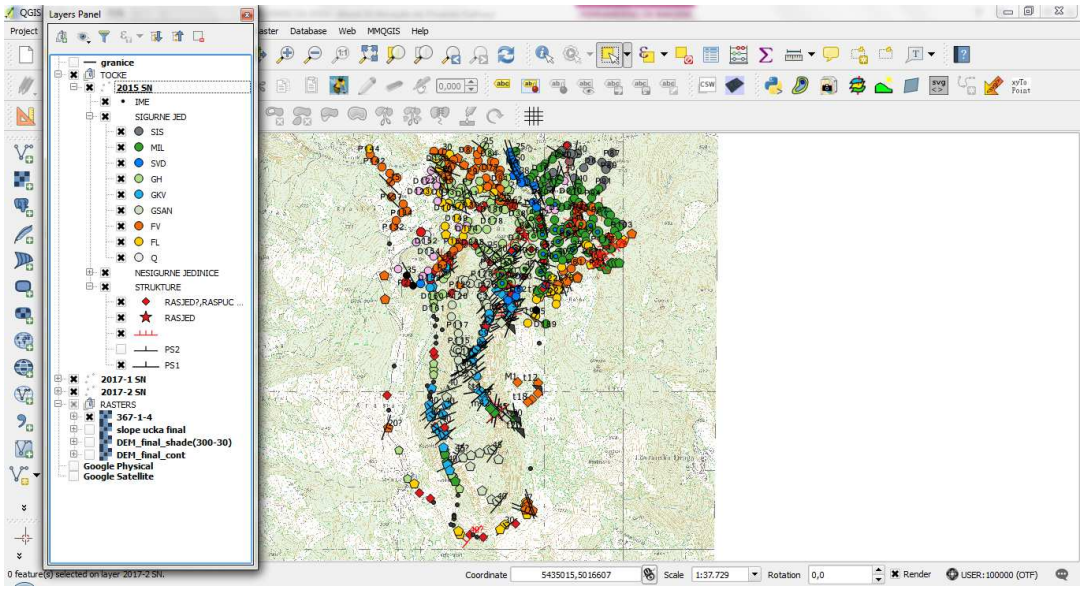
Terensko istraživanje izvedeno je metodom geološkog kartiranja površine i istraženo je ukupno oko 11 km^2. Detaljno je iskartirano područje od oko 6,5 km^2 koje se nalazi na sjevernom dijelu terena, a manje je detaljno iskartirana površina južnog dijela terena koja je prekrivena manjom gustoćom točaka i obrađena je u svrhu boljeg razumijevanja cjelokupne strukture vršnog dijela Učke. Terenskim radom 2015. godine obrađeno je 428 točaka opažanja (prilog 6) a terenskim radom 2017. godine reambulirane su neke već postojeće točke, obrađeno je dodatnih 244 točaka (prilog 7) i stečen je opći uvid u geološku građu terena južnije od vrha Vojak. Na točkama su uzimani uzorci koji su po mogućnosti determinirani kao jedna od izdvojenih litostratigrafskih jedinica na temelju prepoznatljivog makro- i mikrofosilnog sadržaja, slojevitosti naslaga te njihovih litofacijesnih osobina. Česti problemi pri određivanju litostratigrafskih jedinica su bili nepouzdana primarnost izdanaka, trošnost i rekristaliziranost površinskog dijela stijena te sličnost litofacijesa različitih jedinica. Podatci prikupljeni na terenu zapisani su u terenski dnevnik.

4.3. KABINETSKI RAD

Nakon terenskih istraživanja i izrade digitalnog elevacijskog modela terena slijedila je kabinetska obrada terenskih podataka. Terenske zapisnike, GPS trase i točke opažanja bilo je potrebno sistematizirati i urediti za unošenje u kartografski softwerski paket QGIS.

Prvi zadatak je bila organizacija podataka u Excel tablici koji su kasnije unešeni u QGIS u CSV formatu. Za svaku točku opažanja unesena je GPS koordinata točke, određena litostratigrafska pripadnost stijena na toj točki te strukturni elementi – položaji slojeva ili orijentacija rasjednih ploha.

Nakon unošenja podataka u QGIS svakoj litostratigrafskoj jedinici određen je simbol, a položajima sloja i rasjedima također su dodijeljeni simboli koji su rotirani u smjeru njihove orijentacije na terenu (slika 4-2).



Slika 4-2. Prikaz organizacije podataka u programskom paketu QGIS.

U programskom paketu GRASS GIS izrađen je digitalni elevacijski model terena (DEM) vektorizacijom izohipsa s topografske karte mjerila 1:25.000. Korištenjem specifičnih operacija toga programa iz DEM-a su konstruirane karte sjenčanog reljefa terena i karta kuteva nagiba terena. Ove karte uvelike su pomogle u određivanju nekih strukturnih granica na terenu.

Na temelju konstruirane karte točaka, terenske karte, geomorfoloških značajki terena te uvida u terenske zapisnike određene su i pretpostavljene lokacije granica te njihov karakter. Granice su ucrtane kao georeferencirani vektori shapefile formata koji se jednostavno mogu unositi u druge kartografske programske pakete.

5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Rezultati istraživanja postignuti ovim diplomskim radom prikazani su kao izdvojene neformalne litostratigrafske jedinice, izdvojeni strukturni elementi, te geološka karta mjerila 1:20.000 s pripadajućih 11 geoloških profila.

5.1. IZDVOJENE LITOSTRATIGRAFSKE JEDINICE

Terenskim istraživanjem kartirano je ukupno devet neformalnih litostratigrafskih jedinica od kojih su neke prethodno već definirane na nekim lokalitetima u Republici Hrvatskoj.

Neformalnu litostratigrafsku jedinica Sis definirali su FUČEK et al. (2012) na otoku Cresu.

Neformalne litostratigrafske jedinice Milna, Sveti Duh i Gornji Humac opisali su GUŠIĆ & JELASKA (1990) na otoku Braču.

Nedefiniranu litostratigrafsku jedinicu, u ovom radu nazvanu, "Gornji kalcisferski vapnenac" prethodno je spomenuo i djelomično opisao BRČIĆ (2015) na vršnom dijelu Učke.

Nedefiniranu litostratigrafsku jedinicu u ovom radu nazvanu, "Gornjosantonske naslage" opisali su MORO et al. (2002) na rtu Marlera i najvišem vrhu Učke Vojak.

U ovom radu opisane neformalne litostratigrafske jedinice Foraminiferski vapnenac, Prijelazne naslage i najniži dio fliša te Kvartarne naslage opisali su u tumaču OGK lista Labin ŠIKIĆ et al. (1973).

Uz navedene jedinice na karti su različitim šrafurama označena područja koja su nedovoljno istražena, a detaljnije su opisana u poglavlju Diskusija.

5.1.1. Neformalna litostratigrafska jedinica Sis

Od litotipova zastupljenih u ovoj jedinici na istraživanom terenu prisutne su dolomitizacijske breče i dolomitizirani vapnenci. Stupanj dolomitizacije varira unutar jedinice. Klasti u brečama su očuvani fragmenti izvorišnih vapnenaca i dolomiti dok je

matriks dolomitan. Očuvani vapnenački klasti različite su boje i dimenzija – mogu biti svijetlo do tamno sivi, veličina im varira od nekoliko milimetara do desetak centimetara, a habitus im je nepravilan i uglast (slika 5-1).

Slika 5-1. Breča sa sivim klastima s točke D_5.

Matriks je najčešće zrnast i pjeskovit, boja mu varira od tamno do svijetlo sive, no češće je svijetlo siva, svijetlija od vapnenačkih klasta. Fosilni sadržaj unutar ove jedinice tijekom terenskog istraživanja nije uočen.

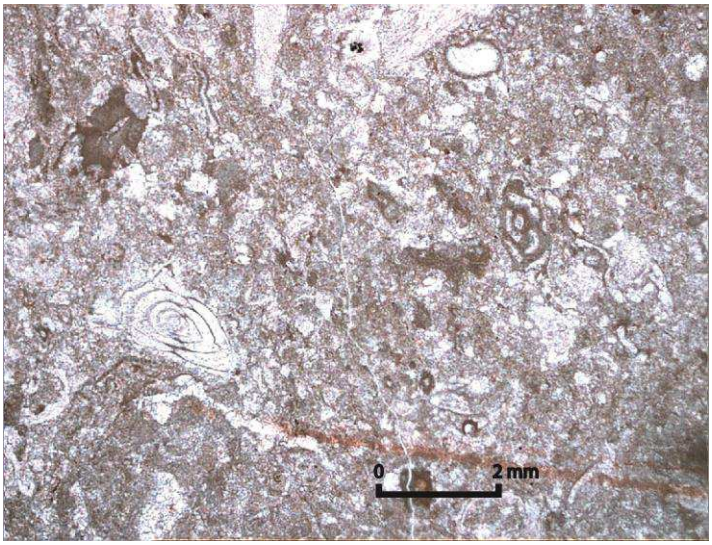
Izdanci ove jedinice u pravilu su tektonizirani i najčešće su dobro očuvani samo u visokim usjecima cesta ili puteva gdje se mogu naći i zaglađene plohe sa strijama (slika 5-2). Te zaglađene plohe možebitno su relikti izvorne slojevitosti duž koje se odvijalo smicanje. Izdanci su na površini često prekriveni mahovinom i bitno su trošniji nego izdanci vapnenaca koji se nalaze na ostatku istraživanog terena.

Ova jedinica nalazi se u usjeku ceste koja vodi od Veprinca do prijevoja Poklon, u okolici napuštenog odmarališta, te oko brda Voljačić. Morfologija terena na kojem se nalazi ova jedinica karakterizirana je strmim i dubokim ponikvama koje na nekoliko lokacija formiraju jame.

Slika 5-2. Izdanak dolomitne breče na točki D_5.

5.1.2. Neformalna litostratigrafska jedinica Milna

Na temelju terenskih zapažanja na istraživanom terenu jedinica Milna se može generalno podijeliti u dva litotipa. Prvi litotip karakteriziran je sivim ili smeđkastim madstonima bez fosila, čestim vekstonima te floatstonima s bentičkim foraminiferama (slika 5-3) i svijetlijim intraklastima veličine najčešće 3–5 mm (mjestimice i do nekoliko cm).



Slika 5-3. Mikroskopski izbrusak jedinice Milna s bentičkim foraminiferama i pretežito mikritnim vezivom (biomikrit). Točka P_{29}.

Od makrofosila u ovom litotipu mjestimice su zastupljeni hondrodontni školjkaši (slika 5-4).

Slika 5-4. Uzorak jedinice Milna s presjecima hondrodontnih školjkaša. Točka D_3.

U pravilu su vapnenci dobroslojeviti, no slojevitost je teško uočiti na nepravilnim izdancima u šumi a jasno je vidljiva samo na izdancima u usjecima cesta i putova. Debljina slojeva najčešće je u rasponu od 20–50 cm no rijetko se nađu i slojevi debeli oko 1 m. Unutar ovog litotipa nalaze se i tankoslojeviti laminirani paketi (slika 5-5) u kojima je u pravilu uočljivo blago boranje. Između lamina je često raslojavanje, a karakterizirane su izmjenom krupnije i sitnije zrnastih horizonata u kojima boja također varira od svijetlije do tamnije sive. Mjestimice se mogu naći i brečoliki i dolomitizirani vapnenci.

Slika 5-5. Izdanak nefolmalne litostratigrafske jedinice Milna s laminiranim horizontom na točki D_{180}.

Drugi važni litotip koji se nalazi u ovoj jedinici je rudistni vapnenac. Karakterizira ga najčešće svijetlija boja, žuta ili sivosmeđa a u slučaju potpune rekristaliziranosti mogu biti i bijeli sa šećerastom strukturom. Na površini izdanaka unutar ovog litotipa mogu se naći presjeci rudista koji su u poprečnom presjeku najčešće promjera 1–4 cm, a svi pronađeni presjeci su iz skupine radiolitida. Uz slojeve s očuvanim krupnijim presjecima rudista nađu se i slojevi pekstona s obiljem rudistnog kršja dimenzije do 5 mm. Izdanci ovog litotipa masivniji su i slabije slojeviti od prvoga.

Na kartiranom terenu ova jedinica se nalazi u usjeku ceste kod prijevoja Poklon, na padinama Crkvenog vrha, na području Karsko, te na krajnjem južnom dijelu navlačne strukture Učke.

5.1.3. Neformalna litostratigrafska jedinica Sveti Duh

Stijene unutar jedinice Sveti Duh predstavljene su kompaktnim i homogenim vapnencima koji po Dunhamovoj klasifikaciji najčešće pripadaju madstonima i vekstonima. Od fosilnog sadržaja na terenu su prepoznate kalcisfere i sitne miliolide, no uočeni su i drugi alokemi poput sitnog karbonatnog detritusa i planktonskih foraminifera koje nisu determinirane. Rijetko se u ovoj jedinici nađu uzorci s kršjem školjkaša većim od 2 mm. Boja ovih stijena je svijetlo smeđa do svijetlo siva, a lom im je školjkast (slika 5-6). Po litološkim obilježjima ove stijene su vrlo slične mlađoj nedefiniranoj litostratigrafskoj jedinici Gornji kalcisferski vapnenac.

Slika 5-6. Uzorak kalcisferskog vapnenca jedinice Sveti Duh s miliolidama u zaokruženom dijelu uzorka. Točka D_{20a}.

Vapnenci ove jedinice dobro su slojeviti sa slojevima debljine u pravilu preko pola metra, no nađu se i tanji slojevi debljine oko 20 cm. Unutar debljih slojeva moguća je pojava raslojavanja u tanje slojeve (slika5-7).

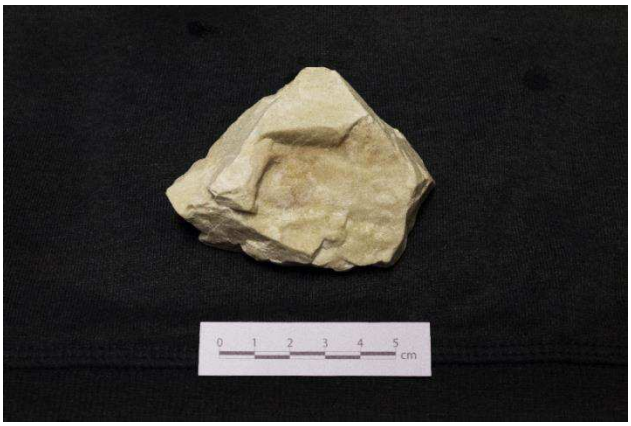
Slika 5-7. Slojevit izdanak vapnenca neformalne litostratigrafske jedinice Sveti Duh s tanjeslojevitim raslojavanjem. Točki D_{21a}.

Ova je jedinica na istraživanom terenu relativno slabo zastupljena. Na nekoliko lokacija je tektonizirana i rekristalizirana. Očuvaniji izdanci ove jedinice nalaze se u blizini prijevoja Poklon u okolini planinarskog doma, u visokom usjeku iza napuštenog skladišta na točki D_{20} (slika 5-8) i na početku makadamskog puta koji od Poklona vodi na jug podno istočnih padina Učke.

Slika 5-8. Izdanak jedinice Sveti Duh u usjeku na točki D_{20}.

5.1.4. Neformalna litostratigrafska jedinica Gornji Humac

Neformalna litostratigrafska jedinica Gornji Humac na istraživanom terenu predstavljena je svijetlim rekristaliziranim bijelim ili svijetložutim vapnencima (slika 5-9).



Slika 5-9. Makroskopski uzorak bijelog madstona jedinice Gornji Humac. Točka D_{71}.

Zbog rekristaliziranosti jedinice mikrofosilni sadržaj teško je prepoznatljiv. U nekim uzorcima mogu se naći ljušturice bentičkih foraminifera veličine do oko 2 mm, najčešće kružnih presjeka. Uz foraminifere dosta su česti i svijetli intraklasti veličine oko 3–4 mm. Osim fosila karakteristična je pojava nepravilnih kalcitnih fenestra milimetarskih dimenzija unutar sterilnog svijetlog madstona. Na površinama izdanaka ove jedinice česti su presjeci rudista i rudistnog kršja, a najuočljiviji su na odlomljenim svježim prijelomima na blokovima u usjecima cesta. Prepoznatljivi presjeci rudista unutar ove jedinice pripadaju skupini radiolitida (slika 5-10).

Slika 5-10. Poprečni presjek rudista iz skupine radiolitida. Točka D_{32}.

Izdanci ove jedinice su najčešće debeloslojeviti ili masivni, a često i tektonizirani, zbog čega je teško odrediti orijentaciju slojevitosti (slika 5-11).

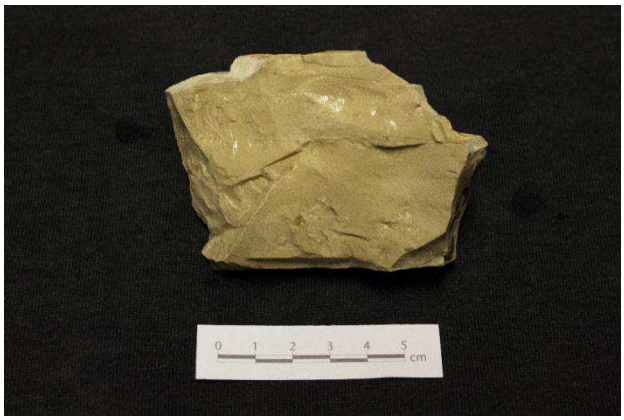
Slika 5-11. Izdanak vapnenca neformalne litostratigrafske jedinice Gornji Humac na točki D_{27}.

Stijene ove jedinice po svojim litološkim odlikama gotovo u potpunosti odgovaraju naslagama mlađe nedefinirane litostratigrafske jedinice Gornjosantonskih naslaga (koja je opisana u daljnjem tekstu).

Ova jedinica na terenu se nalazi na južnom dijelu Stražice, na jednom dijelu usjeka ceste od Poklona prema Veloj Učki, na početku ceste prema Vojaku i na planinarskom putu prema Ćićariji.

5.1.5. Nedefinirana litostratigrafska jedinica Gornji kalcisferski vapnenac

Ova jedinica predstavljena je kompaktnim i homogenim madstonima i vekstonima, unutar kojih se nerijetko mogu naći sitni (maji od 1 mm) bioklasti i planktonske foraminifere, a ponekad se nađu i sitne krhotine školjkaša. Dobro je slojevita s debljinom slojeva u prosjeku oko 1 m, no mogu se naći i tankoslojeviti intervali debljine slojeva oko 20 cm pretežito u podinskom i vršnom dijelu jedinice, ali mjestimice i slojevi deblji od 2 m te masivni horizonti. Unutar slojeva česta je pojava tankih stilolitnih pukotina s crvenkastom ispunom. Stijene ove jedinice prepoznatljive su po pravilnom školjkastom lomu i svijetlosmeđoj do svijetlosivoj boji (slika 5-12).



Slika 5-12. Uzorak smeđeg madstona nedefinirane jedinice Gornji kalcisferski vapnenac. Točka C_{15}.

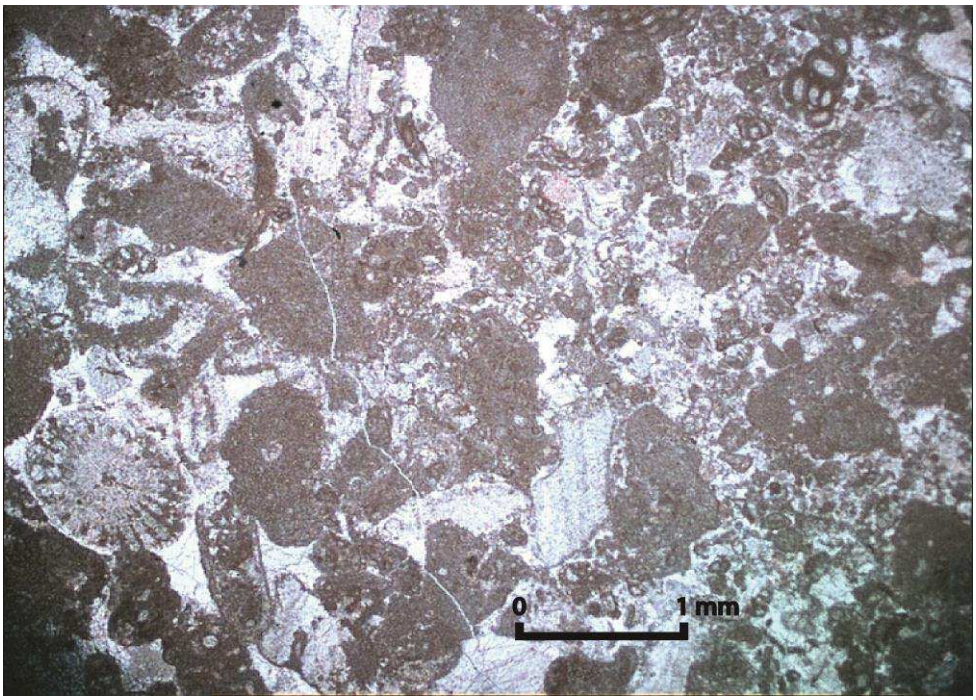
Ova jedinica najbolje je izložena pri vrhu ceste do Vojaka gdje se nalazi u visokom usjeku. Na tim izdancima vidljiva je dobra slojevitost tih naslaga, ali na nekoliko mjesta i snažna tektoniziranost. Izdanci su raspucani s nekoliko setova pukotina koje formiraju veće blokove (slika 5-13).

Slika 5-13. Izdanak nedefinirane jedinice Gornji kalcisferski vapnenac s razvijenim setovima pukotina kod točke C_7.

5.1.6. Nedefinirana litostratigrafska jedinica Gornjosantonske naslage

Jedinica Gornjosantonske naslage nalazi se superpozicijski na Gornjem kalcisferskom vapnencu s kojim je u normalnom kontaktu.

U donjem dijelu jedinice neposredno iznad jedinice Gornji kalcisferski vapnenac nalazi se interval debljine 15-ak m u koji je obilježen fosilifernim zrnastim vapnencima tipa pekston (Slika 5-14). U mikroskopskom izbrusku vidljivo je da su zrna raznolika, a to mogu biti onkoidi, krhotine ježinaca te bentičke foraminifere.



Slika 5-14. Mikroskopski izbrusak donjeg dijela jedinice Gornjosantonske naslage s pretežito sparitnim vezivom, peloidima, bodljama ježinaca te planktonskim i bentičkim foraminiferama (biopelsparit).

Najveći dio ove jedinice čine kompaktni, krti, rekristalizirani svijetli rudistni vapnenci. Boja im je najčešće bijela (slika 5-15), no može biti i svijetlo žuta, a rjeđe i svijetlo smeđa. U vršnom dijelu jedinice ovi vapnenci mogu imati ružičasto obojenje.

Slika 5-15. Bijeli vapnenac Gornjosantonskih naslaga s točke P_{117}.

Zbog rekristalizacije je mikrofosilni sadržaj u ovim stijenama često neprepoznatljiv dok su makrofosili rudista prilično dobro očuvani na površinama izdanaka. Od rudista prisutni su primjerci školjkaša iz skupina radiolitida, a mjestimice vjerojatno i hipuritida (slika 5-16) koji mogu biti dosta veliki. Bitna značajka ovih stijena je njihov pravilan, ravan sedefast lom.

Slika 5-16. Mogući presjek rudista iz skupine hipuritida na površini izdanka Gornjosantonskih naslaga na točki Z_{34}.

Stijene unutar ove jedinice najčešće su masivne ili debeloslojevite sa slojevima debelima i do 2 m, no mogu se naći i tanjeslojeviti horizonti debljine slojeva oko 20–30 cm. Na visokim izdancima u pravilu su uočljivi setovi pukotina a površine izdanaka su uglavnom hrapave i okršene (slika 5-17).

Slika 5-17. Izdanci bijelog tektoniziranog vapnenaca nedefinirane jedinice Gornjosantonske naslage s razvijenim vertikalnim setovima pukotina kod vrha Vojak (kao mjerilo poslužio je vjerni terenski pratitelj Jazz).

Stijene ove jedinice na istraživanom terenu se nalaze na vršnim dijelovima Učke između vrhova Vojak i Plas.

5.1.7. Neformalna litostratigrafska jedinica Foraminiferski vapnenci

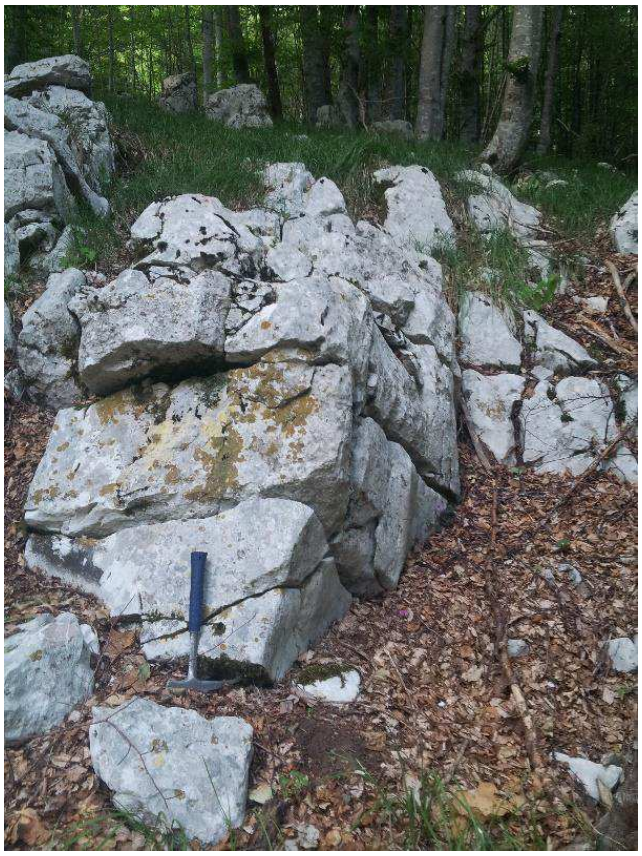
Najstarije pronađene paleogenske naslage na površini istraživanog terena su Foraminiferski vapnenci.

Stijene ove jedinice po Dunhamovoj klasifikaciji vapnenaca najčešće su floutstoni izgrađeni od krupnih foraminifera od kojih su najzastupljenije alveoline i numuliti (slika 5-18), no uz njih značajne su i miliolide.

Slika 5-18. Numuliti na površini Foraminiferskog vapnenca. Točka D_{80}.

Na nekoliko lokacija nađeni su uzorci s obiljem sitnih foraminifera, a nađeni su i makrofosili školjaka i moguće priljepaka. Svježi, nerekristalizirani uzorci bez fosilnog sadržaja su iznimno rijetki. Boja ovih vapnenaca je varijabilna: najčešće su svijetlo do tamno smeđi, no česti su i nalazi uzoraka sivih nijansa, a na nekim lokacijama u slučaju rekristalizacije mogu biti i znatno svijetliji od uobičajene boje, pa se krupne bentičke foraminifere vrlo teško uočavaju. Lom ovih vapnenaca najčešće je nepravilan i hrapav.

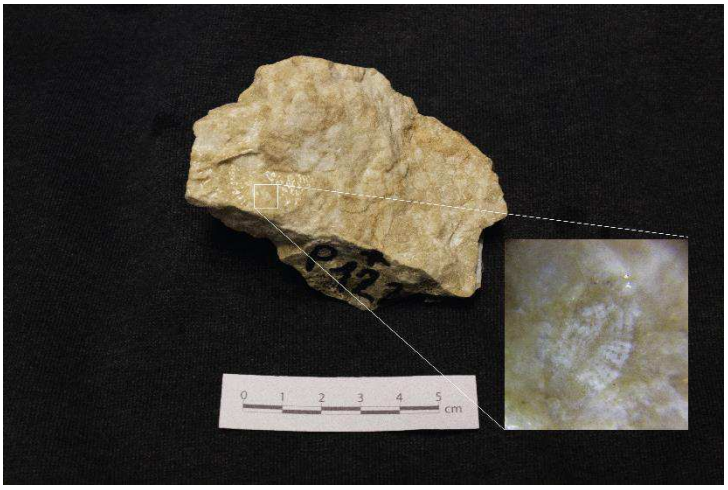
Raspon debljine slojeva ove jedinice iznosi od 20–60 cm (slika 5-19), no na ovom terenu izdanci s uočljivom slojevitosti nisu česti.



Slika 5-19. Slojeviti izdanak foraminiferskog vapnenca na točki D_{135}.

Na istraživanom terenu Foraminiferski vapnenci najveću površinu zauzimaju na uzvisini sjeverno od ceste Poklon–Vela Učka. Također su prisutni na sjevernom vrhu Stražice i jednim dijelom na dnu njezinih zapadnih lítica. Uz to nalaze se na dnu sjevernog dijela zapadnih litica Učke gdje su snažno tektonizirani i rekristalizirani pa se foraminifere u njima najčešće samo naziru unutar rekristalizirane osnove i teško ih je prepoznati. Nalaze se i na istočnom dijelu terena na najnižim nadmorskim visinama u tektonskim oknima. Osim primarnih nalaza foraminiferskih vapnenaca u podini Učke bitno je spomenuti da se

na hrptu Učke od Vojaka do Plasa na nekoliko lokacija nalaze i odlomljeni fragmenti foraminiferskih vapnenaca u laporovitom tlu, a vrhu Plas je utvrđen do sada nepoznat primarni izdanak Foraminiferskog vapnenca (slika 5-20). Transgresivna granica na Plasu nije uočljiva jer je vrh dosta blag i prekriven visokom travom. Debljinu naslaga na ovom istraživanom terenu nije moguće odrediti jer nema kontinuiranog slijeda od podinske do krovinske jedinice.



Slika 5-20. Foraminiferski vapnenac s alveolinidom. Točka P_{122}, vrh Plas.

5.1.8. Neformalna litostratigrafska jedinica Prijelazne naslage i najniži dio fliša

Najzastupljeniji tip stijena u ovoj jedinici su zelenkastožuti do sivi lapori, a unutar višega dijela jedinice se rijetko pojavljuju zrnasti proslojci s pretaloženim bentičkim foraminiferama, što označava normalan prijelaz u turbiditne naslage obično u literaturi poznate pod nazivom fliš. Najdeblji je takav paket, debljine oko 8 m, utvrđen podno južne padine Učke kod točke J_6. Lapori su podložniji trošenju od vapnenaca zbog čega su veliki izdanci vrlo rijetki pa je ponegdje na terenu pripadnost ovoj jedinici pretpostavljena isključivo na temelju specifične zelenkaste boje tla s iverastim komadićima lapora. Područja na terenu s izdancima ove jedinice najčešće su prekrivena livadama i pašnjacima. Pošto lapori sadrže znatan udio glinovitih minerala oni su vodonepropusne stijene pa se često na kontaktu s vapnencima koji su propusni pojavljuju izvori.

Ove stijene na istraživanom terenu prekrivaju razmjerno veliku površinu. Nalaze se podno hrpta Učke s njezine istočne i južne strane, a na zapadnoj strani Učke ova jedinica

dobro je otkrivena kod sela Mala Učka. Idući prema sjeveru makadamskom cestom u smjeru Vele Učke lapori ove jedinice većinom su trošni i prekriveni kvartarnim naslagama. Ispod jugoistočne litice Stražice nalazi se izdanak ove jedinice s nekoliko tankih (oko 10 cm) proslojaka pješčenjaka (slika 5-21) što vjerojatno također predstavlja prijelaz u flišne naslage.

Slika 5-21. Izdanak lapora s proslojcima pješčenjaka podno južne litice Stražice. Točka D_{148}.

Lapori ove jedinice nalaze se i na krajnjem istočnom djelu terena na najnižim nadmorskim visinama na potoku Banina. Najreprezentativniji izdanak ove jedinice nalazi se na krajnjem sjeveroistočnom dijelu terena uz cestu na samoj granici Istarske i Primorsko-goranske županije (slika 5-22).

Slika 5-22. Izdanak lapora na točki D_{214}.

5.1.9. Kvartarne naslage

Kvartarne naslage na kartiranom terenu predstavljene su siparima, slabo litificiranim siparišnim brečama s crvenkastim okršenim vezivom te siparima pomiješanima sa zemljom (slika 5-23). Na najvišim nadmorskim visinama podno vršnih lítica Učke na mjestima gdje je nagib terena dovoljno blag da se stijenski materijal zadrži nalaze se nelitificirani sipari. Nešto niže gdje je nagib padine blaži nalaze se okršene siparišne breče i sipari pomiješani sa zemljom. Klasti u siparima pripadaju krednim i paleogenskim vapnencima a veličina im varira od centimetarskih dimenzija do blokova veličine i po nekoliko metara.

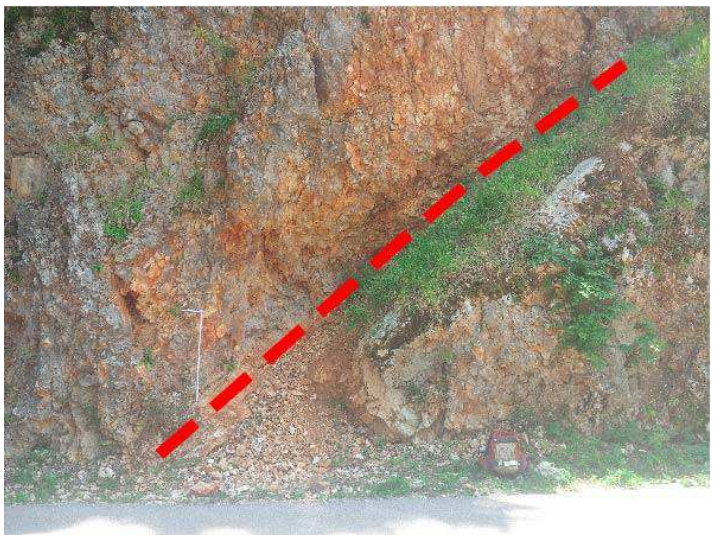
Slika 5-23. Slabo litificirana siparišna breča na točki D_{152}.

5.2. STRUKTURNI ELEMENTI I ODNOSI KARTIRANIH JEDINICA NA TERENU

Tijekom terenskog istraživanja mjereni su na izdancima stijena i strukturni elementi. Na priloženoj karti prikazani su svi mjereni položaji sloja i rasjednih ploha te nalazi raspucanih tektoniziranih zona ili rasjednih breča (prilog 2). Neke lokacije sa dobro vidljivim strukturnim elementima opisane su u ovom poglavlju.

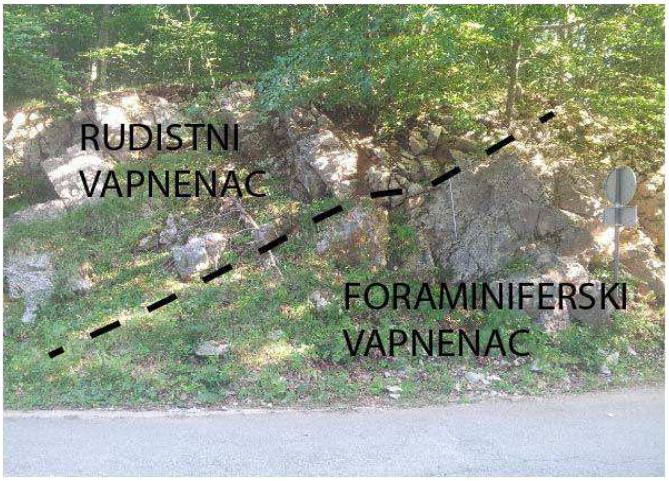
Na točki D_{20a} u usjeku se nalazi rasjedni kontakt rudistnog vapnenca jedinice Milna i madstona jedinice Sveti Duh. Rasjed je obilježen tektoniziranim i mjestimice zdrobljenim stijenama u nekoliko metara širokoj zoni vidljivoj u usjeku napuštenog skladišta. Na udaljenostima od oko 15-ak m od rasjednog kontakta stijene su znatno manje poremećene. Smjer i kut nagiba rasjedne plohe teško je precizno odrediti no može se reći da je pružanje rasjeda generalno SI–JZ.

Na uskoj zoni u strmom usjeku ceste od Poklona do Vele Učke nalazi se tektonizirani izdanak teško prepoznatljivog Foraminiferskog vapnenca. Na tom izdanku utvrđen je rasjed približnog položaja rasjedne plohe Rp=80/40 (slika 5-24).



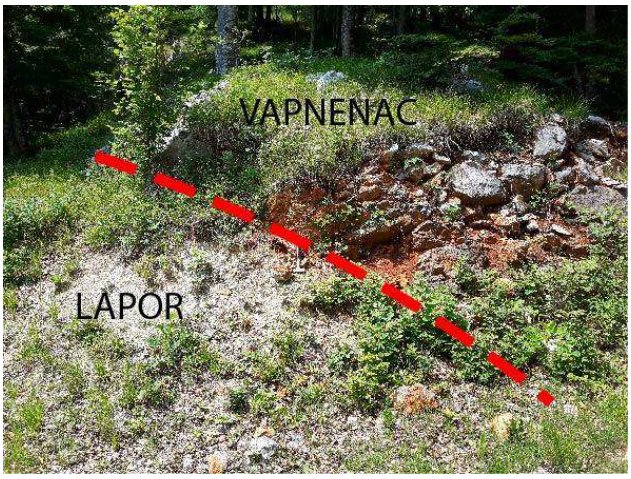
Slika 5-24. Rasjed u foraminiferskom vapnencu na točki D_{26}.

Na početku ceste koja vodi na Vojak kod točke D_{30} nalazi se izdanak na kojem su u kontaktu bijeli rudistni vapnenci jedinice Gornji Humac i Foraminiferski vapnenci. Foraminiferski vapnenac nalazi se u podini kontakta, što znači da je kontakt ili rasjedan ili da su naslage prebačene (slika 5-25). Kontakt krednih vapnenaca na foraminiferskim vapnencima vidljiv je i na donjim dijelovima lítica Učke kod točaka P_{18} i P_{19}. Kontakt na tim točkama blago je položen pod kutom oko 15° u smjeru istoka.



Slika 5-25. Kontakt rudistnog i foraminiferskog vapnenca na točki D_{30}.

Na istočnom dijelu terena na području Karsko nalaze se pretežito trošni i rekristalizirani kredni vapnenci neformalne litostratigrafske jedinice Milna, a u reljefno najnižim predjelima nalaze se tektonska okna u kojima se nalaze izdanci Foraminiferskih vapnenaca. Uz veće pojave Foraminiferskog vapnenca mjestimice se pojavljuje i tlo s komadićima lapora, ali su te površine vrlo male, svega nekoliko desetaka metara u usjeku puta. Neke utvrđene pojave primarnih izdanaka Foraminiferskih vapnenaca su razmjerno male pa zbog toga na karti nisu ni izdvojene. Nešto južnije na točki P_{71} kod potoka Banina nalazi se rasjedni kontakt jedinice Milna u krovini i Prijelaznih naslaga i najnižeg dijela fliša u podini. Rasjednu plohu nije moguće izmjeriti, no po morfologiji terena i izdanaka može se zaključiti da je smjer nagiba rasjeda prema sjeveru pod relativno malim kutom nagiba (Slika 5-26).

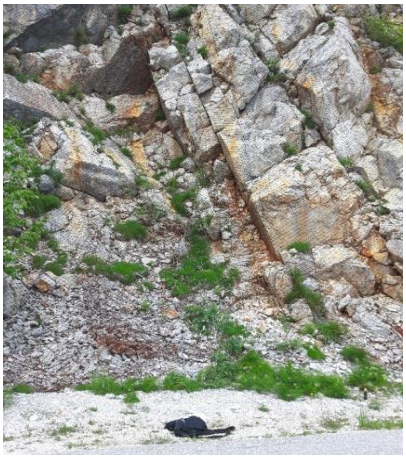


Slika 5-26. Rasjedni (navlačni) kontakt krednih vapnenaca u krovini i lapora u podini na točki P_{71}.

Na makadamskom putu koji vodi od Poklona prema jugu podno istočnih padina Učke nalaze se stijene raspucane s nekoliko setova pukotina u nekoliko tektoniziranih zona (slika 5-27). Orijentacija položaja sloja je promjenljiva, no generalno je smjer nagiba prema zapadu (od sjeverozapada do jugozapada) s kutem nagiba do otprilike 40°. Zbog tektoniziranosti i rekristalizacije stijene u usjeku puta nisu sa sigurnošću determinirane.

Slika 5-27. Tektonizirani izdanak vapnenca na točki D_{197}.

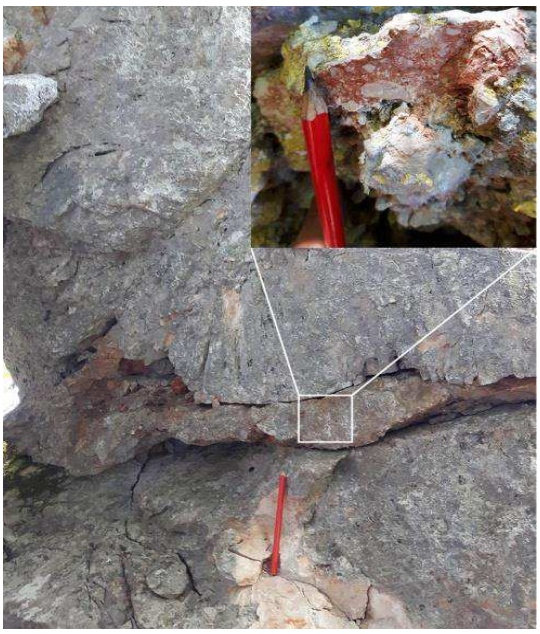
Na vrhu Vojak te nizbrdo asfaltnom cestom sve do nadmorske visine od oko 1200 m stijene pokazuju podjednaku orijentaciju položaja sloja, prema sjeverozapadu pod kutom od oko 35°. Na točki C_8 u strmom usjeku ceste uočljiv je rasjed unutar jedinice Gornji kalcisferski vapnenac, no iako orijentaciju rasjedne plohe nije bilo moguće točno odrediti pružanje je generalno SZ–JI (slika 5-28).



Slika 5-28. Rasjed unutar jedinice Gornji kalcisferski vapnenac generalnog pružanja SZ–JI na točki C8.

Pedesetak metara sjeverno od planinarskog puta na visini od oko 1200 m kod točke

N_7 nalazi se izdanak s vidljivim rasjednim kontaktom unutar neformalne litostratigrafske jedinice Gornji Humac (determinacija stijene nije potpuno pouzdana). Na izdanku je jasno uočljiva rasjedna ploha s rasjednom brečom debljine približno 10–30 cm. Rasjedna breča isklinjava prema sjeveru a širi se prema jugu, no zbog pokrivenosti terena ne može se daleko pratiti. Orijentacija ovog rasjeda je Rp=320/40 (slika 5-29).



Slika 5-29. Rasjed s rasjednom brečom orijentacije Rp=320/40 na točki M_7.

Podno južne padine Učke na nekoliko lokacija uz makadamski put uočljivi su usjeci s intenzivno tektoniziranim i smrvljenim stijenama. Jedan od tih usjeka nalazi se na točki Z_{67} gdje je utvrđen rasjed unutar jedinice Milna. Orjentacija rasjedne plohe mjerena je na izdanku sa slike 5-30, a po morfologiji ostatka izdanka u usjeku određeno je generalno pružanje rasjeda I–Z. U neposrednoj blizini ove točke u usjeku makadamske ceste nalaze se izdanci lapora.

Slika 5-30. Rasjedna ploha orijentacije Rp=310/20 na točki Z_{67}.

5.3. GEOLOŠKA KARTA

Konačni rezultat ovoga rada je geološka karta vršnoga dijela Učke mjerila 1:20.000 (prilog 3) s 11 pripadajućih geoloških profila (prilog 4 i 5). Karta je prikazana u metričkom koordinatnom sustavu prema Gauss-Kriegeru.

Na geološkoj karti različitim bojama prikazane su izdvojene neformalne litostratigrafske jedinice na površini terena. Linijskim geološkim simbolima označen je položaj i karakter granica između jedinica, a točkastim simbolima prikazani su strukturni elementi – položaji sloja.

Uz jasno izdvojene litostratigrafske jedinice na karti su neka područja ostala nedovoljno istražena – ta područja na karti su označena različitim šrafurama, a detaljnije su opisana i raspravljena u poglavlju Diskusija. Posebnim su simbolima označene pojave rasjednih breča. Potpunije objašnjenje geoloških simbola nalazi se u legendi na geološkoj karti.

U svrhu prikaza geoloških odnosa u dubini konstruirano je 11 geoloških profila koji se nalaze u prilozima (prilog 4 i 5). Opisi karte i priloženih profila nalaze se u poglavlju Diskusija.

6. DISKUSIJA

Ovo poglavlje podijeljeno je u četiri potpoglavlja. U prvom je prikazan osvrt na neformalne litostratigrafske jedinice opisane u literaturi, u drugom je opisana i raspravljena geološka karta, u trećem su opisani priloženi geološki profili a u četvrtom su opisana posebno izdvojena područja istraživanog terena.

6.1. OSVRT NA NEFORMALNE LITOSTRATIGRAFSKE JEDINICE OPISANE U LITERATURI

S obzirom da u okviru ovoga rada nije provedena detaljna mikroskopska analiza na većem broju preparata, podatci o starosti kartiranih jedinica preuzeti su od drugih autora koji su takva istraživanja izveli.

Starost karbonatnih breča neformalne litostratigrafske jedinice Sis odredili su VLAHOVIĆ et al. (1995 i 2002). Ovu jedinicu opisali su na području Ćićarije kao tektogeno-dijagenetske breče u kojima razlikuju tri načina postanka: tektonske breče, stilolitizacijske breče te breče urušavanja. Zbog odsutnosti provodnih fosila starost ovih stijena odredili su na temelju stratigrafskog položaja između stijena krovine i podine te su ih svrstali u prijelazno razdoblje alb–cenomana. Usporedbom terenskih opisa karbonatnih breča s istraživanog terena i dostupnim opisima iz literature zaključeno je da karbonatne breče istočno od Poklona odgovaraju neformalnoj litostratigrafskoj jedinici Sis.

Neformalnu litostratigrafsku jedinicu Milna opsali su GUŠIĆ & JELASKA (1990) na otoku Braču. Donji dio predstavljen je vertikalnom izmjenom tri glavna strukturna tipa vapnenačkih stijena: (1) zrnasti vapnenci tipa pekston–grejnston, (2) peloidno–skeletni vekstoni i (3) laminirani vapnenci. Srednji dio formacije Milna predstavlja oko 100 m debela dolomitna zona s kriptokristaliničnim (dolomikritnim) i krupnokristaliničnim (doloarenitnim) varijetetima. Gornji dio formacije Milna debeo je oko 200 m, a donju granicu mu označava prva pojava školjkaša iz skupine hondrodonta. Za vršni dio formacije Milna karakterističan je facijes laminita na koje superpozicijski naliježu debljeslojeviti pelagički vapnenci jedinice Sveti Duh. Granica između ovih jedinica postavljena je iznad posljednjeg laminiranog vapnenca. Ukupna debljina jedinice Milna iznosi do 370 m. Na temelju provodnih fosila, bentičkih foraminifera *Broeckina* (*Pastrikella*) *balcanica, Pseudorhapydionina dubia* i *Chrysalidina gradata* ovoj jedinici određena je cenomanska starost. Pošto na makroskopskim uzorcima nisu određene navedene bentičke foraminifere

determinacija je temeljena na litofacijesnim karakteristikama ove jedinice i nalazu školjkaša iz skupine hondrodonata i radiolitida. BRČIĆ (2015) navodi da je neformalna jedinica nižeg ranga – član Niska (izdvojena unutar nižega dijela jedinice Milna) predstavljena bijelim, debeloslojevitim do masivnim rudistnim floutstonima na otocima Krku i Cresu.

Starost neformalne litostratigrafske jedinice Sveti Duh KORBAR & HUSINEC (2003) na otoku Cresu određuju kao stariji turon na temelju gornjocenomanske starosti vršnoga dijela podinske jedinice Milna, te turonske starosti rudista *Hippurites resectus* (i *H. requieni*) u krovinskoj jedinici Gornji Humac. Drugi kriterij za svrstavanje ove jedinice u turonsku starost je karakterističan dubljevodni facijes koji je rezultat globalne transgresije na prijelazu cenoman–turon (BRČIĆ, 2015). Najvažniji fosili utvrđeni u ovoj jedinici su *Stomiosphaera* sp., *Calcisphaerulla* sp., *Pithonella* sp., *Heterohelix* sp., *Navarella* sp., *Praeglobotruncana* sp., *Globigerinelloides* sp., *Hedbergella* sp., itd. (BRČIĆ, 2015). Pripadnost stijena ovoj jedinici na terenu je temeljena na litološkim značajkama koje ukazuju na dubljevodno taloženje, pojavi kalcisferulida i, u pravilu, odsutnosti većih mikrofosila i makrofosila.

Neformalna litostratigrafska jedinica Gornji Humac prema BRČIĆU (2015) karakterizirana je oplićavanjem, odnosno pokrupnjavanjem naviše iz podinskih dubljevodnih vapnenaca jedinice Sveti Duh. Taložni okoliš opisan je kao tipičan plitkovodni s umjerenom do povišenom energijom vode, što bi odgovaralo vrlo plitkom potplimnom okolišu povišene do visoke energije vode te okolišu plimnih ravnica s cijanobakterijsko–algalnim laminitima. Granica s podinom definirana je pojavom prvih fenestralnih madstona s dekastronemama (eolisakusima) unutar kojih više nema pelagičkih čestica. Kao najvažniji provodni fosili navode se rudisti *Distefanella* sp. i *Hippurites requieni*, te bentičke foraminifere *Moncharmontia* sp., *Pseudocyclamina sphaeroidea*, *Scandonea samnitica* i *S. mediterranea*, *Dicyclina schlumbergeri* i *Murgela lata*. Od ostalih fosila nađene su *Thaumatoporella* sp., *Decastronema* (*Aeolisaccus*) *kotori*, nubekularije, miliolide, nezazatide, *Nummoloculina heimi*, rotalide, itd. Pripadnost stijena ovoj jedinici na terenu temeljena je na litofacijesnim karakteristikama, makrofosilima, boji svježeg prijeloma i tipu loma.

Izdvojena kartirana jedinica u ovom radu navedena kao nedefinirana litostratigrafska jedinica Gornji kalcisferski vapnenac nešto je detaljnije opisana u

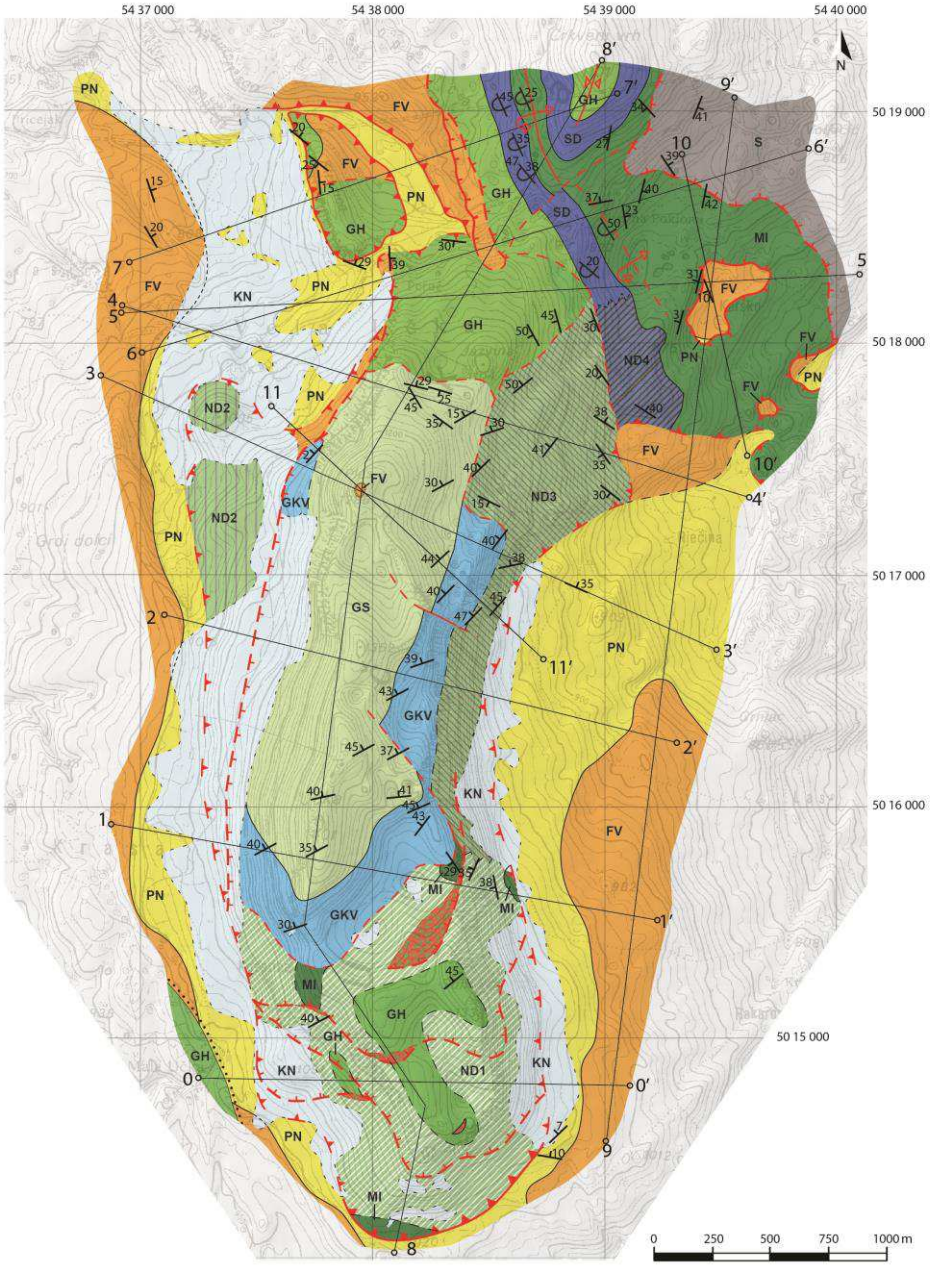
disertaciji BRČIĆ (2015). Starost je određena na temelju nalaza foraminifere *Murgella lata* čiji je stratigrafski raspon santon–najmlađi kampan (VELIĆ, 2007) ili konijak (STEUBER et al., 2005; FRIJIA et al., 2015). Pošto je BRČIĆ (2015) ovu jedinicu opisao na istoj lokaciji na kojoj je pronađena tijekom terenskih istraživanja pri određivanju granica njegov je rad poslužio kao referenca, no treba napomenuti da su prilikom geološkog kartiranja masivni kalcisferske vapnence ove jedinice utvrđeni i nešto sjevernije od lokacije na kojoj je BRČIĆ (2015) odredio granicu, pa je stoga ta granica korigirana.

Nedefiniraniranu litostratigrafsku jedinicu u ovom radu nazvanu Gornjosantonske naslage detaljnije su opisali MORO et al. (2002) na rtu Marlera i vrhu Učke Vojak te su joj odredili starost gornji santon na temelju nalaza provodnih makro- i mikrofosila na lokaciji Vojak. Mogući presjek rudista iz skupine hipuritida ovim terenskim istraživanjem pronađen je na zapadnoj padini Učke.

Vapnenci neformalne litostratigrafske jedinice Foraminiferski vapnenac predstavljaju jedinicu koju su autori OGK lista Labin (ŠIKIĆ et al. 1969) svrstali u donji eocen, a jedinicu Prijelazne naslage i najniži dio fliša u srednji eocen.

6.2. OPIS GEOLOŠKE KARTE

Geološka karta vršnog dijela Učke prikazana je na slici 6-1.



Slika 6-1. Geološka karta vršnog dijela Učke.

Na zapadnom dijelu karte na najnižim nadmorskim visinama kod sela Vela Učka utvrđena je jedinica Foraminiferski vapnenci. Utvrđena je i na velikom dijelu ceste koja povezuje Velu i Malu Učku. Kod sela Mala Učka na kratkom dijelu u usjeku makadamske

ceste utvrđeni su izdanci bijelih vapnenaca jedinice Gornji Humac. Hipsometrijski iznad jedinice Foraminiferski vapnenac nalazi se jedinica Prijelazne naslage i najniži dio fliša, što predstavlja normalan slijed naslaga te je njihov kontakt tako interpretiran na karti. Prijelazne naslage i najniži dio fliša nalaze se podno zapadne, južne i istočne strme padine vršnog dijela Učke.

Iznad njih se nalazi karbonatni hrbat Učke, interpretiran kao navlačna jedinica u kojoj su stariji gornjokredni vapnenci izdignuti na mlađu jedinicu Prijelazne naslage i najniži dio fliša. Interpretacija kontakta temeljena je na geomorfološkim i hidrogeološkim obilježjima terena, utvrđenim nalazima rasjednih breča na dnu strmih padina Učke te na podacima iz literature (MATIČEC, 1998; MUNDA et. al., 2005; TOMLJANOVIĆ, 2009). Na krajnjem južnom dijelu hrpta Učke nalaze se česte pojave rasjednih breča s crvenim vezivom, što upućuje na izrazitu tektoniziranost okolnih stijena. S obzirom da spomenuti dio terena nije dovoljno gusto iskartiran neformalne litostratigrafske jedinice nisu izdvajane već je cijeli južni dio hrpta označen kao nedovoljno istraženo područje.

Na hrptu Učke, na padini južno od vrha Vojak i u visokom usjeku asfaltne ceste koja vodi do Vojaka, nalaze se dubljevodni vapnenci jedinice u ovom radu nazvane Gornji kalcisferski vapnenac, koji su poremećeni s dva rasjeda od kojih je južniji preuzet od BRČIĆ (2015), a sjeverniji je utvrđen na terenu (slika 5-28). Ova jedinica postupno prelazi u plitkovodne vapnence jedinice koja je u ovom radu nazvana Gornjosantonske naslage, koja zauzima površinu vršnih dijelova Učke između vrhova Vojak i Plas. Jedinice Gornji kalcisferski vapnenac i Gornjosantonske naslage za sada su nađene samo na vrhu Učke i Rtu Marlera u Istri (MORO et. al., 2002) a nisu utvrđene na susjednoj Ćićariji. Na samom vrhu Plas utvrđen je prostorno vrlo malen erozijski ostatak jedinice Foraminiferski vapnenci, ali ta pojava predstavlja izuzetno vrijedan nalaz jer određuje krovinu podinske jedinice Gornjosantonske naslage i omogućuje procjenu njihove debljine.

Na padini sjeverno od vrha Plas stijene su pretežito tektonski poremećene, pa su stoga neka područja ostala nesigurno određena. Pretpostavljeno je da se granica strukture Učke i strukture Ćićarije nalazi u području sjeverno od Plasa i južno od ceste Poklon–Vela Učka.

U dnu sjevernog dijela litica Učke nalazi se jedinica Foraminiferski vapnenac, a iznad tih naslaga su na litici utvrđeni kredni vapnenci. Ovaj kontakt na karti je interpretiran

kao pretpostavljeni reversni rasjed i detaljnije je opisan u sljedećim poglavljima diskusije.

Sjeverno od ceste Poklon–Vela Učka nalazi se jugoistočni dio strukture Ćićarije. U podini te strukture utvrđena je jedinica Prijelazne naslage i najniži dio fliša iznad koje je utvrđena jedinica Foraminiferski vapnenci. S obzirom da to nije normalan slijed naslaga, na temelju geomorfoloških karakteristika terena i uvidom u raspoložive literaturne podatke (BABIĆ et al., 1974) ovaj kontakt interpretiran je kao navlačni. Unutar jedinice Prijelazne naslage i najniži dio fliša smješteno je i strmo uzvišenje Stražica koje je interpretirano kao navlačak.

Spomenuta jedinica Foraminiferski vapnenci na istočnom je dijelu u kontaktu s hipsometrijski više smještenom jedinicom Gornji Humac. Na temelju rasjeda unutar jedinice Foraminiferski vapnenci koji je utvrđen u samoj blizini granice, kontakt s jedinicom Gornji Humac interpretiran je kao reversni rasjed nagiba paraklaze prema sjeveroistoku, no moguće je i da su te naslage u međusobno transgresivnom, ali prebačenom kontaktu.

Istočnije od spomenutog reversnog rasjeda sve do Crkvenog vrha slojevitost je nagiba generalno prema sjeveroistoku, a na površini terena utvrđeni su vapnenci gornjokrednih jedinica Milna, Sveti Duh i Gornji Humac čiji raspored pojavljivanja ukazuje na strukturu prebačene bore pružanja SSZ–JJI. Pretpostavlja se da se ova struktura pruža preko prijevoja Poklon sve do područja Karsko gdje na površinu terena izbija jedinica Milna.

Na području Karsko utvrđeno je nekoliko tektonskih okana u kojima se nalaze izdanci Foraminiferskih vapnenaca, a njihov strukturni položaj detaljnije je opisan u idućim poglavljima diskusije i prrikazan na priloženim geološkim profilima (prilozi 4 i 5).

Na krajnjem istočnom dijelu terena nalazi se jedinica Sis koja je pretpostavljenim reversnim rasjedom uzdignuta na jedinicu Milna.

Podatci o kvartarnim naslagama na karti većinski su preuzeti iz diplomskog rada TOMLJANOVIĆ (2009) s priložene hidrogeološke karte (MUNDA et al., 2005).

Geološki odnosi kartiranih jedinica u dubini predočeni su geološkim profilima (prilozi 4 i 5).

6.3. OPIS GEOLOŠKIH PROFILA

Geološki profili su priloženi uz ovaj rad (prilozi 4 i 5), a u ovom su potpoglavlju ukratko opisani.

Profili P0–0', P1–1', P2–2'i P3–3' presjecaju južni i središnji dio hrpta Učke. Na njima je uočljiva strma morfologija terena iznad navlačnog kontakta. Interpretirani navlačni kontakt temelji se na geomorfološkim obilježjima terena, nalazima izdanaka Prijelaznih naslaga i najnižega dijela fliša podno istočne, južne i zapadne padine vršnog dijela Učke, velikom broju izvora podno padina Učke koji su rezultat kontakta propusnih naslaga u krovini i nepropusnih naslaga u podini te na uvidu u geoelektrične profile iz diplomskog rada TOMLJANOVIĆ (2009).

Profil 0–0' se pruža kroz krajnji južni dio terena i u krovini navlačnog kontakta prikazuje nedovoljno istražene karbonatne stijene koje su poremećene pretpostavljenim rasjedima. Ovi rasjedi temeljeni su na nalasku breča s crvenim vezivom na jugu hrpta Učke.

Profil 1–1' sadržava najmlađe kredne stijene u krovini navlačnog kontakta – jedinice Gornji kalcisferski vapnenac i Gornjosantonske naslage, a na njemu je vidljiva blago povijena sinklinalna struktura. Na istočnom djelu padine pretpostavljena su dva reversna rasjeda od kojih je zapadniji preuzet iz disertacije BRČIĆ (2015), a istočniji je temeljen na nalasku rasjedne breče na točki N_7 (slika 5-29). Na dnu istočne padine Učke utvrđeno je nekoliko izdanaka sivih, blago dolomitiziranih vapnenaca s bijelim intraklastima koji su determinirani kao jedinica Milna.

Profil 2–2' na zapadnom dijelu padine Učke prikazuje pretpostavljeni rasjed unutar navlačne strukture. Ovaj rasjed pretpostavljen je na temelju geomorfoloških obilježja terena te uvida u hidrogeološku kartu i geoelektrične profile koje su prikazali MUNDA et al. (2005). Zbog prekrivenosti terena kvartarnim naslagama na zapadnoj padini Učke vrlo je teško pouzdano determinirati pružanje naslaga, zbog čega je taj dio označen kao nedovoljno istraženo područje 2. Na istočnom dijelu tog profila nalazi se vrlo strma i nepristupačna litica na kojoj je pretpostavljena normalna granica između gornjeg kalcisferskog vapnenca i naslaga nedovoljno istraženog područja 3 koje vjerojatno odgovaraju jedinici Gornji Humac.

Trasa profila 3–3' prolazi preko vrha Plas gdje je utvrđen erozijski ostatak jedinice

Foraminiferski vapnenci na temelju kojega se može odrediti debljina podinske jedinice Gornjosantonske naslage. S obzirom da trasa profila 3–3’ nije poprečna na pružanje slojevitosti stvarna je debljina određena na profilu 11–11’ koji je poprečan na pružanje slojevitosti.

Profil 4–4’ na krajnjem zapadnom dijelu zahvaća jedinicu Foraminiferski vapnenci koja se nalazi ispod jedinice Prijelazne naslage i najniži dio fliša na koju je navučen hrbat Učke. Pretpostavljeno je da se isti Foraminiferski vapnenac nalazi podno istočnih padina Učke. Važno je navesti i utvrđeni nalaz jedinice Foraminiferski vapnenci na dnu zapadne litice Učke, ali treba naglasiti da je njegovo prostiranje ispod krednih vapnenaca pretpostavljeno, iako je moguće i da se nalazi puno dublje ispod kredne krovine. U krednoj krovini na ovom profilu pretpostavljen je rasjed koji u kontakt dovodi jedinicu Gornji Humac i jedinicu Gornjosantonske naslage.

Trasa profila 5–5’ prolazi kroz tektonsko okno na istočnom dijelu terena. Na ovom profilu prikazano je da se na istočnom dijelu terena nalazi kontinuitet strukture prebačene antiklinale koja je pouzdanije utvrđena sjevernije od istraživanog terena, na terenu kojeg je kartirao kolega PRELEC (2017).

Profil 6–6’ zahvaća krajnji dio navlake Učke i prolazi kroz utvrđeni nalaz Foraminiferskog vapnenca koji je interpretiran kao dio strukture Ćićarije. Taj je Foraminiferski vapnenac u rasjednom kontaktu s neformalnom litostratigrafskom jedinicom Gornji Humac koja vjerojatno predstavlja vršni dio strukture prebačene antiklinale spomenute na prethodnom profilu. Ovim profilom zahvaćene su i karbonatne breče na krajnjem istočnom dijelu čiji je kontakt s krednim vapnencima pretpostavljen kao rasjedni.

Profilom 7–7’ zahvaćen je navlačak Stražica koji moguće predstavlja krajnji dio navlačne stukture južnog dijela Ćićarije, ali je zbog erozijskih procesa danas izoliran kao navlačak okružen Prijelaznim naslagama i najnižim dijelom fliša. Na istočnom dijelu profila prikazana je već spomenuta struktura prebačene antiklinale koja je reversnim rasjedom dovedena u kontakt s Foraminiferskim vapnencima. U jezgri prebačene antiklinale pretpostavljena je neformalna litostratigrafska jedinica Sis. Podatci na krajnjem istočnom dijelu profila preuzeti su od kolege PRELECA (2017).

Profil 8–8’ sastoji se od četiri dijela različitih azimuta i pruža se generalno JJZ–SSI

vršnim dijelovima hrpta Učke. Na južnom dijelu profila duž prvog i drugog segmenta prikazano je čelo navlake s nekoliko pretpostavljenih reversnih rasjeda. Na središnjem dijelu profila prikazano je pružanje najmlađih krednih stijena na istraživanom terenu – nedefiniranih litostratigrafskih jedinica Gornji kalcisferski vapnenac i Gornjosantonske naslage. Na posljednjem segmentu profila prikazan je pretpostavljeni kontakt navlačne strukture Učke i krajnjeg jugoistočnog dijela Ćićarije.

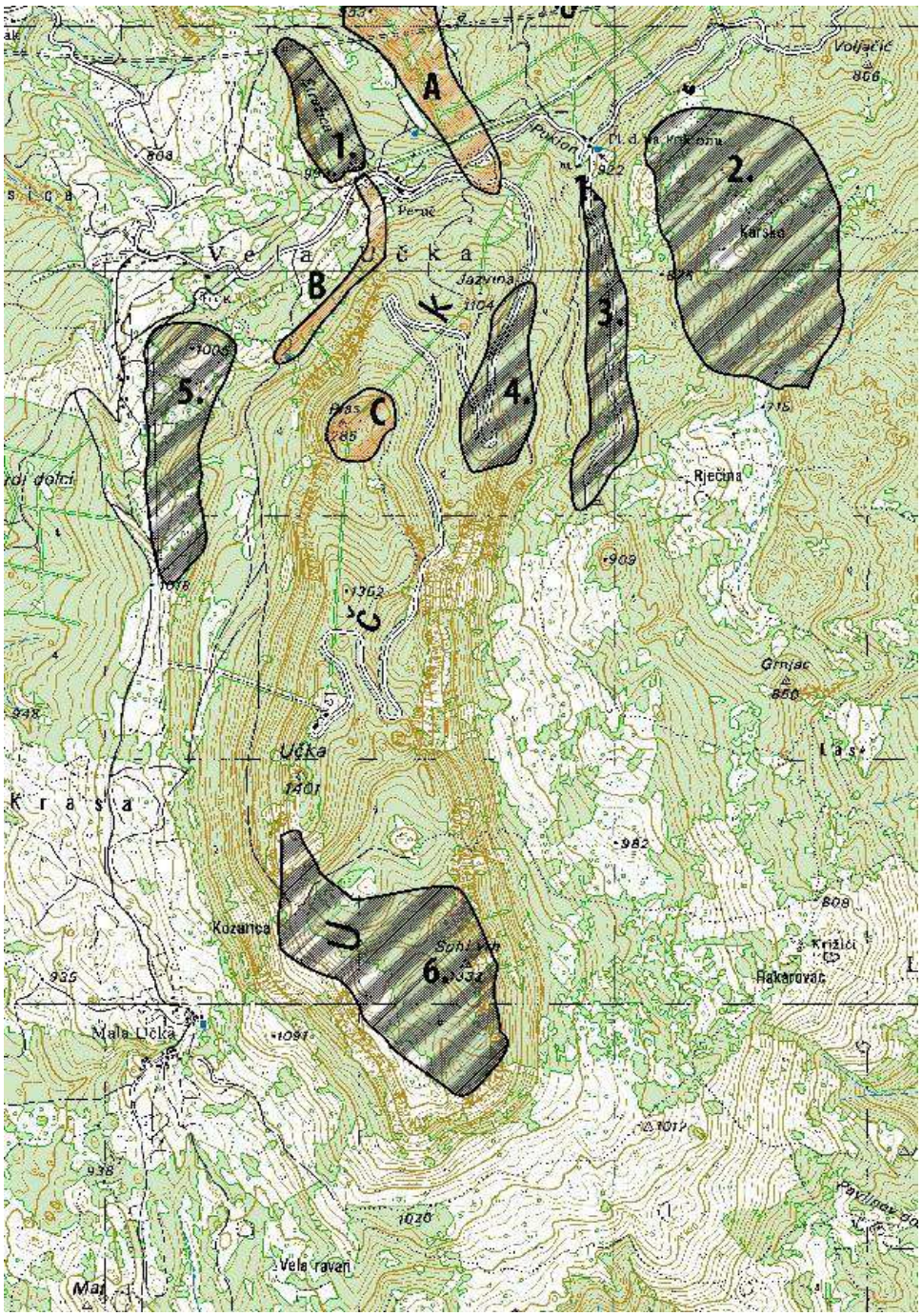
Profil 9–9' nalazi se istočno od navlačne strukture Učke i većinski prolazi kroz Foraminiferske vapnence i Prijelazne naslage i najniži dio fliša koji su preuzeti s OGK lista Labin (ŠIKIĆ et al., 1969), a takvi su geološki odnosi potvrđeni i tijekom ovog istraživanja. Na temelju morfologije terena također se može pretpostaviti granica između klastičnih i karbonatnih stijena. Na sjevernom dijelu ovaj profil prolazi kroz tektonsko okno i na njemu je prikazana interpretacija kontakta krednih vapnenaca u krovini i paleogenskih stijena u podini. Profil završava iza pretpostavljenog rasjednog kontakta kojim je uzdignuta najstarija litostratigrafska jedinica na terenu, jedinica Sis.

Profil 10–10' prikazuje odnose krednih i paleogenskih stijena na istočnom dijelu terena na području Karsko.

Profil 11–11' prolazi poprečno na pružanje slojevitosti mjerene na terenu. Ovaj profil prelazi preko vrha Plas na kojemu je nađen Foraminiferski vapnenac. Zbog vrlo male površine tih naslaga i razmjerno sitnog mjerila priloženih profila (Prilozi 4 i 5), Foraminiferski je vapnenac slabo uočljiv. Iz tog razloga prikazan je uvećani dio profila P11–11' na kojemu je to bolje uočljivo (slika 6-2). Na temelju ovog profila procijenjene su debljine nedefinirane litostratigrafske jedinice Gornji kalcisferski vapnenac koja iznosi nešto više od 100 m te nedefinirane jedinice Gornjiosantonske naslage koja iznosi oko 230 m.

6.4. POSEBNO IZDVOJENA PODRUČJA ISTRAŽIVANOG TERENA

Nakon interpretacije podataka prikupljenih na terenu nekoliko je područja ostalo nedovoljno istraženo (na slici 6-3 označena crnom šrafurom i brojem), a na nekima su nađeni vrlo važni nalazi foraminiferskih vapnenaca (na slici 6-2 označeni narančastom šrafurom i slovom).



Slika 6-2. Karta istaknutih područja.

Područje 1

Na najnižem dijelu zapadnih lítica Stražice utvrđeni su kredni i paleogenski vapnenci. Kredni vapnenci određeni su kao jedinica Gornji Humac i nalaze se pretežito na njezinom južnom dijelu, a ima ih i na krajnjem sjevernom dijelu padina Stražice, ali puno manje. Foraminiferski vapnenci nalaze se na njezinom sjevernom dijelu ali kontakt s jedinicom Gornji Humac nije točno lociran jer su litice strme a stijene na površini su velikim dijelom rekristalizirane, što fosilni sadržaj Foraminiferskog vapnenca čini gotovo neprepoznatljivim. Položaji slojeva na Stražici pretežito su nagnuti prema sjevoroistoku ili istoku, a kut nagiba im ne prelazi 30°. Na inženjersko-geološkoj karti BABIĆ et al. (1974) na uskom području Stražice ucrtano je nekoliko rasjeda raznih orijentacija, što potkrepljuje mišljenje o snažnoj tektoniziranosti Stražice kao cjeline. U podnožju Stražice na najnižim dijelovima terena na nekoliko se lokacija nalaze izdanci lapora na temelju čega je pretpostavljeno da se prijelazne naslage nalaze neposredno ispod Stražice. Uz osvrt na OGK lista Labin (ŠIKIĆ et al. 1969) i na temelju terenskih istraživanja Stražica je interpretirana kao navlačak unutar kojega su stijene kredne i paleogenske starosti u kompleksnom tektonskom odnosu.

Područje 2

Na području Karsko česte su izmjene raznih litotipova vapnenaca. U nepravilnoj izmjeni nalaze se sivi i smeđi, najčešće trošni madstoni i vekstoni, bijeli vapnenci s mjestimice prisutnim rudistima te sivi laminirani vapnenci. Na temelju litoloških karakteristika vapnenci na ovom području određeni su kao neformalna litostratigrafska jedinica Milna. Za pouzdaniju determinaciju stijena na ovom području trebalo bi napraviti veći broj mikroskopskih preparata i na temelju provodnih fosila provjeriti starost. Osim jedinice Milna na nekoliko odvojenih lokacija utvrđeni su i izdanci Foraminiferskih vapnenaca koji su interpretirani kao tektonska okna. Na OGK lista Labin (ŠIKIĆ et al. 1969) autori su krednim naslagama odredili starost konijak–santon ($K_2^{2,3}$) te su izdvojili samo jedno veće tektonsko okno, no ovim terenskim istraživanjem utvrđeno je da ima više manjih tektonskih okana i da je njihovo pojavljivanje na terenu vezano za područja najnižih nadmorskih visina.

Područje 3

U usjeku makadamskog puta podno južne padine Učke stijene su pretežito tektonizirane i rekristalizirane, a izdanci s pouzdanim podatkom o položaju slojeva su rjetki. U usjeku se izmjenjuju izdanci svijetlih, gotovo bijelih rekristaliziranih vapnenaca koji moguće pripadaju jedinici Gornji Humac i sivih do svijetlosmeđih madstona, koji vjerojatno pripadaju vapnencima neformalne litostratigrafske jedinice Sveti Duh, koji su na karti (prilog 3) prikazani kao "nedovoljno istraženo područje 4". Moguće je da se granica pruža duž usjeka puta, što je rezultiralo čestim izmjenama tih jedinica, no ne treba isključiti ni mogućnost da se u blizini ovog puta nalazi rasjed pružanja S–J, što bi moglo biti uzrok izrazite raspucanosti ovih stijena. U doktorskoj disertaciji MATIČEC (1998) je stijene u usjeku puta kronostratigrafski smjestio u razdoblje cenomana, što bi odgovaralo jedinici Milna, dok su na OGK lista Labin ŠIKIĆ et al. (1969) na istoj lokaciji izdvojili stijene starosti turon–konijak ($K_2^{2,3}$) što bi odgovaralo neformalnim litostratigrafskim jedinicama Sveti Duh ili Gornji Humac. U ovom radu pretpostavljen je rasjed koji se nalazi u blizini ovog puta čime bi u kontakt bile dovedene cenomanske i mlađe gornjokredne naslage.

Područje 4

Na ovom području u usjeku kod serpentine nalaze se izdanci tektoniziranih i rekristaliziranih stijena zbog čega nije pouzdano određena njihova litostratigrafska pripadnost. Na geološkoj karti (prilog 3) ova je cjelina izdvojena kao "nedovoljno istraženo područje 3". Stijene na ovom području pretežito su svijetli, sivi ili smeđi vekstoni i pekstoni, često rekristalizirani. Na nekim izdancima se mogu uočiti presjeci rudista na površini, a na točki D_{56} pronađen je i karakterističan presjek radiolitida (slika 6-3).

Slika 6-3. Uzorak s presjekom radiolitidnog rudista. Točka D_{56}.

Izradom mikroskopskog preparata na točki P_{75} nisu utvrđeni provodni fosili koji bi sa sigurnošću svjedočili o starosti naslaga. MATIČEC (1998) i BRČIĆ (2015) su na ovoj lokaciji pretpostavili naslage litostratigrafske jedinice Milna no nisu ih dokazali potpuno pouzdano pa bi bilo dobro u budućim istraživanjima na ovoj lokaciji provesti detaljniju mikropaleontološku analizu.

Područje 5

Ovo područje nalazi se na blago nagnutom dijelu zapadne padine Učke gdje je teren većinom prekriven kvartarnim naslagama te je teško sa sigurnošću odrediti jesu li izdanci primarni ili se radi o velikim odlomljenim blokovima. Stijene su na tom području intenzivno raspucane i trošne, a najčešće su to svijetli rekristalizirani vapnenci, rjeđe smeđi ili sivi madstoni do vekstoni. Ove stijene su na karti označene kao "Nedovoljno istraženo područje 2" i vjerojatno većim dijelom odgovaraju jedinici Gornji Humac, ali zbog nesigurnosti u primarnost izdanaka ova cjelina nije označena kao utvrđena jedinica Gornji Humac.

Područje 6

Sjeverno od najvišeg vrha Učke na planinarskom putu koji vodi prema jugu nalaze se izdanci Gornjeg kalcisferskog vapnenca sve do prijevoja na grebenu Učke gdje nalazi te jedinice postupno prestaju i prelaze u znatno tamnije i tanjeslojevite stijene koje su uvjetno određene kao neformalna litostratigrafska jedinica Milna. Te se stijene nalaze na razmjerno malom području i može ih se pratiti oko 100 do 200 m putom koji vodi nizbrdo prema jugozapadu. BRČIĆ (2015) ovom kontaktu pripisuje tektonski karakter te je kao takav preuzet i u ovom radu no granica je postavljena nešto sjevernije na temelju podataka s terenskih istraživanja. Južnije od ovoga kontakta prema Suhom vrhu i krajnjem južnom dijelu hrpta Učke nije uočen kontinuitet u pojavljivanju neke od kartiranih jedinica, već se u izmjeni nalaze smeđi ili sivi madstoni do pekstoni, bijeli rudistni vapnenci te rekristalizirani trošni i prašnjavi vapnenci. Ova cjelina je stoga na karti označena kao "Nedovoljno istraženo područje 1". Na krajnjem jugu hrpta Učke najčešći su nalazi bijelih kristaliničnih vapnenaca koji su na karti izdvojeni kao jedinica Gornji Humac. Na temelju nekoliko nalaza breča s crvenim vezivom koje su također izdvojene na karti može se pretpostaviti da je na ovom području došlo do formiranja nekoliko reversnih rasjeda, što nije neobično za čelne dijelove navlaka. Siparišna breča koja na karti zauzima najveću

površinu djelomično je preuzeta iz radova BRČIĆ (2015) i MUNDA et al. (2005). Za potvrdu ove pretpostavke trebalo bi detaljnije kartirati spomenuto područje.

Područje A

Na ovom području utvrđena je jedinica Foraminiferski vapnenci. Na OGK lista Labin (ŠIKIĆ et al. 1969) na istom području izdvojena je jedinica $K_2^{2,3}$, a razlog tome je vjerojatno što je za potrebe OGK kartiranje bilo metodom profiliranja a korištene su podloge sitnijeg mjerila. Odnos s jedinicom Gornji Humac na istoku interpretiran je kao reversni rasjed.

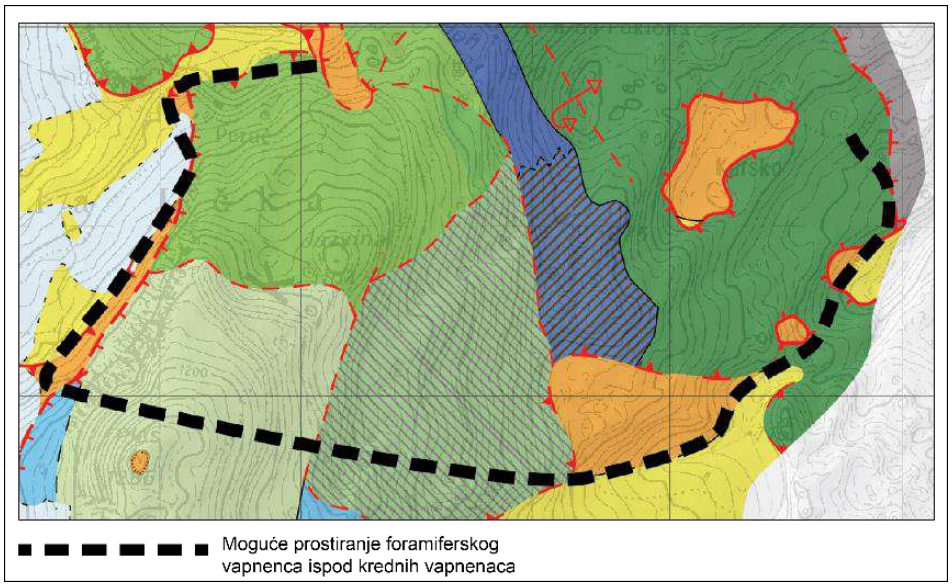
Područje B

Ova lokacija nalazi se u šumi podno sjeverozapadnih litica Učke. Sa sigurnošću je utvrđena pojava lapora u podlozi litice na izvoru kod točke D_{156}. Iznad lapora na donjem dijelu litice nalaze se Foraminiferski vapnenci, a na njima su nađeni gornjokredni vapnenci. Pošto ovakav raspored naslaga nije u normalnom slijedu to znači da su ili gornjokredne naslage reversnim rasjedom uzdignute preko Foraminiferskih vapnenaca ili je cijeli slijed gornjokrednih vapnenaca i Foraminiferskih vapnenaca prebačen. Po morfologiji terena može se pretpostaviti da su ipak vapnenci navučeni na Prijelazne naslage i najniži dio fliša. Na OGK list Labin (ŠIKIĆ et al., 1969) Foraminiferski vapnenci u podini sjeverozapadnih lítica Učke nisu izdvojeni.

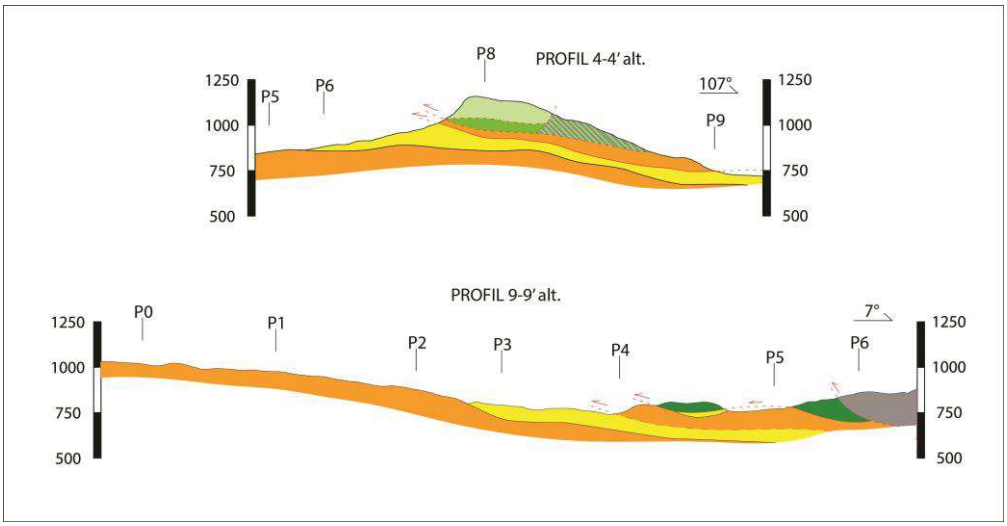
Područje C

Na vrhu Plas nađeni su primarni izdanci Foraminiferskog vapnenca. Ovaj nalaz izuzetno je vrijedan jer predstavlja krovinu nedefinirane litostratigrafske jedinice Gornjosantonske naslage i na temelju toga se može pretpostaviti da u strukturnom sklopu vrh Plas pripada strukturi Učke te da se geološka granica Učke i Ćićarije nalazi sjevernije od Plasa. Na OGK list Labin (ŠIKIĆ et al., 1969) Foraminiferski vapnenac na vršnim djelovima Učke nije izdvojen.

Na temelju spomenutih nalaza Foraminiferskih vapnenaca na područjima A i B te u tektonskim oknima na istočnom dijelu istraživanog terena može se postaviti pitanje jesu li spomenuti izdanci jedna cjelina koja se nalazi u podini vršnog dijela Učke. Stoga je njihovo pretpostavljeno prostiranje u podzemlju prikazano na slici 6-4, i na profilima Profil 4-4’ alt. i Profil 9-9’ alt. (slika 6-5).



Slika 6-4. Moguće prostiranje Foraminiferskog vapnenca ispod krednih vapnenaca.



Slika 6-5. Profili P4-4' alt i P9-9'alt; prikazuju moguće alternativno prostiranje Foraminiferskih vapnenaca u podzemlju.

7. ZAKLJUČAK

Ovim radom detaljno je iskartirano područje površine 6 km^2 na sjevernom dijelu terena, a sveukupno je obrađeno područje površine oko 11 km^2. Na temelju podataka prikupljenih geološkim kartiranjem, geomorfoloških obilježja terena te uvidom u literaturu, korištenjem računalnih programskih paketa konstruirana je geološka karta mjerila 1:20.000 te 11 geoloških profila. Izdvojeno je ukupno devet neformalnih litostratigrafskih jedinica:

– neformalna litostratigrafska jedinica Sis;

– neformalna litostratigrafska jedinica Milna;

– neformalna litostratigrafska jedinica Sveti Duh;

– neformalna litostratigrafska jedinica Gornji Humac;

– nedefinirana litostratigrafska jedinica Gornji kalcisferski vapnenac;

– nedefinirana litostratigrafska jedinica Gornjosantonske naslage;

– neformalna litostratigrafska jedinica Foraminiferski vapnenac;

– neformalna litostratigrafska jedinica Prijelazne naslage i najniži dio fliša;

– kvartarne naslage.

Ovim radom utvrđeni su nalazi Foraminiferskih vapnenaca na nekoliko lokacija koje do sada nisu spominjane u literaturi. Na temelju morfologije i hidrogeoloških značajki terena te osvrtom na literaturu s velikom pouzdanošću se može reći da vršni dio Učke, južnije od vrha Plas, predstavlja navlačnu struktura. U krovini navlake na vršnim dijelovima Učke potvrđeni su nalazi nedefiniranih litostratigrafskih jedinica Gornji kalcisferski vapnenac i Gornjosantonske naslage te im je konstrukcijom geoloških profila pretpostavljena debljina. Ovim radom nekoliko je lokacija na terenu ostalo nedovoljno istraženo, pa tako nije točno utvrđena ni granica između geoloških struktura Učke i Ćićarije. Stoga su u diskusiji definirane zone koje bi u budućnosti trebalo detaljnije istražiti s ciljem određivanja te granice.

8. POPIS LITERATURE

BABIĆ, Ž., BENČEK, Đ. & KOVAČEVIĆ, S. (1974): Inženjerskogeološki i geofizički radovi za tunel „Učka“.– Zbornik radova 3. jugoslavenskog simpozija o hidrogeologiji i inženjerskoj geologiji, 1–11, Opatija.

BRČIĆ, V. (2015): Relativne promjene morske razine tijekom mlađe krede na sjeverozapadnom dijelu jadranske karbonatne platforme.– Disertacija, 229 str., Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb.

FRIJIA, G, PARENTE, M., DI LUCIA, M. & MUTTI, M. (2015): Carbon and strontium isotope stratigraphy of the Upper Cretaceous (Cenomanian-Campanian) shallow-water carbonates of southern Italy: Chronostratigraphic calibration of larger foraminifera biostratigraphy.– Cretaceous Research, 53, 110–139.

FUČEK, L., MATIČEC, D., VLAHOVIĆ, I., OŠTRIĆ, N., PRTOLJAN, B., KORBAR, T. & HUSINEC, A. (2012): Osnovna geološka karta Republike Hrvatske M 1:50 000 list Cres 2 (Basic Geological Map of the Republic of Croatia scale 1:50.000–sheet Cres 2), 417/2.– Hrvatski geološki institut (Zavod za geologiju), 1 list, Zagreb, ISBN: 978– 953– 6907–26–7.

GUŠIĆ, I. & JELASKA, V. (1990): Stratigrafija gornjokrednih naslaga otoka Brača u okviru geodinamske evolucija Jadranske karbonatne platforme. Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti, Institut za geološka istraživanja, OOUR za geologiju, str. 160, Zagreb.

KORBAR, T. & HUSINEC, A. (2003): Biostratigraphy of Turonian to (?)Coniacian platform carbonates: a case study from the Island of the Cres (Northern Adriatic, Croatia).– Geologia Croatica, 56/2, 173–185.

MATIČEC, D. (1998): Analiza strukturnog sklopa Učke.– Disertacija, 135 str., Sveučilišteu Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb.

MORO, A., KORBAR, T., SKELTON, P.W., VELIĆ, I., TIŠLJAR, J., VLAHOVIĆ, I., FUČEK, L., MATIČEC, D. & ĆOSOVIĆ, V. (2002): Upper santonian rudist bearing lithosomes formed in the transition from deeper to shallower subtidal environments at Cape Marlera and Učka mountain.– Excursion Guidebook, Sixth

International Congress on Rudists (Rovinj, Croatia), str 133 - 139, Zagreb.

MUNDA, B., TRUTIN, M., MATIĆ, N., KOTORAN MUNDA, M. (2005): Vodoistražni radovi na području karbonatnog vrha Učke.– Fond struč. dok., Zagreb.

PRELEC, F. (2017): Geološka građa jugoistočnog dijela Ćićarije. Diplomski rad, 42 str., Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb.

STEUBER, T., KORBAR, T., JELASKA, V. & GUŠIĆ, I. (2005): Strontium–isotope stratigraphy of Upper Cretaceous platform carbonates of the island Brač (Adriatic Sea, Croatia): implications for global correlation of platform evolution and biostratigraphy.–Cretaceous Research, 26, 741–756.

ŠIKIĆ, D., POLŠAK, A. & MAGAŠ, N. (1969): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. List Labin, L 33-101.-Institut za geološka istraživanja Zagreb (1958-1967), Savezni geološki zavod, Beograd

ŠIKIĆ, D. & POLŠAK, A. (1973): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. Tumač za list Labin, L 33-101.-Institut za geološka istraživanja Zagreb (1963), Savezni geološki zavod, Beograd

TOMLJANOVIĆ, V. (2009): Geoelektrična istraživanja na području karbonatnog vrha Učke. Diplomski rad, 20str, Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb.

VELIĆ, I. (2007): Stratigraphy and Paleobiogeography of Mesozoic Benthic Foraminifera of the Karst Dinarides (SE Europe).– Geologia Croatica, 60/1, 1–114.

VELIĆ, I., TIŠLJAR, J., MATIČEC, D. & VLAHOVIĆ, I. (1995): Opći prikaz geološke građe Istre. 1. Hrvatski geološki kongres, Opatija, 18-21.10.1995., Vodič ekskurzija, str. 5-30., Zagreb.

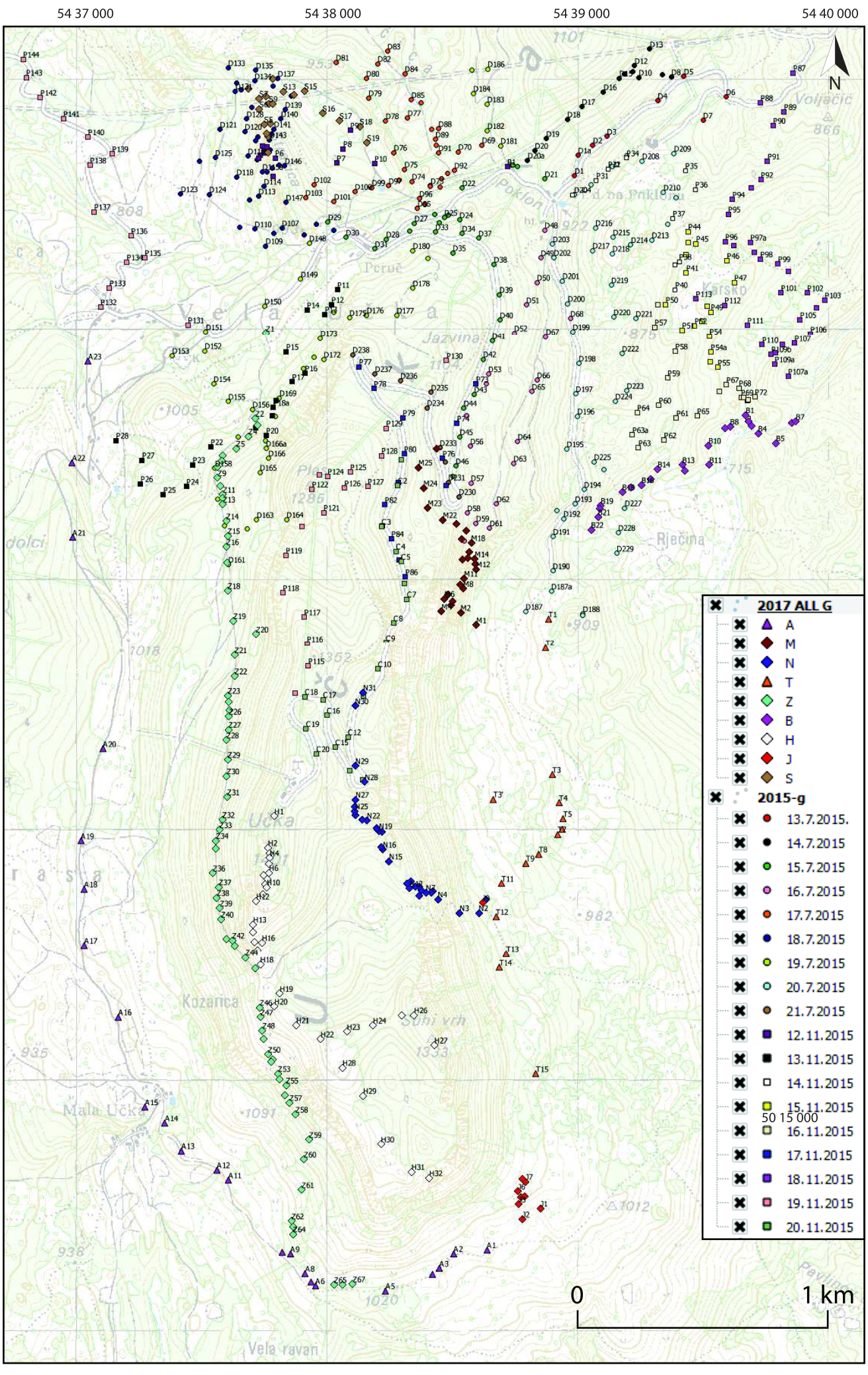
VLAHOVIĆ, I., TIŠLJAR, J., FUČEK, L., OŠTRIĆ, N., PRTOLJAN, B., VELIĆ I. & MATIČEC, D. (2002): The Origin and Importance of the Dolomite-Limestone Breccia Between the Lower and Upper Cretaceous Deposits of the Adriatic Carbonate Platform: An Example from Ćićarija Mt. (Istria, Croatia). Geologia

Croatica, 55/1, 45-55.

VLAHOVIĆ, I., TIŠLJAR, J., VELIĆ, I., FUČEK, L., OŠTRIĆ, N. & PRTOLJAN, B. (1995): O podrijetlu i značenju tzv. vapnenačko-dolomitnih breča između donje i gornje krede: primjer Ćićarije. 1. Hrvatski geološki kongres, Opatija, 18-21.10.1995., Knjiga sažetaka, str. 99, Zagreb.

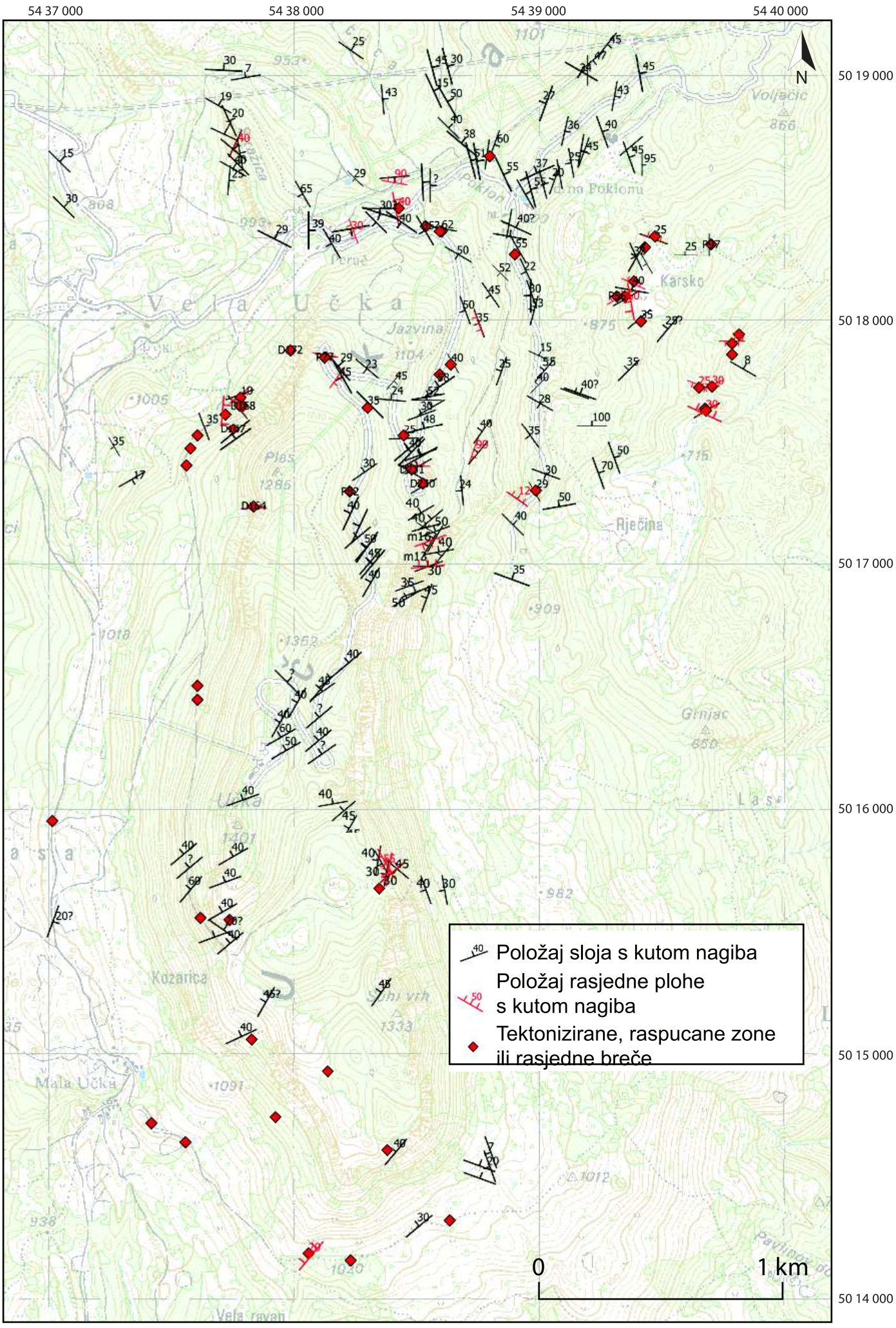
Prilog 1: KARTA TOČAKA OPAŽANJA

M = 1:20 000



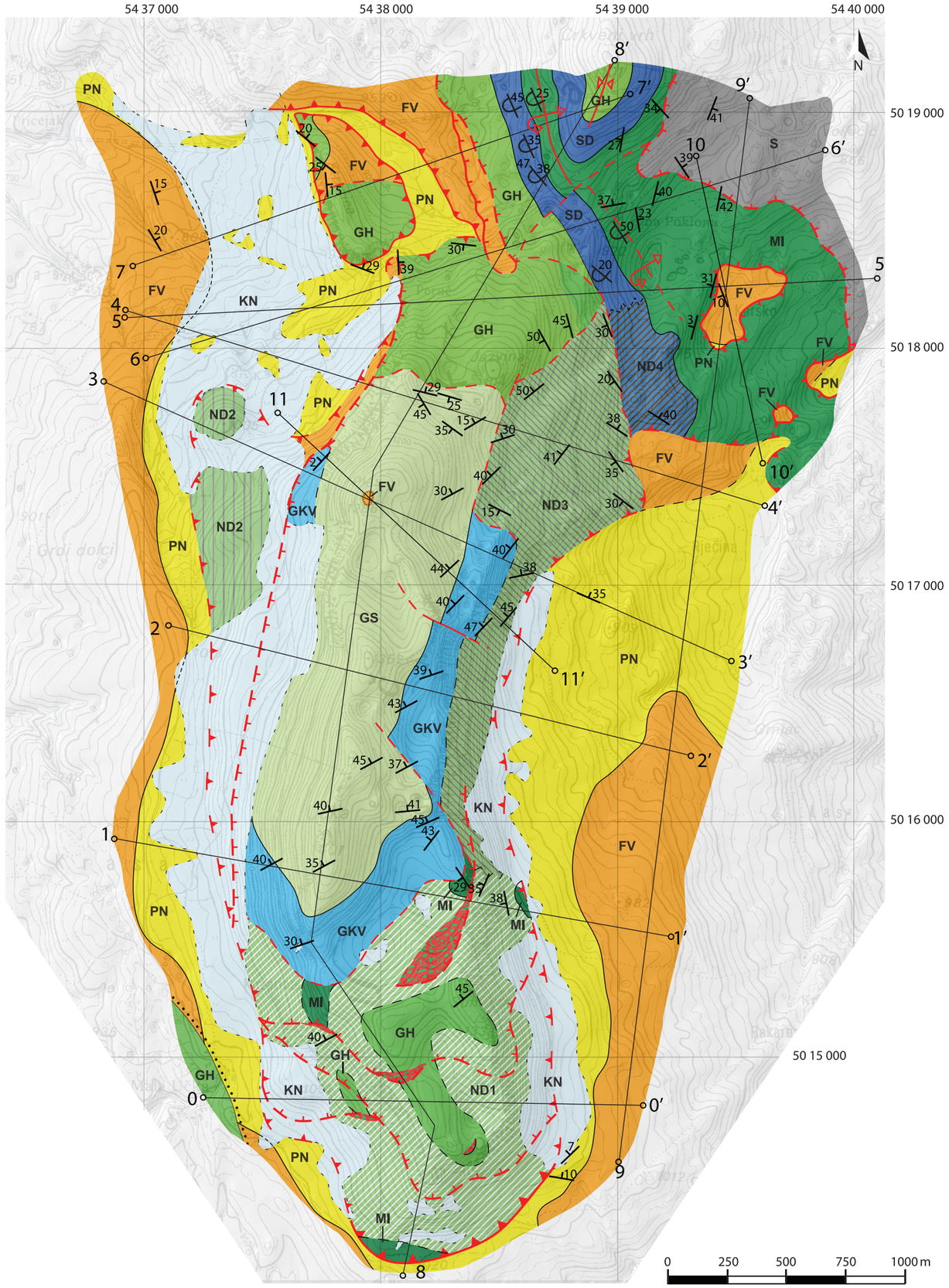
Prilog 2: KARTA STRUKTURNIH ELEMENATA

M = 1:20 000



Prilog 3:

# GEOLOŠKA KARTA VRŠNOG DIJELA UČKE
M = 1:20 000



TUMAČ GEOLOŠKE KARTE

NEFORMALNE LITOSTRATIGRAFSKE JEDINICE

KN	Kvartarne naslage
PN	Prijelazne naslage
FV	Foraminiferski vapnenci
GS	Gornjosantonske naslage
GKV	Gornji kalcisferski vapnenac
GH	Gornji Humac
SD	Sveti Duh
MI	Milna
S	Sis

GEOLOŠKI SIMBOLI

- Normalna granica
- Normalna granica, pretpostavljena ili prekrivena
- Transgresivna granica
- Navlačni kontakt
- Navlačni kontakt, pretpostavljen ili prekriven
- Rasjed, pretpostavljen
- Reversni rasjed
- Reversni rasjed, pretpostavljen ili prekriven
- Os sinklinale
- Pretpostavljena os prebačene antiklinale
- Os prebačene antiklinale
- 1 — 1′ Trasa profila
- 50 Položaj sloja s kutom nagiba
- 20 Položaj prebačenog sloja s kutom nagiba
- Rasjedna breča

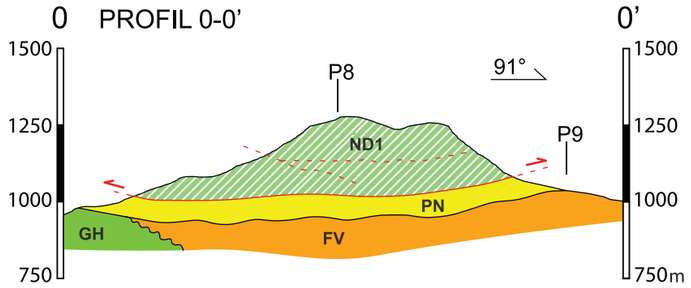
NEDOVOLJNO ISTRAŽENA PODRUČJA

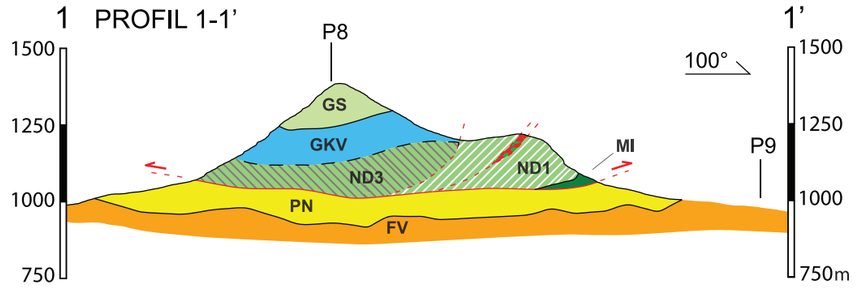
ND1	Nedovoljno istraženo područje 1: pretežito bijeli vapnenci
ND2	Nedovoljno istraženo područje 2: pretežito bijeli i sivi vapnenci
ND3	Nedovoljno istraženo područje 3: svijetlo sivi, smeđi i bijeli vapnenci sa rudistima (Gornji Humac?)
ND4	Nedovoljno istraženo područje 4: svijetlo smeđi i sivi madstoni i vekstoni (Sv. Duh?)

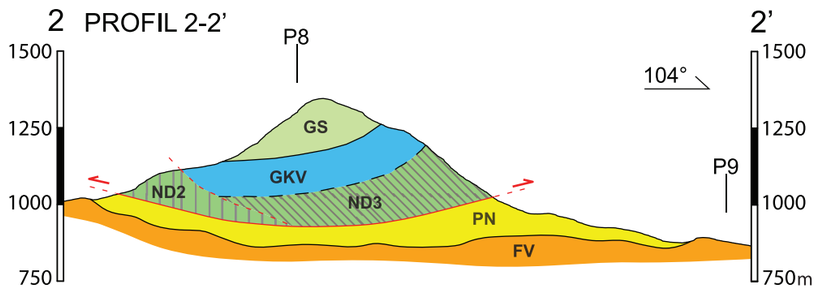
Prilog 4:

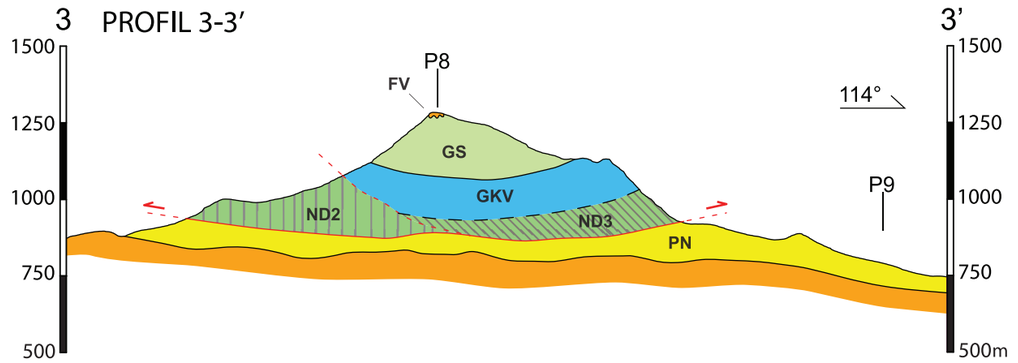
GEOLOŠKI PROFILI (1/2)

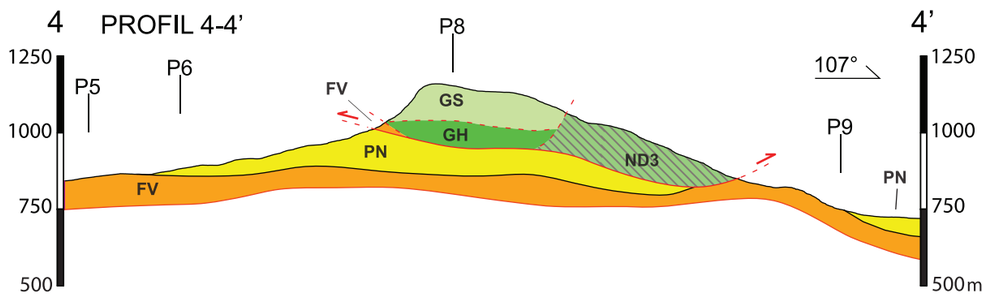
M = 1:20 000

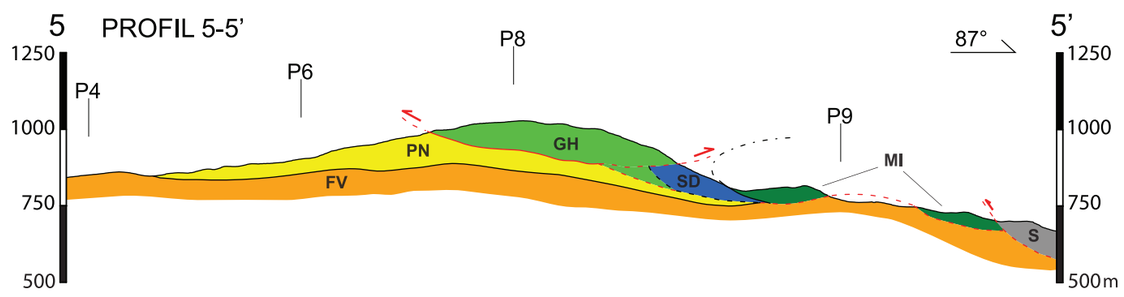


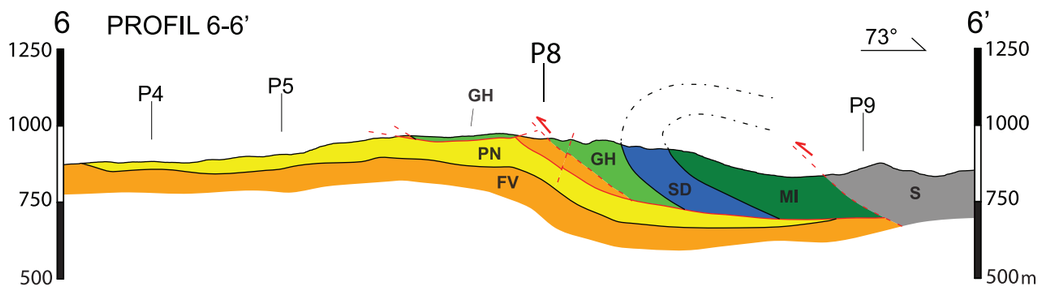


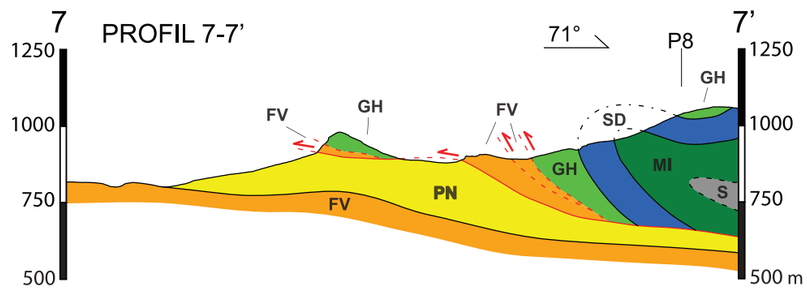






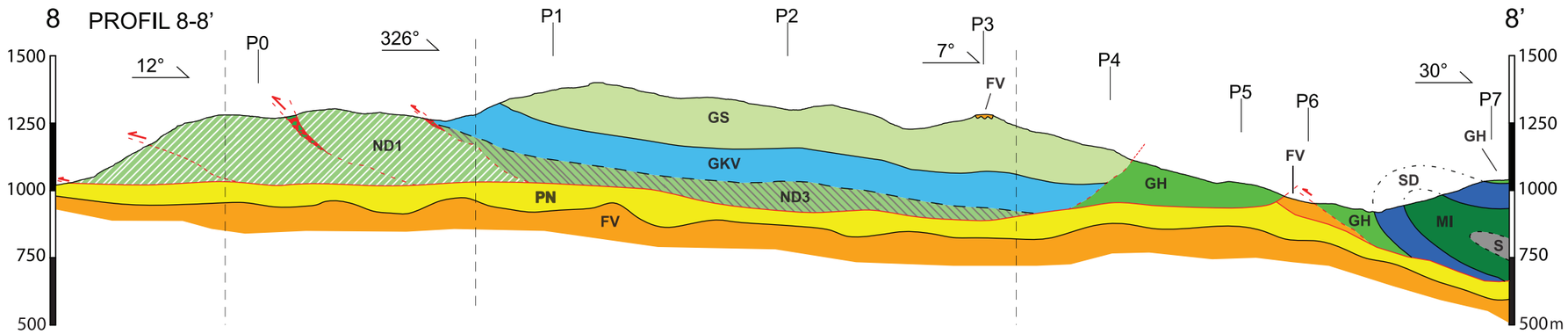


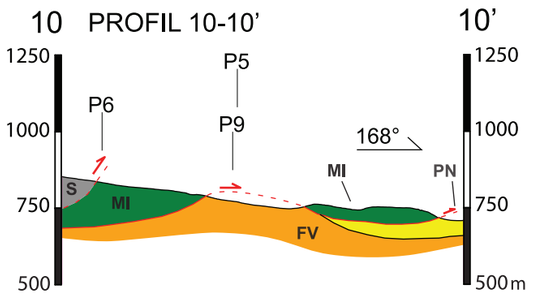


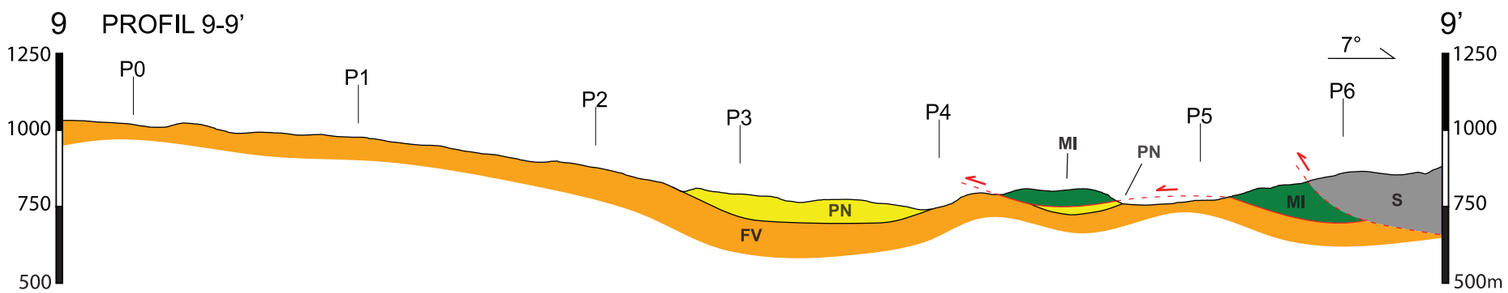


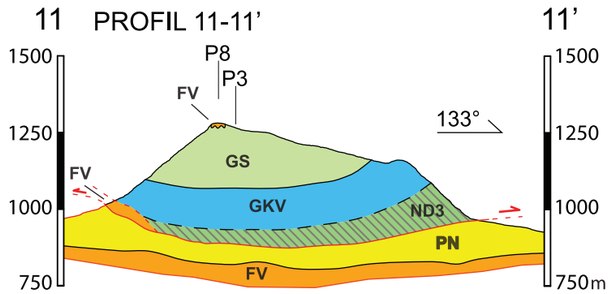
Prilog 5:

# GEOLOŠKI PROFILI (1/2)
M = 1:20 000









TUMAČ GEOLOŠKIH PROFILA

NEFORMALNE LITOSTRATIGRAFSKE JEDINICE

- PN — Prijelazne naslage
- FV — Foraminiferski vapnenci
- GS — Gornjosantonske naslage
- GKV — Gornji kalcisferski vapnenac
- GH — Gornji Humac
- SD — Sveti Duh
- MI — Milna
- S — Sis

GEOLOŠKI SIMBOLI NA PROFILU

- Normalna granica
- Normalna granica, pretpostavljena
- Transgresivna granica
- Rasjed, utvrđen
- Rasjed, pretpostavljen
- Smjer kretanja krovinskog krila
- Rasjedna breča

NASLAGE NEDOVOLJNO ISTRAŽENIH PODRUČJA

- ND1 — Naslage nedovoljno istraženog područja 1: pretežito bijeli vapnenci
- ND2 — Naslage nedovoljno istraženog područja 2: pretežito bijeli i sivi vapnenci
- ND3 — Naslage nedovoljno istraženog područja 3: svijetlo sivi, smeđi i bijeli vapnenci sa rudistima (Gornji Humac?)