

*Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno - matematički fakultet*

Josip Halamić

***LITOSTRATIGRAFSKA KARAKTERIZACIJA JURSKIH I
KREDNIH SEDIMENATA S OFIOLITIMA MEDVEDNICE,
KALNIKA I IVANŠČICE***

Disertacija

Zagreb, 1998.

Ova disertacija predana je na ocjenu fakultetskom vijeću Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u svrhu stjecanja znanstvenog stupnja doktora prirodnih znanosti iz područja geologije.

SADRŽAJ:

1. UVOD	1
1.1. Metodika istraživanja	1
1.2. Zemljopisni položaj, hidrografske i orografske karakteristike istraživanih područja	3
1.3. Geološki položaj istraživanih terena	7
1.3.1. Regionalni geološki položaj.....	8
1.3.2. Geološki položaj proučavanih litostratigrafskih jedinica.....	9
1.4. Povijest istraživanja	11
1.5. Problemi istraživanja	15
2. LITOSTRATIGRAFSKA KARAKTERIZACIJA JEDINICA	18
2.1. Jedinica Kestenik	18
2.1.1. Radiolariti, šejlovi i siltiti.....	19
2.1.2. Pelagičke karbonatne stijene.....	31
2.1.3. Efuzivi i piroklastiti.....	35
2.2. Jedinica Poljanica	38
2.2.1. Radiolariti.....	40
2.2.2. Šejlovi i siltiti s olistolitima.....	43
2.2.3. Matrikspotporni konglomerati.....	46
2.2.4. Bazični efuzivi.....	48
2.3. Jedinica Kraljev Vrh	50
2.3.1. Bazične efuzivne stijene.....	51
2.3.2. Piroklastiti.....	54
2.3.3. Matrikspotporni konglomerati.....	56
2.4. Litodemska jedinica Markovčak	62
2.5. Jedinica Markov Travnik	66
2.6. Jedinica Dugi Jarek	75
2.6.1. Mikritni vapnenci.....	76
2.6.2. Tufitični pjeskoviti šejlovi.....	81
2.6.3. Rožnjaci.....	81
2.6.4. Karbonatne breče.....	83
2.7. Jedinica Oštrc	84

2.8. O pojmovima: "klastiti s ofiolitima", "kaotični kompleks", "melanž", "Repno kompleks"	92
3. <i>NARAV GEOLOŠKIH GRANICA KARTIRANIH JEDINICA</i>	98
4. <i>GEOKEMIJSKE KARAKTERISTIKE MAGMATSKIH I SEDIMENTNIH STIJENA</i>	105
4.1. Magmatske stijene.....	105
4.2. Sedimentne stijene.....	128
4.2.1. Radiolariti (jedinica Kestenik i Poljanica).....	129
4.2.2. Pješčenjaci, siltiti i šejlovi (jedinica Markov Travnik).....	137
5. <i>GEODINAMIČKA EVOLUCIJA TERENA OD TRIJASA DO GORNJE KREDE</i>	154
6. <i>PREGLED POSTIGNUTIH REZULTATA ISTRAŽIVANJA</i>	167
7. <i>NERIJEŠENA I NOVO OTVORENA PITANJA</i>	170
8. <i>SUMMARY</i>	172
9. <i>LITERATURA</i>	176

ŽIVOTOPIS

OBJAVLJENI RADOVI

POPIS SLIKA U TEKSTU

- Sl. 1. Zemljopisni položaj istraživanih područja
- Sl. 2. Radiolariti na tipičnom lokalitetu Kestenik (Kalnik)
- Sl. 3. Tipična ofiolitna sekvencija (WILSON, 1989)
- Sl. 4. Prugasti radiolarit (Poljanica, Medvednica)
- Sl. 5. Radiolarit sa zelenim i crvenim slojevima rožnjaka (Hrastov brijeg, Kalnik)
- Sl. 6. "Pinch and swell" teksture u radiolaritu (Poljanica, Medvednica)
- Sl. 7. Intenzivno borani radiolarit (Poljanica, Medvednica)
- Sl. 8. Korelacija stupova u radiolaritima Kalnika i Medvednice
- Sl. 9. Slojevi obogaćeni manganskom supstancijom u radiolaritu (Poljanica, Medvednica)
- Sl. 10. Normalna gradacija u radiolarijskom rožnjaku (Poljanica, Medvednica)
- Sl. 11. Paralelna laminacija u radiolarijskom rožnjaku (Poljanica, Medvednica)
- Sl. 12. Vijugava slojevitost u radiolarijskom rožnjaku (Poljanica, Medvednica)
- Sl. 13. Mikrostiloliti s feruginoznom ispunom (Kestenik, Kalnik)
- Sl. 14. Šejlovi i siltiti (Hrastov brijeg, Kalnik)
- Sl. 15. Crveni vapnenac između pillow lava (kamenolom Gornja Bistra, Medvednica)
- Sl. 15.a Svjetlosivi vapnenac između pillow lava (kamenolom Gornja Bistra, Medvednica)
- Sl. 16. Pelecipodi u vapnencu između pillow lava (kamenolom Gornja Bistra, Medvednica)
- Sl. 17. Aktivni kontakt vapnenac / izmijenjeni bazalt (kamenolom Gornja Bistra, Medvednica)
- Sl. 18. Peperit. Rumenkasti vapnenac izmiješan s oštrobriđnim fragmentima izmijenjenog bazalta (kamenolom Hruškovec)
- Sl. 19. Šejl u udubljenju između pillow lava (kamenolom Hruškovec, Kalnik)
- Sl. 20. Piroklastična breča (Kalnički potok, Kalnik)
- Sl. 21. Geološki stupovi dijelova jedinice Poljanica (Poljanica, Medvednica)
- Sl. 22. Sloj kvarcnog arenita u radiolarijskom rožnjaku (Brdo Pijesak, Medvednica)
- Sl. 23. Masivni tamnocrveni siltit jedinice Poljanica (Poljanica, Medvednica)
- Sl. 24. Metarski olistolit trijaskog vapnenca u jurskom radiolarijskom šejlu (Poljanica, Medvednica)
- Sl. 25. Decimetarski olistolit trijaskog vapnenca u jurskom radiolarijskom šejlu (Poljanica, Medvednica)
- Sl. 26. Silicifikacija u olistolitu u vidu idiomorfnih kristalića kvarca (Poljanica, Medvednica)
- Sl. 27. Uzorak matrikspotpornog konglomerata unutar radiolarijskog rožnjaka (Golubinec, Medvednica)
- Sl. 28. Decimetarski proslójci šejla u izmijenjenom bazaltu (Poljanica, Medvednica)
- Sl. 29. Hladni kontakt šejla i izmijenjenog bazalta (Poljanica, Medvednica)
- Sl. 30. Pukotina u izmijenjenom bazaltu ispunjena hematiziranim šejlom i fragmentima bazalta (Poljanica, Medvednica)
- Sl. 31. Zapadna strana kamenoloma Kraljev Vrh sa slojem debrita (Medvednica)
- Sl. 32. Uzorak piroklastita s 2 cm velikim lapilom mandulastog izmijenjenog bazalta (Podbreg, Medvednica)
- Sl. 33. Geološki stup matrikspotpornih konglomerata u kamenolomu Kraljev Vrh (Medvednica)
- Sl. 34. Matrikspotporni konglomerat s valuticama siltita i litične grauwake (Kraljev Vrh, Medvednica)

II

- Sl. 35. Fragment devitificiranog vulkanskog stakla u tufnom konglomeratu (Kraljev vrh, Medvednica)
- Sl. 36. Piroklastična breča s fragmentom devitificiranog vulkanskog stakla, izmijenjenog bazalta i silita (Kraljev vrh, Medvednica)
- Sl. 37. Geološki stup sjeverne strane kamenoloma Gotalovec (Ivanščica)
- Sl. 38. Lokacije dubokih bušotina s ultramafitima
- Sl. 39. Geološki stupovi dijelova jedinice Markov Travnik (Medvednica)
- Sl. 40. Matrikspotporni konglomerat s valuticama različitog promjera (Markov travnik, Medvednica)
- Sl. 41. Valutica litične grauvake s nepravilnim udubljenjima u matrikspotpornom konglomeratu (Markov travnik, Medvednica)
- Sl. 42. QFL-dijagram litičnih grauvaka jedinice Markov Travnik i Oštrc
- Sl. 43. Mikriti u stupu "Dugi jarek" (Ivanščica)
- Sl. 44. Litostratigrafski stup "Burnjak" (Hum-Šagudovec, Medvednica)
- Sl. 45. Mikritni vapnenci u potoku Burnjak (Hum-Šagudovec, Medvednica)
- Sl. 46. Pukotina ispunjena baritom u mikritu Burnjaka (Hum-Šagudovec, Medvednica)
- Sl. 47. a, b - *Calpionella alpina* i c - *Calpionella elliptica* (VELIĆ, 1994) iz mikrita Burnjaka (Hum-Šagudovec, Medvednica)
- Sl. 48. Decimetarske leće rožnjaka u mikritnom vapnencu Burnjaka (Hum-Šagudovec, Medvednica)
- Sl. 49. Postupan prijelaz iz mikrita u potpuno okremenjeni mikrit (Burnjak, Hum-Šagudovec, Medvednica)
- Sl. 50. Uzorak intraformacijske breče unutar mikrita Burnjaka (Hum-Šagudovec, Medvednica)
- Sl. 51. Geološki stup gornjeg dijela jedinice Dugi Jarek i donjeg dijela jedinice Oštrc (Ivanščica)
- Sl. 52. Geološki stup "Dugi jarek-2" u sedimentima jedinice Oštrc (Ivanščica)
- Sl. 53. Intervali *a-e* Bouma sekvencije u sedimentima jedinice Oštrc (Ivanščica)
- Sl. 54. Otisak amonita u kalcitičnom siltitu jedinice Oštrc (Pronjak, Medvednica)
- Sl. 55. Nepravilan raspored valutica u matrikspotpornom konglomeratu jedinice Markov Travnik (Medvednica)
- Sl. 56. Matriks matrikspotpornih konglomerata, koji ne pokazuje škriljavu teksturu (Markov travnik, Medvednica)
- Sl. 57. Izduženi blokovi pješčenjaka u matrikspotpornom konglomeratu jedinice Markov Travnik (Medvednica)
- Sl. 58. Dijelovi ofiolitne sekvencije, koje nalazimo na terenu
- Sl. 59. Sintetizirani geološki stupovi istraživanih (b + c) i rubnih područja Medvednice, Kalnika i Ivanščice
- Sl. 60. Oštra, ali neravna granica pillow lava i radiolarita (Jazvine, Kalnik)
- Sl. 61. Kontak matrikspotpornih konglomerata jedinice Markov Travnik i radiolarijskih rožnjaka jedinice Poljanica (Poljanica, Medvednica)
- Sl. 62. Diskonformni kalcitični siliti kredno-paleogenske starosti na matrikspotpornim konglomeratima jedinice Markov Travnik (Poljanica, Medvednica)
- Sl. 63. TAS – dijagrami za efuzive (LE MAITRE et al., 1989)
- Sl. 64. TAS – dijagram za intruzive (COX et al., 1979)

III

- Sl. 65. K_2O vs. SiO_2 i Na_2O vs. SiO_2 dijagrami (MIDDLEMOST, 1975)
 Sl. 66. K_2O vs. Na_2O i Alkali index vs. Al_2O_3 dijagrami (MIDDLEMOST, 1975)
 Sl. 67. FeO^*/MgO vs. SiO_2 i (Na_2O+K_2O) vs. SiO_2 dijagrami (MIYASHIRO, 1974)
 Sl. 68. TiO_2 vs. FeO^*+MgO dijagrami (SERRI, 1981)
 Sl. 69. TiO_2 vs. Zr/P_2O_5 dijagrami (WINCHESTER & FLOYD, 1976)
 Sl. 70. Ti/Cr vs. Ni dijagrami (BECCALUVA et al., 1979)
 Sl. 71. TiO_2 vs. FeO^*/MgO dijagrami (IKEDA & YUASA, 1989)
 Sl. 72. Cr/Y i Cr vs. Ce/Sr dijagrami (PEARCE, 1982)
 Sl. 73. Ti/Zr dijagrami (PEARCE, 1982)
 Sl. 74. Ti vs. V dijagrami (SHERVAIS, 1982)
 Sl. 75. $Ti/100 - Zr - Yx3$ dijagrami (PEARCE & CANN, 1973)
 Sl. 76. $Zr/4 - Nb x2 - Y$ (MESCHEDÉ, 1986)
 Sl. 77. $FeO^* - MgO - Al_2O_3$ dijagrami (PEARCE et al., 1977)
 Sl. 78. $Fe : Al : Mn$ dijagram za rožnjake (ADACHI et al., 1986)
 Sl. 79. Harkerovi dijagrami makroelemenata u psamitima i pelitima jedinice Markov Travnik
 Sl. 80. Diskriminantni dijagrami makroelemenata za psamite i pelite (ROSER & KORSCH, 1988)
 Sl. 81. Diskriminantni dijagrami odnosa makroelemenata za psamite i pelite (ROSER & KORSCH, 1988)
 Sl. 82. Dijagrami odnosa pojedinih makroelemenata za pješčenjake jedinice Markov Travnik (BHATIA, 1983)
 Sl. 83. K_2O/Na_2O vs. SiO_2 dijagrami za psamite i pelite (ROSER & KORSCH, 1986)
 Sl. 84. Diskriminantni dijagrami funkcija $FI : FII$ za pješčenjake jedinice Markov Travnik (BHATIA, 1983)
 Sl. 85. $La : Th : Sc$ dijagram za psamite jedinice Markov Travnik (BHATIA & CROOK, 1986)
 Sl. 86. La vs. Th dijagram za psamite jedinice Markov Travnik (BHATIA & CROOK, 1986)
 Sl. 87. Idealizirani geodinamički model stvaranja trijaskog oceanskog prostora
 Sl. 88. Geodinamika istraživanih terana nakon početka subdukcijskih procesa u gornjem trijasu i donjoj juri
 Sl. 89. Skica gornjojursko-donjokrednog perifernog kolizijskog foreland bazena

POPIS TABLICA U TEKSTU

- Tab. 1. Vrijednosti modalnih analiza pješčenjaka jedinica Markov Travnik i Oštrc
 Tab. 2. Rezultati rentgenskih analiza sedimenata sa stupa "Dugi jarek" (Ivanščica)
 Tab. 3. Sadržaj makroelemenata magmatskih stijena
 Tab. 4. Sadržaj makroelemenata magmatskih stijena prepračunat na 100 % bez volatila
 Tab. 4.A Preračunate srednje vrijednosti makroelemenata i standardna devijacija za bazične stijene jedinica Kestenik, Poljanica, Kraljev Vrh i Markov Travnik
 Tab. 5. Sadržaj mikroelemenata u magmatskim stijenama
 Tab. 5.A Sadržaj mikroelemenata u magmatskim stijenama – nastavak tab.5
 Tab. 5.B Preračunate srednje vrijednosti i standardna devijacija za mikroelemente

IV

- Tab. 6. Usporedba magmatskih stijena jedinica Kestenik, Poljanica, Kraljev Vrh i Markov Travnik
- Tab. 7. Sadržaj makroelemenata u radiolarijskim rožnjacima i šejlovima jedinica Kestenik i Poljanica
- Tab. 7.A Sadržaj makroelemenata u radiolarijskim rožnjacima i šejlovima preračunat na 100%
- Tab. 8. Sadržaj mikroelemenata u radiolarijskim rožnjacima i šejlovima jedinica Kestenik i Poljanica
- Tab. 8.A Preračunate srednje vrijednosti i standardno odstupanje za mikroelemente u rožnjacima i šejlovima jedinica Kestenik i Poljanica
- Tab. 9. Odnos makroelemenata u radiolarijskim rožnjacima i šejlovima trijasko i jurske starosti
- Tab. 10. Sadržaj makroelemenata u pješčenjacima, siltitima i šejlovima jedinica Markov Travnik, Kraljev Vrh i Oštrc
- Tab. 11. Sadržaj makroelemenata klastičnih sedimentnih stijena preračunat na 100%
- Tab. 12. Sadržaj mikroelemenata u pješčenjacima
- Tab. 13. Sadržaj mikroelemenata u siltitima i šejlovima
- Tab. 13.A Preračunate srednje vrijednosti mikroelemenata i standardna devijacija za klastite jedinice Markov travnik
- Tab. 14. Odnosi pojedinih makroelemenata za psamite i pelite jedinica Markov Travnik, Kraljev Vrh i Oštrc
- Tab. 15. Koeficijent korelacije makroelemenata i mikroelemenata za pješčenjake jedinice Markov travnik
- Tab. 16. Koeficijent korelacije makroelemenata i mikroelemenata u siltitima i šejlovima jedinice Markov Travnik
- Tab. 17. Koeficijent korelacije makroelemenata između psamita i pelita jedinice Markov Travnik

POPIS PRILOGA

- Prilog 1. Litostratigrafska karta sjeverozapadnog dijela Medvednice od potoka Drenovec do Reka potoka
- Prilog 2. Litostratigrafska karta područja Hum-Šagudovec
- Prilog 3. Litostratigrafska karta Kalnika od potoka Pake do Apatovca
- Prilog 4. Geološki stup "Dugi jarek" (Ivanščica)
- Prilog 5. Popis uzoraka kemijskih analiza za magmatske stijene
- Prilog 6. Popis uzoraka kemijskih analiza za pješčenjake, siltite i šejlove
- Prilog 7. Popis uzoraka kemijskih analiza za rožnjake i šejlove
- Prilog 8. Zemljopisni položaj analiziranih uzoraka (Medvednica)
- Prilog 9. Zemljopisni položaj analiziranih uzoraka (Hum-Šagudovec)
- Prilog 10. Zemljopisni položaj analiziranih uzoraka (Kalnik)
- Prilog 11. Zemljopisni položaj analiziranih uzoraka (Ivanščica)

1. UVOD

Na gorju sjeverozapadne Hrvatske (Medvednica, Kalnik i Ivanščica) su, osim mezozojskih sedimentnih naslaga, rasprostranjene bazične i ultrabazične magmatske stijene. Jedan dio tih stijena s pripadajućim sedimentima predstavljaju nepotpunu odnosno razbijenu ofiolitnu sekvenciju, dok je drugi dio nastao vjerojatno u drugačijem geotektonskom okolišu. Osim pojava na površini, slične su stijene, prilikom naftno-geoloških istraživanja, nabušene i ispod tercijarnog pokrivača: jugoistočno od Medvednice (bušotine Banje Selo-1, Lonjica-1 i Laktec-1); istočno od Kalnika (buštine Lepavina i Jagnjedovac); te između Medvednice i Ivanščice (buština Hrvatsko Zagorje-1) (sl.38).

Ofiolitne stijene ("zmijoliko kamenje" - grčki: *ophios* - zmija; *lithos* - kamen) orogenih pojasova najčešće predstavljaju dijelove ofiolitne sekvencije oceanske litosfere. Novija istraživanja, međutim, pokazuju da neki ofioliti ne moraju predstavljati ekvivalente oceanske litosfere nego da su oni vjerojatno nastajali u marginalnim morima (back-arc basins) ili u manjim oceanskim prostorima tipa Crvenog mora (ELTHON, 1991; CAWOOD & SUHR, 1992; KEAREY & VINE, 1996). U današnji geotektonski položaj u tzv. kolizijskim planinskim lancima ofioliti su dospjeli mehanizmom obdukcije (DEWEY, 1976 i dr.). Proučavajući te stijene pokušavamo rekonstruirati prostorni i vremenski tijek razvitka drevnih subdukcijskih zona i njihovih priraštajnih rubova.

1.1. Metodika istraživanja

Nakon analize i valorizacije do sada objavljenih geoloških radova i podataka o "magma-sedimentnom kompleksu" Medvednice, Kalnika i Ivanščice i nakon uvida u rezultate geološkog kartiranja terena stvorene su polazne pretpostavke za definiranje dijelova pojedinih litostratigrafskih jedinica unutar tog kompleksa.

Početnim terenskim radovima obuhvaćeno je snimanje stupova i profila u pojedinim, najdostupnijim jedinicama. Snimanje je obuhvaćalo: prikupljanje uzoraka i makroskopsku determinaciju stijena (sastav, struktura i tekstura), a laboratorijska obrada prikupljenog materijala pomogla je definiranju proučavanih litostratigrafskih jedinica. Radi njihove potpunije karakterizacije valjalo je i bočno promatrati facijesnu svojstvenost svake jedinice, a to je značilo i snimanje novih stupova i uzimanje dodatnih uzoraka za laboratorijske analize. Kartiranje u mjerilu 1:25.000 obavljeno je na sjeverozapadnim padinama Medvednice, zatim u području SI dijela Medvednice (Hum-Šagudovec) te na

Kalniku, dok su na Ivanščici snimani samo geološki stupovi. Geološki odnosi izdvojenih jedinica vidljivi su na litostratigrafskim kartama i pratećim stupovima (prilog 1 - Medvednica; prilog 2 - Hum-Šagudovec; prilog 3 - Kalnik).

Sedimentne stijene analizirane su mikroskopski i kemijski, dok su za determinaciju magmatskih stijena upotrijebljeni većim dijelom objavljeni (SLOVENEK, 1998 i dr.), a u manjoj mjeri i vlastiti podaci. Klasifikacija klastita i silicijskih stijena napravljena je po PETTIJOHN-u et al. (1987), a karbonata po FOLK-u (1959) i DUNHAM-u (1962). Napravljeno je i osam modalnih analiza integriranjem pješčenjaka iz formacije Markov Travnik i dvije komparativne analize iz donjokrednih bezkarbonatnih pješčenjaka (ŠIMUNIĆ, Al., 1996).

Sadržaj makroelemenata Ca, Fe³⁺, Mg i Al u radiolaritima, pješčenjacima, silitima i šejlovima i jednom dijelu magmatskih stijena određivan je kompleksometrijski s EDTA uz odgovarajuće indikatore, dok su iz iste otopine spektrometrijski analizirani Ti, Mn i P. Plamenom fotometrijom analizirani su uzorci na K i Na. Sadržaj SiO₂ i FeO određivan je gravimetrijskom metodom. Volatilna komponenta mjerena je gubitkom žarenja na 1150° C (analitičar: Vlasta Jurišić-Mitrović, dipl.kem. – Institut za geološka istraživanja, Zagreb).

Gore navedenom metodom analizirano je 11 uzoraka radiolarita i šejlova iz jedinice Kestenik (trijas), 12 uzoraka silicijskih stijena iz jedinice Poljanica (jura), 27 uzoraka pješčenjaka, silita i šejlova iz jedinice Markov Travnik i 17 uzoraka magmatskih stijena i tufova.

Stijene su analizirane i na sadržaj mikroelemenata metodom ICP (*inductively coupled plasma emission spectrometry*) u ACME Analytical Laboratories Ltd. u Vancouveru, Kanada. Uzorci stijena samljeveni su u prah i homogenizirani u ahatnom mlinu. Od homogeniziranog uzorka 0,25 gr otopljeno je u 10 ml 4-kiselinske otopine (HClO₄-HNO₃-HCl-HF) i upareno na 200 °C te razrijeđeno do 10 ml s destiliranom vodom. Otapanje kombinacijom ovih kiselina nije kompletno za magnetit, kromit, barit, okside aluminija, cirkonija, mangana te masivne sulfidne rude. Osim toga volatilizacija tijekom uparavanja rezultira smanjenjem sadržaja arsena, kroma, antimona i zlata.

Za petrografsku klasifikaciju i određivanje geotektonskog položaja nastanka magmatskih stijena upotrijebljene su 32 analize. Od toga, 17 uzoraka analizirano je metodom rentgenske fluorescencije u XRAL laboratoriju u Torontu (Kanada). Analize su napravljene na taljenoj tableti od 2 gr samljevenog i homogeniziranog uzorka uz određene aditive. Uz makroelemente, istom metodom, određen je i sadržaj 6 mikroelemenata (Ba, Nb, Rb, Sr, Y i

Zr; detekcijska granica 2 ppm, a za Ba = 20 ppm) važnih za determinaciju geotektonskog položaja magmatskih stijena. Dodatno su istom metodom analizirana 2 uzorka hipoabisalnih bazičnih stijena, 1 uzorak ultramafita iz duboke bušotine Lonjica-1 (Lnj-1) i 3 uzorka piroklastita s Medvednice. Dobiveni rezultati prikazani su, kako tabelarno tako i u raznim petrokemijskim diskriminacijskim dijagramima.

Ovdje moram istaknuti da se interpretaciji geokemijskih pokazatelja, kako za magmatske tako i za sedimentne stijene, mora prići s velikom dozom opreza i to iz više razloga:

- greške pri uzorkovanju (odabir lokalno obogaćenih ili osiromašenih stijena s diskriminirajućim elementima),
- obogaćenja odnosno osiromašenja diskriminirajućih elemenata u sedimentnim stijenama uslijed njihove migracije tijekom i poslije dijagenetskih procesa,
- migracije elemenata tijekom površinskog trošenja stijena,
- razlike u sadržaju elemenata u morskoj vodi u recentnim uvjetima u odnosu na one koji su vladali u vrijeme mezozoika i dr.

1.2. Zemljopisni položaj, hidrografske i orografske karakteristike istraživanih područja

Područje istraživanja nalazi se u sjeverozapadnoj Hrvatskoj, a obuhvaća dijelove Medvednice, Kalnika i Ivanščice (sl.1). Te gore smještene su u jugozapadnom dijelu Panonskog bazena. Njihove jezgre pretežno su izgrađene od mezozojskih sedimenata i čine "otočiće" u "moru" tercijskih naslaga. One ujedno okružuju s južne, istočne i sjeverne strane brežuljkastu dolinu Hrvatskog Zagorja. Pružanje orografske osi Medvednice je približno je SI-JZ, Kalnika ISI-ZJZ, a Ivanščice približno istok - zapad.

Ivanščica s najvišim vrhom od 1061 mNM i Medvednica s najvišim vrhom od 1032 mNM spadaju u grupu srednjovisokog gorja, a Kalnik s najvišim vrhom od 643 mNM pripada nižem gorju.

Medvednica (sl.1c). Na ovoj gori predmet istraživanja bila su dva područja. Jedno se nalazi na njenim sjeverozapadnim padinama, a proteže se od potoka Drenovec na jugozapadu do potoka Rijeke na sjeveroistoku i zauzima površinu od oko 35 km². Širina istraživanih pojasa na jugozapadnoj strani iznosi oko 1,5 km, ali se postupno širi prema sjeveroistoku, dosežući širinu od oko 3 km. Na dijelu terena od potoka Drenovec do potoka Bistra nema markantnijih uzvišenja, međutim, dalje prema sjeveroistoku s pojavom većih

masa efuzivnih stijena nalazimo niz uzvišenja i to Sjenišće, Zgoreti breg, Pisana bukva, Veliki i Mali vrh i Kulmerica, koja čine predgreben glavnom hrptu Medvednice, izgrađenom pretežno od metamornih stijena. Teren se drenira potocima, koji ga presijecaju u smjeru jugoistok-sjeverozapad. Oni pripadaju slivnom području rijeke Krapine, odnosno rijeke Save. Veći potoci su Drenovec, Poljanica, Bistra, Pronjak, Vidak, Rakova noga i Rijeka potok. Oni su tijekom cijele godine vodonosni s varijabilnim kapacitetom, ovisno o godišnjim dobima. Nagib korita potoka je blaži u sedimentnim stijenama nego u eruptivnom tijelu, a u mnogo slučajeva kroz magmatsko tijelo voda teče preko dekametarskih kaskada. Od izvora na istraživanom području najmarkantniji je Pušeni kamen. Izvor je na kontaktu efuzivnih stijena i matrikspotpornih konglomerata, a sastoji se od niza manjih izvora, koji markiraju reverzni rasjed pružanja sjeveroistok - jugozapad. Taj rasjed pripada pojasu sjeverozapadnog rubnog medvedničkog rasjeda. Osim njega markantan je i izvor na južnoj strani ulaza u napušteni kamenolom Gornja Bistra (Orešje).

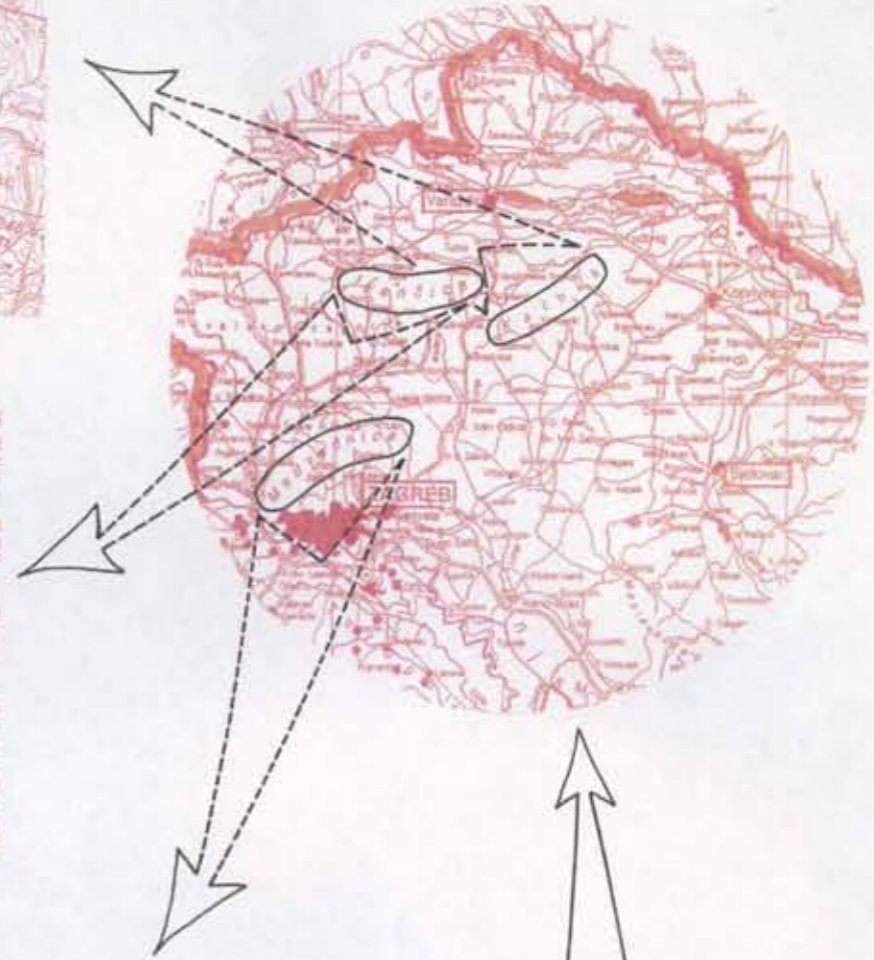
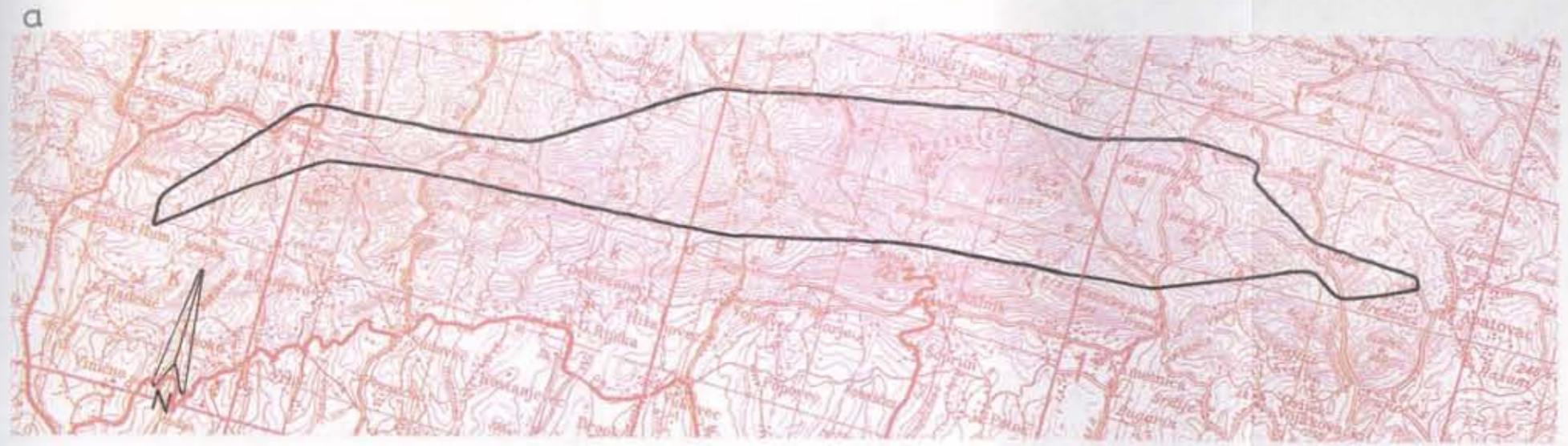
Istraživano područje najvećim dijelom obraslo je miješanom bjelogorično-crnogoričnom šumom, koja se mjestimično intenzivno eksploatira. Samo u području Fakultetskog dobra Maksimir teren je prekriven livadama i pašnjacima.

Unutar efuzivnog tijela nalazi se mnogo manjih i većih kamenoloma za eksploataciju tehničkog kamena. Od toga je za sada samo jedan aktivan i to u vršnom dijelu Bistra potoka, oko 3 km jugoistočno od naselja Kraljev Vrh. U njemu se otkopavaju, drobe i separiraju bazične efuzivne stijene kao tehnički kamen, koji se upotrebljava za nasipavanje cesta i kao granulat pri izradi asfalta.

Teren presijecaju brojni lokalni šumski putovi, koji služe isključivo za eksploataciju drva, a od važnijih, autom prohodnih, cesta treba spomenuti makadamske ceste Gornja Bistra - Sljeme, Kraljev Vrh - kamenolom Jelenja voda i Podgora - Rijeka potok kao i asfaltne ceste Puntijarka - Stubičke Toplice i Rakova noga - Podgora.

Istraživano područje nije naseljeno, za razliku od nižih predjela, sjeveroistočno i sjeverno od terena.

Drugi teren istraživanja na Medvednici nalazi se između Gornje Stubice i Marije Bistrice odnosno Laza Bistričkog i zauzima površinu od oko 30 km² (sl.1). Najmarkantnija uzvišenja na tom području su Oštri Hum i brdo Hum, a njihova visina ne prelazi 500 mNM. Teren dreniraju potoci Burnjak, Pinja i Bistrica i sva tri pripadaju slivu rijeke Krapine. Kapacitet ovih potoka ovisi o godišnjim dobima, ali je u prosjeku malen. Izvori su pretežno vezani uz kontakte trijaskih karbonatnih sedimenata i stijena izučavanih litostratigrafskih



Sl. 1. Zemljopisni položaj izučavanih terena (omeđena područja kartirana su u mjerilu 1:25.000, a na (b) brojevima u kvadratićima označeni su lokaliteti snimljenih geoloških stupova: 1 - Dugi jarek i Dugi jarek 2; 2 - Brišće i 3 - Gotalovec.

jedinica. Teren je najvećim dijelom prekriven livadama i pašnjacima, dok je manji dio obrastao bjelogoričnom šumom. Na ovom području se nalazi manji broj napuštenih kamenoloma u kojima su eksploatirane bazične efuzivne stijene. Sam teren ima slabo razvijenu mrežu putova i presijeca ga samo jedna makadamska cesta smjerom sjever - jug od Šagudovca prema Sekirevom Selu. Po rubu terena razmještena su i naselja, a selo Šagudovec nalazi se u njegovom sjevernom dijelu.

Kalnik (sl.1a). Područje istraživanja proteže se od doline rijeke Pake na zapadu, tj. od Huma Brezničkog, preko Ljuba vode, sjeverno od glavnog kalničkog grebena do mjesta Apatovec na istoku. Širina terena varira od manjih kilometarskih pojava na zapadnoj i istočnoj strani do kontinuiranog pojasa širine do 3 km, koji se proteže od Ljuba vode na zapadu do Medskog brda na istoku. Stijene izučavanih litostratigrafskih jedinica čine niži greben, koji se pruža paralelno i sjeverno od glavnog planinskog grebena. Najviša uzvišenja na istraživanom terenu su brda Korenić, Bračev vrh, Velika Špica, Starec, Medsko brdo i Peca kao najviši vrh među njima. Teren je dreniran potocima Paka, Ljuba, Kamešnica i Glogovnica. Ljuba potok pripada slivnom području rijeke Bednje odnosno Drave, a Paka, Kamešnica i Glogovnica slivnom području rijeke Lonje, odnosno Save. Ti potoci su tijekom cijele godine vodonosni, ali su relativno malog kapaciteta, koji opet ovisi o godišnjim dobima. Padine korita potoka su relativno strme i duboko usječene, a širina potočnih dolina varira u zavisnosti od geološke podloge. Od izvora, koji se pojavljuju na tom području najinteresantniji je onaj kod mjesta Apatovec, a radi se o izvoru mineralne vode, koja se puni u boce i komercijalno prodaje kao Apatovačka kiselica.

Istraživano područje najvećim je dijelom obraslo, pretežno, bjelogoričnom šumom, čije drvo se eksploatira kao ogrijevni materijal. Manje površine terena su livade i pašnjaci.

Od više kamenoloma za eksploataciju efuziva, danas je aktivan samo kamenolom Hruškovec, koji je smješten u centralnom dijelu izučavanog područja. Hruškovečki kamen služi kao sirovina u proizvodnji staklene vune te kao tehnički kamen pri izradi asfalta i za nasipavanje cesta i putova.

Na terenu nalazimo veoma mali broj prohodnih šumskih putova, a to područje presijeca i mali broj prohodnih makadamskih cesta pravcem sjever - jug. Najvažnije od tih su makadamske šumske ceste Kamešnica - Ljubeščica i Cari - Hruškovec. Na rubnim područjima važne ceste su Apatovec - Slanje te regionalna cesta Hum Breznički - Novi Marof.

Pošto se radi o pretežno šumom obraslom području ono je vrlo rijetko naseljeno, a sela i naselja nalaze se po rubnim dijelovima s južne i sjeverne strane.

Ivanščica (sl.1b). Proučavane stijene na ovoj gori zauzimaju njezin jugoistočni dio i to na dva odvojena područja. Jedno se proteže od Reka potoka na zapadu do mjesta Gotalovec na istoku, a drugo od Podruta na zapadu do Mađareva na istoku. Širina terena je vrlo varijabilna i iznosi od 1,5 do 2,5 km. Najviši vrhovi unutar proučavanog terena su Oštrc, Belige, Mrzljak i Greben grad. Najviša uzvišenja izgrađuju trijaski karbonati, koji se nalaze kao navlake preko istraživanih stijena (ŠIMUNIĆ et al., 1981, ŠIMUNIĆ, 1992). Teren je dreniran potocima Reka, Jagnjedovec, Brana, Selnica, Vrela i Zaječki potok, koji pripadaju slivnom području rijeke Krapine, a teku pretežno smjerom sjever - jug. Istočni dio terena dreniran je Lojnica potokom, koji pripada slivu rijeke Lonje i potokom Korušćak, koji pripada slivu rijeke Bednje. Potoci su relativno malog kapaciteta, koji ovisi o godišnjem dobu. Doline potoka su uske, sa strmim padinama i većim nagibom korita. Na rubnim dijelovima nalazimo veći broj manje važnih izvora. Kod Gotalovca, južno od napuštenog kamenoloma nalazi se izvor hipotermalne vode Topličica s temperaturom vode od 25° C, a kod Mađareva voda hipotermalnog vrela ima temperaturu od 22° C (ŠIMUNIĆ et al., 1981).

Isto kao i tereni Medvednice i Kalnika ova područja prekrivena su pretežno bjelogoričnom šumom, koja se umjereno eksploatira.

Na više mjesta u bližoj povijesti eksploatirao se metabazalt i dijabaz kao tehnički kamen. Svi ti kamenolomi danas više nisu aktivni.

Teren presijeca veoma mali broj šumskih putova, koji su u vršnim dijelovima neupotrebljivi. Najznačajnije prometnice su od Lobora do Starog Golubovca te od Podruta prema Margečanima, kao i regionalna cesta Hum Breznički - Novi Marof u istočnom dijelu istraživanog područja.

Unutar terena nema naselja, nego su ona koncentrirana po njegovom južnom rubu.

1.3. Geološki položaj istraživanih terena

Zbog regionalnog geološkog značaja izučavanih magmatskih stijena i s njima udruženih sedimenata najprije ću ukratko prikazati njihov geološki položaj u sklopu regionalnih tektonskih odnosa, a zatim ukratko i geološke odnose s okolnim stijenama. Detaljnija geotektonska obrada uslijediti će u poglavlju o geotektonskoj evoluciji ovih prostora.

1.3.1. Regionalni geološki položaj

Jedan dio magmatskih stijena sa sedimentima na Medvednici, Kalniku i Ivanščici predstavlja dezintegrirane dijelove ofiolitne sekvencije, koji zbog paleogeografske rekonstrukcije i zbog svog recentnog geotektonskog položaja zaslužuju posebnu pažnju. Danas postoji više mišljenja o pripadnosti proučavanih terena raznim geotektonskim cjelinama. Ovdje ću se ukratko osvrnuti samo na neke regionalne podjele, koje se uglavnom temelje na teoriji o tektonici ploča.

HERAK (1986) ističe da ovi tereni pripadaju "eudinamskom pojasu" tj. Supradinarikumu s elementima predalpinske osnove, koji su uključeni u današnje strukture. To područje poznato je i kao Unutarnjodinarski pojas odnosno Unutarnji Dinaridi u smislu HERAK et al. (1990). U radovima KOVÁCS et al. (1988) i HAAS et al. (1990 i 1995) tereni Medvednice, Kalnika i Ivanščice interpretirani su kao sastavni dijelovi Pelso megatektonske jedinice, koja je prema sjeverozapadu odvojena Rába-lineamentom od Istočnih Alpi odnosno Unutarnjih Zapadnih Karpata, a prema jugoistoku Srednjomađarskim lineamentom od megatektonske jedinice Tisije (KOVÁCS et al. 1988). Unutar megatektonske jedinice Pelso predmetni tereni uvršteni su u Središnju transdunavsku tektonsku jedinicu, koja predstavlja jako tektonizirani pojas između Ziljsko-Balatonskog rasjednog sistema na sjeverozapadu i Centralnomađarske rasjedne zone na jugoistoku. Sličnu geotektonsku podjelu ovih prostora dao je i ŠIKIĆ (1995a).

Na temelju radova CSONTOS (1995), CSONTOS et al. (1992) i BLEAHU et al. (1994) HARANGI et al. (1996) uvrstili su, između ostalih, područje Medvednice, Kalnika i Ivanščice u strukturni blok Alkapa tj. u strukturnu podjedinicu Gemer-Bükk. Alkapa blok na jugoistoku graniči sa strukturnim blokom Tisza i strukturnim blokom Adria na jugozapadu. Granica između Alkapa bloka i Adria bloka položena je u savsku dolinu, a proteže se od Ljubljane do istočno od Beograda. Granica između Alkape i Tisze je slična kao i u prethodno navedenim radovima mađarskih autora.

Međutim, pretpostavku da su istraživana područja nastavak dinaridskog ofiolitnog pojasa nalazimo u radovima KIŠPATIĆ (1914, 1918), PAMIĆ & JELASKA (1975), JELASKA & PAMIĆ (1979), ŠPARICA et al. (1979), HERAK et al. (1990) i PAMIĆ (1997).

1.3.2. Geološki položaj proučavanih litostratigrafskih jedinica

U ovom će poglavlju ukratko biti opisani odnosi između stijena, koje se nalaze u neposrednom kontaktu s izučavanim jedinicama kao i njihovi međusobni geološki odnosi. Detaljni podaci o karakteru i izgledu geoloških granica i rasjeda na pojedinim lokacijama na terenu mogu se proučavati na litostratigrafskim kartama (prilozi 1, 2 i 3) i geološkim stupovima.

Medvednica (prilog 1 i 2) - Od potoka Drenovec do Rijeke potoka prema sjeverozapadu diskordantno na proučavane litostratigrafske jedinice, uokvirujući istraživani teren, naliježu pliocenski šljunci, pijesci i gline s rijetkim proslojcima pješčenjaka i konglomerata. Proučavane jedinice mjestimično su, zbog tektonske rotacije pojedinih blokova, u reversnom odnosu s karbonatima badenske starosti (južno od Podgore), a istočno od Poljanice i s prethodno opisanim neogenskim sedimentima. Na jugoistočnoj strani izučavanog terena granično područje ima mnogo složenije geološke odnose. Geološku građu između Poljanice i lugarnice Oštrica karakteriziraju ljuskave strukture, gdje su sedimenti gornje krede i paleogena (vapnenci, kalcitični siltiti, kalkareniti) višestruko ukliješteni između pojedinih izučavanih litostratigrafskih jedinica i predstavljaju, vjerojatno, rastrgane borane strukture. Dalje prema sjeveroistoku dominira navlaka glavnog trupa Medvednice, izgrađenog od metamorfnih stijena vrlo niskog i niskog stupnja metamorfizma, koja mjestimično dolazi direktno u kontakt s proučavanim litostratigrafskim jedinicama. U većini slučajeva je jače naborala i ljuskavo ukliještila mlađe sedimente. U sjeveroistočnom dijelu, u području Rijeke potoka, kontakt između izučavanih stijena i metamorfnih stijena je rasjedni.

Dalje na sjeveroistok prema strukturi Hum - Šagudovec u području Slanog potoka izviruju pojedinačni izdanci magmatskih stijena sa sedimentima ispod mlađeg tercijarnog pokrivača.

Sedimentne stijene neogena (vapnenci, konglomerati, pješčenjaci, siltiti, lapori, šljunci i pijesci) u području Hum-Šagudovca nalaze se s južne strane najvećim dijelom u diskordantnom odnosu s izučavanim litostratigrafskim jedinicama, dok se one na sjevernoj strani nalaze ukliještene ispod mlađih reversa. Osim stijena neogenske starosti u tom području nalazimo i sedimente donjeg i srednjeg trijasa u kontaktu s proučavanim stijenama. Kontakt s trijaskim stijenama je erozijsko-diskordantan, ali zbog djelovanja mlađe tangencijalne tektonike on je u području potoka Burnjak kao i kod Laza reversan. U centralnom dijelu terena nalazimo i metamorfne stijene Rijeke potoka, koje su prema jugu i istoku u normalnom

rasjednom kontaktu s jedinicom Markov Travnik, a prema istoku one su reversno nagurane na jedinicu Oštrc.

Kalnik (prilog 3) - Na području ovoga gorja izučavane stijene su u manjoj mjeri otkrivene nego na Medvednici. U krajnjem zapadnom i istočnom dijelu one izviruju kao izolirane pojave ispod sedimenata donjeg miocena. Samo u centralnom dijelu Kalničke gore one čine kompaktnu zonu, koja je prema jugu u rasjednom ili u tektonsko-erozijskom kontaktu s pijescima, šljuncima, laporima, pješčenjacima, šejlovima, konglomeratima i brečama donjeg miocena (ŠIMUNIĆ et al. 1982; HEĆIMOVIĆ 1995). Prema sjeveru magmatske stijene sa sedimentima reversno su nagurane na prethodno spomenute donjomiocenske naslage (prilog 3). U području Ljuba vode nalazimo konglomerate, vapnence, lapore, tufove, tufite i breče srednjomiocenske starosti, koje su transgresivne, kako na izučavane litostratigrafske jedinice, tako i na sedimente donjeg miocena. Na dvije izolirane pojave, sjeverno od sela Cari i sjeverno od naselja Kalnik izučavane stijene, prema sjeveru, graniče s karbonatnim brečama paleogenske starosti, dok su prema jugu prekrivene mladim tercijskim i kvartarnim sedimentima.

Ivanščica - Geološki odnosi između magmatskih stijena sa sedimentima i okolnih naslaga na ovoj planini su slični onima na Kalniku (poglavito se to odnosi na tercijske jedinice). Na južnoj strani su donjomiocenski pješčenjaci, konglomerati, šljunci, lapori i gline skoro u pravilu u rasjednom kontaktu s izučavanim formacijama, dok bioakumulirani i laporoviti vapnenci, vapnoviti lapori i pješčenjaci badenske starosti, osim u iznimnim slučajevima, leže diskordantno na njima (ŠIMUNIĆ et al., 1982; ŠIMUNIĆ 1992).

Za razliku od Kalnika na Ivanščici nalazimo izdanke vapnenaca gornjojurske do donjokredne starosti, koji u području staroga grada Lobor leže diskordantno na karbonatnim sedimentima srednjeg i gornjeg trijasa, dok se one dalje prema istoku nalaze u rasjednom kontaktu s mlađim formacijama. Za proučavane litostratigrafske jedinice na Ivanščici karakteristični su brojni izolirani navlačci, odnosno dijelovi navlaka dolomita, vapnenca i dolomitnih breča gornjeg trijasa, koje nalazimo po svim hipsometrijski višim dijelovima izučavanog terena (ŠIMUNIĆ et al., 1981; ŠIMUNIĆ, 1992). U centralnom dijelu područja, u široj okolici Gotalovca, nalazimo manje, izolirane pojave magmatskih stijena sa sedimentima, koje su u potpunosti okružene naslagama donjeg odnosno srednjeg miocena, koje pretežito leže diskordantno na njima, dok ih podređeno nalazimo i u rasjednom kontaktu.

1.4. Povijest istraživanja

Za područje Medvednice, Kalnika i Ivanščice postoji bogata geološka faktografija iz prošlog i ovog stoljeća. Od mnogobrojnih literaturnih podataka ovom prigodom osvrnut ću se samo na one radove, koji se, na predmetnim područjima, odnose na izučavanje magmatskih stijena i s njima udruženih sedimenata. Pri tome sam svjestan da neki radovi, koji indirektno zadiru u tu problematiku, u ovom poglavlju neće biti u dovoljnoj mjeri predstavljeni, no međutim neki će od njih ipak biti spominjani kasnije u određenim poglavljima. U protivnom bi opis povijesti geoloških istraživanja ove tri planine prešao okvire ovoga rada.

Prvi zapisi o magmatskim i okolnim stijenama Medvednice i Kalnika potječu već iz sredine prošloga i s početka ovoga stoljeća (VUKOTINOVIĆ 1853 i 1860; FOETTERLE 1861, 1861a; WOLF 1861; PILAR 1881). KOCH je 1904. detaljnije opisao već ranije spomenuta nalazišta serpentina na Kalniku odnosno Zagrebačkoj gori. Na dva lokaliteta (Moravče i Rijeka potok) na Medvednici opisani izdanci su sekundarni, dok je onaj kod Gornjeg Orešja primaran. Na Kalniku nalazišta su opisana kao primarna. Autor je konstatirao da se serpentin na Kalniku i Medvednici nalaze između krednih i tercijarnih naslaga.

U klasičnom djelu o geologiji Zagrebačke gore GORJANOVIĆ-KRAMBERGER (1908) detaljno opisuje zonu eruptiva, koja se proteže sjeverozapadnim padinama od Novaka do Marije Bistrice, a izgrađena je od bazalta, dijabaza i gabra. Oni su praćeni tufitičnim pješčenjacima, pješčenjacima, silicificiranim vapnencima i radiolaritima. Ta se zona može pratiti i na Kalniku. Starost stijena te zone autor nije mogao točnije definirati, ali navodi da izgledaju starije od, između njih boranih, gozavskih sedimenata. Osim toga isti autor izradio je 1904. godine i geološku kartu područja Ivanščice na listu Zlatar-Krapina, a u popratnom tumaču smatra da su magmatske stijene trijasko starosti.

Podrobniji petrografski opis magmatskih stijena, bez odredbe starosti, za područje Kalnika i Zagrebačke gore dao je KIŠPATIĆ (1914 i 1918), a opisuje dijabaze, olivinske dijabaze, olivinske gabre i lercolite. Autor uspoređuje te stijene na Medvednici s onima u bosanskoj serpentinskoj zoni i izvodi zaključak da se ta zona nastavlja na Medvednici i na Kalniku.

Kod opisa geologije Kalničke gore POLJAK (1942) smatra da starije fliške naslage pripadaju srednjem i gornjem trijasu, a mlađe isto kao i na Medvednici gornjoj kredi.

Prilikom proučavanja krede na sjevernim padinama Medvednice NEDELA-DEVIDÉ (1956) utvrdila je da se zajedno s eruptivima pojavljuju sivi lapori i glineni

škriljavci u izmjeni s kvarcnim pješčenjacima, ali da zbog nedostatka provodnog fosilnog sadržaja nije dokazana kredna starost tih sedimenata.

Najdetaljniji petrografski opis i petrogenezu magmatskih stijena na sjevernoj strani Medvednice s geološkom kartom nalazimo u radovima CRNKOVIĆ-a (1960 i 1963). On u tim radovima razčlanjuje magmatske stijene na ultrabazične, bazične abisalne i hipoabisalne te efuzivne. Svaka grupa izgrađena je od više varijeteta. Osim toga izdvojene su i opisane piroklastične stijene (vulkanske breče i tufovi). Nadalje, autor je opisao i brojne metamorfne promjene na kontaktu dijabaza i gabra s okolnim stijenama. On je konstatirao, osim kontakata utiskivanja, i pojave brojnih anklava kvarcnih pješčenjaka, silita i rekristaliziranih vapnenaca. Po tom autoru magmatske stijene Zagrebačke gore pripadaju diferencijacijskom nizu izvorne bazične magme, koja je bila obogaćena natrijem i predstavljaju asocijaciju kalcijско-natrijskih i natrijskih stijena. Polifazna magmatska aktivnost odvijala se je tijekom gornje krede u alpskom orogenetskom ciklusu, a stijene su mjestimično metamorfozirane u vrlo niskom stupnju metamorfizma.

Šezdesteih godina uslijedila je serija geoloških istraživanja na Ivanščici. HERAK (1960) opisuje gornjokredne fliške naslage, kojima je pribrojio i pješčenjake s dijabazima i bazaltima, ali bez paleontološke dokumentacije. Magmačke stijene kamenoloma Gotalovec proučavali su GOLUB & VRAGOVIĆ (1960) i detaljno su opisali dijabaz i spilit. Autori su naveli da je spilitsko tijelo utisnuto između slojeva glinenih škriljavaca, dok su za starost magmatskih stijena naveli podatke od GORJANOVIĆ-KRAMBERGER-a (1904) i HERAK-a (1960). Petrografski i petrokemijski opis magmatskih stijena s više lokaliteta na jugoistočnim padinama Ivanščice dali su GOLUB & ŠIFTAR (1965).

Prvim nalazom jurskih tintinida, algi i foraminifera u kalkarenitima unutar klastičnih naslaga s ofiolitima ŠIKIĆ & GRIMANI (1965) svrstali su te sedimente u gornju juru.

S početka sedamdesetih godina potječu prvi dokumentirani nalazi donjokrednih sedimenata (gornji apt - donji alb) s više lokaliteta na sjeverozapadnim padinama Medvednice (GUŠIĆ 1971 i 1974). Ti karbonatni sedimenti izgrađeni su pretežno od mikrita i kalkarenita, a uloženi su u lapore i pješčenjake.

Opisujući tektogenezu zapadnog dijela Zagrebačke regije ŠIKIĆ & BASCH (1975) izdvojili su vulkanogeno-sedimentnu zonu na Samoborskoj gori i na Medvednici kao zasebnu tektonsku jedinicu. Osim toga pretpostavili su nastavak te zone, preko Huma na Kalnik, kao i genetsku i vremensku povezanost tih predjela s južnim padinama Ivanščice s izrazito

tektoniziranim dijelovima jedinstvenog sedimentacijskog prostora. Starost vulkanogeno-sedimentnog kompleksa determinirana je kao apt - turonska.

U radovima, koji su izvedeni na području Ivanšćice (BABIĆ & ZUPANIĆ 1973 i BABIĆ 1974 i 1975) autori potvrđuju prijašnje nalaze gornjojurskih sedimenata, ali dokazuju i postojanje donjojurskih, srednjoturonskih kao i donjokrednih sedimenata. U opisu paleogeografske evolucije Ivanšćice BABIĆ (1976) navodi da je na prijelazu trijas/jura nastupio naglo produbljavanje taložnog prostora i da postoji kontinuitet sedimentacije od gornjeg trijasa do valendisa, nakon čega dolazi do dubokih tektonskih lomova i prodora ofiolita. Paleontološkim ispitivanjima klastičnih karbonatnih sedimenata u području između Reke potoka i Belca staroga grada BABIĆ & GUŠIĆ (1978) utvrdili su njihovu donjokrednu starost (otriv - alb (-?cenoman)). Klastične sedimente s ofiolitima na tim prostorima BABIĆ & ZUPANIĆ (1978), BABIĆ et al. (1979) i ZUPANIĆ et al. (1981) podijelili su u dvije cjeline i to na Oštrc formaciju i Repno kompleks. Oštrc formaciju izgrađuju turbiditni i neturbiditni sedimenti donjokredne starosti, a Repno kompleks izgrađuje šejl s uronjenim elementima pješčenjaka, rožnjaka i ofiolitnih eruptiva. Starost ovog kompleksa prema njihovim navodima je alb - turonska.

Vulkanske stijene trijase starosti na sjevernim padinama Ivanšćice u potoku Železnici opisali su ŠIMUNIĆ et al. (1976, 1979, 1981, 1982), ŠIMUNIĆ & ŠIMUNIĆ (1980), ŠIMUNIĆ (1992) i MARCI et al. (1982, 1984 i 1988), a geokemiju tufova sjeverno od mjesta Podrute uradila je MARCI (1987).

Na području Kalnika CRNKOVIĆ et al. (1974) petrografski su opisali gabro u kamenolomu Hruškovec i starosno ga uvrstili u gornju kredu. Eruptivne stijene sa sedimentima ŠIMUNIĆ & ŠIMUNIĆ (1979) uvrstili su u facijes kaotičnih naslaga i smatraju ih ekvivalentima vulkanogeno-sedimentne formacije ili krednog ofiolitnog melanža, koji se preko Banije i sjeverne Bosne nastavlja dalje prema jugoistoku.

Izradom Osnovne geološke karte 1:100.000 obuhvaćena su sva tri područja istraživanja (ŠIKIĆ et al. 1977; BASCH 1981 i ŠIMUNIĆ et al. 1982), a u pratećim tumačima (ŠIKIĆ et al. 1979; ŠIMUNIĆ et al. 1981 i BASCH 1983) opisali su sedimente (pješčenjake, šejlove, lapore, kalkarenite i rožnjake), koji se pojavljuju s raznovrsnim magmatskim stijenama (peridotiti, gabri, dijabazi i spiliti) i piroklastitima. Starost magmatskih i s njima udruženih sedimentnih stijena određena je na području Medvednice kao apt - turonska, a na području Ivanšćice i Kalnika kao otriv - turonska.

Opisujući ofiolite Dinarida PAMIĆ (1982) spominje i manje izdanke krednih ofiolita na Medvednici i Ivanščici. PAMIĆ (1997) opisao je ofiolitne stijene na Kalniku i konstatirao je da su one stvarane u vremenskom rasponu od srednjeg trijasa do donje krede.

Krajem osamdesetih i početkom devedesetih objavljena je serija radova o magmatskim stijenama Kalnika (VRKLJAN 1988, 1989, 1992, 1994 i VRKLJAN & VRAGOVIĆ 1991). U tim radovima opisani su spiliti, spilit-keratofiri, keratofiri, izmijenjeni dijabazi, metabazalti i gabri. Autori navode da se magmatizam odvijao tijekom gornje krede u vidu višekratnih efuzija ili plitkih intruzija toleitnih magmi bazaltoandezitskog sastava. U radu VRKLJAN & ALJINOVIĆ (1995) opisani su kontakti sedimentata i magmatskih stijena. Utjecaj efuzija na sedimente očituje se kroz njihovu zdrobljenost i uklapanje u efuzive. Autori navode da je starost magmatizma Kalničkog gorja gornjokredna ili mlađa.

Sedimentno-petrografsku analizu krednih i paleocenskih klastita Medvednice napravila je CRNJAKOVIĆ (1987, 1987a i 1989) i pri tome proučavani su, osim ostalih, i paleontološki dokumentirani donjokredni klastični sedimenti. Autorica navodi da su klastiti donje krede nastali trošenjem sedimentnih stijena (pješčenjaka, šejlova i rožnjaka, a podređeno i karbonata), niskometamorfnih i magmatskih stijena. Kao izvorno područje navodi se reciklirani orogen s utjecajem izvora kontinentalnog tipa, a manje stijena subdukcijskog kompleksa.

BABIĆ et al. (1992) navode da se mezozojski kaotični kompleks Medvednice, Ivanščice i Kalnika sastoji od šejla (matriks) i različitih klasta (pješčenjaci, šejlovi, rožnjaci, siliti i spiliti kao i ultramafiti i vapnenci). Stratigrafski kontakt ovog kompleksa s drugim jedinicama nije nađen. Autori smatraju da je ovaj kompleks nastao tijekom subdukcije, čiji šav treba tražiti u tri pravca i to u dijagonalnoj unutarnjopanonskoj zoni, bosanskoj ofiolitnoj zoni ili u periadriatskom šavu.

ŠIMUNIĆ et al. (1993) opisali su kaotične komplekse stijena jugozapadnog dijela Panonskog bazena. Na području Medvednice, Kalnika i Ivanščice izdvojili su kredni ofiolitni melanž, olistrostromske facijese u krednom i paleocenskom flišu i egzotične dolomitno-vapnenačke breče post-paleocenske starosti.

Proučavajući radiolarite Kalnika i Medvednice HALAMIĆ & GORIČAN (1995) dokazali su da je jedan dio tih silicijskih stijena srednjotrijaske do gornjotrijaske starosti. Pošto se radiolariti na Kalniku proslojavaju s magmatskim stijenama ili leže direktno na njima dokazana je i trijaska starost jednog dijela efuzivnih bazičnih stijena. Osim toga

HALAMIĆ et al. (1995, 1998) dokazuju i prisutnost jurskih radiolarita udruženih s magmatskim stijenama na Medvednici i to u području između Poljanice i Gornje Bistre.

ŠIKIĆ (1995a) uvrstio je terene Medvednice, uz modifikaciju Centralne mađarske rasjedne zone, u Središnji transdunavski tektonski pojas (usporedi KOVÁCS et al. 1988 i HAAS et al. 1990 i 1995). Osim toga, autor navodi da sedimenti apt-albske starosti na sjeverozapadnim padinama Medvednice nemaju dokazane direktne kontakte s magmatskim stijenama, nego da magmatsko-sedimentni kompleks izgrađuju sedimenti i magmatiti vremenskog raspona cenoman-turon. Opisujući strukturne odnose i tektogenezu Medvednice ŠIKIĆ (1995b) iznosi mišljenje da su u magmatsko-sedimentni strukturni kompleks (stijene starosnog raspona apt-turon) uključeni i ostaci ofiolitnog pojasa Unutarnjih Dinarida.

TOMLJENović (1995) opisuje stratigrafski i tektonski položaj sedimentnog kompleksa s magmatskim stijenama jednog dijela sjeverozapadnih padina Medvednice i pretpostavlja, na temelju paleontoloških odredbi starosti (HALAMIĆ & GORIČAN 1995 i HALAMIĆ et al. 1995), trajanje magmatizma od gornjeg trijasa do donje krede, a formiranje ofiolitnog melanža pretpostavlja u rasponu od donje krede do paleocena.

U seriji radova za izradu Geološkog vodiča Medvednice HALAMIĆ & SLOVENEĆ (1995a-f) i SLOVENEĆ & HALAMIĆ (1995a-c) opisali su brojne izdanke magmatita i s njima udruženih sedimenata na istraživanom području Medvednice.

HALAMIĆ et al. (1998) na temelju odredbi konodonti u karbonatima (mikritni vapnenci) između pillow-lava u kamenolomu Gornja Bistra (Orešje) dokazuju da je jedan dio magmatskih stijena u jugozapadnom dijelu istraživanog područja na Medvednici i trijasko starosti.

SLOVENEĆ (1998) iznijeti će najnovije petrološke i petrokemijske podatke o bazičnim magmatskim stijenama u području između potoka Bistra i potoka Voda v Rakovoj nogi na sjeverozapadnim padinama Medvednice.

1.5. Problemi istraživanja

Starost izučavanog "magma-sedimentnog kompleksa" Medvednice, Kalnika i Ivanščice određivana je na temelju nedefiniranog zajedničkog pojavljivanja magmatskih stijena i fosilifernih klastičnih karbonatnih sedimenata kao donjokredna do gornjokredna ($K_{1,2}$) (ŠIKIĆ & BASCH, 1975; BABIĆ & GUŠIĆ, 1978; ŠIKIĆ et al., 1979; ŠIMUNIĆ & ŠIMUNIĆ, 1979) ili kao gornjokredna (HERAK, 1960; CRNKOVIĆ, 1963; VRKLJAN &

VRAGOVIĆ, 1991; VRKLJAN & ALJINOVIĆ, 1995). Magmatske stijene su neposredno nakon njihovog nastanka, a i kasnije, pretrpjele određene promjene, što uvelike otežava određivanje njihove izotopne starosti, pa je izučavanje i određivanje fosilnog materijala u silicijskim i karbonantim sedimentima (radiolarije i konodonte), koji su vezani uz njih bilo od izuzetne važnosti za točno određivanje starosti magmatizma. Novi paleontološki podaci za radiolarite Kalnika te za dio radiolarita Medvednice kao i za vapnence između pillow lava u kamenolomu Orešje (Gornja Bistra) na Medvednici, ukazuju na njihovu srednjotrijasku do gornjotrijasku starost (HALAMIĆ & GORIČAN, 1995; HALAMIĆ et al., 1998), dok dio radiolarita Medvednice posjeduje i srednjojursku starost (HALAMIĆ et al., 1995, 1998; GORIČAN & HALAMIĆ, 1997). Ovi podaci otvorili su i pitanje starosti većeg dijela magmatskih stijena Medvednice u kojima do sada nisu pronađeni sedimenti s validnim fosilnim materijalom za određivanje njihove starosti. Na Ivanščici su izvan proučavanog "magma-sedimentnog kompleksa" i od prije poznate magmatske i piroklastične stijene srednjotrijaske starosti, koje su uložene u sitnozrnate klastite (ŠIMUNIĆ et al., 1976, 1979, 1981, 1982; ŠIMUNIĆ & ŠIMUNIĆ, 1980; ŠIMUNIĆ, 1992; MARCI et al., 1982, 1984, 1988; MARCI, 1987 i dr.). Za razliku od izučavanih stijena ove magmatske stijene nastajale su vjerojatno u drugačijem geotektonskom okolišu.

Zbog gore navedenog, bilo je potrebno detaljno sedimentno-petrografsko, geokemijsko, paleontološko i sedimentološko proučavanje sedimentnih stijena vezanih uz magmatske stijene u cilju dobivanja podataka o njihovoj starosti, batimetriji kao i mehanizmima i okolišu taloženja. Na takvim proučavanjima temeljeni su i indirektni zaključci o vremenu i mjestu nastanka ofiolitnih i drugih magmatskih stijena, što je, uz današnji međusobni tektonski položaj sedimenata i eruptiva, bila polazna točka za rekonstrukciju geodinamičke evolucije dotičnog prostora.

Proučavanjem donjokrednih sedimenata Ivanščice ZUPANIĆ et al. (1981) zaključili su da je raspored stijena, koje su hranile sedimentacijski bazen tijekom donje krede nastao tektonskim sažimanjem uz obdukciju dijelova oceanske kore i gornjeg plašta. Nadalje, BABIĆ et al. (1992) naveli su da stijene predmetnih terena čine mezozojski kaotični kompleks, koji je nastao tijekom subdukcije uz nagomilavanje različitih komponenti. Na temelju tih zaključaka trebalo je detaljno proučiti pojedine dijelove priraštajne prizme, a što je od velike važnosti za rekonstrukciju geodinamičke evolucije jugozapadnog dijela Panonskog prostora od trijasa do donje krede.

Dio izučavanih stijena na predmetnim terenima pokazuje i određena svojstva melanža ("izmiješanosti") te je bilo potrebno proučiti i definirati međusobne odnose, kako utvrđenih dijelova litostratigrafskih jedinica tako i odnose stijena unutar njih, u cilju dobivanja podataka za karakterizaciju melanža.

U novije vrijeme objavljeni su i paleontološki podaci (konodonte) o trijaskoj starosti protolita jednog dijela metamornih stijena Medvednice (jedinice Medveščak i Bliznec) (BELAK et al., 1995; DURDANOVIĆ, 1973) te podaci o prvom nalazu modrih škrljavaca na Medvednici (BELAK & TIBLJAŠ, 1998) što je također od izuzetnog značaja za rekonstrukciju subdukcijskih procesa na ovim prostorima, koji su odgovorni i za smještanje mezozojskih ofiolita.

Težište ovog rada bilo je na sedimentno-petrografskom, geokemijskom, paleontološkom i sedimentološkom izučavanju sedimentnih stijena, vezanih uz magmatske stijene, koje čine dijelove subdukcijsko-priraštajnog klina. Magmaatske stijene predstavljene su samo u tolikoj mjeri da se mogu petrološki i petrokemijski klasificirati te da se odredi geotektonski položaj njihovog nastanka.

Istraživanja su prvenstveno temeljena: na rezultatima izrade detaljne litostratigrafske karte Republike Hrvatske (područje sjeverozapadnog dijela Medvednice, područja Hum-Šagodovec i Kalnika); rezultatima snimanja detaljnih geoloških stupova i profila u pojedinim litostratigrafskim jedinicama i rezultatima laboratorijskih analiza prikupljenih uzoraka. Uvažavani su i rezultati dosadašnjih geoloških istraživanja na ovim prostorima.

2. LITOSTRATIGRAFSKA KARAKTERIZACIJA JEDINICA

U okviru izrade formacijske karte Republike Hrvatske 1:50.000 primarna zadaća bila je ustanoviti kartirajive jedinice ili njihove dijelove, koje izgrađuju proučavana područja. Na temelju prikupljenih litičnih podataka bilo je, unutar subdukcijsko-priraštajnog kompleksa, moguće proučavane stijene asocirati u slijedeće neformalne litostratigrafske jedinice: **Kestenik, Poljanica, Kraljev Vrh, Markov Travnik, Dugi Jarek i Oštre** te litodemsku jedinicu **Markovčak**. Njihov prostorni raspored vidljiv je na litostratigrafskim kartama (prilozi 1, 2 i 3).

2.1. Jedinica Kestenik

Tipični lokalitet na kojem je ova jedinica definirana i po kojem je dobila ime nalazi se na Kalniku, 4,5 km sjeveroistočno od naselja Kalnik, odnosno 500 m sjeveroistočno od kote 498, zvane Jasenov brijeg (prilog 3). Izdanci ove jedinice (sl.2) nalaze se u zasjeku šumskog puta, koji vodi od makadamske ceste Kamešnica-Drenovec preko Jasenovog brijega u potok Kamešnicu (sl.2) (HALAMIĆ & GORIČAN 1995). Početne koordinate snimljenog stupa su: X 513100 i Y 638415.



Sl. 2. Izdanak radiolarita na tipičnom lokalitetu Kestenik (Kalnik).

Stijene ove jedinice, osim na tipičnom lokalitetu i Rakovom potoku izgrađuju područja Kalnika i dalje prema zapadu preko Kamešnice potoka, Kalničkog potoka i Hruškovca do Ljuba potoka odnosno potoka Jazvine (prilog 3).

Na Medvednici također nalazimo takvih stijena i to u području između potoka Poljanica i potoka Bistre u, približno, 2 km širokom, tektonski jako dezintegriranom pojasu (prilog 1). Nadalje, nalazimo ih na Hum-Šagudovcu i to u dolini potoka Pinje, zatim zapadno od sela Ščurići kao i sjeverno od sela Fučki (prilog 2). Na istraživanom području Ivanščice do sada nisu utvrđene naslage ove jedinice.

Jedinicu Kestenik izgrađuju pelagički sedimenti. Pretežu silicijske i siliciklastične sitnozrnate stijene (2.1.1.), koje je moguće grupirati u: a) radiolarite i b) šejlove i siltite. Osim toga u ovu jedinicu ubrajamo piroklastične i bazične efuzivne stijene, koje se proslojavaju sa silicijskim sedimentnim stijenama (2.1.3.). Sporadično nalazimo i pelagičke karbonatne stijene (2.1.2.).




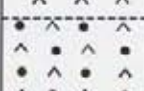

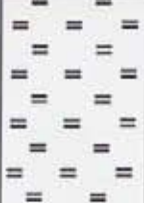

2.1.1. Radiolariti, šejlovi i siltiti

U Mediteranskom prostoru, kojemu, paleogeografski, pripadaju i istraživana područja, ove stijene vezane su uz orogenetske pojaseve, gdje ih najčešće nalazimo udružene s ofiolitnim stijenama. U tipičnoj ofiolitnoj sekvenciji radiolariti, uz željezom i manganom bogate madstone, šejlove, siltite i vapnence, čine njezin vršni dio, tj. sloj I (vidjeti sl.3).

a) Radiolariti

U sedimentno-petrografskoj definiciji radiolarita nije određena kvantitativna granica sadržaja silicija u tim stijenama. *Međutim, može se reći da su radiolariti sensu stricto rožnjaci, koji sadrže više od 50% kvarca organskog podrijetla, koji najvećim dijelom potječe od radiolarijskih skeleta (RUITZ-ORTIZ et al. 1989). Radiolariti u širem smislu riječi su centimetarsko do decimetarsko debeli, slojeviti radiolarijski rožnjaci u ritmičkoj izmjeni s milimetarsko do centimetarsko debelim proslojcima radiolarijskih šejlova, silicificiranih šejlova ili siltita (DE WEVER 1989) ili su to prugasto uslojeni radiolarijski rožnjaci (JENKYNS & WINTERER 1982).*

Radiolarite jedinice Kestenik nalazimo na Medvednici u koritu i na obalama potoka Poljanice, oko 1,2 km istočno od istoimenog sela. Odatle se oni protežu u užem, isprekidanom pojasu prema sjeveru do potoka Bistre (prilog 1). Dekametarske do hektometarske izdanke radiolarita na Hum-Šagudovcu nalazimo u potoku Pinji istočno od sela Šagudovec, zatim neposredno zapadno od sela Ščurići i sjeverno od sela Fučki (prilog 2).

SLOJ 1		0,3 km	Dubokomorski sedimenti
SLOJ 2		0,3 - 0,7 km	Pillow lave i pločasti izljevi bazalta
SLOJ 3		1,0 - 1,5 km	Dajkovi ("Sheeted complex")
		2,0 - 5,0 km	Gabro i amfibolit
MOHO			Kumulatni gabro
SLOJ 4		>7,0 km	Peridotit, uslojen
			Peridotit, dunit (neuslojen)

Sl. 3. Tipična ofiolitna sekvencija (WILSON, 1989).

Na Kalniku radiolariti su otkriveni u području Kestenika, vršnim dijelovima Rakovog potoka, u Kalničkom potoku, u vršnim dijelovima sjeverne strane kamenoloma Hruškovec, u potoku Jazvina zapadno od Hruškoveca te u središnjem dijelu Ljuba potoka (prilog 3).

Izdanke radiolarita u pravilu izgrađuju centimetarski do decimetarski slojevi tamnocrvenog ili ljubičastocrvenog radiolarijskog rožnjaka, homogene teksture, koji se ritmički izmjenjuju s milimetarskim do centimetarskim laminama silicificiranih šejlova i siltoznih šejlova iste boje (sl.4). Na nekim izdancima radiolarijski rožnjak postupno prelazi u šejl, uz smanjenje silicijske komponente, te se tada ne zamjećuje mehanički diskontinuitet između rožnjaka i šejla. Na mjestima gdje šejl sadrži manje silicijske komponente postoji i mehanička ploha razdvajanja između radiolarijskog rožnjaka i pelita. Tamnocrvena i ljubičastocrvena boja potječe od hematitne supstance, koja je dispergirana u matriksu u vidu sitnih pigmenata submilimetarske veličine. Na izdanku u istočnom pritoku potoka Jazvina, neposredno istočno od Hrastovog brijega, slojevi rožnjaka imaju na rubovima zelenu boju dok su u sredini sloja tamnocrvene boje isto kao i proslojci šejlova (sl.5). To pokazuje da je



Sl. 4. Tipični prugasti radiolarit (potok Poljanica, Medvednica) (Ø poklopca objektiva = 5.5 cm).

hematitna supstanca, koja je taložena zajedno sa sedimentima, prilikom dijagenetskih procesa izlučivana i odstranjivana pomoću otopina, koje su kolale na granici između šejla i rožnjaka.

Na brojnim izdancima slojevi rožnjaka pokazuju zadebljanja ili istanjenja što je vjerojatno posljedica dijagenetskog transporta materijala uslijed nadslojnog tlaka i precipitacije silicija ("pinch and swell" teksture - JENKYNS & WINTERER 1982) (sl.6). Slojne plohe rožnjaka su većinom neravne odnosno valovite, ali oštre. Na više lokaliteta radiolariti su i intenzivno borani (sl.7), a nalaze se i slojevi u inverznom položaju, što je dokazano detaljnom analizom mikrofosilne zajednice (izdanak Poljanica - HALAMIĆ & GORIČAN 1995).

U središnjem dijelu stupa u Poljanici (sl.8-4b) nalazi se oko 20 cm debeo proslojak tufitičnog radiolarijskog siltoznog šejla, zelenkastosive boje i homogene teksture. Osim toga, unutar slojeva radiolarijskih rožnjaka konstatirani su i proslojci obogaćeni manganskom supstancijom, debljine od nekoliko milimetara do 2 centimetra (sl.9). Kemijska analiza jednog takvog proslojka pokazala je da on sadrži 47,96%MnO; 1,28%Fe₂O₃ i 1,19 % TiO₂.

Na nekim lokalitetima zapažena je i izmjena nekoliko metara debelih paketa opisanih radiolarita i paketa siltoznih šejlova masivne teksture bez proslojaka radiolarijskog rožnjaka.

Osnovu radiolarijskih rožnjaka čini kriptokristalasti do mikrokristalasti kvarc. U njoj nalazimo radiolarijske skelete veličine od 0,1 do 0,35 mm, koji su najvećim dijelom ispunjeni

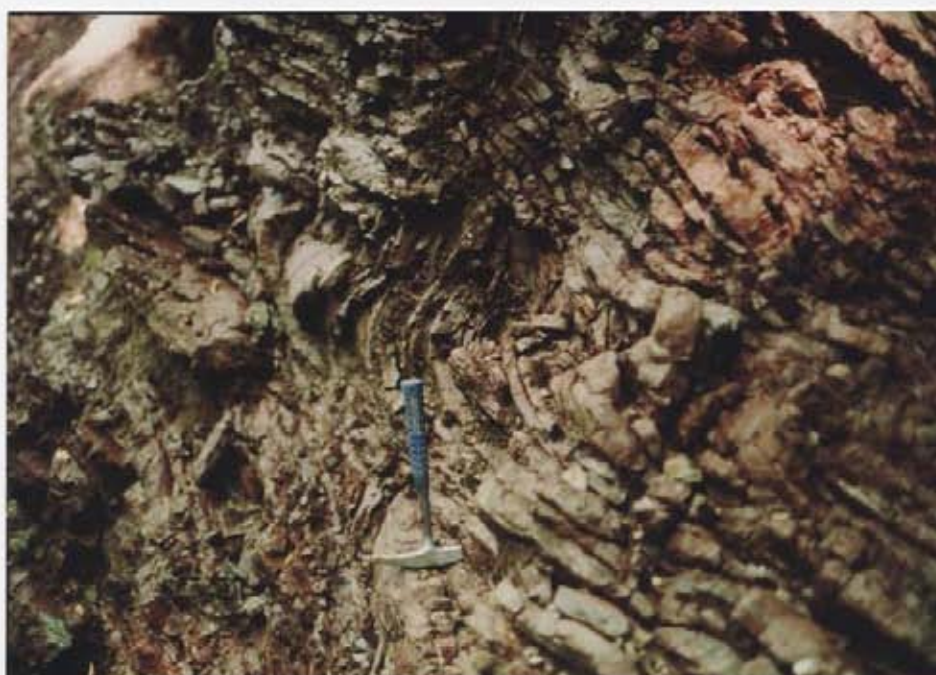


Sl. 5. Slojevi radiolarita sa zelenkastim rubom (potok Jazvina, Kalnik) (\varnothing poklopca = 5.5cm)

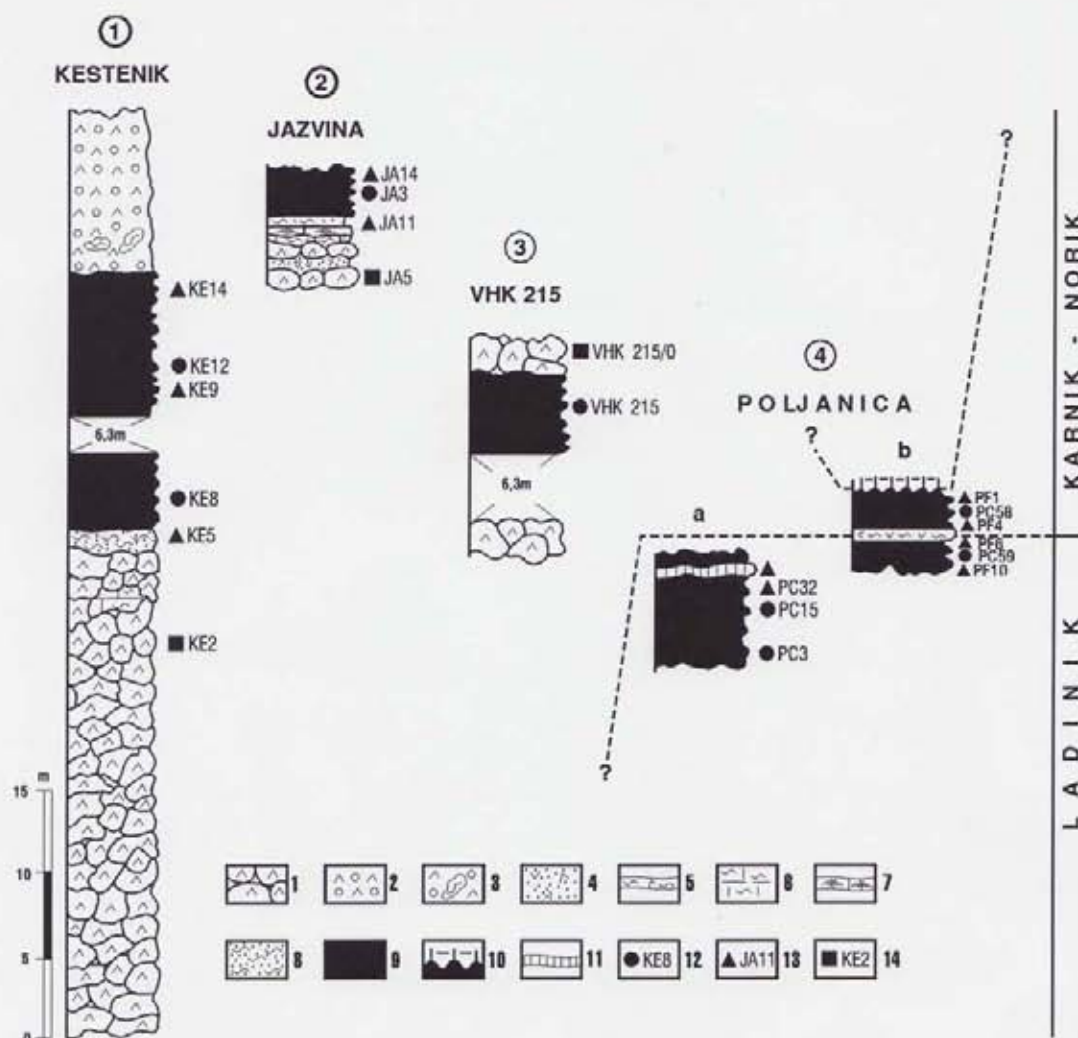
mikrokristalastim kvarcom, dok su samo pojedini od njih ispunjeni zrakastim kalcedonom. U mnogima se nalaze, ili samo naziru, relikti zrakastog kalcedona u središnjem dijelu, što ukazuje da je on tijekom dijageneze zamijenjivan mikrokristalastim kvarcom od periferije skeleta prema njegovom centru. Ispuna kućica nije natopljena hematitnom supstancijom. Radiolarije su ili nepravilno raspoređene u stijeni, što je rjeđi slučaj, ili su koncentrirane u milimetarskim do centimetarskim laminama. Stupanj očuvanosti pojedinih radiolarijskih skeleta ovisi o prisutnosti glinovite komponente u stijeni, o nadslojnom tlaku prilikom dijagenetskih promjena, o tlaku tijekom tektonskih pokreta te o stupnju utjecaja hidrotermalnih otopina, koje su prožimale stijenu. U ovisnosti o gore navedenim faktorima u radiolarijskim rožnjacima nalazimo radiolarije različitog stupnja očuvanosti i to od potpuno očuvanih preko slabije pa do skoro potpuno neprepoznatljivih oblika. Sporedni sastojak u mnogim analiziranim uzorcima su brojne iglice radiolarijskih kućica, a klastični detritus, veličine silta, izgrađuju planparalelno raspoređeni listići muskovita i/ili ilita, te rijetka zrna kvarca, koja su taložena iz suspenzije. Kao akcesorni sastojci pojavljuju se apatit, klorit i



Sl. 6. "Pinch and swell" tekstura u radiolaritu (potok Poljanica, Medvednica) (dužina flomastera = 13 cm).



Sl. 7. Intenzivno borani radiolarit (potok Poljanica, Medvednica).



Sl. 8. Korelacija stupova dijelova jedinice Kestenik Kalnika (Kestenik, Jazvina, VHK215) i Medvednice (Poljanica a i b) (iz HALAMIĆ & GORIČAN, 1995 - dopunjeno). **Legenda:** 1 - pillow lave; 2 - mandulasti metabazalt; 3 - uklopci šejla u mandulastom metabazaltu; 4 - piroklastit; 5 - tufitični šejl; 6 - kalcitizirani šejl; 7 - silicificirani radiolarijski vapnenac; 8 - siltozni šejl; 9 - radiolarit; 10 - kredno-paleogenski lapor (diskorforman); 11 - manganskom supstancijom obogaćeni proslojak; 12 - paleontološka analiza; 13 - kemijska analiza radiolarijskog rožnjaka i šejla; 14 - kemijska analiza magmatskih stijena.

cirkon, koji su vjerojatno vulkanskog podrijetla, dok se u nekim uzorcima susreće i sekundarni kalcit u vidu submilimetarskih žilica, koje presijecaju stijenu najčešće okomito ili pod oštrim kutom na slojevitost.

Milimetarski do centimetarski proslojci radiolarijskih siltoznih šejlova u radiolaritu, također su intenzivno hematitizirani i tamnocrvene su boje. U njima dolaze dosta rijetke i nepravilno raspoređene, većim dijelom jako dobro očuvane, radiolarije. Njihova očuvanost uvjetovana je glinovitom komponentom, koja je sprečavala otapanje silicija iz radiolarija tijekom dijagenese. Ispuna većine skeleta je reliktno sačuvani zrakasti kalcedon i mikrokristalasti kvarc, a kod nekih unutarnji dio ispunjava glinovita komponenta, dok samo



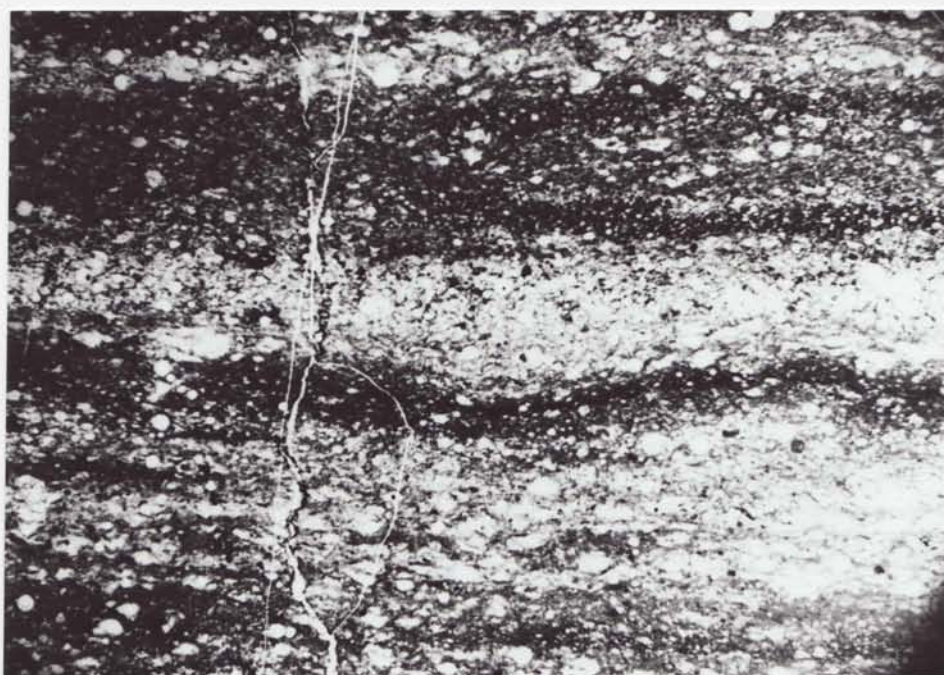
Sl. 9. Radiolarijski rožnjak. Slojevi obogaćeni s manganskom supstancijom (stup Poljanica-"a" na sl.8).

mjestimično nalazimo i zelenkasti mineral, kod kojeg se vjerojatno radi o seladonitu (dr sc. D. SLOVENEK – Rudarsko-geološko-naftni Fakultet, Zagreb - usmeno priopćenje). Rentgenska analiza nekoliko uzoraka šejlova pokazala je da su te stijene izgrađene od 20 do 50 % kvarca, od podređenog udjela plagioklasa (do 15 %), oko 5 % hematita, znatnog udjela muskovita i/ili ilita, dok je klorit podređen sastojak (analize: dr sc. D. SLOVENEK - Rudarsko-geološko-naftni Fakultet, Zagreb).

U radiolarijskom rožnjaku se pod mikroskopom nazire slabije ili bolje izražena gradacija, što ovisi o broju individua radiolarija (sl.10). Slojevi imaju erozijsku donju slojnu plohu, a prijelaz prema gore u hematitizirani siltozni šejl je postupan. Osim gradacije nazire se i paralelna laminacija koja je izražena kroz svijetlije milimetarske lamine bogate radiolarijskim kućicama i lamina bogatijih glinovitom komponentom (sl.11). Na nekoliko mjesta na stupu Poljanica na donjim slojnim ploham rožnjaka primjećeni su slabi tragovi utiskivanja.



Sl. 10. Normalna gradacija u radiolarijskom rožnjaku (8x, N-).



Sl. 11. Paralelna laminacija u radiolarijskom rožnjaku (8x, N-).

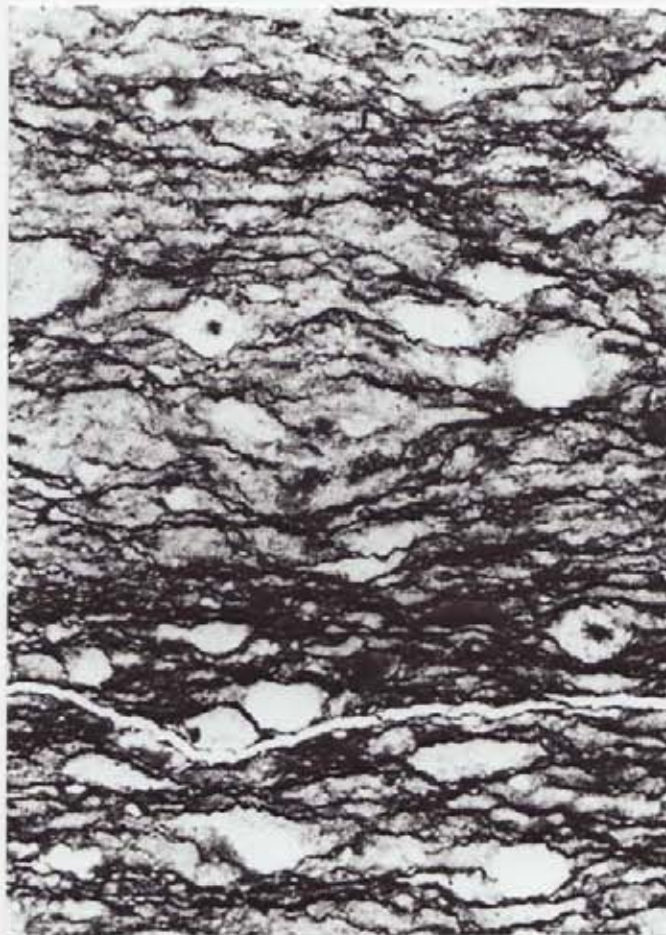


*Sl. 12. Vijugava slojevitost u radiolarijskom rožnjaku
(8x, N-).*

U nekim uzorcima zapažena je i vijugava slojevitost (sl.12). Pojedini slojevi radiolarijskog rožnjaka imaju submilimetarske trakice, koje su natopljene željezovito-glinovitom supstancijom. Te trakice predstavljaju milimetarske prepletene stilolite (NISBET & PRICE 1974) i oni ne presijecaju radiolarijske kućice, nego ih zaobilaze (sl.13).

*

Pošto su radiolariti silicijske sedimente stijene, koje, između ostalog, taložene ispod ili neposredno iznad kompenzacijske dubine za karbonate (CCD) one mogu imati izuzetan značaj kao batimetrijski pokazatelj pri paleogeografskim rekonstrukcijama određenih terena. Današnja dubina CCD kreće se od 4 do 5,5 km, a pretpostavlja se da je ona u predgornjojursko doba u zapadnom dijelu Tetisa bila plića nego što je u današnjim oceanima i iznosila je od 2,1 do 2,5 km (BOSELLINI & WINTERER 1975; WINTERER & BOSELLINI 1981), a u nekim dijelovima bila je još plića (npr. opisane stijene u današnjim dijelovima južne Španjolske - RUITZ-ORTIZ et al. 1989). Brzina taloženja radiolarita je vrlo mala i ona po podacima različitih autora iznosi od 1 do 9 mm/1000 godina (SCHLAGER & SCHLAGER 1973; JENKYN & WINTERER 1982; RUITZ - ORTIZ et al. 1989 i dr.), tako



Sl. 13. Radiolarijski rožnjak. Mikrostiloliti s feruginoznom ispunom (Kestenik; 32x, N-).

da te stijene, iako relativno malog vertikalnog rasprostranjenja na terenu, predstavljaju široke vremenske raspone njihove sedimentacije. *Nadalje, ako se radiolariti proslojavaju s bazičnim magmatskim stijenama, kao što je to slučaj na izučavanim terenima, starosna odredba radiolarija u njima služi za preciznu odredbu starosti efuzija bazičnih stijena koje su udružene s njima.*

Ritmička izmjena centimetarsko do decimetarsko debelih slojeva radiolarijskih rožnjaka i milimetarsko do centimetarsko debelih slojeva šejlova u radiolaritima uvjetovana je ciklusima pojačane biogene produkcije opalne supstancije (“upwelling” – DE WEVER, 1994) i slabijeg donosa terigenog materijala. Za vrijeme pojačanog donosa terigenog materijala dolazi do “razrijeđenja” opalinskog mulja i tada su slojevi šejla deblji u odnosu na slojeve rožnjaka (dilution cycles – DECKER, 1991). Primarna razlika u debljini slojeva rožnjaka i šejlova u radiolaritu, koja je nastala kao produkt izmjene pojačane biogene produkcije i ciklusa “razrijeđenja” donosom terigenog materijala, povećava se tijekom dijagenetskih procesa preraspodjelom kremične kiseline iz slojeva koji su njome bili siromašniji u one bogatije (dijagenetska segregacija) (TADA, 1991; MURRAY et al., 1992).

Na temelju sedimentnih tekstura (gradacija, laminacija), veličine zrna (skeleti radiolarija), tragova utiskivanja i ritmičnosti može se pretpostaviti da su radiolarijski rožnjaci

taloženi iz mutnih struja niske gustoće. Međutim ne isključuje se i mogućnost taloženja iz pridnenih struja, jer sedimenti nastali takvim mehanizmom taloženja pokazuju slične teksturne karakteristike kao i oni sedimentirani iz mutnih struja. Vijugava slojevitost (sl.12) može, također, ukazivati na taloženje sedimenta iz turbidnih struja (npr. u intervalu T_c Bouma sekvencije). Međutim, takva slojevitost može nastati i kao posljedica hidroplastičnih deformacija (TIŠLJAR, 1994) te je ona stoga nesiguran indikator turbiditne sedimentacije.

Manganska supstancija u trakicama i proslojcima (sl.9), koja se javlja u radiolaritima vjerojatno je u direktnoj vezi s vulkanizmom, a u morsku vodu dospjela je hidrotermalnim otopinama, prilikom ili neposredno nakon izlivanja bazičnih lava na morsko dno (hidrotermalni dimnjaci - "chimney").

*

Biostratigrafija radiolarija doživjela je nakon otkrića metode izdvajanja radiolarija iz rožnjaka (DUMITRICA 1970; PESSAGNO & NEWPORT 1972) svoj nagli razvoj i danas se ona uspješno primjenjuje za određivanje starosti radiolarijskih rožnjaka, radiolarita i radiolarijskih šejlova. Ona je ujedno i vrlo uspješna kod određivanja starosti magmatskih vulkanskih stijena s kojima se silicijski sedimenti proslojavaju, pogotovu zbog pomanjkanja drugog validnog fosilnog materijala u tom taložnom okolišu. Analizu radiolarija u radiolaritima primjenili smo i na istraživanim područjima, jer se u većini slojeva radiolarijskih rožnjaka već makroskopski zamjećuju brojne radiolarije u vidu sitnih, tamnijih i staklastih točkica. Na proučavanim stupovima Kestenik, Jazvine i Poljanica kao i u uzorcima s pojedinih točaka utvrđena je slijedeća radiolarijska mikrofosilna zajednica (Analitičar: dr sc. Š. GORIČAN – Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti, Ljubljana): *Capnuchosphaera triassica* DE WEVER; *C. theloides* DE WEVER; *C. tricornis* DE WEVER; *C. cf. lea* DE WEVER; *C. crassa* YEH; *C. cf. constricta* (KOZUR & MOCK); *Capnodoce anapetes* DE WEVER; *C. sp.*; *Spongosylus carnicus* KOZUR & MOSTLER; *Nakasekoellus sp.*; *Xiphoteca karpenissionensis* DE WEVER; *X. sp.*; *Whalenella cf. regia* (BLOME); *W. sp.*; *Sarla sp.*; *Gomberellus bispinosus* (KOZUR & MOSTLER); *Muelleritortis firma* (GORIČAN); *M. cochleata* (NAKASEKO & NISHIMURA); *M. sp.*; *Pseudostylosphaera goestlingensis* (KOZUR & MOSTLER); *Spongoserrula rarauana* (DUMITRICA); *S. cristagalli* DUMITRICA; *Triassocampe sp.*; *Hungarosaturnalis sp.*; *Oertlispongia inaequispinosa* DUMITRICA, KOZUR & MOSTLER; *Wuranella cf. carnica* KOZUR & MOSTLER; *Zhamojdasphaera sp. i Betraccium(?) sp.*. Nadalje, analizom uzoraka s pojedinih točaka na terenu određene su slijedeće dodatne vrste: *Capnuchosphaera lea* DE WEVER; *Bulbocyrtium*

sp.; *Gomberellus sp.*; *Muelleritortis minoensis* (NAKASEKO & NISHIMURA) i *Spongoserulla sp.* (HALAMIĆ & GORIČAN, 1995). Na lokalitetu Kestenik mikrofossilna zajednica određuje starost sedimenata, a ujedno i vulkanskih stijena, koje se proslojavaju s njima, u vremenskom rasponu od srednjeg do gornjeg karnika. Starost radiolarita i vulkanskih stijena na lokalitetu Jazvine je u vremenskom rasponu od gornjeg karnika do srednjeg norika, dok je starost radiolarita na stupu Poljanica u rasponu od gornjeg ladinika do gornjeg karnika (sl.8).

b) Šejlovi i siltiti

Na Kalniku, u središnjem dijelu desnog pritoka Jazvinskog potoka, uzvodno od kote 208, uz prethodno opisane radiolarite i radiolarijske šejlove, nalazimo i izdanke šejlova, siltoznih šejlova i siltita ukupne debljine nekoliko metara. U donjem dijelu tog paketa stijena, nalazimo budinirane proslojke sivog, sitnozrnatog arenita debljine do nekoliko centimetara. Direktan odnos ovog paketa stijena prema silicijskim sedimentima i okolnim efuzivima nije jasan, ali se pretpostavlja njihova međusobna genetska povezanost.

Šejlovi su zelenkastosive do tamnosive boje. Tekstura im je, makroskopski gledano, masivna, ali su brečastog izgleda i uškrljeni. Pojedini dijelovi stijene su nepravilno tamnocrveno obojeni, što je posljedica sekundarne hematitizacije (sl.14). Mikroskopskom analizom zelenkastog varijeteta utvrđeno je da stijena ima vrlo tanko laminiranu do lečasto laminiranu teksturu s debljinom lamina oko 0,25 mm. Matriks je mikrokristalast i izgrađen je



Sl. 14. Šejlovi i siltiti istočno od Hrastovog brijega (Kalnik) (\varnothing poklopca objektiva = 5.5 cm).

od minerala glina. Lamine izgrađuju detritična zrna kvarca, veličine do 0,03 mm i planparalelno raspoređeni lisitići muskovita. Dolaze i rijetki listići biotita. Akcesoran je zdrobljeni i djelomično obli cirkon, zatim limonit i hematit. Osim toga nalazimo i pojedinačne, kuglaste ili kružne nakupine manganske supstancije. Petrografski sastav tamnosivog varijeteta je vrlo sličan prethodno opisanom s tim da u osnovi ima više silicijske komponente. Nadalje, ova stijena je kalcitizirana u vidu idiomorfni kristalića kalcita.

*

Lećasti proslojci sitnozrnatog arenita s postupnim prijelazom u šejl kao i laminirana tekstura šejlova mogla bi upućivati na taloženje ovih sedimenata, također, iz mutnih struja male gustoće. Međutim, zbog veličine izdanaka i pokrivenosti terena nije bilo moguće napraviti detaljniju sedimentološku analizu, kojom bi se vidjelo da li ovi sedimenti pripadaju sitnozrnatim turbiditima ili da li se možda radi o konturitima.

2.1.2. Pelagičke karbonatne stijene

Na Medvednici u napuštenom kamenolomu bazalta Gornja Bistra (Orešje) nalazimo u prostoru između pillow lava vapnenca, veličine od nekoliko centimetara do 0,9 m (sl.15).

Većina stijena je crvenkaste do crvenkastosmede boje, dok je manji dio svjetlosivo obojen (sl. 15a). Tekstura je većim dijelom homogena, a manjim laminirana. Mikroskopskom analizom definirani su slijedeći strukturni varijeteti: mikrosparit, fosiliferni mikrosparit, biosparit i sparit. Stijene su rekristalizirane, a samo se u rijetkim uzorcima naziru relikti mikritske osnove. Fosilni sadržaj sastoji se od tankih ljušturica školjkaša (sl.16), koje se mjestimično nalaze u mm-debelim laminama. Osim toga nalazimo i rijetke potpuno kalcitizirane i rekristalizirane radiolarije kao i do 0,4 mm debele lamine izgrađene od rekristaliziranih okruglih fosilnih ostataka (\varnothing do 0,06mm). U tim laminama izražena je i gradacija. Moguće je da se ovdje radi o iglicama radiolarija. Crvenkasta boja vapnenaca potječe od Fe-hidroksida, koji se nalaze na kontaktima između pojedinih kristala mikrosparita ili sparita, u mikronskim pukotinama ili u stilolitnim šavovima. Stijenu presijecaju horizontalni stiloliti dubine do 1 mm i submilimetarske kalcitne žilice.

Kontakti vapnenac/izmijenjeni bazalt su aktivni i neravni uslijed resorpcije vapnenca lavom, a sam rub vapnenca je jače rekristaliziran i naknadno natopljen kremičnom



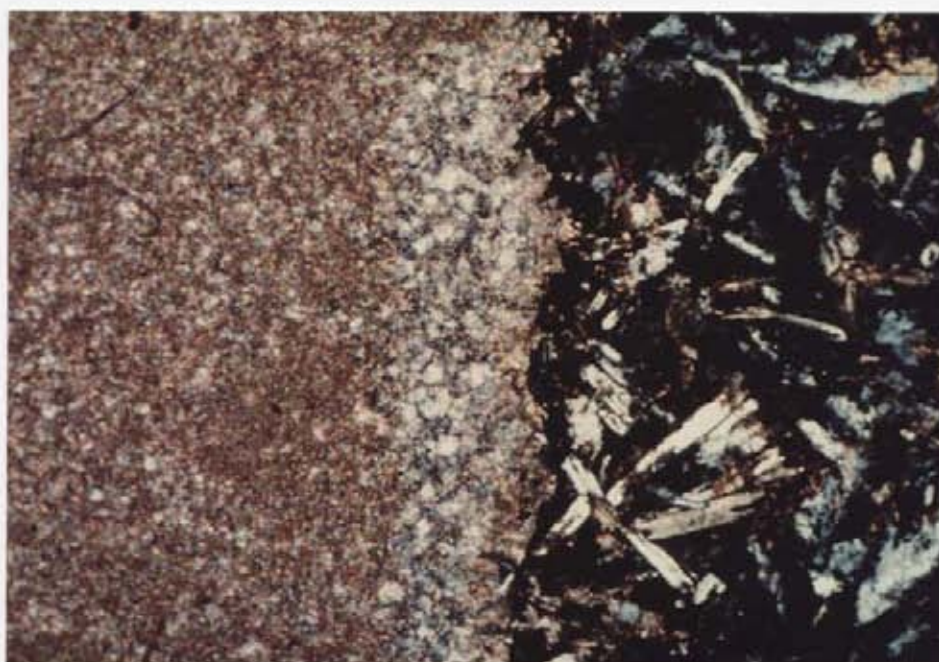
*Sl. 15. Crveni vapnenac između pillow lava (kamenolom Orešje, Medvednica)
(\varnothing poklopca objektiva = 5.5 cm).*



*Sl. 15a. Svjetlosivi mikrit između pillow lava (kamenolom Orešje, Medvednica)
(\varnothing poklopca objektiva = 5.5 cm).*



Sl. 16. Pelecipodi u crvenom varijetetu mikritnog vapnenca (8x, N-).



Sl. 17. Aktivni kontakt vapnenac/izmijenjeni bazalt (80x, N+).

kiselinom (sl.17). U izmijenjenom bazaltu nije vidljiv "zamrznuti" rub, jer je masa uklopljenog vapnenca premalena u odnosu na masu bazalta.

Na temelju strukturnih karakteristika vapnenca i fosilnog sadržaja (pelecipodi, konodonte, radiolarije) zaključujem da su oni taloženi u dubljevodnom okolišu bez značajnijeg donosa terigenog materijala (pelagička kiša). Teksturne karakteristike (laminacija i gradacija fosilnih ostataka) mogu ukazivati na povremeno pretaložavanje mekog sedimenta pridnenim strujama.

Analizom konodonti iz ovih vapnenaca utvrđena je slijedeća mikrofoslina zajednica Gladigondolella sp., Neogondolella inclinata (KOVACS), N. excelsa (MOSHER) kao i neodređivi ostaci iz roda Neospathodus (KOLAR – JURKOVŠEK, 1996), a koja ukazuje na starosni raspon ovih karbonata od srednjeg do gornjeg trijasa (ladinik - karnik) (HALAMIĆ et al., 1998).

Slične vapnenice kao i na ovom lokalitetu nalazimo i u vršnim dijelovima aktivnog kamenoloma Hruškovec na Kalniku. Ti izdanci nalaze se na sjevernoj strani kamenoloma, a rumenkasti vapnenci nalaze se između tamnocrvenih jastučastih lava izmiješani zajedno s centimetarskim, oštrobriđnim fragmentima izmijenjenog bazalta. Veličina karbonata varira od nekoliko centimetara do nekoliko decimetara (sl.18). Ovdje se radi o peperitima, koji su nastali izlivanjem vruće lave u mokri karbonatni mulj (HANSON & SCHWEICKERT, 1982; Mc PHIE et al., 1993). Zapadno od ovog izdanka na pillow lave slijede prethodno opisani šejlovi i vrlo tanko do tanko slojeviti rožnjaci trijaske starosti. Kontakt pillow lava i sedimenta je neravan. U vršnim dijelovima ovog izdanka nepravilna udubljenja između jastuka ispunjena su hematiziranim šejlom tamnocrvene boje, a mjestimično se šejl, također, miješao s vrućom lavom.

Crvene, zrnate vapnenice u izmijenjenom bazaltu na Kalniku nalazimo i u neposrednoj blizini Apatovačkog mineralnog vrela (izdanak je bio otkriven pri izgradnji objekta punionice).

Na stupu Kestenik (Kalnik) u gornjem dijelu pillow lava nalazi se oko 0,5 m debeli lećasti sloj tamnocrvenog, kalcitičnog silita (sl.8-1). Stijena je izgrađena od mikrokristalastog do makrokristalastog, većinom idiomorfnog, kalcita. Intersticije su ispunjene sa skoro potpuno hematiziranim glinovito-kvarcnim matriksom. Detritična zrna, veličine silta, sastoje se od poluzaobljenog kvarca i listića muskovita. Idiomorfni kristali kalcita ukazuju na postdijagenetsku kalcitizaciju stijene. Vjerojatno se radilo o šejlu, koji je prilikom izlivanja lave na morsko dno bio otrgnut i uklješten između jastuka i naknadno tijekom spilitizacije



Sl. 18. Peperit. Rumenkasti vapnenac izmiješan s oštrobriđnim fragmentima izmijenjenog bazalta u kamenolomu Hruškovec (Kalnik) (\varnothing poklopca objektiva = 5.5 cm).

bazalta kalcitiziran hidrotermalnim otopinama (HALAMIĆ & GORIČAN, 1995). Slične centimetarski debele proslojke nalazimo i u vršnom dijelu sjeverne strane kamenoloma Hruškovec, gdje oni slijede na pillow lave, nakon 20 cm debelog sloja rožnjaka. Ti proslojci ukazuju na to da je njihovo taloženje bilo neposredno iznad ili ispod CCD-a.

2.1.3. Efuzivi i piroklastiti

Na temelju zapažanja kontakata efuziva i sedimenata kao i proslojavanja radiolarijskih rožnjaka i šejlova, dokazane gornjotrijaske starosti (srednji karnik do srednji norik - HALAMIĆ & GORIČAN, 1995) s pillow lavama na Kalniku (lokaliteti: Jazvina, Kestenik i potok istočno od Hrastovog brijega) kao i na Medvednici (lokalitet: Krčine istočno od Poljanice) smatram da i te magmatske stijene pripadaju jedinici Kestenik te će stoga one ovdje biti ukratko opisane. Osim toga na Medvednici nalazimo trijaske vapnence između jastučastih lava (lokalitet: napušteni kamenolom Orešje, Gornja Bistra - HALAMIĆ et al. 1998). Iste odnose rekristaliziranih mikritskih vapnenaca i pillow lava nalazimo i u kamenolomu Hruškovec na Kalniku (vidjeti gore).

Efuzivi, koje nalazimo u kontaktu s radiolarijskim rožnjacima, šejlovima i vapnencima, imaju pretežito jastučastu teksturu i većinom su obojeni tamnocrveno od hematitne komponente i predstavljaju samo vršne dijelove efuzivnog tijela. Te stijene

izlijevane su submarinski i bile su izložene djelovanju morske vode i hidrotermalnih otopina tijekom i nakon izlijevanja te su pretrpjele određene promjene. *Silicijske stijene, koje slijede na efuzivima, predstavljaju nastavak normalne pelagičke sedimentacije nakon izlijevanja bazalta i zato je njihov direktan kontakt s vulkanitima neravan i ovisio je o reljefu samog izljevnog tijela (sl.19).*

Vapnenci su taloženi neposredno poslije efuzije u udubljenja između pojedinih jastuka ili su bili još kao neočvršli pelagički sediment otkidani prilikom efuzija s morskog dna i uklapani između pojedinih jastuka. Na temelju navedenoga može se pretpostaviti da se je izlijevanje bazalta odvijalo oko CCD-a, a za koju se pretpostavlja da je bila dosta plića nego što je danas (oko 2 km ispod razine mora - WINTERER & BOSELLINI, 1981).

Efuzivi su bazične stijene zelene do sivozelene boje, a često su obojeni i tamnocrveno te indigoljubičasto. Tamnocrvena i ljubičasta boja potječu od hematita, a manjim dijelom i od manganske supstancije, koje nalazimo u vidu impregnacija i submilimetarskih žilica. Tekstura im je homogena, amigdaloidalna i jastučasta. Mandule u njima su većinom monomineralne (kalcit, klorit, kalcedon ili zeolit), a podređeno ih ima i



Sl. 19. Šejl koji ispunjava nepravilna udubljenja između trošnih pillow lava (kamenolom Hruškovec, Kalnik) (Ø poklopca objektiva = 5.5 cm).

poliminerálnih (kalcit + klorit). Kod jastučastih varijeteta promjer jastuka varira od 20 cm do preko 1 m. Često nalazimo mozaično ispucale jastuke, a do nekoliko centimetara debele pukotine ispunjene su kalcitom. Efuzive mjestimično presijecaju žile kalcita i epidota, a nalazimo i milimetarske do centimetarske nakupine klorita, epidota, zeolita, neoalbita, kalcita i kvarca.

Struktura stijene najčešće je mikrokristalna, ofitna do subofitna, reliktno ofitna, porfirna, porfirno-ofitna i divergentno-zrakasta. Kod porfirnog tipa struktura osnove je reliktno intergranularna do intersertalna. Utrusci albita su u manjoj mjeri izmijenjeni.

Glavni sastojci izmijenjenih bazalta su albit, koji je nastao procesom albitizacije iz bazičnog plagioklasa (rjeđe nalazimo i plagioklase labradorit-bitovnit) i klinopiroksen. Sporedni sastojak je magnetit. Sekundarni minerali su klorit, koji je nastao izmjenom klinopiroksena i vulkanskog stakla, minerali iz grupe coizit-epidota, nastalih alteracijom piroksena i plagioklasa, uralit i titanit, nastalih alteracijom klinopiroksena, kalcit, sericit (?ilit), a rjeđe nalazimo pumpeliit, zeolit, prehnit, minerale glina, kvarc i ilmenit (VRKLJAN, 1994). Hematit i ilmenit prisutni su kao produkti izmjene feromagnezijskih minerala, a i kao posljedica postmagmatskog hidrotermalnog prožimanja vulkanskih stijena.

Na temelju teksturnih i strukturnih karakteristika mogu se izdvojiti slijedeći varijeteti bazičnih efuziva: izmijenjeni bazalt (varijeteti: ofitni bazalt, reliktno-ofitni bazalt,



Sl. 20. Piroklastična breča s fragmentima tamno crvenog, hematitiziranog, mandulastog izmijenjenog bazalta u tufnom matriksu (Kalnički potok, Kalnik) (\varnothing poklopca objektivna = 5.5 cm).

mandulasti reliktno-ofitni bazalt, divergentno-zrakasti bazalt i mandulasti divergento-zrakasti bazalt), spilit i izmijenjeni dijabaz (HALAMIĆ et al., 1998).

Osim prethodno opisanih efuziva u eruptivnoj masi Kalnika u Kalničkom potoku južno od kote 444 nalazimo i zonu zelenih i masivnih piroklastičnih breča debljine oko 20 m (sl.20).

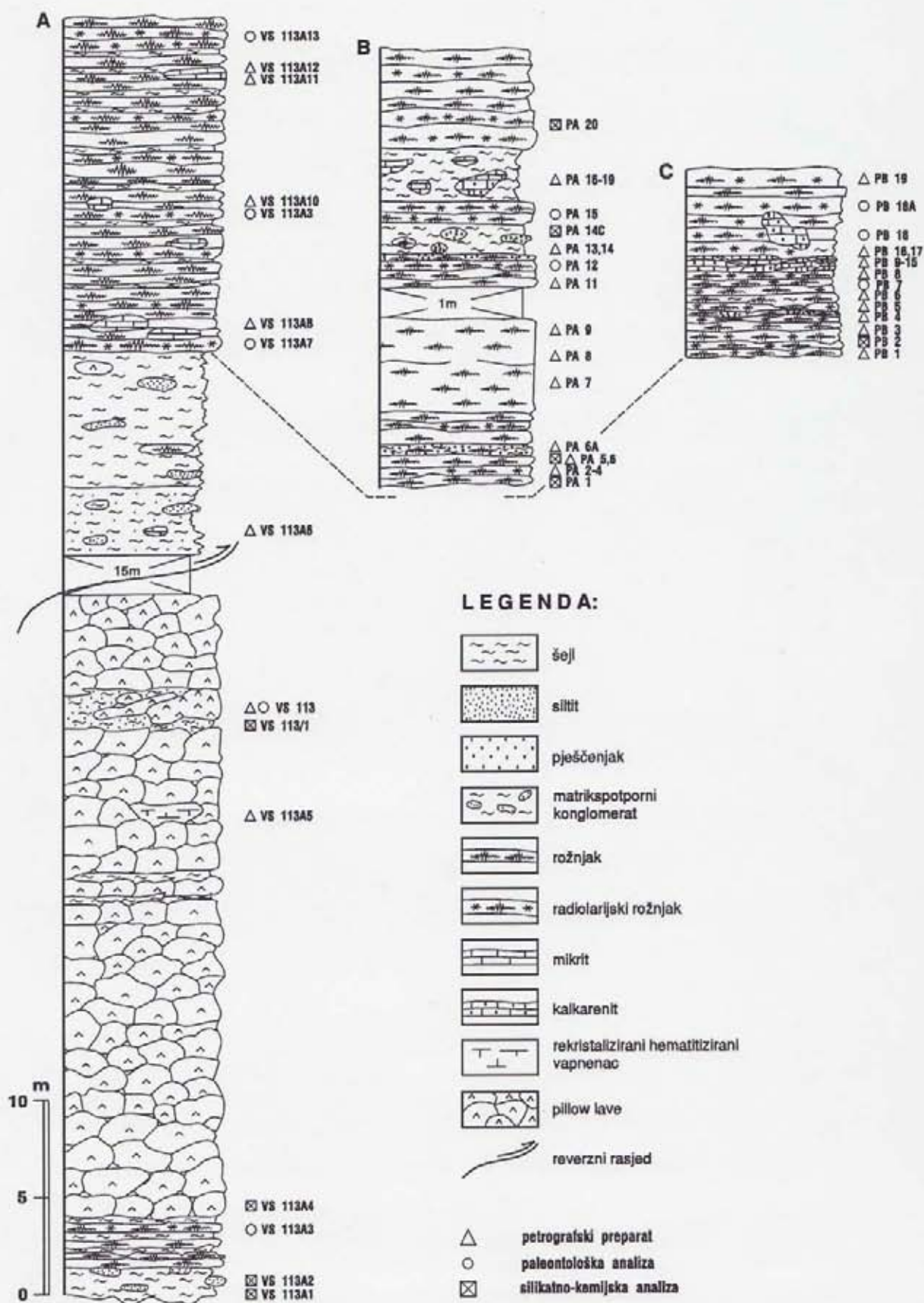
Ona ima matrikspotpurnu strukturu. Uglati do poluzaobljeni fragmenti, veličine do 25 cm su isključivo različiti varijeteti izmijenjenog bazalta. Vezivo je izmijenjeno i kloritizirano, a sličnog je sastava kao i fragmenti. Mjestimično se dobiva dojam da su fragmenti orijentirani, što bi upućivalo na podvodno tečenje muljne piroklastične mase.

2.2. Jedinica Poljanica

Lokaliteti na kojima je jedinica utemeljena nalaze se na Medvednici u potoku Poljanica oko 500 m IJI od istoimenog naselja. Snimljeni stupovi nalaze se na južnom i sjevernom šumskom putu koji vode prema izvorišnom dijelu potoka. Početne koordinate snimanih stupova i profila su: X 5083748, Y 5569587, Z 266 i X 5083845, Y 5569430 i Z 240. Osim toga snimljen je i jedan sintetizirani stup ukupne debljine od oko 70 m, a koji se nalazi na sjevernoj strani potoka Poljanica južno i jugoistočno od kote 345 (Pećine) (sl.21). Dodatno su mikroskopski analizirane i stijene na brdu Pijesak između potoka Poljanica i Drenovec, kao i drugi uzorci s kartiranog terena, koji pripadaju ovoj jedinici.

Jedinica Poljanica izgrađena je od: radiolarita (2.2.1.), šejlova i silita s olistolitima (2.2.2.), matrikspotpornih konglomerata (debrita) (2.2.3.) i bazičnih efuzivnih stijena (2.2.4.), koje su udružene sa silicijskim sedimentnim stijenama.

Te stijene nalazimo rasprostranjene na Medvednici u tektoniziranom pojasu, širine oko 2 km, južno i sjeverno od potoka Poljanica prema potoku Bistri, gdje se one nalaze u kontaktu sa silicijskim stijenama trijasa, koje su opisane u prethodnom poglavlju. Manje pojave nalazimo u desnoj pritoci izvorišnog dijela potoka Jelenja voda, jugoistočno od Horvatovih stuba neposredno uzvodno od planinarskog skloništa Srnec kao i na istočnim padinama Markovčaka jugozapadno od aktivnog kamenoloma Kraljev Vrh. Pretpostavljam da i silicificirani matrikspotporni konglomerati oko 375 m SI od lugarnice Oštrica na šumskom putu prema Markovom travniku (HALAMIĆ & SLOVENEK, 1995a) pripadaju isto ovoj jedinici. Na području Hum-Šagudovca i Ivanščici ove stijene do sada nisu paleontološki dokazane. Na Kalniku u području Štefunovog potoka nalazimo sive radiolarijske rožnjake kao



Sl. 21. Geološki stupovi dijelova jedinice Poljanica u području potoka Poljanica (Medvednica).

proslojke u sivim i tamnosivim silicijskim šejlovima, koji, također, pripadaju jedinici Poljanica.

2.2.1. Radiolariti

Ove pelagičke sedimentne stijene nalazimo najbolje otkrivene na Medvednici u donjem i središnjem toku potoka Poljanica, zatim na brdu Pijesak, oko 150 m IJI od kote 434 te u vršnim dijelovima potoka Golubinec, SI od naselja Dijaki u području Popovčice. Dvije pojave tih sedimenata nalazimo i u području potoka Jelenja voda (točne lokalitete vidjeti gore).

Radiolariti na snimljenim stupovima su u pravilu vrlo tanko do tanko slojeviti (debljina slojeva varira od 1 centimetar do nekoliko decimetara). Slojne plohe su neravne, ali oštre, a stijena ima izraženu "pinch and swell" teksturu. Između pojedinih slojeva dolaze milimetarsko do centimetarsko debeli proslojci šejlova. Stijena ima većinom tamnocrvenu boju, a na nekim mjestima je ona obojena zelenkastosivo, sivo, a vrlo rijetko i tamnosivo. Boja je uvjetovana količinom dispergiranog hematita odnosno Fe-hidroksida u stijeni, a kod sivih i tamnosivih varijeteta sadržajem manganskih oksida. Rožnjake presijecaju kvarcne žilice milimetarske do centimetarske debljine i većinom su okomite na slojevitost. Po slojnim plohama nalazimo Mn-dendrite, a mjestimično minerali mangana ispunjavaju i spletove submilimetarskih žilica. Pošto je čitavo područje na kojem nalazimo ove stijene intenzivno borano i tektonizirano opisane radiolarite nalazimo kao dekameterske "leće" ili velike "budene" unutar šejlova i siltita (2.2.2.) (različita kompetencija materijala!). Osim tipičnih radiolarita na brdima Pijesak i Popovčica nalazimo i masivne radiolarijske rožnjake, koji samo po petrografskoj definiciji odgovaraju radiolaritima. Iako nemaju tankoslojevitost i ne proslojavaju se s šejlovima te stijene će isto biti opisane u ovom poglavlju.

Slojeve rožnjaka u radiolaritu izgrađuju radiolarijski rožnjaci. Njihovu osnovu čine kriptokristalasti do mikrokristalasti kvarc. U njoj dolaze skeleti radiolarija različitog stupnja očuvanosti, veličine od 0,08 do 0,2 mm, najčešće oko 0,1 mm. Najvećim dijelom oni su rekristalizirani i ispunjeni mikrokristalastim kvarcom, a kod manjeg broja ispunjeni su zrakastim kalcedonom ili nalazimo samo relikte istog u središnjem dijelu kućice. Sporedni sastojak u osnovi čine detritični listići bijelog tinjca, maksimalne veličine do 0,05 mm.

Na lokalitetu Pijesak u radiolaritima nalazimo proslojke rožnjaka zelenkaste boje bez radiolarija te rijetke, centimetarske slojeve sitnozrnatih kvarcnih arenita tamnocrvene boje (sl.22). Radiolarit je istog sastava kao i prethodno opisani, dok je osnova zelenkastih rožnjaka izgrađena od kriptokristalastog kvarca u kojoj dolaze do 0,03 mm dugački i planparalelno raspoređeni listići sericita. Sporedan sastojak su detritična, poluuglata zrna kvarca, veličine od 0,04 do 0,22 mm, koja su poredana u submilimetarske lamine kao i pojedine radiolarije. Slojne plohe opisanog rožnjaka prema radiolarijskom rožnjaku i kvarcnom arenitu su stilolitizirane, a stiloliti su ispunjeni Fe-hidroksidima. Kvarcni arenit ima homogenu teksturu, a izgrađuju ga klastična zrna poluuglatog kvarca maksimalne veličine do 0,5 mm. Njihova sortiranost je loša. Većina zrna pokazuje undulatorno potamnjenje. Sporedni sastojak su listići muskovita, dužine do 0,5 mm. Oni najduži uklješteni su i izlomljeni između kvarcnih zrna. Nadalje, sporedne su i čestice stijena (rožnjak i kvarcit). Akcesoran je cirkon, granat i amfibol, a hematitno-limonitna supstancija ispunjava međuprostor i daje stijeni crvenkastu boju. Matriks je izgrađen od kriptokristalastog kvarca i listića sericita.



Sl. 22. Sloj kvarcnog arenita u radiolarijskom rožnjaku (8x, N-).

Na temelju mikroskopske analize može se zaključiti slijedeće: Radiolarijski rožnjak u radiolaritu ne pokazuje gradaciju, a niti druge sedimentološke karakteristike, koje bi upućivale na resedimentaciju materijala. Kod većine proslojaka idući od dna sloja prema gore zamjećuje se postpuno povećanje broja radiolarija što bi moglo upućivati na povećanje planktonske produkcije. Nedostatak radiolarijskih skeleta u zelenkastim rožnjacima mogao bi

biti uvjetovan, ne samo, smanjenjem bioprodukcije, već povećanjem sadržaja detritične komponente u njima (tinjci, kvarc), što je u određenoj mjeri dovelo i do "razrijeđenja" biogenog silicijskog mulja. Osim toga, klastična zrna su, vjerojatno, sprečavala brzu kompakciju mulja, a što je, tijekom dijageneze, omogućavalo bolji protok pornih fluida uz istovremeno izluživanje SiO_2 iz radiolarijskih skeleta, tako da sada u stijeni ne nalazimo njihovih ostataka. Centimetarski proslojci kvarcnog arenita govore o časovitom taloženju tog sedimenta i to vjerojatno gravitacijskim tokovima. Veličina zrna i njihova nezaobljenost mogla bi upućivati na relativnu blizinu kopna koje je moglo biti izgrađeno od metamorfnih stijena, a u manjoj mjeri i od stijena granitnog sastava. Sloj kvarcnog arenita ima u podini i krovini tanke slojeve rožnjaka bez radiolarija što opet upućuje na strujanje pornih fluida kroz pješčane proslojke i lakše otapanje radiolarijskih skeleta u podini i krovini.

U području sjeverno od Krčina (Medvednica - sjeverno od Poljanice) nalazimo izdanke, koji samo makroskopski naliče na radiolarite. To su rožnjaci, koji se proslojavaju s milimetarskim do centimetarskim slojevima silicificiranih siltita. Oni imaju vrlo tanko do tanko slojevitú teksturu, a boja im varira od zelenkaste do rumenkaste. U tim stijenama nema radiolarija. Objašnjenje za nedostatak radiolarijskih skeleta u tim stijenama može biti dvojako. Prvo može se raditi o primarno maloj ili smanjenoj bioprodukciji, a drugo, da su skeleti bili naknadno, tijekom dijagenetskih procesa, potpuno otopljeni.

*

Mikropaleontološkon analizom radiolarijskih rožnjaka i radiolarita na snimljenim stupovima u Poljanici i uzoraka s terena utvrđena je slijedeća mikrofosilna zajednica radiolarija (Analitičar: dr sc. Š. GORIČAN – Znanstveno Raziskovalni Center Slovenske Akademije Znanosti in Umetnosti, Ljubljana): *Archaedictyomitra* (?) *amabilis* AITA; *Archaedictyomitra* sp.; *Bernoullius* spp.; *Cinguloturris carpatica* DUMITRICA; *Cyrtocapsa mastoidea* YAO; *C. aff. mastoidea* YAO; *Dictyomitrella* (?) *kamoensis* MIZUTANI & KIDO; *Eucyrtidiellum unumaense* (YAO) s.l.; *E. unumaense pustulatum* BAUMGARTNER; *E. ptyhtum* (RIEDEL & SANFILIPPO); *Eucyrtidiellum* sp.; *Guexella nudata* (KOCHER); *Obesacapsula aff. magniglobosa* AITA 1987; *Parvicingula dhimenaensis* BAUMGARTNER; *P. cappa* CORTESE 1993; *Parvicingula* sp.; *Protunuma turbo* MATSUOKA; *P(?) ochiensis* MATSUOKA; *P. fusiformis* ICHIKAWA & YAO 1976; *P. lanosus* SYKORA & OŽVOLDOVA 1996; *Protunuma* sp.; *Ristola(?) turpicula* PESSAGNO & WHALEN; *Stichocapsa japonica* YAO; *S. himedaruma* AITA; *S. naradaniensis* MATSUOKA; *S. robusta* MATSUOKA; *Stichomitra* (?) *takanoensis* AITA; *Stylocapsa catenarum* MATSUOKA; *S. oblongula*

KOCHER; S. tecta MATSUOKA; Theocapsomma cordis KOCHER; Th. aff. cordis KOCHER; Th. cucurbitiformis BAUMGARTNER; Tricolocapsa conexa MATSUOKA; T. tetragona MATSUOKA; T.(?) fusiiformis YAO (aff. fusiformis); T. plicarum YAO; T. plicarum ssp. A sensu BAUMGARTNER et al.; T. sp. A sensu YAMAMOTO et al., 1985; T. sp. sensu MAATE et al., 1993; Transhuum brevicostatum (OŽVOLDOVA) gr.; Transhsuum sp.; Unuma darnoensis KOZUR 1991; U. latusicostatus (AITA); Williriedellum (?) marcuccii CORTESE; Xitus sp.

Na temelju navedene mikrofossilne zajednice utvrđeno je da radiolariti i radiolarijski rožnjaci pripadaju vremenskom rasponu od srednjeg bajocija do srednjeg oksforda (HALAMIĆ et al., 1998).

2.2.2. Šejlovi i siltiti s olistolitima

Na snimljenom stupu u potoku Poljanici vidljivo je da na radiolarite slijede tamnocrveni i crveni, masivni šejlovi, siltozni šejlovi i siltiti (stup Poljanica-B na Medvednici - sl.21). Te stijene nalaze se uz prethodno opisane radiolarite i radiolarijske rožnjake. Siltiti su količinski podređeniji u odnosu na šejlove.

Ove stijene imaju najčešće masivnu teksturu, ali su jako ispucale (uslijed tektonizacije) te se lome iverasto u centimetarske komadiće. Osim crvenih varijeteta pojavljuju se i zelenkasti, što ovisi o udjelu hematitne supstancije u osnovi stijene. Šejlove izgrađuju minerali glina i kriptokristalasti kvarc, a natopljeni su najčešće feruginoznom supstancijom. Većina analiziranih uzoraka ima dodatno povećan sadržaj silicijske komponente, a rjeđe su i kalcitizirani u vidu mikrokristalastih kalcitnih kristalića. Kada u osnovi stijene ima više klorita onda ona poprima zelenkastu boju. Klastični detritus čine zrna kvarca veličine silta i većinom planparalelno raspoređeni listići bijelih tinjaca. Akcesoran je cirkon. Stijenu često presijecaju submilimetarske kvarcne i kalcitne žilice. Rjeđe u žilicama nalazimo žilnu paragenezu izgrađenu od kvarca, plagioklasa i kalcita.

Slabije zastupljeni siltit je, također, masivne teksture (sl.23), a izgrađen je od detritičnih zrna kvarca, listića bijelih tinjaca, rjeđe klorita i čestica devitificiranog vulkanskog stakla. Osnova je izgrađena od minerala glina i kriptokristalastog do mikrokristalastog kvarca. I ovdje je akcesoran cirkon. Isto kao i kod šejla siltit ima najčešće tamnocrvenu boju, koju uzrokuje hematitna supstancija.

U stijeni se osim planparalelnog rasporeda listića tinjaca i horizontalne laminacije u milimetarskom do submilimetarskom području ne zamjećuje gradacija.



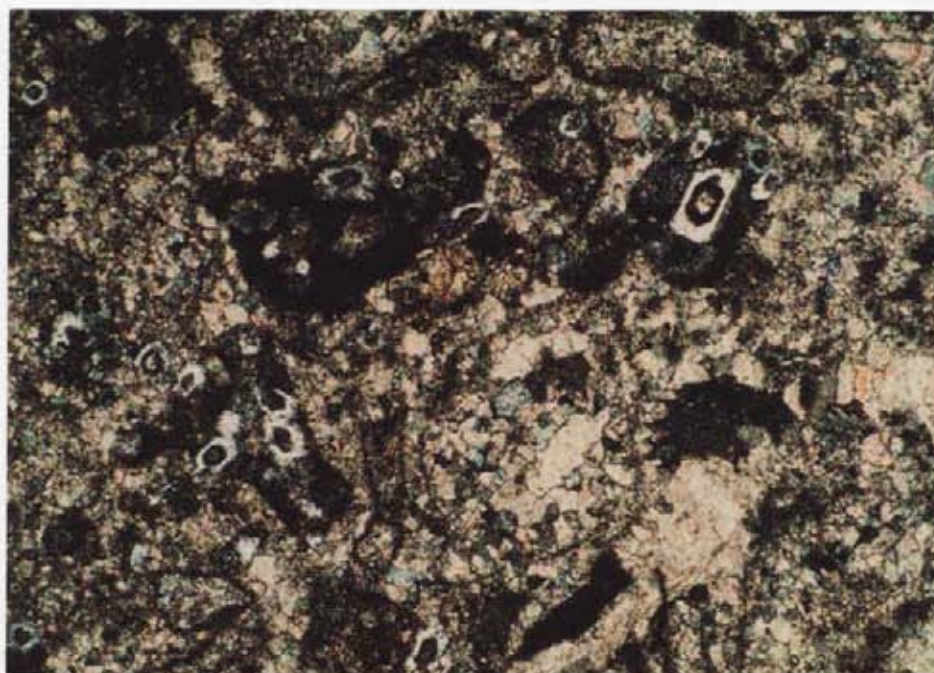
Sl. 23. Masivni, tamnocrveni siltit (potok Poljanica, Medvednica) (\varnothing poklopca objektiva = 5.5 cm).



Sl. 24. Metarski olistolit trijaskog vapnenca u jurskom radiolarijskom šejlu (Poljanica, Medvednica) (Mjerilo dužine 1 m).



Sl. 25. Decimetarski olistolit trijaskog vapnenca u jurskom radiolarijskom rožnjaku (Poljanica, Medvednica) (\varnothing poklopca objektiva = 5.5 cm).



Sl. 26. Silicifikacija u olistolitu u vidu idiomorfnih kristalića kvarca (80x, N+).

Na više lokaliteta u potoku Poljanici unutar šejlova, a rjeđe i unutar radiolarijskih rožnjaka nalazimo olistolite karbonata, veličine do 1,5 m (sl.24 i 25). Na olistolitima je vidljivo da su pali u još neočvršli mulj, jer su pukotine u njima ispunjene tamnocrvenim šejlom, a on obavija i sva ulkenuća u olistolitu. Najčešći olistoliti izgrađeni su od intrabiomikrita i intrabiomikrudita. Intraklasti, veličine do 1 mm, izgrađeni su od biomikrita i dismikrita.

Biogeni detritus čine krhotine ljuštura raznovrsnih školjkaša, zatim komadi algi i krhotine foraminifera. Cement je sparitski, mozaičnog ili družnog tipa. Stijena je rekristalizirana i silicificirana. Silicifikacija se manifestira kroz idiomorfne kristaliće kvarca, koji u sredini imaju mikritnu jezgru (sl.26). Kod ljuštura školjkaša ostala je samo mikritna ovojnica, jer je aragonit otopljen i zamijenjen družnim cementom. Kod nekih uzoraka ima detritičnih zrna poluzaobljenog kvarca, kalcitiziranih feldspata i rožnjaka, veličine do 0,5 mm te su te stijene zato slabo pjeskoviti intrabiomikriti.

Transport olistolita u dublje dijelove odvijao se je vjerojatno gravitacijskim kliženjem nakon tektonskih nemira (potresi), a koji su opet posljedica vulkanske aktivnosti u to vrijeme.

Mikropaleontološkom analizom uzoraka iz karbonatnih olistolita sa stupova Poljanica-A i Poljanica-B na konodonte utvrđena je slijedeća mikrofosilna zajednica: *Epigondolella postera* (KOZUR & MOSTLER), *Neogondolella steinbergensis* (MOSHER), *N. foliata* (BUDUROV), *N. tadpole* (HAYASHI) i *N. navicula* (HUCKRIEDE) (KOLAR – JURKOVŠEK, 1996).

Ta mikrofosilna zajednica određuje srednjotrijasku do gornjotrijasku starost tih stijena (ladinik do norik).

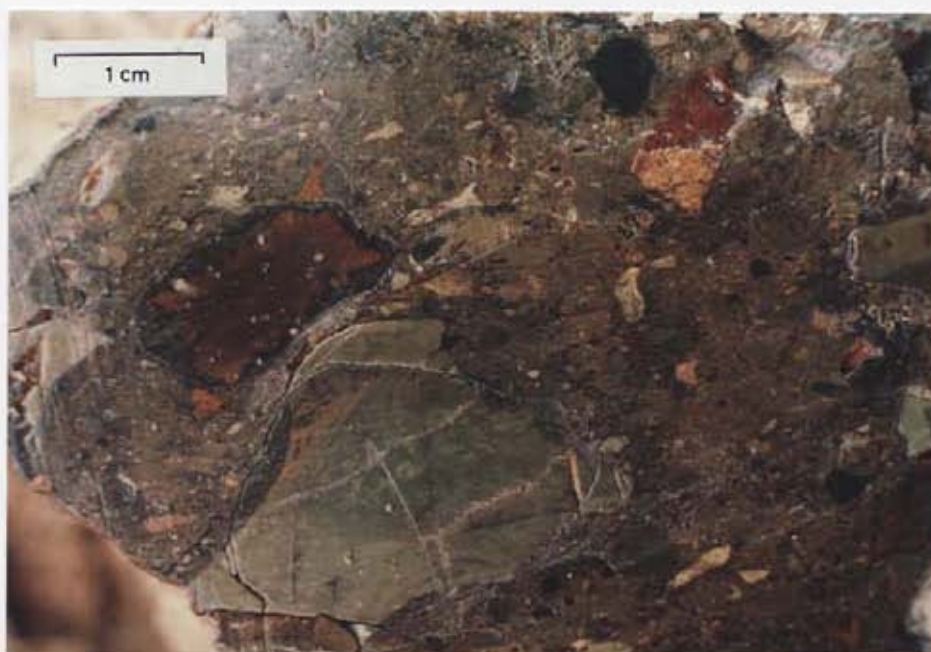
2.2.3. Matrikspotporni konglomerati (debriti)

U središnjem dijelu snimljenog stupa u Poljanici (stup Poljanica-A) unutar radiolarijskih rožnjaka pojavljuje se oko 2 m debeo prosljak sitnozrnatog matrikspotpornog brečokonglomerata (sl.21). Osim na tom stupu slične stijene registrirane su i u izvorišnom dijelu potoka Golubinec sjeverozapadno od kote 371 te u malom potoku južno od sela Orešje, neposredno zapadno od napuštenog kamenoloma Gornja Bistra.

Stijene imaju sivozelenkastu boju, a tekstura im je škrljjava. Matriks je izgrađen od smeđezelenkastog siltoznog šejla, a na stupu u Poljanici on je crvenkaste boje. Siltozni šejl osnove izgrađen je od minerala glina i kriptokristalastog kvarca. U njemu dolaze detritična

zrna kvarca, veličine silta, a rjeđe veličine sitnozrnatog pijeska i bijeli tinjac. Akcesorni su cirkon i metalni mineral. U tom matriksu "plivaju" loše sortirani fragmenti, čiji promjer varira od 2 mm do 15 cm. Oni su mjestimično orijentirani, tako da su duže osi elipsoidnog presjeka subparalelne škriljavosti. U matriksu oko fragmenata i valutica ne zamjećuje se da su one naknadno bile rotirane, što upućuje na to da je njihova orijentacija nastala prilikom tečenja muljne mase. Fragmenti su uglati i poluuglati, a manjim dijelom zaobljeni. Izgrađeni su najvećim dijelom od tamnosivog, sivog, sivozelenog i žutozelenog silicificiranog šejla. Poneki fragmenti obavijeni su korama manganskih minerala i limonitom (sl.27).

Osim navedenih fragmenata dolaze još i silicificirani laminirani biomikrospariti, kod kojih biogenu komponentu čine ovalne i okrugle forme, veličine do 0,2 mm, ispunjene mikrokristalastim kvarcom. To su vjerojatno potpuno rekristalizirane radiolarije. Lamine, debljine do 1 mm, izgrađuje mikrokristalasti kvarc s ostacima radiolarija i njihovih iglica. Kod pojedinih varijeteta radiolarije su u potpunosti kalcitizirane tako da se naziru samo njihovi obrisi u mikrosparitnoj osnovi.



Sl. 27. *Matriksoporni konglomerat unutar radiolarijskih rožnjaka. Na fragmentu u sredini lijevo vidljiva je impregnacija manganskom supstancijom (Golubinec, Medvednica)*

Vrlo rijetko nalazimo i manje fragmente litične grauvake. Stijena je smeđesive boje, a izgrađuju je čestice poluuglatog do poluzaobljenog kvarca, promjera do 0,3 mm, zatim feldspati, čestice stijena (rožnjak, mikrokvarcit, granitne čestice i karbonat) i muskovit.

Sporedan je amfibol. Akcesorno dolazi cirkon, granat i metalni mineral. Osnova stijene je silicijska. Sastav grauvake ukazuje na to da je izvorišno područje iz kojega potječe materijal za tu stijenu bilo izgrađeno od metamornih (kiselijih) i granitnih stijena. Sličnog sastava su i prethodno opisani proslojci arenita u rožnjaku na brdu Pijesak.

Sličnu građu imaju i monomiktni matriksopotporni konglomerati sjeveroistočno od lugarnice Oštrica s tom razlikom što su u matriksu između pojedinih fragmenata nađene i radiolarije. Na žalost njihov stupanj očuvanosti nije bio dovoljan za determinaciju pa je pretpostavljena pripadnost ovih sedimenata jedinici Poljanica utvrđena samo na temelju litološke sličnosti (HALAMIĆ & SLOVENEK, 1995a).

2.2.4. Bazični efuzivi

U središnjem toku potoka Poljanica nalazimo prethodno opisane šejlove i siltite u kontaktu s izmijenjenim bazaltima (sl.28).

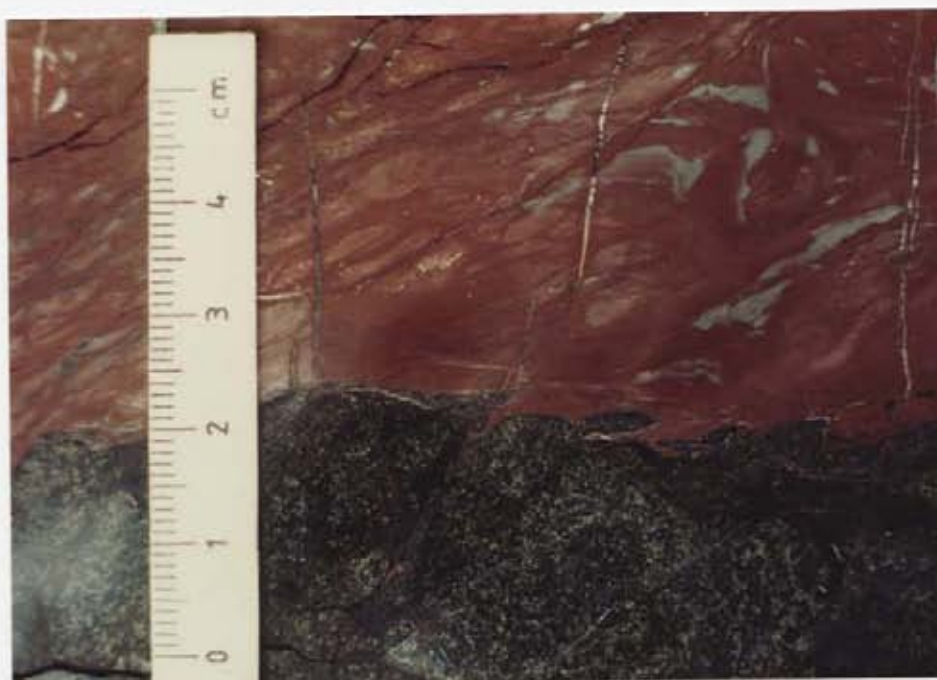
Podrobnijom analizom ustanovljeno je da postoje topli kontakti šejl/izmijenjeni bazalt, a isto tako i hladni kontakti. Kod aktivnog kontakta tamnocrveni šejl je izbijeljen i zapažaju se tri pojasa milimetarske širine. Najudaljeniji pojas od kontakta izgrađen je od crvenog šejla. Slijedeći milimetarski pojas šejla je kloritiziran i natopljen kremičnom kiselinom. Neposredan kontakt prema efuzivu izgrađuje zamućena i kalcitizirana masa. Na



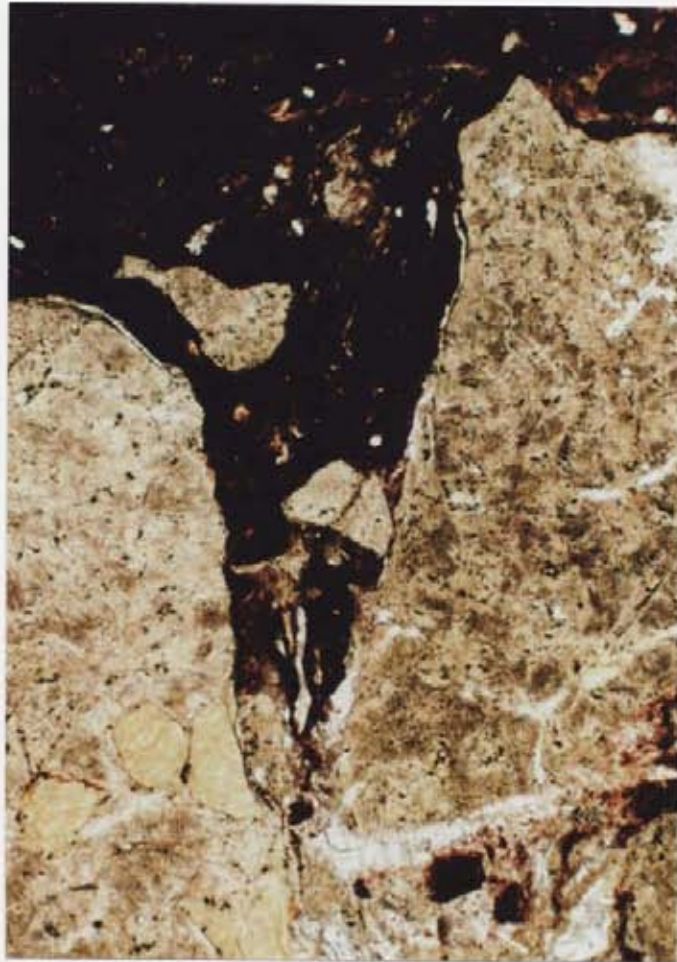
Sl. 28. Decimetarski proslojci šejla u izmijenjenom bazaltu (Poljanica, Medvednica).

temelju prethodno navedenog pretpostavljam da je kontaktna zona termičkog karaktera. Kod hladnog kontakta šejl/izmijenjeni bazalt ploha je neravna tako da "jezičci" sedimenta ulaze u ohlađeni i raspucali efuziv (sl.29). U izbrusku se jasno vidi da su tijekom sedimentacije šejla komadići efuziva padali u pukotine u izmijenjenom bazaltu (sl.30).

Mikroskopskom analizom bazičnih stijena, koje su u kontaktu sa sedimentima utvrđeni su slijedeći strukturni varijeteti: ofitni izmijenjeni bazalt (kataklazirani, kalcitizirani i kloritizirani izmijenjeni bazalt, kloritizirani i hematitizirani izmijenjeni bazalt i kalcitizirani izmijenjeni bazalt) te divergentno-zrakasti porfirni izmijenjeni bazalt (HALAMIĆ et al, 1998). Ofitni metabazalti imaju masivnu teksturu, dok im je struktura ofitna. Plagiokalsi su većinom potpuno albitizirani. Albiti su štapićasti, veličine do 1 mm, a rjeđe do 1,6 mm. U nekim izbruscima su izrazito svježiji i homogeni. Sraslačke lamele su jasno izražene. Kod manje svježih primjeraka albiti su nehomogeni i često se zapažaju uklopici sitno listićavog klorita i epidota, a dijelom su i kalcitizirani. Intersticijski prostor je zamućen, a ispunjen je, osim kalcitom i sitnolistićavim kloritom u formi nepravilnih, zaobljenih nakupina, sličnih mandulama. Kod svježijih primjeraka u intersticijskom prostoru nalazimo i perasto-člankovit, umjereno izmijenjeni augit. Izmjene se očituju kao epidotizacija i kloritizacija ili se radi o zamućenom agregatu klinocoizit-epidota. Kod trošnijih uzoraka uopće ga nema, jer je potpuno izmijenjen tj. kloritiziran na što upućuje i sastav intersticijskog prostora. Međuprostor kod kloritiziranog i hematitiziranog izmijenjenog bazalta ispunjen je smjesom klorita, hematita i limonita kao i zamućenim klinocoizit-epidotom. Akcesoran sastojak je



Sl. 29. Hladni kontakt šejla i izmijenjenog bazalta (Poljanica, Medvednica).



Sl. 30. Pukotina u izmijenjenom bazaltu ispunjena hematitiziranim šejlom i fragmentima metabazalta (32x, N-).

sitnozrnati ilmenit, koji je dijelom izmijenjen u leukoksen, kao i sitnodispergirani magnetit. Kod divergentno-zrakastog porfirnog izmijenjenog bazalta plagioklasi su znatno do potpuno izmijenjeni u albit. Utrusci, veličine do 0,8 mm potpuno su kalcitizirani, a albiti osnove su štapićasti i veličine do 0,1 mm. Međuprostor je ispunjen sa znatno do potpuno zamućenim agregatom klinocoizit-epidota i kalcitom. U stijeni je prisutna i prehnitizacija u vidu gnijezda. Svi varijeteti izmijenjenog bazalta ispresijecani su submilimetarskim žilicama kalcita.

2.3. Jedinica Kraljev Vrh

Ovu jedinicu izgrađuju bazični efuzivi (razni varijeteti bazalta i izmijenjenih bazalta) (2.3.1.), piroklastiti (2.3.2.) i matrikspotporni konglomerati (2.3.3.), koji se javljaju unutar magmatskog tijela, a udruženi su s efuzivima.

Tipični lokalitet na kojem je definiran veći dio ove jedinice nalazi se na Medvednici u aktivnom kamenolomu, smještenom na ušću potoka Jelenja voda i potoka Markovčak (oko



Sl. 31. Zapadna strana kamenoloma Kraljev Vrh. U sredini slike vidljiv je sloj debrita.

3 km jugoistočno od naselja Kraljev Vrh). Na tom lokalitetu otkriveni su bazični efuzivi, koji se proslojavaju s parakonglomeratima (sl.31).

Stijene ove jedinice najveće rasprostranjenije imaju na planini Medvednici, gdje se protežu od Sjenišća (jugozapadni dio proučavanog terena) pa sve do Rijeka potoka na sjeveroistoku, zauzimajući površinu od oko 15 km² (prilog 1). Manje pojave bazičnih stijena ove jedinice nalazimo i u selu Kuštri te u napuštenom kamenolomu južno od Kušićevog jarka na području Hum-Šagudovec (prilog 2). Na Kalniku bazične stijene središnjeg toka potoka Hruškovec moglo bi se, također, uvrstiti u ovu jedinicu. Isto tako i one nađene u Štefunovom potoku, u donjem toku potoka Kamešnica, na Medskom brdu i u Curinom potoku mogle bi pripadati ovoj jedinici. Na Ivanščici nalazimo slične stijene u potoku Brana, potoku Jagnjedovec, u području zvanom Pušina i u napuštenom kamenolomu Gotalovec.

2.3.1. Bazične efuzivne stijene

Unatoč tome što su stijene ove grupe u literaturi do sada već detaljno opisivane (vidjeti poglavlje 1.4.) ovdje ću dati samo kratak petrografski opis zbog njihove genetske povezanosti s proučavanim sedimentnim stijenama. Osim toga, kasnije će biti upotrijebljeni i petrokemijski podaci u svrhu definiranja njihovog geotektonskog položaja pri nastanku što je neophodno za rekonstrukciju geodinamičke evolucije cjelokupnog proučavanog terena. Iz

istog će razloga biti u poglavlju 2.4. opisane i stijene, koje pripadaju litodemskoj jedinici Markovčak.

Glavna masa bazičnih efuzivnih stijena na Medvednici proteže se od Sjenišća (potok Bistra) preko Zgoretog brega, Pisane bukve, Okreta, Oreška, Gulizmana, Kulmerice i Hrastovca do Rijeke potoka.

Makroskopski to su stijene masivnog izgleda sive, sivozelenkaste, a najčešće zelenkaste i zelene boje. Trošni varijeteti i limonitizirane stijene smeđe su boje, a hematit im daje crvenkastu boju. Efuzivi su većinom dezintegrirani te zbog toga jako raspucani i lome se u centimetarske do decimetarske komadiće. Tekstura im je homogena, vrlo često jastučasta, a susreću se i mandulasti varijeteti, posebno kod pillow lava. Promjer jastuka varira od 0,3 do 1,5 m. Na temelju pojava jastučastih formi moguće je zaključiti da je izljevanje bazičnih lava bilo subakvatsko. U stijeni su vrlo često prisutni procesi limonitizacije, kalcitizacije, kloritizacije, epidotizacije, zeolitizacije, prehnitizacije, hematitizacije, piritizacije kao i sideritizacije. Ova posljednja vezana je uz rasjedne zone, a nalazimo je na Medvednici izraženu na Pušenom kamenu, u Špiljskom potoku, u donjem toku Vidak potoka i u središnjem toku potoka Rakova noga. Kalcitizacija, epidotizacija, zeolitizacija i prehnitizacija nalaze se u vidu submilimetarskih i milimetarskih žilica, dok su ostale postmagmatske izmjene u vidu impregnacija i praškastih uprskanja.

Bazalti su izdvojeni na temelju mineralne asocijacije bazični plagioklas +/- augit +/- sekundarni minerali, a kod izmijenjenih bazalta je primarni bazični plagioklas, procesom spilitizacije, prešao u albit. Struktura im je mikrokristalna, ofitna, rjeđe reliktno-ofitna, divergentno-zrakasta te porfirno ofitna. Na temelju teksturnih i strukturnih karakteristika izdvojeni su slijedeći varijeteti: ofitni bazalt i izmijenjeni bazalt, reliktno-ofitni, porfirno-ofitni, divergentno-zrakasti, mandulasti i kataklazirani izmijenjeni bazalt odnosno kataklazit (SLOVENEK, 1998; SLOVENEK & HALAMIĆ, 1995b; HALAMIĆ & SLOVENEK, 1995c). Najveći dio efuziva izgrađuju ofitni izmijenjeni bazalti, dok su drugi varijeteti podređeniji. Mandule kod mandulastih varijeteta najčešće su monomineralne i izgrađene od klorita i kalcita, a rjeđe i od epidota.

Albit kao glavni mineralni sastojak je štapičast do stubast, veličine od 0,07 do 0,2 mm u osnovi, a kao utrusak od 0,7 do 1,4 mm. Varira od svježih do rastrošenih primjeraka, a često je zamućen i nehomogen od uklopaka klorita, kalcita, klinocoizita i epidota. Kod nekih su sraslačke lamele dobro izražene. Nastao je procesom postmagmatske(?) albitizacije iz bazičnih plagioklasa uz privođenje natrija, a odvođenje kalcija. Proces spilitizacije počeo je

vjerojatno već odmah nakon izlivanja lave na morsko dno uz djelovanje hidrotermalnih otopina i morske vode. Drugi glavni mineral je klinopiroksen (augit), koji je najvećim dijelom hidrotermalno izmijenjen u sitnolistićavi klorit uz izdvajanje zamućene mase klinocoizit-epidota. Mjestimično nalazimo reliktno perasto-člankovite, prizmatske ili granularne forme. Osnovu stijene najčešće izgrađuje sitnolistićavi klorit, zatim zamućeni agregat klinocoizit-epidota te kalcit, zeolit, kvarc i neoalbit. Akcesorni su metalni minerali (najčešće pirit), leukoksenizirani ilmenit, magnetit, kromit i apatit u vidu iglica. Zbog nepravilne spilitizacije postoji niz postpunih prijelaza između bazalta i izmijenjenog bazalta čak i u centimetarskom području (SLOVENEČ, 1998).

Bazične magmatske stijene Kalnika smatrane su prije krednim (cit. lit.), a danas, zahvaljujući biostratigrafiji temeljenoj na analizi radiolarija (uzorci iz radiolarita, koji se proslojavaju s izmijenjenim bazaltima) možemo tvrditi da su, kod jednog dijela magmatita, u pitanju stijene srednjotrijaske do gornjotrijaske starosti. Isto tako, nekim je efuzivima Medvednice (područje između potoka Poljanica i Bistra potoka), dokazana srednjotrijaska do gornjotrijaska starost i to, također, na temelju analize radiolarija u rožnjacima, koji su u kontaktu s efuzivima kao i na temelju konodonti iz vapnenaca između jastučastih lava (kamenolom Gornja Bistra) (HALAMIĆ & GORIČAN, 1995; HALAMIĆ et al., 1998). Na tom istom području, na temelju proslojavanja i odredbi starosti radiolarijskih rožnjaka, određena je i srednjojurska starost jednog dijela efuziva (HALAMIĆ et al., 1995; HALAMIĆ et al., 1998).

Međutim, o starosti bazičnih efuzivnih stijena najveće magmatske mase na Medvednici, koja izgrađuje jedinicu Kraljev Vrh za sada nema pouzdanih paleontoloških podataka, jer unatoč relativno detaljnom geološkom kartiranju te mase nisu pronađeni fosiliferni sedimenti, koji bi se proslojavali ili koji bi bili u uskoj genetskoj vezi s bazaltima odnosno izmijenjenim bazaltima, kao što je to bio slučaj za područje između Bistre i Poljanice na Medvednici i za veći dio Kalnika.

U napuštenom kamenolomu izmijenjenih bazalta južno od Kušićevog jarka na području Hum-Šagudovec u rekristaliziranom pelagičkom karbonatnom sedimentu, crvene i tamnocrvene boje, koji se nalazi između pillow lava nađeni su "filamenti" (presjeci tankih ljuštura i proclivokona pelagičkih školjaka), kalcitizirane radiolarije(?) i pojedinačni presjeci juvenilnih amonita. Ovo odgovara tipičnom facijesu pelagičke jure (doger-donji malm) (GUŠIĆ, 1995). Međutim, nisu nađeni provodni fosili, koji bi upućivali na točnu stratigrafsku pripadnost ovih sedimenata, a samim tim i tih efuziva.

Podaci o stratigrafskoj pripadnosti bazičnih magmatskih stijena na Medvednici baziraju se do danas na odredbi aptsko-albske starosti karbonatnih sedimenata (GUŠIĆ, 1971,

1974), koji u većini slučajeva leže na matrikspotpornim konglomeratima jedinice Markov Travnik, a samo su na manje mjesta u direktnom kontaktu s efuzivima (vidjeti prilog 1). Izotopnim analizama bazalta iz izvorišnog dijela Bistra potoka K-Ar metodom (hole rock) dobivena je starost od 85,4 +/- 3,5 i 94,3 +/- 4.5 Ma (PAMIĆ, 1997a), što odgovara vremenskom rasponu od cenomana do santona. Ova starost je nelogična, jer bi u tom slučaju efuzivi bili mlađi od prethodno spomenutih donjokrednih sedimenata, a na terenu ih međutim, nalazimo uvijek ispod njih. Određivanje izotopne starosti K-Ar metodom (hole rock) u ovim stijenama trebalo bi smatrati nepouzdanim iz više razloga. Jedan je da se kod ovih efuzivnih stijena najvećim dijelom radi o jako izmijenjenim bazaltima (većim dijelom spilitima), koji su bili odmah nakon izlivanja podvrgnuti spilitizaciji i postmagmatskim hidrotermalnim izmjenama (metamorfizam vrlo niskog i niskog stupnja), tako da se praktički u tim stijenama ne može naći svježi uzorak za ovu vrstu analize. Nadalje, poznato je da su proučavani izmijenjeni bazalti na ovom području bili izloženi takvim geotektonskim uvjetima (npr. kompresija uslijed subdukcijskih procesa) nakon kojih je količina mjenog argona u stijeni upitna, jer se smatra da je kod jakih tektonskih tlakova argon migrirao iz stijene te da se kod ovih mjerenja mogu dobiti i znatno snižene vrijednosti u odnosu na njegov primaran sadržaj (GEYH & SCHLEICHER, 1990).

Na temelju analize literaturnih podataka i na temelju geološkog kartiranja na Medvednici do sada nije nađen niti jedan izdanak na kojem bi se sedimenti, dokazane donjokredne starosti, proslojavali s magmatskim stijenama ili bili u njima uklopljeni, te se na temelju toga može pretpostaviti da su bazične magmatske stijene jedinice Kraljev Vrh na Medvednici i starije od njih.

2.3.2. Piroklastiti

Piroklastične stijene, koje su uvrštene u ovu jedinicu, nalazimo na Medvednici na padinama zvane Krčine, istočno od mjesta Poljanica i istočno od naselja Podbreg, gdje one čine lećasta izdužena tijela (prilog 1). One su zelenkastosmede, crvenkastozelene i sivosmede obojene, a pojedini dijelovi su znatno hematitizirani, limonitizirani i kloritizirani te ispresijecani s brojnim kalcitnim žilicama. Tekstura im je masivna i amigdaloidalna, a dijelom i škriljava. U analiziranim uzorcima dominantan je materijal vulkanskog porijekla u odnosu na sedimentni. U osnovi stijene nalazimo lapile, veličine do 3 cm, koji su mjestimično

lijepo zaobljeni i izgrađeni od veoma tvrdog, amigdaloidalnog i hematiziranog izmijenjenog bazalta (sl.32).

Na temelju teksturnih i strukturnih karakteristika određeni su slijedeći varijeteti (Analitičar: D. SLOVENEĆ, dipl.ing.geol., Institut za geološka istraživanja, Zagreb): kristaloklastični tuf, kristalolitoklastični tuf, litokristalovitrofirni lapili tuf i litoklastični tufit. Struktura piroklastita je psamitska do psefitska. Osnova većine analiziranih uzoraka izgrađena je od bazičnog, potpuno devitificiranog stakla. Mjestimično je ona znatno kalcitizirana i/ili rekristalizirana te hematizirana i kloritizirana. Kristaloklasti su najčešće fenokristali relativno svježih plagioklasa, veličine i do 5 mm, stubastog i pločastog oblika.



Sl. 32. Uzorak piroklastita s 2 cm velikim lapilom mandulastog izmijenjenog bazalta.

Kao kristaloklaste nalazimo još nepravilna zrna kvarca, lećaste nakupine i mandule klorita, kalcita i prehnita. Kristaloklasti su često izlomljeni, a pukotine su ispunjene vulkanskim staklom. Litoklaste, veličine do 4 mm, čine fragmenti bazičnih vulkanita (bazalt i mandulasti izmijenjeni bazalt). Količinski odnos kristaloklasta i litoklasta je različit.

Stratigrafska pripadnost opisanih piroklastita ostaje i dalje upitna, jer do sada nisu nađeni fosili u pratećim sedimentima, koji bi odredili njihovu točnu starost. Na temelju njihovog sastava i teksturno-strukturnih karakteristika te geoloških odnosa na terenu pretpostavljam njihovu genetsku povezanost s glavnom masom efuzivnih stijena sjeverozapadnog dijela Medvednice.

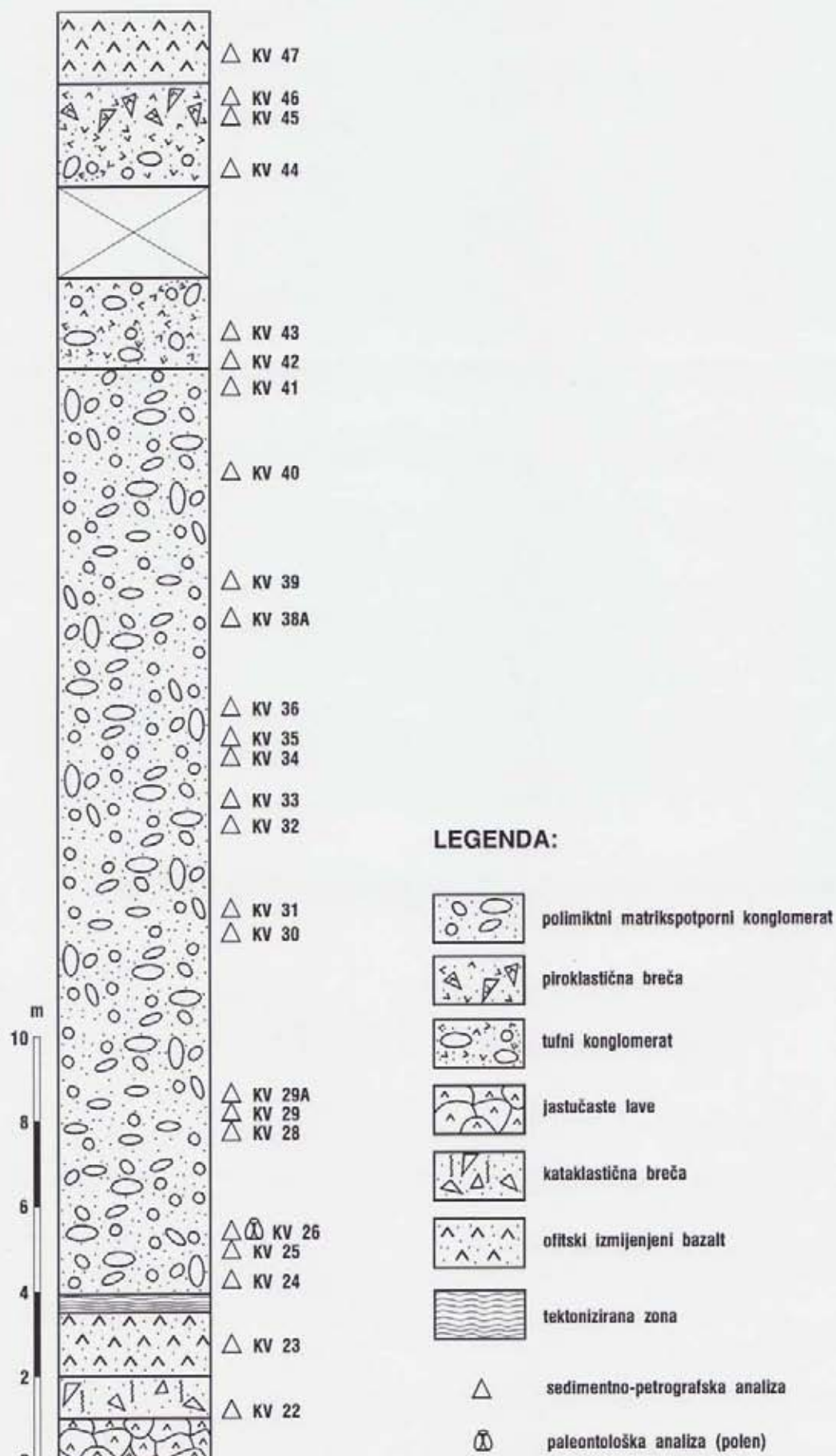
2.3.3. Matrikspotporni konglomerati

Na Medvednici, u kamenolomu Kraljev Vrh (Jelenja voda), na njegovoj zapadnoj strani, otkriven je unutar ofitnog izmijenjenog bazalta sloj matrikspotpornih konglomerata, varijabilne debljine od 20 m na južnoj do 34 m na sjevernoj strani (sl.31). Osim u Kraljevom Vrh u slične matrikspotporne konglomerate nalazimo u središnjem toku potoka Pronjak, zatim u potoku Rakova noga neposredno sjeverno od kote 460 kao i 250 m južno od nje, zatim u lijevoj pritoci potoka Rakove noge sjeverozapadno od brda Gulizman i oko 500 m zapadno-jugozapadno od Zgoretog brijega (prilog 1). Na Kalniku bi analogon mogli biti konglomerati, koji se nalaze unutar i iznad izmijenjenih bazalta u malom napuštenom kamenolomu u donjem toku potoka Kamešnica, oko 200 m zapadno od kote 225. Na Ivanščici ovoj jedinici pripadaju matrikspotporni konglomerati između izmijenjenih bazalta i dijabaza u napuštenom kamenolomu Gotalovec, na njegovoj sjevernoj strani.

U kamenolomu Kraljev Vrh snimljen je litostratigrafski stup ukupne debljine od 34,1 m (sl.33). Podinu matrikspotpornih konglomerata izgrađuju u donjem dijelu jastučaste lave, a na njima slijedi kataklastična bazalna breča. Neposrednu podinu sedimenata čini ofitni izmijenjeni bazalt. Prijelazna zona je milonitizirana, a u milonitnim glinama nalazimo fragmente ofitnog izmijenjenog bazalta i fragmente samljevenog siltoznog šejla iz matriksa matrikspotpornih konglomerata.

U stupu su izdvojeni polimiktne matrikspotporni konglomerati, tufni konglomerati i piroklastične breče. Vršni dio stupa izgrađen je od kloritiziranog i epidotiziranog izmijenjenog bazalta. Izmijenjeni bazalti iz podine i krovine sedimentnog sloja detaljno su opisani u poglavlju 2.3.1.

Polimiktne matrikspotporni konglomerat - Ovaj facijes je najzastupljeniji u snimljenom stupu i ima debljinu od 21,7 m, a nastavlja se na milonitnu zonu. Krovina ovog facijesa izgrađena je od tufnih konglomerata. Donja i gornja granica je oštra i neravna. Stijena ima homogenu teksturu i matrikspotporna strukturu. Bočno ovaj facijes ima promjenljivu debljinu. U donjih 4 m valutice su promjera do 10 cm, a u slijedećih 3,5 m dosežu dužinu i do 2 m, izduženog su oblika i debljine do 0,7 m. U gornjem je dijelu debljina valutica od 3 do 40



Sl. 33. Geološki stup matrikspotpornih konglomerata u kamenolomu Kraljev Vrh (zapadna strana)

cm, a izgrađene su od crnih rožnjačkih litičnih grauvaka, siltoznih litičnih arenita, konglomeratičnih litičnih arenita, siltoznih rožnjaka, rožnjačkih sublitoarenita, sublitoarenita i ofitskog izmijenjenog bazalta (sl.34).

Palinološki je analizirana valutica crnog rožnjačkog arenita iz koje je dobiven relativno bogat organski ostatak. Pregledom spora iz alohtonog inertinita bilo je moguće približno na "form-genetičkom" nivou odrediti slijedeće oblike: *cf. Raistrickia* i *cf. Lophozonotriletes* (Analitičar: mr sc. G. KOCH – Institut za geološka istraživanja, Zagreb),



Sl. 34. Matrikspotporni konglomerat s poluzaobljenim valuticama tamnosivog silita i sivozelenkaste litične grauvake (kamenolom Kraljev Vrh).

koje ukazuju na starost u rasponu devon-karbon. Pošto se ovdje već radi o vjerojatno pretaloženoj organskoj supstanci (mr sc. G. KOCH - usmeno priopćenje) može se samo reći da je ova valutica u parakonglomeratu mlađa od devon-karbona. Matriks konglomerata izgrađen je od konglomeratičnog pjeskovitog muljnjaka i konglomeratične litične grauvake. Rentgenska analiza matriksa pokazala je slijedeći sadržaj: ilit 35%, kvarc 33%, amorfna tvar i klorit (Analitičar: dr sc. D. SLOVENEK – Rudarsko-geološko-naftni Fakultet, Zagreb). Ovo ukazuje na to da matriks nije pretrpio bitne metamorfne promjene, osim transformacije minerala gline u hidrotinjac.

Raspored valutica u konglomeratu ovog facijesa, njihov promjer, njihova raznovrsnost i njegova matrikspotporna struktura ukazuju na taloženje iz muljnog toka. Prije tečenja moralo je doći do nagomilavanja materijala na padini. Kretanje materijala bilo je

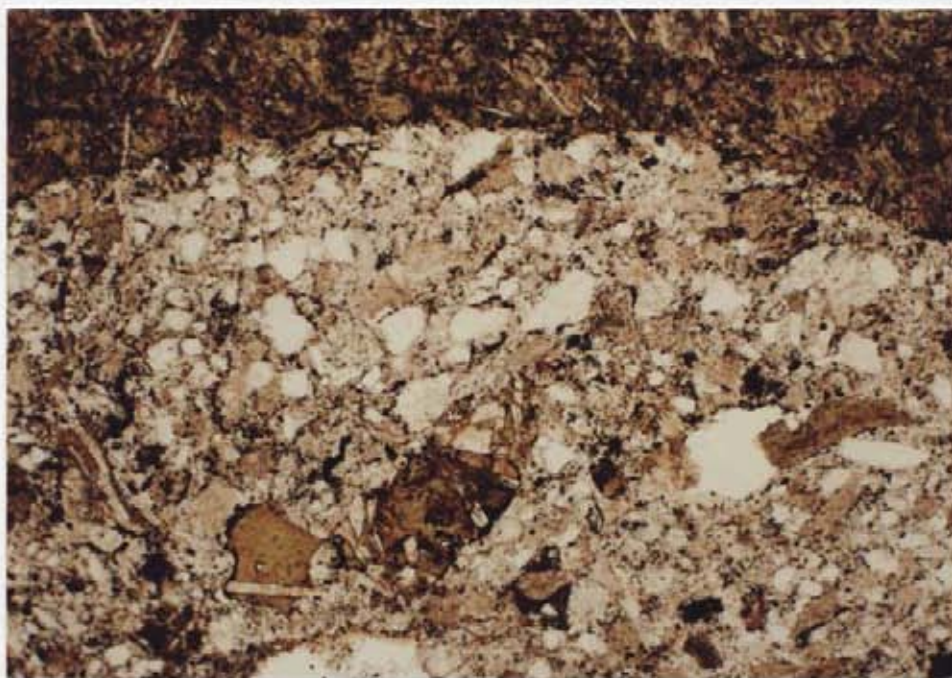
vjerojanto izazvano potresima uslijed vulkanske aktivnosti, ali i nagomilanom, kritičnom masom materijala na rubu padine.

Tufni konglomerat - Debljina ovog facijesa u stupu iznosi 5,5 m, ali s 2 m pokrivenog intervala. Podinu čini prethodno opisani facijes, a krovinu facijes piroklastičnih breča. Prijelaz u ovaj facijes je postupan s povećanjem sadržaja fragmenata izmijenjenih bazalta i tufa. Matriks je izgrađen od poluuglatih do poluzaobljenih zrna kvarca, čestica stijena (izmijenjeni bazalt, siltozni šejl, rožnjak i mikrokvarcit), zatim feldspata, muskovita i mikrokristalastog kvarca. Valutice veće od 2 mm su sitnozrnati metabazalt, litična grauvaka, glinoviti šejl kao i devitrificirano vulkansko staklo s utruscima izmijenjenih feldspata. Fragmenti vulkanskog stakla su nezaobljeni i utrusci feldspata vire iz fragmenata (sl.35), a to znači da nisu bili transportirani nego da su direktno padali u još neočvršli sediment.

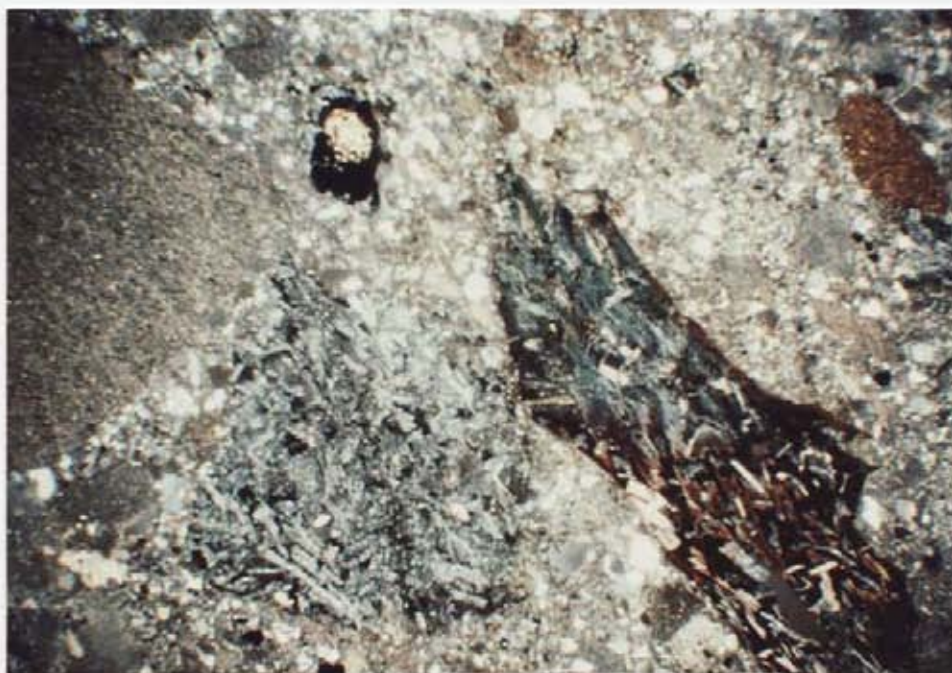
Piroklastične breče - Ovaj facijes ima debljinu od 1,2 m i izgrađuje vršni dio snimljenog sedimentnog paketa. Krovina mu je izgrađena od ofitnog izmijenjenog bazalta masivne teksture. Prijelaz iz prethodno opisanih tufnih konglomerata je postupan, dok je gornja granica oštra, ali neravna. Stijene ovog facijesa slične su facijesu tufnih konglomerata. Matriks je izgrađen od nesortiranih, poluuglatih zrna kvarca, feldspata, fragmenata metabazalta, vulkanskog stakla, muskovita i rožnjaka. Fragmenti veći od 2 cm i veći od 7 cm su porfirni izmijenjeni bazalt, izmijenjeni bazalt kao i devitrificirano vulkansko staklo s utruscima glinenaca (sl.36). Stijena ne pokazuje nikakvu unutarnju organizaciju fragmenata. Prisutnost tufnih konglomerata i piroklastičnih breča s fragmentima vulkanskog stakla iz kojih vire neoštećeni utrusci feldspata u proslojcima sedimenata u izmijenjenom bazaltu ukazuje na istovremenost subkvatske vulkanske aktivnosti i sedimentacije parakonglomerata.

*

Pillowi u donjem dijelu stupa ukazuju na subkvatsko izlivanje lava i to u dubljim dijelovima bazena. Vulkanska aktivnost, uz prateće potrese, bila je vjerojatno uzrokom pokretanja nagomilanih, još neočvršlih, sedimenata niz padinu prema dubljem dijelu bazena u vidu muljnog toka. Nakon sedimentacije matriksopotpornih konglomerata, na gornje, još neočvrsele dijelove, taložen je vulkanski materijal, koji je bio izbacivan erupcijama (komadi izmijenjenih bazalta i vulkanskog stakla). Pojačavanjem vulkanske aktivnosti povećavala se i količina vulkanskog materijala i nastale su piroklastične breče. Nakon toga došlo je do ponovnog izlivanja lava i prekrivanja sedimentnog paketa bazaltom. Debljina sedimenata nije lateralno postojana, a vjerojatno niti debljina izljevnog bazaltnog tijela.



Sl. 35. Fragmenti devitrificiranog vulkanskog stakla u tufnom konglomeratu. Na fragmentu u lijevom donjem kutu slike vidljivo je kako kristalić feldspata izviruje izvan njega. Osim toga vidljivi su oštri i neoštećeni vrhovi tih komadića (32x, N-).

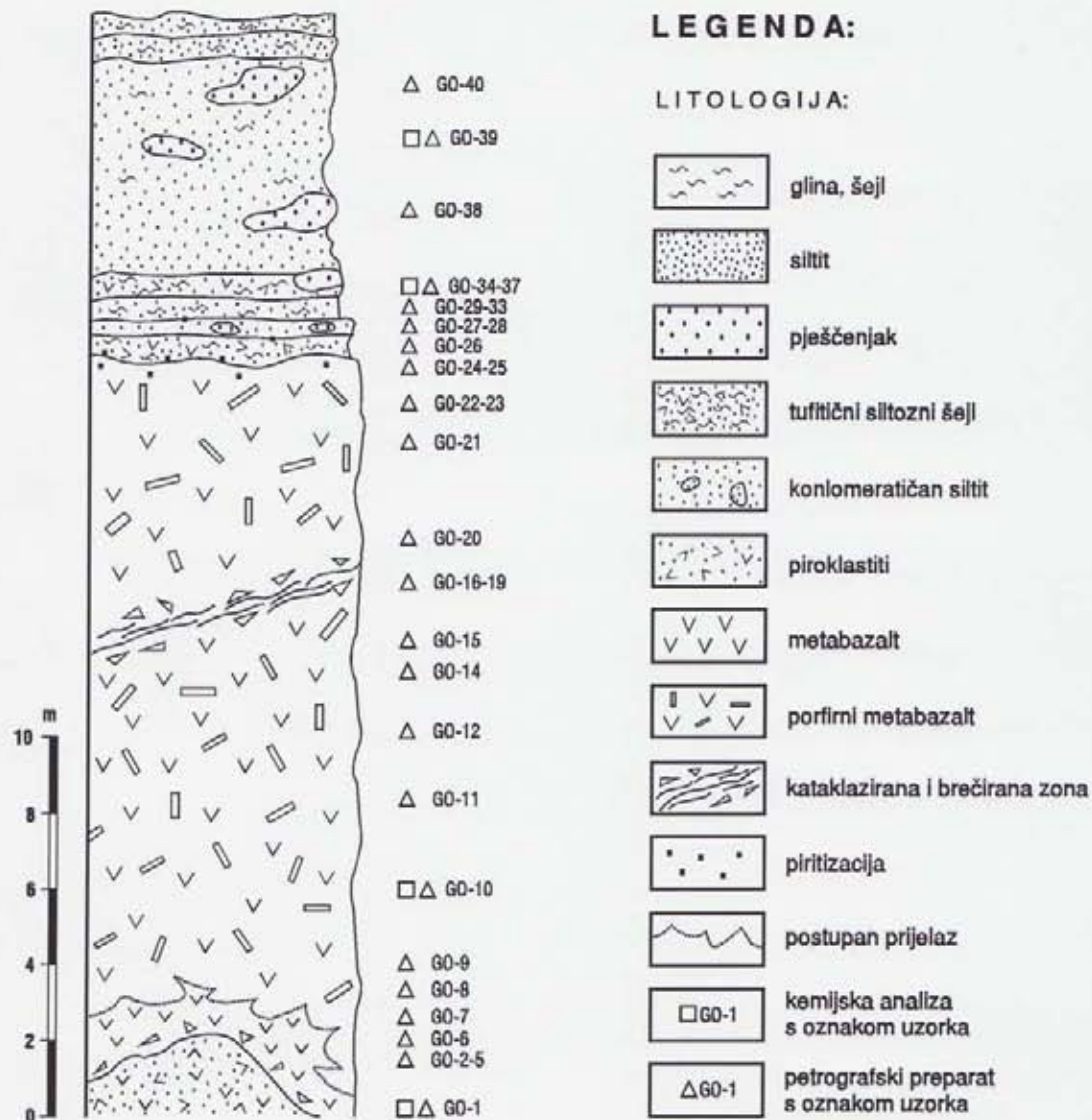


Sl. 36. Piroklastična breča s fragmentom devitrificiranog stakla(desno), izmijenjenog bazalta (sredina) i silita (lijevo) (8x, N+).

Zbog nedostatka validnog fosilnog materijala, kako u valuticama, tako i u matriksu parakonglomerata može se samo na temelju naprijed iznesenih činjenica i na temelju toga da se opisani sedimenti proslojavaju s efuzivnim stijenama reći da su oni sinkroni bazičnim efuzivima i da su iste starosti.

Na sjevernoj strani napuštenog kamenoloma Gotalovec (Ivanščica - prilog 12, lok. 18) snimljen je geološki stup na kontaktu izmijenjenih bazalta i matriksopotpornih konglomerata (sl.37), ukupne debljine od 29 m.

Početak stupa je u visini razine vode u jezeru, a počinje s kristalovitofirnim tufom, koji je uložen kao nepravilno tijelo u porfirni izmijenjeni bazalt. Kontakt piroklastit/izmijenjeni bazalt je nepravilan. Od kontakta prema gore brečirani, ofitni izmijenjeni bazalt postupno prelazi u masivni porfirni izmijenjeni bazalt. Ovdje se radi o tzv. zamrznutom rubu, koji je nastao prilikom izlivanja bazalta na piroklastit. Većinu stupa izgrađuje porfirni izmijenjeni bazalt. Na njega slijedi tufitični siltozni šejl, koji se izmijenjuje s tanjim proslojcima matriksopotpornih konglomerata (debrita). Tektonizirana prijelazna zona efuziv/sediment je piritizirana i to u vidu kristalića veličine do 2 mm. Ova mineralizacija upućuje na strujanje hidrotermalnih otopina duž kontakta. Prisutnost tufitične komponente upućuje na vulkansku aktivnost tijekom taloženja sedimenata. Na prethodno opisane sedimente slijedi paket matriksopotpornih konglomerata, ali bez tufitične komponente u matriksu. Matriks ovih stijena je škrljave teksture, a izgrađen je od konglomeratičnog siltno-šejlnog materijala u kojem "plivaju" obluci (promjera do 0,7 m) litičnih grauvaka (pretežito) i sivih siltoznih rožnjaka (vrlo rijetko). Kod ovih rožnjaka se na temelju strukturnih karakteristika može zaključiti da se radi o potpuno okremenjenom siltoznom vapnencu (?mikritu). Kao što je vidljivo iz prethodnog opisa ove naslage su vrlo slične onim iz kamenoloma Kraljev Vrh s Medvednice, a njihov geološki položaj je skoro identičan njima.



Sl. 37. Geološki stup sjeverne strane napuštenog kamenoloma u Gotalovcu (Ivanščica).

2.4. Litodemska jedinica Markovčak

Glavne mase bazičnih efuzivnih stijena Medvednice i Kalnika uvrštene su u različite litostratigrafske jedinice, dok su ultrabazične, bazične abisalne i hipoabisalne stijene uvrštene u litodemsku jedinicu.

Stijene ove formacije u ovom radu nisu bile predmet detaljnijeg petrografskog proučavanja, ali će zbog njihove važnosti za rekonstrukciju geotektonske evolucije ovih prostora i njihove vjerojatne genetske povezanosti sa stijenama formacije Kraljev Vrh, u ovom poglavlju biti ukratko opisane i to većinom na temelju literaturnih podataka (KOCH, 1904; KIŠPATIĆ, 1914 i 1918; CRNKOVIĆ, 1960 i 1963; GOLUB & VRAGOVIĆ, 1960;

CRNKOVIĆ et al., 1974; ŠIKIĆ et al., 1979; ŠIMUNIĆ et al., 1981; BASCH, 1983; ŠIMUNIĆ & PAMIĆ, 1989; VRKLJAN, 1989; SLOVENEK, 1998), a samo manjim dijelom i na temelju vlastitih istraživanja (SLOVENEK & HALAMIĆ, 1995a; HALAMIĆ & SLOVENEK, 1995e).

a) Ultrabazične magmatske stijene

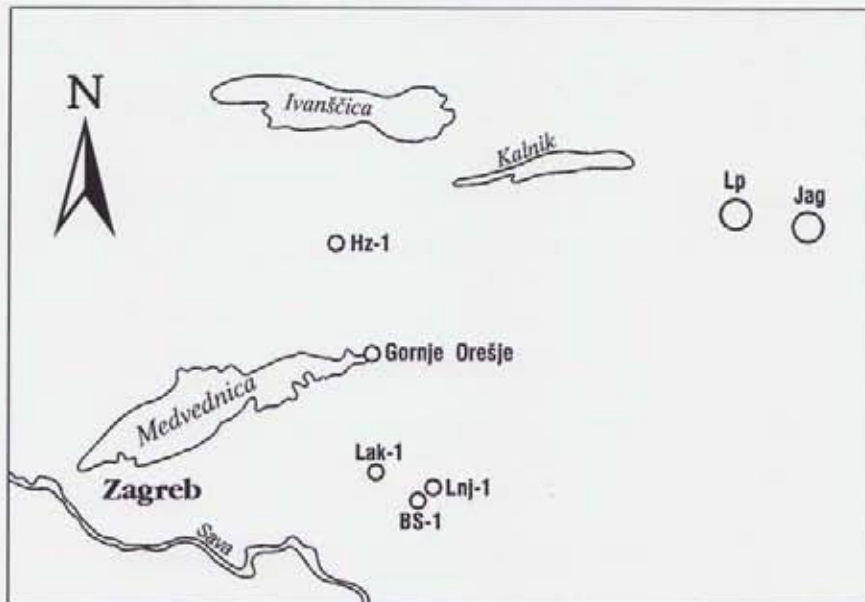
Izdanci ultramafitnih stijena nalaze se, na Medvednici, u području sjeverozapadno od Rauhove lugarnice (Hunjka), neposredno zapadno od Mljekarskog puta, zatim na grebenu, sjeverozapadno od Markovog travnika i sjeveroistočno od Horvatovih stuba (CRNKOVIĆ, 1960,1963). Kartirajući ovaj teren nismo bili u mogućnosti pronaći zadnja dva navedena izdanka, dok smo na prvom pronašli samo komade i blokove veličine do 0,5 m u koritu potoka te pretpostavljam da te stijene na tim lokalitetima nisu autohtone.

Ultramafitna stijena je hornblenda-peridotit (CRNKOVIĆ, 1960, 1963), koji je skoro potpuno crne boje s zelenkastom nijansom. Glavni minerali su serpentinizirani olivin, uralitizirani ortopiroksen (broncit) i klinopiroksen (diopsid) te hornblenda. Od opakih minerala dolaze kromit i magnetit, a ima i uprskanja pirita i halkopirita. Unutar hornblende-peridotita isti autor spominje i nalaz plagioklas-hornblende-peridotita u kojem se javlja modalno i do 20% plagioklasa.

Veći izdanci ultramafita na Medvednici nalaze se izvan proučavanog terena u blizini Gornjeg Orešja (sl.38). Tamo su opisani serpentinizirani harcburgiti, masivni apoharcburgitni i apodunitni serpentiniti te škriljavi serpentiniti, koji se nalaze u kontaktu s gornjokrednim i tercijarnim sedimentima. Po svojim kemijskim karakteristikama ove ultrabazične stijene odgovaraju alpinotipnim ultramafitima (ŠIMUNIĆ & PAMIĆ, 1989), a navedeni autori pretpostavljaju njihovu gornjokrednu starost.

Veće mase ultramafitnih stijena nabušene su u bušotinama Lonjica-1 α , Banje Selo-1 i Laktec-1 neposredno jugoistočno od Medvednice (sl.38, tab.3). O tim ultramafitima biti će više govora u poglavlju o geodinamičkoj evoluciji proučavanog terena.

Na Kalniku su poznate dvije pojave serpentinita i to na južnom grebenu Kalničkog gorja (KIŠPATIĆ, 1914; POLJAK, 1942; ŠIMUNIĆ & ŠIMUNIĆ, 1979; ŠIMUNIĆ et al., 1981). Na obje pojave serpentiniti dolaze unutar matriksotpornih konglomerata te pretpostavljam da su oni blokovi (olistoliti) unutar njih (ŠIMUNIĆ & ŠIMUNIĆ, 1979) ili da su tektonski dospjeli u svoj današnji položaj (ŠIMUNIĆ et al., 1981). Slično kao i u području



Sl. 38. Lokacije dubokih bušotina u kojima su nabušene ultrabazične i bazične stijene te lokalitet Gornje Orešje (lokacije bušotina iz: ŠIMUNIĆ & PAMIĆ, 1989; PAMIĆ, 1997a)

Medvednice u produžetku Kalničkog gorja, prema istoku, u bušotinama Jagnjedovac i Lepavina nabušeni su serpentiniti (VRAGOVIĆ & MARCI, 1973; ŠIMUNIĆ & PAMIĆ, 1989) (sl.38).

Na području Ivanščice do danas nisu konstatirane ultramafitne stijene.

b) Abisalne bazične magmatske stijene

Stijene ovog magmatskog nivoa su znatno rasprostanjenije nego prethodno opisane. Na Medvednici ih nalazimo u području Markovčaka, odakle se one protežu u isprekidanom pojasu preko potoka Jelenja voda, južno od kamenoloma Kraljev Vrh, zatim preko Rezanog kamena do područja sjeverno od fakultetskog dobra Maksimir. Manje pojave tih stijena nalazimo sjeverno i sjeveroistočno od vrha Trešnja kao i u izvorišnom dijelu Reka potoka (prilog 1). Na Kalniku pojavu gabra nalazimo južno od kamenoloma Hruškovec (CRNKOVIĆ et al., 1974), dok smo na Ivanščici do sada otkrili samo jednu manju pojavu trošnog gabra, neposredno sjeverozapadno od starog grada Belec.

Na spomenutim lokalitetima nalazimo različite varijetete gabra i to: olivinski, normalni, uralitski, uralit-amfibolski, amfibolski, pegmatitoidni, olivinsko-piroksenski kao i prijelazne tipove amfibolski gabrodiorit i gabro-dijabaz (CRNKOVIĆ, 1963; SLOVENEK & HALAMIĆ, 1995a).

Od nabrojanih tipova najrasprostanjeniji su amfibolski gabro i izmijenjeni amfibolski gabro. Najbolje otkrivene izdanke ovih stijena nalazimo u malom kamenolomu,

sjeverno od lugarnice Oštrica, na šumskoj cesti za Markov travnik u području Markovčaka. Po ovom lokalitetu imenovana je čitava litodemska jedinica, bez obzira na to što ovdje nisu zastupljeni svi njeni tipovi stijena.

Amfibolski gabri izdvojeni su na temelju mineralne asocijacije bazični plagioklas +/- hornblenda +/- uralit +/- aktinolit +/- sekundarni minerali, a kod izmijenjenih gabra bazični plagioklas zamijenjen je albitom. Stijena ima homogenu teksturu i hipidiomorfnu do alotriomorfnu zrnatu strukturu. Uz amfibolski gabro u grupu abisalnih varijeteta, na ovom lokalitetu, izdvojeni su olivinsko-piroksenski izmijenjeni gabri kao i prijelazni tipovi gabro-dijabazi i izmijenjeni gabro-dijabazi (SLOVENEĆ & HALAMIĆ, 1995a).

Na većini opisanih lokaliteta gabri i izmijenjeni gabri nalaze se u kontaktu s jedinicom Markov Travnik te se pretpostavlja da su ove stijene u svom današnjem geološkom položaju alohtone.

Pojava gabra na Kalniku nalazi se također unutar matrikspotpornih konglomerata (CRNKOVIĆ et al., 1974), odnosno unutar jedinice Markov Travnik. Stijena je homogena teksture i hipidiomorfne do alotriomorfne zrnate strukture. Glavni sastojci su plagioklas i piroksen s malo amfibola, a akcesorno dolaze kvarc, ilmenit, klorit i kalcit. I za ovu pojavu pretpostavljam da je blok unutar jedinice Markov Travnik i da je alohtona.

c) Hipoabisalne bazične stijene

U ovu grupu uvrstio sam samo one hipoabisalne bazične stijene, koje se, osim petroloških karakteristika (mineralni sastav i tipična ofitna, subofitna i intersertalna struktura tipična za dijabaze), pojavljuju u obliku sila, dajka ili grede, odnosno manjeg intruzivnog masiva unutar drugih stijena.

Stijene ove grupe predstavljene su dijabazima i izmijenjenim dijabazima, a nalazimo ih kao tanje ili deblje žile unutar efuzivnog bazičnog tijela. Metarske žile ovih stijena nalazimo na Medvednici u potoku jugoistočno od Pušenog kamena, u donjem i središnjem dijelu Vidak potoka, dok se dekameterske žile dijabaza nalaze u Rakovom potoku i to sjeveroistočno od brda Gulizman, te na odvojkju asfaltne ceste za Podgoru kao i južno od tog odvojka.

Najbolje otkriveni izdanci ovih stijena nalaze se u zapadnom zasjeku glavne sljemenske ceste Hunjka-Pila, neposredno prije odvojka ceste prema Podgori i Pustodolu (HALAMIĆ & SLOVENEĆ, 1995e). Ovdje nalazimo dijabaze i izmijenjene dijabaze, dok mali dio izdanka izgrađuju prijelazni varijeteti od izmijenjenih dijabaza do izmijenjenih amfibolskih gabra, koji su opisani u prethodnom odlomku. Tekstura dijabaza i izmijenjenih

dijabaza je homogena, struktura ofitna, a izdvojeni su krupnozrnati i sitnozrnati varijeteti. Glavni mineralni sastojci izmijenjenih dijabaza su albit s uklopcima klinocoizita, klorita, a mjestimično i sericita, zatim piroksen i hipidiomrfna zrna hornblende te kvarc. Akcesorni minerali su ilmenit s leukoksenom i apatit. Kod dijabaza je sastav glavnih minerala vrlo sličan prethodno opisanim, samo što umjesto albita dolazi bazični plagioklas.

Na ovom lokalitetu opisane stijene su prema jugu u kontaktu s parakonglomeratima formacije Kraljev Vrh. Zbog tektoniziranosti kontakta ne može se ništa detaljnije reći o njegovom karakteru. Pošto sedimenti pripadaju parakonglomeratima formacije Kraljev Vrh, koji su sinkroni s efuzijama vulkanita, opisani dijabazi i izmijenjeni dijabazi su se, vjerojatno kasnomagmatski, utiskivali između sedimenata i efuziva, gdje su se nalazile mehanički oslabljene zone.

Na temelju geološkog pojavljivanja dijabaza i izmijenjenih dijabaza zaključujem da su ove stijene relativno mlađe od efuzivnog magmatskog tijela Medvednice.

2.5. Jedinica Markov Travnik

Stijene ove formacije nalazimo na Medvednici u potoku Poljanica, gdje su borane zajedno sa sedimentima formacija Kestenik, Poljanica i Kraljev Vrh, odakle se protežu sve do područja Rijeke potoka. Njihovo značajnije pojavljivanje je u manje više kontinuiranom pojasu, gdje dolaze povrh glavne magmatske mase, a nalaze se skoro u pravilu ispod sedimenata dokazane donjokredne starosti. Osim toga, sedimente ove jedinice nalazimo ukliještene ispod magmatskih stijena u području Bistra potoka, potoka Pronjak i Rakove noge (detaljan položaj ovih sedimenata vidjeti na geološkoj karti - prilog 1). Na Kalniku ovu jedinicu nalazimo u centralnom dijelu, gdje njeni sedimenti naliježu na naslage jedinice Kestenik i Kraljev Vrh, a proteže se od potoka Pake na zapadu, preko Sljemena, Pece, središnjeg toka potoka Kamešnice, Rakovog potoka sve do Volara na istoku (prilog 3). Na Ivanišćici nije detaljno proučavano prostorno rasprostiranje ove formacije, osim u području Reka potoka sjeverno od mjesta Lobor.

Tipični lokaliteti na kojima su stijene ove jedinice detaljnije izučavane nalaze se na Medvednici, u području Markovčaka i to na dva mjesta na šumskom putu koji vodi od lugarnice Oštrica prema Markovom travniku (HALAMIĆ & SLOVENEK, 1995b). Osim toga još jedan proučavani lokalitet nalazi se također na Medvednici, na desnoj obali potoka Jelenja voda.

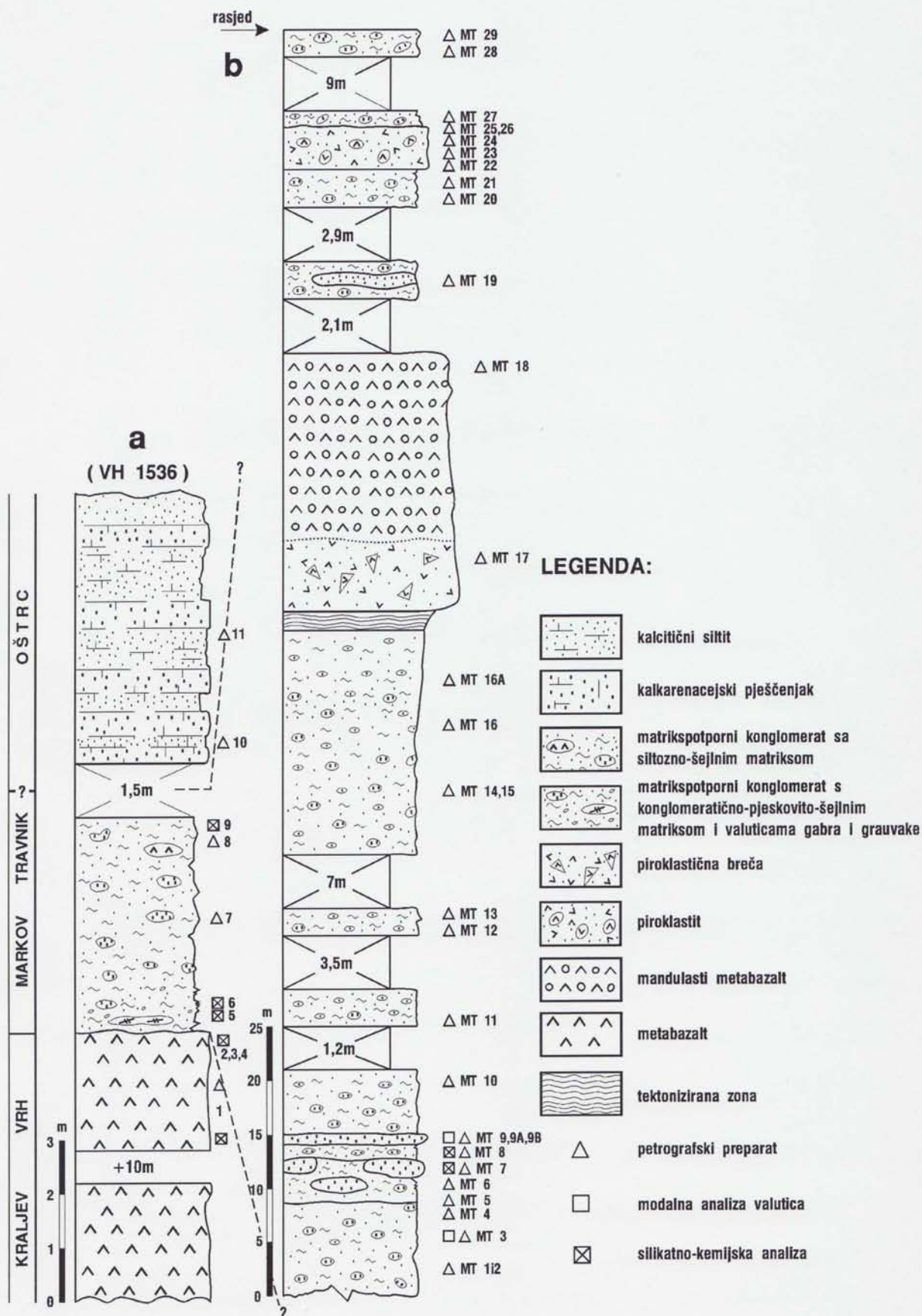
Jedinicu Markov Travnik izgrađuju matriksopotporni konglomerati s varijabilnim postotkom valutica, oblutaka i blokova, dimenzija od nekoliko decimetara do nekoliko dekametara, koji se nalaze u pjeskovito-siltno-šejlnom matriksu. Osim toga nalazimo i manje blokove metabazalta i pojave piroklastita.

a) Proučavani izdanci ovih stijena južno od Frelihove lugarnice nalaze se na relativno strmoj padini desne obale potoka Jelenja voda, oko 30 m ispod šumskoga puta, koji vodi od Rezanog kamena ispod Horvatovih stuba prema Markovom travniku. Početne koordinate snimljenog stupa na tom lokalitetu su X 5086515, Y 5574800 i Z 548, a ukupna debljina snimljenih naslaga iznosi 32,3 m (sl.39a).

Donji dio stupa izgrađen je od masivnog, ispucalog, ali vrlo tvrdog izmijenjenog bazalta. Struktura ove stijene je reliktno-ofitna do ofitna. Glavni mineralni sastojci su štapićasti albiti, veličine oko 0,3 mm, rjeđe do 0,7 mm, zatim augit, koji je mjestimično zrnat, a mjestimično i pločast i koji djelomično ispunjava intersticijski prostor te sekundarni minerali: klorit, minerali klinocoizit-epidot grupe i kalcit. Akcesoran je leukoksen. Stijena je ispresijecana žilicama kalcita, kvarca i zeolita. Ovaj posljednji se pojavljuje i u vidu nakupina. Vršni dio bazaltnog tijela je tektoniziran i natopljen sekundarnim limonitom. Po strukturnim i teksturnim karakteristikama kao i po položaju pojavljivanja na terenu (vidjeti prilog 1) ove stijene pripadaju formaciji Kraljev Vrh. Granica prema krovinskom sedimentu je oštra, ali neravna.

U donjem dijelu matriksopotpornih konglomerata, koji slijede na efuzivu, matriks je izgrađen od konglomeratičnog pjeskovitog šejla do slabo pjeskovitog šejla. Tekstura matriksa je škriljava. Osnovu mu čine kvarc i sericit, a u njoj dolaze pojedinačna poluzaobljena do zaobljena zrna kvarca, veličine do 0,2 mm, a rjeđe i rožnjaka iste veličine. Akcesorni su metalni minerali. Rijetke valutice veće od 2 mm izgrađene su od kvarcnog siltita. Osnova je tektonizirana i dijelom rastrgana u lećaste forme, koje su naknadno i rotirane. Zbog tektoniziranosti je skoro nemoguće odrediti primaran odnos između većih valutica i oblutaka, koji se nalaze u prethodno opisanom matriksu. Te veće valutice izgrađene su pretežno od kvarcnih grauvaka, a podređeno od izmijenjenih bazalta i gabra. Veličina im iznosi maksimalno do 50 cm.

Gornji dio matriksopotpornih konglomerata izgrađen je od slabo siltoznog šejla kao škriljavog matriksa s raznovrsnim valuticama promjera od 1 do 30 cm. Najučestalije su litična



Sl. 39. Geološki stupovi dijelova jedinice Markov Travnik na Medvednici

grauvaka, a podređeno dolaze i valutice magmatskih stijena i to izmijenjenih uralitiziranih dijabaza i izmijenjenih gabra.

Nakon opisanih matriksopotpornih konglomerata slijedi oko 1,5 m pokrivenog intervala, a nakon kojega, u nejasnom odnosu s podinom, dolaze kalcitični siltiti u izmjeni s kalkarenacejskim pješčenjacima. U ovim sedimentima nađeni su loše očuvani ostaci orbitolina i dijelovi sitnih amonita. Vjerojatna starost ovih karbonatnih sedimenata je gornji dio donje krede, kao što je to već dokazano i na drugim lokalitetima (GUŠIĆ, 1971, 1974; CRNJAKOVIĆ, 1989).

b) Najbolje otkriveni izdanci matriksopotpornih konglomerata nalaze se na šumskom putu, koji vodi od lugarnice Oštrica prema Markovom travniku, neposredno prije potoka Jelenja voda. Početne koordinate proučavanog litostratigrafskog stupa na tom mjestu su X 5085745, Y5574205 i Z652. Debljina snimljenih naslaga iznosi 146,4 m, a od toga je ukupno pokrivenih intervala u dužini od oko 60 m (sl.39b).

Nakon terenske i laboratorijske analize na tom stupu bilo je moguće izdvojiti polimiktne matriksopotporne konglomerate, izmijenjene bazalte i piroklastite.

Polimiktne matriksopotporne konglomerate - Ovaj facijes je najzastupljeniji u stupu (sl.39b). Njegova donja granica, koja čini ujedno i donju granicu stupa, na ovom lokalitetu nije otkrivena. Stijena ima matriksopotporna strukturu i ne pokazuje slojevitost (sl.40).

Na nekim mjestima valutice su paralelno orijetirane, što je vjerojatno uvjetovano tektonikom, jer se u blizini snimljenog stupa nalazi jaki reverzni rasjed metamornog kompleksa Medvednice sa sjeverozapadnom vergencijom (prilog 1). Do sada nije, niti u matriksu, a niti u valuticama pronađen validni fosilni materijal, koji bi upućivao na stratigrafsku pripadnost ovih sedimenata, osim sitnih ostataka bilja u nekim arenitnim valuticama. Matriks konglomerata je uškrljen i izgrađen od slabo siltoznog šejla i konglomeratično-pjeskovito-siltoznog šejla. Osnova šejla se sastoji od hidrotinjaca (?ilit) i od mikrokristalastog kvarca. Siltu komponentu čine pretežno poluzaobljena zrna kvarca i listići muskovita. Valutice matriksa, veće od 2 mm, izgrađene su od zelenkastosmedeg šejla, tamnosivog silicificiranog šejla i zelenkastosivog litičnog arenita. U tom matriksu dolaze valutice, obluci i blokovi, koji su izgrađeni pretežno od zelenkastih, smeđezelenkastih i zelenkastosivih pješčenjaka iz grupe litičnih arenita i grauvara, zatim od sivog i zelekastosmedeg šejla i zelenkastog lapili tufa. Promjer fragmenata varira od 1 cm do preko 2 m. Veće oblutke nalazimo u većem broju u donjem dijelu ovog facijesa, dok u gornjem dijelu



Sl. 40. Matrikspotporni konglomerat s valuticama različitog promjera (Markovčak, Medvednica) (\varnothing poklopca objektiva = 5.5 cm).

stupa promjer valutica ne prelazi 15 cm. Valutice i obluci su na rijetkim mjestima paralelno orijentirani, ali se ne zamjećuju tragovi njihove nakandne tektonske rotacije u matriksu pa s toga pretpostavljam da je to njihova primarna orijentacija pri sedimentaciji. Oni su zaobljeni i većinom izduženog oblika, pa se ne isključuje mogućnost da se radi o bivšim proslojcima pješčenjaka, koji su pri transportu niz padinu, tijekom subdukcijskih procesa, rastrgani i od njih su formirane valutice, obluci i blokovi. Površina tih fragmenata je neravna i ima nepravilna udubljenja (sl.41) što ukazuje na njihov transport u još neočvrslom, odnosno plastičnom stanju. Osim toga nije isključeno i postdijagenetsko oblikovanje valutica tektonskim tlakom.

Ovaj facijes taložen je vjerojatno mehanizmom muljnoga toka.

Izmijenjeni bazalti - Ovaj facijes nalazimo u gornjem dijelu stupa (sl.39b), gdje se nalazi kao veći blok unutar prethodno opisanih matrikspotpornih konglomerata. Podinu mu čini facijes piroklastita, dok mu je krovina izgrađena od matrikspotpornih konglomerata. Stijena je masivnog izgleda, mandulaste teksture i ofitne strukture. Izmijenjeni bazalt



Sl. 41. Valutica litične gravvake s nepravilnim udubljenjima (Markovčak, Medvednica) (\varnothing poklopca objekta = 5.5 cm).

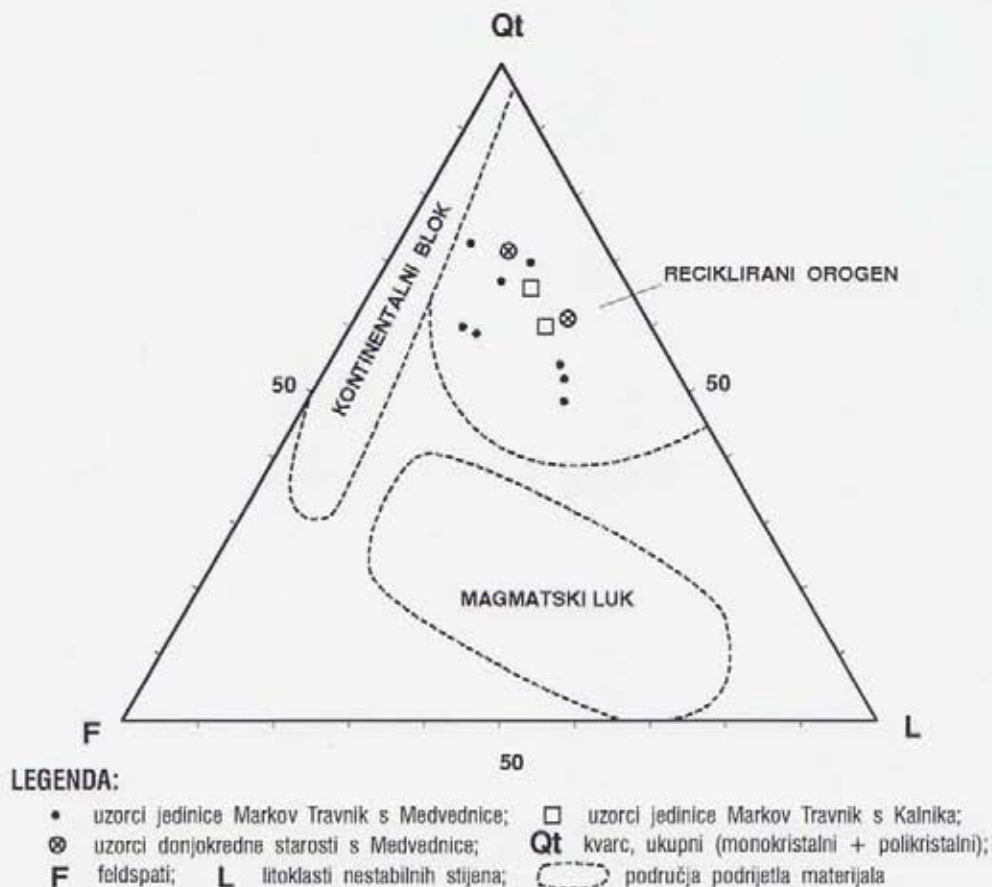
izgrađen je od prutičastog albita, veličine do 0,15 mm te augita, veličine do 0,2 mm. I jedni i drugi su umjereno do znatno izmijenjeni, kloritizirani i epidotizirani te slabo kataklazirani. U intersticiju dolazi zamućeni agregat klinocoizit-epidota, a u žilicama kvarc. Mandule su ispunjene kloritom i zeolitom. Akcesoran je opaki metalni mineral i igličasti apatit. Za ove stijene pretpostavljam da su izljevane subakvatski, a efuzijama je prethodio piroklastični vulkanizam, koji se očituje u facijesu piroklastita u podini.

Piroklastiti su predstavljeni piroklastičnim brečama i lapili tufom, a nalazimo ih na dva mjesta u stupu (sl.39b). Donja pojava izgrađuje podinu izmijenjenih bazalta, a drugu nalazimo u gornjem dijelu snimljenog stupa. Podinu donjeg paketa čini facijes matriksopotpornih konglomerata, a sam prijelaz izgrađuje tektonizirana zona, dok mu je krovina facijes izmijenjenih bazalta. Kod gornjeg paketa krovinu i podinu čini facijes matriksopotpornih konglomerata. Granice u oba slučaja su tektonizirane, što je i logično u odnosu na razliku u kompetentnosti materijala. Isto tako nije jasno da li je i lateralno ovaj facijes postojane debljine. Ovaj facijes izgrađen je od litoklastičnog lapili tufa. Fragmenti u tufu su izmijenjeni litoklasti metabazalta i metadijabaza, veličine do 6 cm. Matriks čini

izmijenjeni sitnozrnati piroklastični materijal. Stijena je mjestimično silificirana, a česte su i sekundarne žilice kvarca.

*

Iz valutica, oblutaka i blokova opisanih pješčenjaka iz matrikspotpornih konglomerata jedinice Markov Travnik uzeto je osam uzoraka za modalnu analizu intergriranjem (ŠIMUNIĆ, Al., 1996). Osim toga, analizirana su i dva uzorka s Kalnika iz izvorišnog dijela Kalničkog potoka, a za usporedbu dodatno su analizirana i dva bezkarbonatna uzorka donjokredne starosti iz potoka Pronjak i potoka Markovčak. Numerički rezultati analiza prikazani su tablici 1, a QFL-dijagram na sl.42.



Sl. 42. QFL - dijagram litičnih grauvaka iz jedinice Markov Travnik i Oštrc (područja podrijetla materijala iz DICKINSON & SUCZEK (1979); podaci za Nias-melanž i padinu jarka iz MOORE (1979).

Na temelju mineralnog sastava, teksture i strukture analizirani fragmenti iz matriksopotpornih konglomerata Medvednice i Kalnika spadaju u grupu litičnih grauvaka s relativno velikim udjelom matriksa (26-48%). U njima je kao fragment najviše zastupljen kvarc (23-54%-preračunato na 100% bez matriksa-tab.1). Feldspati su zastupljeni od 11-25%, dok se biotit, muskovit i klorit javljaju u količini od 1-12%. Od čestica stijena, koje su važan sastojak stijene (10-35%), najzastupljeniji su fragmenti kvarcnih i kvarc-feldspatskih stijena (11-36%), zatim čestice efuziva i tufa (5-28%), dok su raznovrsni škriljavci prisutni s 1-8%. Sasvim podređeno nalazimo fragmente pelitnih stijena kao i karbonatnih čestica. Na temelju vrijednosti iz QFL-dijagrama (DICKINSON & SUCZEK, 1979) područje iz kojeg potječe materijal u analiziranim uzorcima pješčenjaka jedinice Markov Travnik pripadalo je recikliranom orogenu. Nakon usporedbe s recentnim primjerima može se pretpostaviti da su te stijene taložene u području padine, neposredno iznad jarka.

	VH 182	VH 945	VH 949	VH 977	VH 1004	MT 3	MT 7	MT 9B	VHK 28 ¹⁾	VHK 28/4 ¹⁾	x	SD	VH 292 ²⁾	VH 437A ²⁾
Kvarc	21 (40)	24 (33)	30 (54)	24 (41)	25 (41)	16 (23)	24 (42)	28 (45)	23 (38)	20 (39)	(39.6)	7.9	23 (36)	37 (51)
Feldspati	8 (15)	8 (11)	10 (18)	14 (24)	9 (15)	12 (17)	14 (25)	10 (16)	8 (13)	7 (14)	(16.8)	4.5	7 (11)	10 (14)
Muskovit, Biotit, Klorit	2 (4)	4 (5)	2 (3)	3 (5)	2 (3)	8 (12)	3 (5)	1 (1)	3 (5)	3 (6)	(4.9)	2.9	1 (2)	2 (3)
Tufovi, Efuzivi	15 (28)	10 (14)	3 (5)	3 (5)	15 (25)	15 (22)	5 (9)	10 (16)	9 (15)	9 (17)	(15.6)	7.9	13 (21)	4 (6)
Škriljavci	1 (2)	1 (1)	1 (2)	5 (8)	2 (3)	1 (1)	1 (2)	1 (1)	1 (2)	2 (4)	(2.6)	2.1	4 (6)	5 (7)
Kvarcit, Rožnjak	6 (11)	26 (36)	10 (18)	10 (17)	8 (13)	17 (25)	10 (17)	13 (21)	16 (27)	10 (20)	(20.5)	7.3	15 (24)	14 (19)
Peliti, Vapnenci	0 (0)	1 (1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)	1 (1)	(0.3)	0.5	0 (0)	1 (1)
Matriks + Vezivo	47	26	44	41	39	31	43	37	39	48			37	27
Q	51	69	72	58	54	48	59	66	65	59	60.1	7.8	60	70
F	15	11	18	24	15	17	25	16	13	14	16.8	4.5	11	14
L	34	20	10	18	31	35	16	18	22	27	23.1	8.3	29	16

Tablica 1. Modalni sastav pješčenjaka jedinice Markov Travnik (oznake uzoraka bez eksponenta). 1) uzorci s Kalnika; 2) uzorci pješčenjaka donjokredne starosti; x srednja vrijedost; SD standardno odstupanje; * vrijednosti u zagradama su preračunate vrijednosti na 100% bez veziva i karbonata.

2.6. Jedinica Dugi Jarek

U području sjeverozapadne Hrvatske tek je sredinom šezdesetih godina ustanovljeno rasprostranjenje gornjojurskih sedimenata (ŠIKIĆ & GRIMANI, 1965), a od tada pa do danas objavljeno je više radova o tim sedimentima (BABIĆ & ZUPANIĆ, 1973; BABIĆ, 1974, 1975 i 1976; ŠIKIĆ et al., 1979; ŠIMUNIĆ et al., 1981 i ŠIMUNIĆ, 1992).

Jedinicu Dugi Jarek izgrađuju pretežito pelagički vapnenci, a tipični lokaliteti na kojem je ova jedinica ustanovljena nalaze se na Ivanščici oko 2,7 km sjeverno od gradića Lobor, gdje se rasprostiru na južnim padinama Dugog jarka (ŠIMUNIĆ, 1992, str.54-geološki stup). Na tom lokalitetu snimljen je detaljan geološki stup, koji se nalazi u jugozapadnoj bočnoj jarugi potoka Dugi jarek, oko 250 m udaljenoj od crpilišta za vodu, a čije početne koordinate su X 511518, Y 558234 i Z 360. Ukupna debljina snimljenih naslaga iznosi 23,15 m (prilog 4). Podinu ovog stupa čine sivoplavičaste gline, debljine do 1 m, s fragmentima vapnenaca, a koje leže na dolomitima srednjeg i gornjeg trijasa (ŠIMUNIĆ, 1992). Vršni dio stupa je pokriven, ali desetak metara hipsometrijski više nalazimo karbonatne turbiditne sedimente donjokredne starosti. Naslage iste starosti, koje pripadaju ovoj formaciji nalazimo i u istočnom zasjeku ceste neposredno preko puta crpilišta kao i na nekoliko mjesta istočno i jugoistočno od lokaliteta Dugi jarek (ŠIMUNIĆ, 1992). Osim na Ivanščici sedimente ove formacije nalazimo i u području Hum-Šagudovca, u dolini potoka Burnjak, oko 500 m zračne linije od istočnog dijela naselja Pasanska Gorica (prilog 2) (HALAMIĆ & SLOVENEK, 1995f). Početne koordinate stupa su X 5094800, Y 5580840 i Z 209. Podina snimljenih naslaga je nepoznata, ali se od ovog lokaliteta neposredno prema istoku nalaze u rasjednom kontaktu sivi dolomiti srednjeg trijasa. U krovinskom dijelu, nakon pokrivenog intervala dolaze kalcitični siltiti s rijetkim proslojcima pjeskovitih vapnenaca, koje superpozicijski zamjenjuju sivi i tamnosivi bezkarbonatni siltiti i šejlovi, pretpostavljene donjokredne starosti. Debljina snimljenih sedimenata iznosi 16.5 m (sl.44).

Na temelju litološke sličnosti pretpostavljam da, i pojava zelenkastosivih, tankoslojevitih, glinovitih vapnenaca na brdu Hum pripada, također, ovoj jedinici.

Na svim proučavanim lokalitetima stijene su izgrađene od mikritnih vapnenaca i rožnjaka, dok na stupu Dugi jarek nalazimo i tufite, a na stupu Burnjak i karbonatne breče.

2.6.1. Mikritni vapnenci

a) Stup "Dugi jarek" - Mikritni vapnenci, sivozelene i zelenkastosive boje, izgrađuju skoro 92% snimljenih sedimenata (prilog 4). Ove stijene posjeduju vrlo tanku do tanku slojevitú teksturu, a debljina slojeva varira od 1 do 10 cm, rijetko do 15 cm (sl.43). Pojedini slojevi posjeduju laminiranu teksturu. Slojne plohe su oštre i blago valovite. Na temelju sedimentno-petrografske analize izdvojeni su slijedeći tipovi vapnenaca: tufitični mikriti, tufitični fosiliferni mikriti, biomikriti, fosiliferni mikriti, silicificirani fosiliferni mikriti, tufitični biomikriti i glinovito-siltozni mikriti.



Sl. 43. Izdanak mikrita u stupu "Dugi jarek" na Ivanščici.

Kod većine nabrojanih tipova prevladavajući mineralni sastojak je mikrokristalasti kalcit, a osnova je često silicificirana, pri čemu kremična kiselina potječe od radiolarijskih kućica, a manjim dijelom i od devitrifikacije vulkanskog stakla. Kod fosilifernih tipova i kod biomikrita fosilni materijal izgrađen je od rekristaliziranih i kalcitiziranih radiolarija, fragmenata ehinodermata, spikula spongija, rjeđe kalpionelida i krhotina aptiha. Tufitična primjesa su čestice devitrificiranog vulkanskog stakla, feldspata i kvarca. Mjestimično nalazimo gnijezda ili milimetarske trakice praškastog pirita, što bi moglo ukazivati na lokalne reduktivne uvjete prilikom raspada organske materije. Kod glinovito-siltoznog varijeteta glavni mineralni sastojak je, također, mikrokristalasti kalcit uz određeni postotak minerala gline, kvarca i muskovita. Pojedini uzorci iz glinovitih proslojaka u mikritu, tufitičnih mikrita

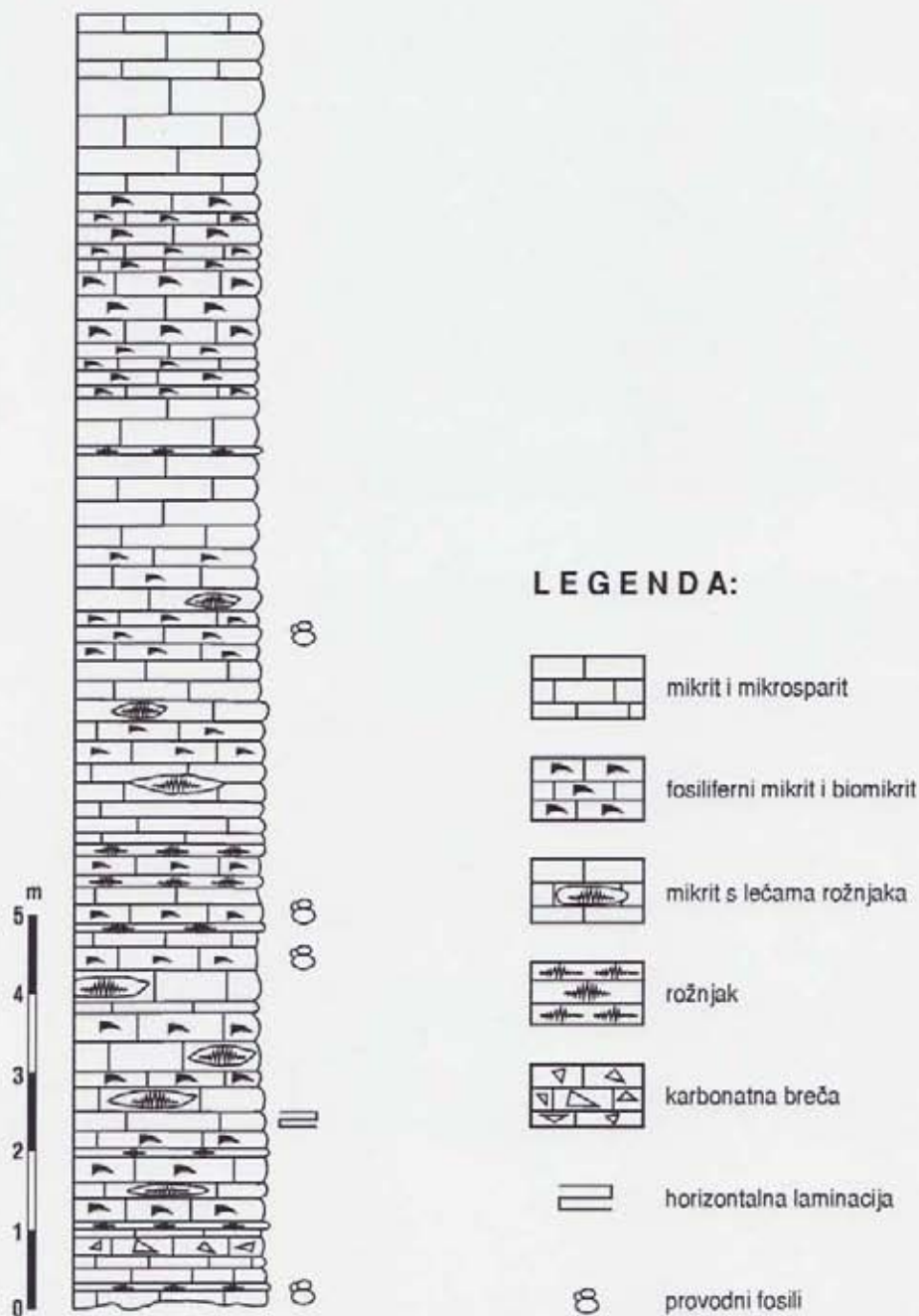
Minerali / Uzorci	Kvarc	Kalcit	Muskovit i/ili ilit	Illit	Plagioklas	Klorit	Kaolinit	Getit
T ₃ - 1	~45 %	vrlo malo		znatno				malo
T ₃ - 2	~60 %	vrlo malo		znatno			malo	vrlo malo
DJ - 6	~40 %	~40 %	znatno		vrlo malo	malo		
DJ - 10	~20 %	~60 %	znatno			vrlo malo		
DJ - 24	~35 %	~60 %	vrlo malo			vrlo malo		
DJ - 24/1	~35 %	~55 %	vrlo malo		vrlo malo	vrlo malo		
DJ - 29	~20 %	~70 %	vrlo malo		malo	vrlo malo		
DJ - 46	~40 %	~10 %	znatno		znatno	znatno		

Tablica 2. - Rentgenske analize milonitiziranih glina i glinovitih proslajaka sa stupa "Dugi jarek"
(Analitičar: dr sc. D. SLOVENEĆ, Rudarsko-geološko-naftni Fakultet, Zagreb).

i tufitičnog fosilifernog mikrita kao i dva uzorka milonitnih glina iz dna stupa analizirani su rentgenski, a rezultati tih analiza prikazani su u tab.2.

Fosilni sadržaj u analiziranim stijenama je relativno oskudan. U nekim uzorcima središnjeg dijela stupa određene su "sfere" tipa Cadosina fusca WANNER, Cadosina cf. lapidosas VOGLER i Stomiosphaera cf. wanneri BORZA, zatim Saccocoma te tintinide Tintinnopsella ?carpatica (MURGEANU & FILIPESCU) i Calpionella elliptica (CADISCH), što ovim sedimentima određuje gornjotitonsku do valendijsku starost (VITEZIĆ, 1993).

b) Stup "Burnjak" (sl.44) - Mikritni vapnenci, slično kao i na prethodno opisanom stupu, izgrađuju najveći dio proučavanih naslaga. Tekstura stijena je tanko slojevita s debljinom slojeva od 3 do 20 cm (sl.45). Donje i gornje slojne plohe su oštre, ali neravne. Osim horizontalne laminacije u ovim stijenama nisu zapažene druge teksturne karakteristike. Mikroskopski su određeni slijedeći strukturno-teksturni tipovi vapnenaca: fosiliferni mikrit, biomikrit i mikrit. Osnova stijene kod sva tri varijeteta je slična, a izgrađena je od kriptokristalastog do mikrokristalastog kalcita mikritskog tipa. U toj osnovi, zavisno o vrsti stijene, nema ili dolaze rijetki rekristalizirani i kalcitizirani fosilni ostaci okruglog oblika (radiolarije ili sfere), kao i rijetke kalpionelide. Konstatiran je i oskudan klastični detritus, koji je isključivo predstavljen kvarcom (\emptyset fragmenata do 0,02 mm). Zrna kvarca su "nagrižena" (početak kalcitizacije). Mikritna osnova je slabije do jako silicificirana. Postoje i postupni prijelazi u facijes rožnjaka. U horizontalnim stilolitnim šavovima nalazimo mjestimično i limonit. Osim toga po slojnim plohama prisutni su i manganski dendriti. Stijenu presijecaju kalcitne žilice, debljine do 2 cm, a u jednoj takvoj žilici, u njenom središnjem dijelu utvrđen je barit (sl.46).



Sl. 44. Litostratigrafski stup "Burnjak" (Medvednica, Hum-Šagudovec)

Od fosilnog sadržaja određene su slijedeće vrste: *Calpionella alpina* LORENZ (sl.47a, b), *Calpionella elliptica* CADISCH (sl.47c) i *Tintinnopsella carpatica* (MURGEANU & FILIPESCU) (sl.47d) (Analitičar: dr. sc. I. VELIĆ, Institut za geološka istraživanja, Zagreb).

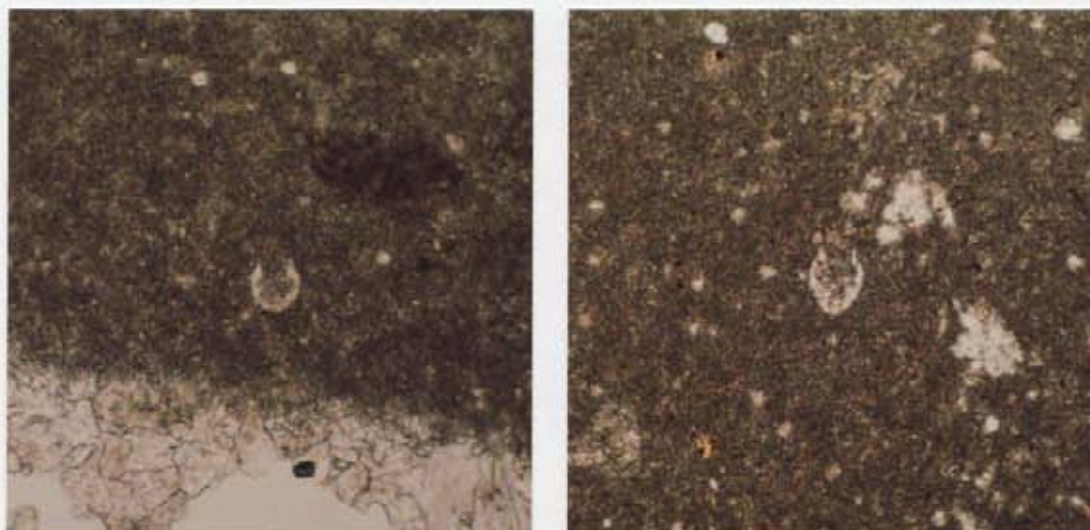
Određena mikrofossilna zajednica svrstava ove stijene u vremenski raspon gornji titon - berijas



*Sl. 45. Izdanak mikritnih vapnenaca u potoku Burnjak (Hum-Šagudovec)
(mjerilo = 1m).*



Sl. 46. Pukotina ispunjena baritom u mikritu Burnjaka (80x, N+).

**a****b**

*Sl. 47. a i b - Calpionella alpina LORENZ
(80x; N-) (VELIĆ, 1994).*

**c**

Sl. 47. c - Calpionella elliptica CADISCH (80x; N-) (VELIĆ, 1994).

*

Za mikritne vapnence može se reći da su taloženi u dubljem moru, ispod valne baze i ispod fotičke zone direktnim taloženjem karbonata iz morske vode, a manjim dijelom i iz suspenzije (tufitični i detritični materijal). Isključivo planktonski fosilni materijal bez bentosa ukazuje na to da se vjerojatno radi o većim dubinama taloženja (?ispod 1.000m) (BABIĆ & ZUPANIĆ, 1978). Fragmenti ehinodermata i spikule spongija potječu, najvjerojatnije, iz plićih dijelova bazena.

2.6.2. Tufitični pjeskoviti šejlovi

Ove stijene nalazimo samo u stupu Dugi jarek i to u gornjem dijelu proučavanih sedimenata. One su tamnosive i sivozelene boje. Tekstura im je, kao i kod mikritnih vapnenaca, vrlo tanko slojevita, a struktura pelitsko-psamitska. Slojne plohe su oštre i ravne. Veličina čestica varira od 0,02 do 0,9 mm. Sastojci su kalcit, kvarc, feldspati, devitrificirano vulkansko staklo, muskovit, klorit i mikrofosili. Vulkansko staklo zamijenjeno je mineralima gline, kloritom i kalcitom. Akcesorno se javlja limonit. Na temelju mikroskopske analize vrlo je teško reći da li se ovdje radi o vulkanskom materijalu *in situ* ili o pretaloženom detritusu. Detritus ukazuje na trošenje produkata kiselijeg magmatizma.

Ove stijene taložene su u istom taložnom okolišu kao i prethodno opisani mikriti, ali uz pojačan donos materijala vulkanskog podrijetla.

2.6.3. Rožnjaci

Silicijske stijene nalazimo na oba proučavana lokaliteta kao centimetarske i decimetarske proslojke ili decimetarske leće unutar mikritnih vapnenaca (sl.48). Slojne plohe rožnjaka su mjestimično oštre, i to samo tamo, gdje su bivši mikriti u potpunosti zamijenjeni silicijem. Mjestimično postoji postupan prijelaz iz silicificiranih, preko jako silicificiranih mikrita u rožnjake (sl.49). Boja stijene je svjetlosiva do siva. Glavni mineralni sastojak je mikrokristalasti kvarc, koji čini i osnovu stijene. U toj osnovi dolaze rijetka zrna kalcita kao i rekristalizirane ?radiolarije.



Sl. 48. Decimetarske leće rožnjaka u mikritnom vapnencu (Burnjak, Hum-Šagudovec)
(dužina mjerila = 20cm).



Sl. 49. Prijelaz iz mikrita (lijevo) u potpuno okremenjeni mikrit (desno). Okrugle forme su rekristalizirani radiolarijski skeleti (Burnjak, Hum-Šagudovec)
(32x, N+).

Opisani rožnjaci nastali su zamjenom kalcita kremičnom kiselinom, na što ukazuju gore opisani postupni prijelazi karbonata u rožnjake. Kremična kiselina potječe od skeleta radiolarija, a nije isključeno da dio potječe i iz vulkanskog materijala odnosno hidrotermalnih otopina.

2.6.4. Karbonatne breče

U donjem dijelu stupa Burnjak nalazi se jedan proslojak, debljine oko 30 cm, smeđesivih karbonatnih breča (sl.50). Donja slojna ploha je erozijska, dok je gornja neravna i postoji postupan prijelaz u mikritne vapnence. Stijena ima homogenu teksturu. Fragmenti breče, veličine do 1,5 cm, sastavljeni su od fosilifernog mikrita, silicificiranog fosilifernog mikrita i mikrita. Sastav fragmenata odgovara u potpunosti tipu sedimenta, koji se nalazi u podini, a i u krovini ovih breča. To ukazuje na to da su uvjeti sedimentacije bili i ostali isti i nakon stvaranja ovih breča. Matriks je oskudan, mikritni, a šupljine između fragmenata ispunjene su rožnjačkim cementom.

Zbog sličnosti fragmenata u breči s onima u podini i krovini pretpostavljam da se ovdje radi o intraformacijskoj breči.



Sl. 50. Uzorak intraformacijske breče iz sloja unutar mikrita Burnjaka (Hum-Šagudovec).

*

Prethodno opisane pelagičke stijene jedinice Dugi Jarek po svojim litološkim karakteristikama kao i stratigrafskoj poziciji odgovaraju naslagama u Mediteranskom prostoru znanim pod imenima Biancone, Maiolica, Oberalm ili Aptychus vapnenci (BABIĆ & ZUPANIĆ, 1978). U području sjevernih Apenina sedimenti ovoga tipa s kalpionelama dolaze u pravilu iznad radiolarijskih rožnjaka odnosno radiolarita srednje do gornje jure, a koji opet leže na ofiolitimnim stijenama (BARRETT, 1982).

2.7. Jedinica Oštrc

Proučavajući sedimente udružene s magmatskim stijenama potrebno je ukratko opisati i stijene jedinice Oštrc, jer one, zajedno sa sedimentima jedinice Dugi Jarek, čine neposrednu krovinu ofiolitnog kompleksa. Zbog toga su na području Ivanščice, gdje su naslage jedinice Oštrc najrasprostranjenije i najbolje otkrivene, pregledani pojedini izdanci i snimljeni pojedini manji geološki stupovi zbog upoznavanja i upotpunjavanja objavljene faktografije.

Do početka sedamdesetih godina na području Medvednice, Kalnika i Ivanščice nije bila dokazana prisutnost sedimenata donje krede, koji izgrađuju jedinicu Oštrc (GORJANOVIĆ-KRAMBERGER, 1908; NEDELA-DEVIDE, 1954; 1956; HERAK, 1960).

Nalazom donjokredne mikrofaune u dolini potoka Bistre i na lijevoj obali potoka Jelenja voda dokazano je postojanje donjokrednih sedimenata na sjeverozapadnim padinama Medvednice (GUŠIĆ, 1971 i 1974). Oni su bili kasnije detaljno izučavani u radovima ŠIKIĆ et al. (1979); BASCH (1983); CRNJAKOVIĆ (1987, 1987a; 1989). Na temelju odredbe starosti tih sedimenata, a zbog zajedničkog pojavljivanja s magmatskim stijenama smatrano je da su i one donjokredne. Na području Ivanščice postojanje donjokrednih naslaga dokazano je u brojnim radovima iz sredine sedamdesetih i početka osamdesetih godina (BABIĆ, 1974, 1975, 1976; BABIĆ & ZUPANIĆ, 1978; BABIĆ & GUŠIĆ, 1978; BABIĆ et al., 1979; ZUPANIĆ et al., 1981; ŠIMUNIĆ et al., 1981), a na području Kalnika i u radovima ŠIMUNIĆ & ŠIMUNIĆ (1979) i ŠIMUNIĆ et al. (1981).

Ova jedinica dobila je ime Oštrc po ruševinama Starog grada Oštrc na Ivanščici, koji se nalazi oko 2 km sjeveroistočno od grada Lobora, a u čijoj blizini nalazimo otkrivene stijene te jedinice (BABIĆ et al., 1979). U tom radu autori su po prvi puta odvojili sedimente ove jedinice od tzv. "kaotičnog kompleksa s ofiolitima", jer se prije smatralo da svi ti sedimenti i magmatske stijene čine jednu kaotičnu jedinicu.

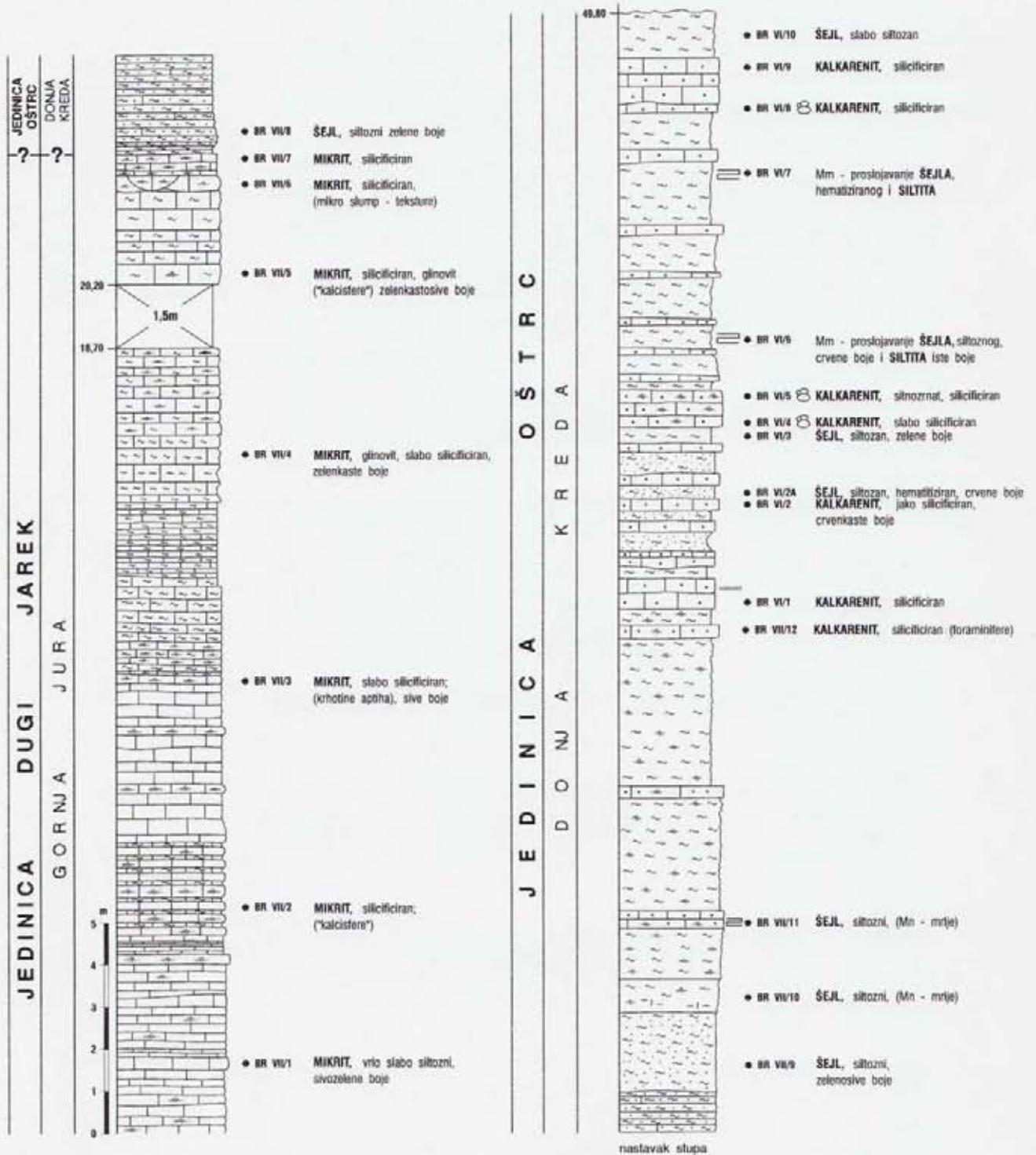
Kao što je prethodno navedeno postoji veliki broj literaturnih podataka o građi ove jedinice tako da će ona ovdje biti samo ukratko predstavljena, a ujedno će biti prikazani i snimljeni stupovi.

Na Ivanščici stijene ove jedinice izgrađene su od izmjene karbonatnih pješčenjaka, silita i šejlova, a vrste stijena su: kalkareniti (vrlo često), kalciruditi i kalcisiliti (rjeđe), pješčenjaci (vrlo rijetko), lapori i silicificirani laporoviti vapnenci (rjeđe), šejlovi i siliti (često) i radiolarijsko-spikulitni sedimenti (rjeđe) (BABIĆ & ZUPANIČ, 1978; ZUPANIČ et al., 1981). Kod detritičnih karbonatnih stijena krupnozrnatiji varijeteti sadrže više fragmenata karbonatnih stijena, dok su u sitnozrnatijim varijetetima zastupljenije skeletne čestice. Sadržaj nekarbonatnog detritusa varira od rijetkih zrna pa do više od 50%, kada se već radi o kalkarenacejskim pješčenjacima. Te pješčenjake izgrađuje nekarbonatni detritus (čestice stijena - najviše fragmenata bazičnih magmatskih stijena s malim udjelom kvarcnih zrna) i karbonatne čestice (skeletni detritus, vapnenački litoklasti i ooidi). Lapori i silicificirani laporoviti vapnenci izgrađeni su od mikrita, minerala gline i kvarca. Šejlovi i siliti najčešće su zelenkaste boje, zatim crvenkasti i dolaze u vršnim dijelovima turbiditnih sekvenci. Radiolarijsko-spikulitni silicijski sedimenti izgrađuju, također, vršne dijelove turbiditnih sekvenci (intervali *cde* i *de*), a pretežito su izgrađeni od skeleta radiolarija i iglica kremenih spužvi (ZUPANIČ et al., 1981). Karbonatne stijene češće su silicificirane, a silicifikacija zahvaća pojedina karbonatna zrna, a na pojedinim mjestima su potpuno okremenjene, kada nastaje rožnjak. Ovakva silicifikacija često zahvaća gornje, sitnozrnatije intervale turbiditnih sekvenci, koje sadrže velik broj skeleta radiolarija i spikula silicijskih spužvi. Karbonatne čestice izgrađene su od skeletnih čestica (skupina priraslih organizama, slobodni bentos i planktonski oblici), čestica karbonatnih stijena (razne vrste sedimenata iz raznih facijesa i različite starosti - trijas, srednja jura, titon-valendis) i ooida (BABIĆ & GUŠIĆ, 1978; ZUPANIČ et al., 1981). Ne-karbonatni detritus sastavljen je pretežito od čestica stijena (bazične magmatske stijene - spiliti, dijabazi i bazalti; devitrificirano vulkansko staklo; serpentinit; šejl i rožnjak, a rijetko i niskometamorfne stijene i pješčenjaci), kvarc, feldspati i listići klorita. Kod teških minerala prevladavaju minerali iz skupine spinela, dok su cirkon, turmalin i rutil manje zastupljeni (ZUPANIČ et al., 1981). Na Ivanščici su u opisanim sedimentima snimljena dva litostratigrafska stupa, koji će ovdje biti detaljnije prezentirani. Početne koordinate prvog stupa su: X 5114575, Y 5582795 i Z 460, a završne su: X 5114663, Y 5582700 i Z 475. Stup se nalazi oko 350 m ZSZ od kote Brišće (666 mNM), a zahvatio je sedimente jedinice Dugi Jarek (titon-valendis) na kojima se nalaze naslage Oštrc formacije

(donja kreda) (sl.51). Donjih 23,3 m stupa izgrađeni su od nekoliko višemetarskih paketa tanko laminiranih do vrlo tanko slojevitih, zelenkastosivih, slabo siltoznih mikrita, koji se nepravilno izmjenjuju s paketima mikrita, koji se proslojava s glinovitim mikritom. Silicifikacija je u pojedinim dijelovima jako izražena, a deblji slojevi mikrita su u središnjem dijelu u potpunosti metasomatski zamijenjeni kremenom. U pojedinim izbruscima zapažaju se i krhotine aptiha, a prisutne su i "kalcisfere". Akcesorno dolaze vrlo rijetki listići muskovita i zrna kvarca. U ovom paketu sedimentata nisu konstatirani validni fosilni ostaci, ali se na temelju usporedbe sa sedimentima u stupu "Dugi jarek" (prilog 4) mogu uvrstiti u starosni raspon titon-valendis. Nakon taloženja opisanih mikrita slijedi 7,5 m debeo paket bezkarbonatnih, zelenkastih siltoznih šejlova s mrljama mangana, a na njih se nastavlja izmjena kalkarenita decimetarske debljine i siltoznih šejlova metarske debljine. U donjem dijelu ovog paketa sedimentata proslojci kalkarenita su tanji dok se prema vrhu njihova debljina povećava. Zapaženi su pojedini paketi tamnocrvenih silita i šejlova s centimetarsko do decimetarsko debelim proslojcima kalkarenita iste boje. Crvena boja potječe od hematitne komponente. Na temelju teksturnih karakteristika (gradacija, paralelna i valovita laminacija) i ritmičke izmjene arenita, silita i šejlova zaključujem da su ovi sedimentni taloženi iz mutnih struja. Analizom mikrofosilne zajednice u uzorcima kalkarenita dobivena je starost ovih sedimentata u vremenskom rasponu od barema do alba (GUŠIĆ, 1997).

Na sedimente jedinice Dugi Jarek, koji su taloženi u mirnom pelagičkom okolišu, slijede naslage donje krede, koje su produkt sedimentacije mehanizmom mutnog toka, a predstavljene su izmjenom klastičnih karbonatnih stijena (kalkarenita i kalkarenacejskih pješčenjaka) s laporima, silitima i šejlovima.

Drugi stup snimljen je nešto sjevernije od prethodnog, a koordinate su mu: X 511523, Y 558263 i Z 460. Na ovom mjestu obuhvaćen je i detaljno snimljen samo dio jednog crvenog paketa sedimentata iz gornjeg dijela prethodno opisanog stupa (sl.52). U sedimentima su vrlo lijepo razvijeni intervali Bouma sekvencije (*a-e*) (sl.53), gdje se izmjenjuju intrabiomikruditi, biomikriti i šejlovi, a stijene imaju laminiranu teksturu. Na temelju fosilnog sadržaja utvrđeno je da proučavani sedimenti padaju u vremenski raspon otviv - alb (?cenoman).



Sl. 51. Geološki stup gornjeg dijela jedinice Dugi Jarek i donjeg dijela jedinice Oštrc (Ivanščica).



Sl. 53. Intervali a-e Bouma sekvencije u crvenkastim, klastičnim vapnencima jedinice Oštrc na Ivanščici (južno od Dugog jarka).

Detaljnu paleontološku obradu karbonatnih sedimenata jedinice Oštrc na Ivanščici nalazimo u radovima BABIĆ & GUŠIĆ (1978) i BABIĆ (1974). Na temelju nalaza brojnih mikrofosila te uz njihovo odvajanje od onih iz ulomaka starijih stijena, autori su utvrdili da te stijene pripadaju vremenskom rasponu otriv-alb i možda cenoman, a nekim dijelovima tih naslaga odredili su starost donji apt odnosno barem-alb.

Na Medvednici sedimente jedinice Oštrc nalazimo rasprostranjene u području Bistranske gore odakle se nastavljaju u tektonski isprekidanom, kontinuiranom pojasu do potoka Rakove noge (vidjeti litostratigrafsku kartu - prilog 1), a na području Hum-Šagudovec ove naslage nalazimo između Gornje Stubice i Kondresa, Pasanske Gorice i Šagudovca te u području Hum šume. Manje pojave otkrivene su i u području sela Fučki i Modriša (prilog 2).

Ovu jedinicu, na tim lokalitetima, izgrađuju vapnenci, pješčenjaci, kalkarenacejski pješčenjaci, kalkareniti, kalcitični siltiti i šejlovi te šejlovi.

Na sjeverozapadnom dijelu Medvednice do sada nisu dokazane stijene gornjojurske starosti (jedinica Dugi Jarek) tako da sedimenti jedinice Oštrc naliježu diskonformno na stijene jedinice Markov Travnik, a mjestimično i na stijene jedinice Kraljev Vrh. U području između potoka Bistra i Poljanica one diskonformno naliježu i na sedimente jedinice Kestenik.

Na Hum-Šagudovcu, međutim, na jednom mjestu dokumentirane su i stijene jedinice Dugi Jarek (potok Burnjak - HALAMIĆ & SLOVENEK, 1995f) i tamo sedimenti jedinice Oštrc leže konformno preko njih (situacija vrlo slična onoj na Ivanščici). Na ostalim mjestima u području Hum-Šagudovec jedinica Oštrc diskonformno naliježe na jedinicu Markov Travnik ili jedinicu Kestenik.

Vapnenci su najvećim dijelom mikritnog tipa, mjestimično s većom količinom organskog detritusa (spikule spongija). U njima su i najčešći nalazi foraminifera i pahiodontnih školjkaša (GUŠIĆ, 1971, 1974).

Pješčenjaci su sive do sivosmeđe boje s debljinom slojeva od 0,05 do 1,2 m. Slojne plohe su im oštre i neravne. Sastav im je kvarc, čestice stijena, a rjeđe feldspati i listićavi minerali. Najčešći tipovi pješčenjaka su litični areniti, dok su rjeđe zastupljene litične grauvske i sublitoareniti. Kod litoklasta podjednako su zastupljeni fragmenti sedimentnih (šejlovi, rožnjaci i siltiti), metamorfnih (kvarcit i filitne stijene) i eruptivnih stijena (devitrificirano vulkansko staklo i čestice bazičnih stijena). Osnovu pješčenjaka izgrađuju minerali gline ili karbonati (mikrit odnosno sparit). Kalkarenacejski pješčenjaci za razliku od pješčenjaka sadrže veću količinu karbonatnog detritusa. Kod teških minerala prevladavaju opaki nad prozirnim varijetetima (CRNJAKOVIĆ, 1989).

Kalkareniti (biospariti i intrabiospariti) imaju varijabilnu debljinu slojeva i to od 0,1 do 0,3 m, a boja im je smeđesiva. Mjestimično su ove stijene u potpunosti izgrađene od kućica orbitolina, a u svim varijetetima ima uvijek određen postotak nekarbonatnog detritusa. Kalkarenite izgrađuju pretežno skeletne čestice (ljuštore školjkaša i orbitoline, a rjeđe bentičke foraminifere i alge), zatim karbonanti klasti (intraklasti-biomikriti i biospariti), a mjestimično i peleti. Nekarbonanti detritus je vrlo sličnog sastava kao i kod prethodno opisanih pješčenjaka i kalkarenacejskih pješčenjaka, a izgrađuju ga čestice stijena (često vulkanskog porijekla, kvarc, feldspati, a rjeđe muskovit i klorit). Osnova stijene je sparitna i/ili mikritna.

Kalcitični siltiti i šejlovi su najzastupljenija vrsta stijena u donjokrednim sedimentima Medvednice. Njih najčešće nalazimo u međusobnoj izmjeni, a onda i u izmjeni s kalkarenitima odnosno pješčenjacima i kalkarenacejskim pješčenjacima, čija debljina iznosi i do 1 m. Boja im je tamnosiva, siva i sivosmeđa, dok im je tekstura, najčešće, tankolaminirana, a troše se često u decimetarski velike ploče ili u centimetarski velike iveraste komadiće. Na nekim lokalitetima uočeni su i crveni varijeteti siltita, siltoznih šejlova i kalcitičnih siltita, koji se proslojavaju sa sivim odnosno sivosmeđim sitnozrnatim

sedimentima (istočno od kote Zgoreti breg na šumskom putu prema Mljekarskom putu te na putu od Frelihove lugarnice prema Markovom travniku). Kalcitični siltiti su vrlo često fosiliferni i sadrže brojne orbitoline kao i spljoštene ehinodermate (mali napušteni kamenolom pored šumskog puta, koji vodi od lugarnice Oštrica prema Markovom travniku), a u Pronjak potoku jugozapadno od Fakultetskog dobra (X 5087105, Y 5575638 i Z 503) pronađen je i otisak jednog amonita, koji zbog loše očuvanosti, nažalost, nije mogao biti stratigrafski determiniran (sl.54).

Analizom mikrofaune u vapnencima utvrđena je njihova apt-albska starost (GUŠIĆ, 1971, 1974). Za kalkarenite je nalazom *Orbitolina concava* i *Chondrodonta joannae* određena njihova cenoman-turonska starost (NEDELA-DEVIDE, 1956). Na terenu, zbog jake tektonske poremećenosti, nije bilo moguće odrediti međusobni odnos vapnenaca i kalkarenita.



Sl. 54. Otisak amonita u kalcitičnom siltitu jedinice Oštrc (Pronjak potok, Medvednica) (Foto: dr sc. A. ŠIMUNIĆ).

Na Kalniku u jedinicu Oštrc možemo uvrstiti sedimente, koje nalazimo u izvorišnom dijelu Štefunovog potoka na njegovoj lijevoj obali, odakle se oni prostiru u isprekidanom pojasu na zapad do brda Korenić (vidjeti litostratigrafsku kartu - prilog 3).

U građi ove jedinice najveći udio imaju siltiti i silicificirani šejlovi sive i zelenkaste boje i iverastog loma. Podređeno dolaze kalkareniti i kalkarenacejski pješčenjaci, koji su mjestimično skoro potpuno okremenjeni i nalazimo ih kao rožnjake. Na temelju petrografske sličnosti sa sedimentima na Ivanščici i Medvednici pretpostavljam da je i ovdje starost ovih naslaga donjokredna.

*

Analizom detritusa iz pješčenjaka na Ivanščici ZUPANIĆ et al. (1981) došli su do zaključka da je donjokredni bazen u kojem su taloženi ovi sedimenti bio hranjen materijalom s tektoniziranog ofiolitnog pojasa, koji je na svojoj "stražnoj" strani graničio s kontinentalnom masom. Ispred ofiolitnog pojasa tj. prema bazenu nalazili su se prostori plitkovodnih karbonata s grebenima, sprudovima i niskim otocima, koji su davali karbonati detritus.

Modalna analiza dva uzorka donjokrednih, bezkarbonatnih pješčenjaka s Medvednice (tab.1) pokazala je određene razlike u mineralnom sastavu s pješčenjacima iz valutica i blokova jedinice Markov Travnik. U odnosu na one iz jedinice Markov Travnik donjokredni psamiti imaju povišen modalni sadržaj kvarca i škriljavaca, a manji sadržaj biotita, muskovita i klorita te tufova i efuziva. Najveće razlike između sedimenata jedinice Oštrc i sedimenata jedinice Markov Travnik, međutim, očituju se kroz raznovrsne zajednice teških minerala (CRNJAKOVIĆ, 1987). Na temelju prethodno navedenih podataka može se samo pretpostaviti da su područja iz kojih potječe materijal za ove pješčenjake pripadala recikliranom orogenu (sl.42).

2.8. O pojmovima: "klastiti s ofiolitima", "kaotični kompleks", "melanz" i "Repno kompleks"

Nakon prethodnog opisa izdvojenih dijelova litostratigrafskih jedinica (vidjeti poglavlja 2.1. do 2.7.) smatram da je potrebno osvrnuti se na gore navedene pojmove, a koje su pojedini autori koristili ili ih koriste, opisujući magmatske i s njima udružene sedimentne stijene Medvednice, Kalnika i Ivanščice (HERAK, 1960; BABIĆ & ZUPANIĆ, 1978; BABIĆ et al., 1979, 1992; ŠIMUNIĆ & ŠIMUNIĆ, 1979; ŠIMUNIĆ et al., 1993; TOMLJENIĆ, 1995; PAMIĆ, 1997).

U "klastite s ofiolitima" su, uz ofiolitne stijene, dugo vremena bili ubrajani i karbonatni klastični sedimenti zajedno s vapnencima, pješčenjacima, silitima, šejlovima i rožnjacima (HERAK, 1960). Siliti i šejlovi predstavljali su matriks u koji su bile uronjene druge stijene. Raspored i odnosi ovih stijena smatrani su međusobno kaotičnim pa je radi toga upotrebljavan i naziv "kaotični kompleks s ofiolitima" (ŠIMUNIĆ & ŠIMUNIĆ, 1979) odnosno da je "kaotične grade"- melaž (BABIĆ et al., 1979). Nadalje, prvotno se smatralo da su te tvorevine gornjokredne starosti (HERAK, 1960; CRNKOVIĆ, 1963; ŠIMUNIĆ & ŠIMUNIĆ, 1979). Nakon nalaza donjokredne mikrofaune u mikritnim vapnencima na

Medvednici (GUŠIĆ, 1971, 1974) i kalkarenitima Ivanščice i Medvednice (BABIĆ & GUŠIĆ, 1978; ŠIKIĆ et al., 1979) pretpostavljalo se da su i sve druge sedimentne i magmatske stijene donjokredne starosti. Tek je u radu BABIĆ & ZUPANIĆ (1978) po prvi puta pokazano da se "klastiti s ofiolitima kaotične građe" Ivanščice ne mogu smatrati jednom jedinicom. Nasuprot, prepoznate su dvije formacijske cjeline, koje predstavljaju: "...proizvode dviju, geotektonski i paleogeografski, bitno različitih faza geološke povijesti." (BABIĆ & ZUPANIĆ, 1978, str. 16). Te dvije jedinice nazvane su Oštrc formacija i Repno kompleks. U sastav prve jedinice ušle su stijene, koje su detaljnije opisane u poglavlju 2.7. te u radu ZUPANIĆ et al. (1981) za područje Ivanščice kao i u radu CRNJAKOVIĆ (1987, 1989) za područje Medvednice, iako na Medvednici ovoj jedinici nije dano ime Oštrc formacija. Starost ove jedinice dokazana je kao donjokredna odnosno donjo do gornjokredna (Medvednica: GUŠIĆ, 1971, 1974 - gornji apt-donji alb; ŠIKIĆ et al., 1979 i BASCH, 1983 - apt-turon; Kalnik: ŠIMUNIĆ et al., 1981 - otriv-turon; Ivanščica: BABIĆ & GUŠIĆ, 1978 - otriv-alb (?cenoman)). U Repno kompleks na jugoistočnom dijelu Ivanščice uvrštene su sve bazične magmatske stijene, zatim tijela gornjotrijaskih i donjojurskih vapnenaca kao i vapnenaca titon-valendijske starosti (BABIĆ & ZUPANIĆ, 1978). Nakon odvajanja Oštrc formacije ostali su i dalje kaotično građeni "klastiti s ofiolitima", a zbog nedostatka bilo kakvog fosilnog materijala u matriksu i dalje nedefinirane starosti. Na temelju uronjenih "elemenata" u tamnom šejlu i "blizine" sedimenata Oštrc formacije pretpostavljena je alb-turonska starost ove jedinice (BABIĆ & ZUPANIĆ 1978; BABIĆ et al., 1979).

Snimanjem geoloških stupova i detaljnim kartiranjem terena na području Medvednice i Kalnika bilo je moguće u preostalom "kaotičnom kompleksu s ofiolitima" (Repno kompleks na Ivanščici) izdvojiti više litostratigrafskih jedinica ili njihovih dijelova (Kestenik, Poljanica, Kraljev Vrh i Markov Travnik), a zbog sličnosti građe "klastita s ofiolitima" s jedinicama na Medvednici i Kalniku pretpostavljam da će to, nakon detaljne kartografske obrade, biti moguće i na Ivanščici. Zbog paleogeografskih odnosa moguće je da neka od spomenutih jedinica na Ivanščici ne bude u potpunosti razvijena.

Jedinica Kestenik ustanovljena je na Kalniku (HALAMIĆ & GORIČAN, 1995), a na Medvednici nalazimo njene dijelove. Ona je predstavljena pelagičkim silicijskim sedimentima srednjotrijaske do gornjotrijaske starosti, koji se proslojavaju s jastučastim lavama iste starosti. U tu jedinicu uvrštena je i glavina Kalničkih eruptiva.

Jedinica Poljanica ustanovljena je na Medvednici, a izgrađena je, također, od silicijskih pelagičkih sedimenata i šejlova s efuzivima, a starost joj je srednjojurska do gornjojurska (HALAMIĆ et al., 1998; GORIČAN & HALAMIĆ, 1997).

Glavna masa bazičnih efuziva sjeverozapadnog dijela Medvednice uvrštena je u jedinicu Kraljev Vrh. Ti efuzivi u sebi sadrže i do nekoliko desetaka metara debele proslojke matrikspotpornih konglomerata (debrita). Starost ove jedinice nije točno definirana, ali pretpostavljam njezinu sinkronost s jedinicom Poljanica ili, na temelju njezinih superpozicijskih odnosa, da je relativno nešto starija od nje.

Na kraju ostaje jedinica Markov Travnik, koja je predstavljena, također, matrikspotpornim konglomeratima s ulošcima oblutaka i blokova pješčenjaka (pretežito sivozelene litične grauvake) i eruptivnih stijena (spiliti, dijabazi, gabri i ultramafiti). Glavnina ove jedinice izgrađena je od siltno-šejlnog, mjestimično škrljavog, matriksa u kojem nalazimo prethodno navedene oblutke i blokove. Na temelju teksturne i strukturne analize, kao i na temelju sedimentoloških pokazatelja (vidjeti poglavlje 2.5.) utvrđeno je da matrikspotporni konglomerati imaju sedimentno podrijetlo (debriti ili olistostrome) tj. da su nastali iz muljnih tokova. Dekametarske i hektametarske blokove metabazalta kao i veće pojave gabro-dijabaza smatram kao tektonski otkinute dijelove podloge i koji se sada nalaze najvećim dijelom u reverznom odnosu prema sedimentima drugih jedinica (vidjeti litostratigrafsku kartu-prilog 1), a pripadaju litostratigrafskoj jedinici Kraljev Vrh ili litodemskoj jedinici Markovčak). Neupitno je da je na ovim prostorima izvršena snažna, naknadna tektonizacija ove jedinice prilikom subdukcijskih procesa te su veći blokovi bazičnih eruptiva tom prilikom mogli biti otkidani od podloge i smještatvni unutar ili na nekim mjestima i ispod ove jedinice (napominjem da su sedimenti jedinice Markov Travnik bili vrlo pogodan medij za kompenzaciju tektonskih stresova prilikom kompresije).

Zbog nedostatka validnog fosilnog materijala starost ove jedinice nije definirana, ali po superpozicijskim odnosima na terenu ona se u području Medvednice i Kalnika nalazi u pravilu iznad jedinica Kestenik, Poljanica i Kraljev Vrh, a ispod jedinice Oštrc.

Međusobni odnos izdvojenih jedinica nije posvuda jasno izražen, ali ne smijemo zaboraviti da se na prostorima izučavanog gorja dogodilo vrlo jako sažimanje prostora uslijed subdukcijskih procesa te da na malom prostoru možemo imati elemente različitih jedinica, što nam tada stvara dojam kaotičnosti. U takvim okolnostima je nerealno za očekivati da jedinice budu u potpunosti sačuvane zajedno u njihovom prvotnom slijedu, a pogotovu kada se radi o različito kompetentnim materijalima kao u našem slučaju.

U ovom kontekstu potrebno je osvrnuti se i na pojam "melanž" (*melange* - fr. mješavina), koji se isto tako upotrebljava prilikom opisa izučavanih stijena. Oko pojma "melanž" bilo je u geološkom svijetu, u ne tako dalekoj prošlosti, mnogo rasprava, pogotovu što se tiče njegove točne definicije. Ovom prilikom bih samo želio uputiti samo na neku literaturu u kojoj se mogu naći detalji o tim raspravama (HSÜ, 1968, 1974; GANSSER, 1974; RAYMOND, 1975; SILVER & BEUTNER, 1980; RAYMOND & TERRANOVA, 1984; COWAN, 1985 i dr.). Posebno želim skrenuti pažnju na rad RAYMOND (1984), gdje nalazimo i sažetu definiciju melanža, koja glasi: *"Melanž je stijensko tijelo, koje se može kartirati u mjerilu 1:24.000 i manje, a karakterizirano je nedostatkom unutarnjeg kontinuiteta kontakata ili slojeva, s ulošcima fragmenata i blokova svih veličina, kako egzotičnih tako i primarnih, a koji su uvaljani u rastrgani matriks od sitnozrnatijeg materijala"* (RAYMOND, 1984, str. 18). Egzotičnim blokovima smatraju se fragmenti stijena, koje nisu u genetskoj vezi s okolnim fragmentima. Nadalje, ako su poznati primarni uzroci "melanžiranja" ovako definirani melanž može se podijeliti na tektonski, dijapirski i poligenetski, a ako je isključivo sedimentacijskog podrijetla, i na olistostromu. Za razliku od prethodne definicije, stijensko tijelo, koje posjeduje sve karakteristike takvog melanža, ali ako ne sadrži egzotične blokove, definira se kao "raskidana formacija ili jedinica" (*dismembered formation/unit*). Kada je uzrok raskidanja sedimentacijski, takvu jedinicu trebalo bi imenovati kao endolistostromu.

Na temelju navedene podjele pokušat ćemo u tom smislu determinirati i definirati jedinicu Markov Travnik, koja prema prethodnoj definiciji, jedina na prvi pogled, pokazuje svojstvo gore definiranog melanža. Ovu jedinicu izgrađuju matriksopotporni konglomerati s valuticama različitog promjera (od 2 do 64 mm) te oblutci i blokovi do nekoliko metara u promjeru. Raspored valutica, oblutaka i blokova je nepravilan (sl.55), a matriks je izgrađen od siltozno-šejlnog materijala i on nije na svim mjestima škrljave teksture (sl.56). Valutice su najčešće pješčenjaci tipa litičnih grauvaka, a podređeno, i to samo na nekim mjestima (vidjeti sl.39a i napušteni kamenolom kamešnica - Kalnik), nalazimo valutice izmijenjenog bazalta i gabro-dijabaza. Po svojim sedimentološkim karakteristikama sedimenti jedinice Markov Travnik su prvotno sedimentnog podrijetla (debrit ili olistostroma), a "egzotične" valutice ili blokovi magmatskih stijena (izmijenjeni bazalt, izmijenjeni gabrodijabaz i ultramafit) su "normalni" genetski sastojci stijene, sedimentirani zajedno s pješčenjacima i drugim fragmentima ili su tijekom kliženja otkidani s podloge i uklapani u sediment. Tako definirani ti fragmenti ne predstavljaju egzotične fragmente unutar sedimenta, nego je to njegov sastavni

dio. Kao što sam već prethodno napomenuo naknadno je, kroz tektonske pokrete tijekom subdukcijskih i naknadnih procesa, povećana "kaotičnost" ove jedinice, tako da su u blizini jačih dislokacija fragmenti poprimili izdužen elipsoidalni oblik (sl.57 - stup Markov travnik u blizini navlake metamorfita glavnog trupa Medvednice - vidjeti prilog 1).

Na temelju iznesenog, a prema kriterijima predložene klasifikacije melanža i sličnih stijena (RAYMOND, 1984), jedinicu Markov Travnik ne bi trebalo klasificirati kao melanž nego kao rastrganu jedinicu, odnosno kao tektonski raskidanu endolistostromu (*tectonic dismembered unit - endolistrostrome*), nastalu tijekom subdukcijskih procesa.



Sl. 55. Nepravilan raspored valutica u matrikspotpornom konglomeratu jedinice Markov Travnik (Markovčak, Medvednica) (\varnothing poklopca objektiva = 5.5 cm).



Sl. 56. Matriks u matrikspotpornim konglomeratima jedinice Markov travnik, koji ne pokazuje škriljavu teksturu (Markovčak, Medvednica).



Sl. 57. Izduženi blokovi unutar jedinice Markov travnik (Markov travnik, Medvednica) (debljina lijevog bloka iznosi 0.8 m).

3. NARAV GEOLOŠKIH GRANICA KARTIRANIH JEDINICA

Dio bazičnih magmatskih stijena s pripadajućim sedimentima Medvednice, Kalnika i Ivanščice predstavljaju dezintegriranu ofiolitnu sekvenciju oceanske litosfere (sl.58). Razbijanje primarnog slijeda magmatita i sedimenata takve sekvencije dešavalo se na ovim prostorima nastupajućim procesima subdukcije, tijekom jure i donje krede, a stijenske mase smještavane su mehanizmom obdukcije u priraštajni subdukcijski rub. U specifičnim okolnostima jako velikih kompresijskih tlakova u priraštajnom rubu, čija posljedica su otkidanje i premještanje dijelova oceanske kore, zajedno sa sedimentnim pokrivačem, nerealno je za očekivati da su geološke granice između pojedinih litostratigrafskih jedinica ostale nepromijenjene tj. da su ostale u prvotnom stanju. Osim prethodno opisanih subdukcijskih procesa pri zatvaranju oceanskih prostora i u stvaranju današnje geološke građe proučavanih terena djelovali su i drugi, tangencijalni i radijalni tektonski pokreti, koji su dodatno preoblikovali priraštajni subdukcijski rub. Zbog navedenih razloga u ovom poglavlju biti će predstavljen samo karakter geoloških granica bez detaljnije strukturno-tektonske analize izučavanih terena. Za definiranje strukturnog sklopa i njegovog razvoja od aktiviranja subdukcijskih procesa pa do danas bila bi potrebna detaljna strukturološka studija i to ne samo magmatskih stijena sa sedimentima nego i šire, a što bi uvelike prelazilo i obim ovog rada.

Od stijena tipične ofiolitne sekvencije na proučavanim terenima Medvednice, Kalnika i Ivanščice nalazimo samo njene dijelove (sl.58). Najveće površine izgrađene su od stijena geofizičkog sloja 2 (pločasti izljevi bazalta i jastučaste lave), a što je i logično u odnosu na zastupljenost i kompetentnost ovih stijena prema dubokomorskim sedimentima. Manje zastupljene nalazimo dijabaze iz vršnog dijela sloja 3 kao i gabre iz središnjeg dijela tog geofizičkog sloja. Najveći dijelovi ovog sloja, kao i dijelovi sloja 4 (ultramafiti), su prilikom subdukcije konzumirani te ove zadnje nalazimo samo kao fragmente unutar jedinice Markov Travnik. Sedimenti iz geofičkog sloja 1, koji su i bili glavni predmet izučavanja u ovom radu, predstavljeni su silicijskim i siliciklastičnim dubokomorskim sedimentima, koji izgrađuju jedinice Kestenik i Poljanica kao i krupnoklastičnim sedimentima, koje nalazimo u jedinici Kraljev Vrh.

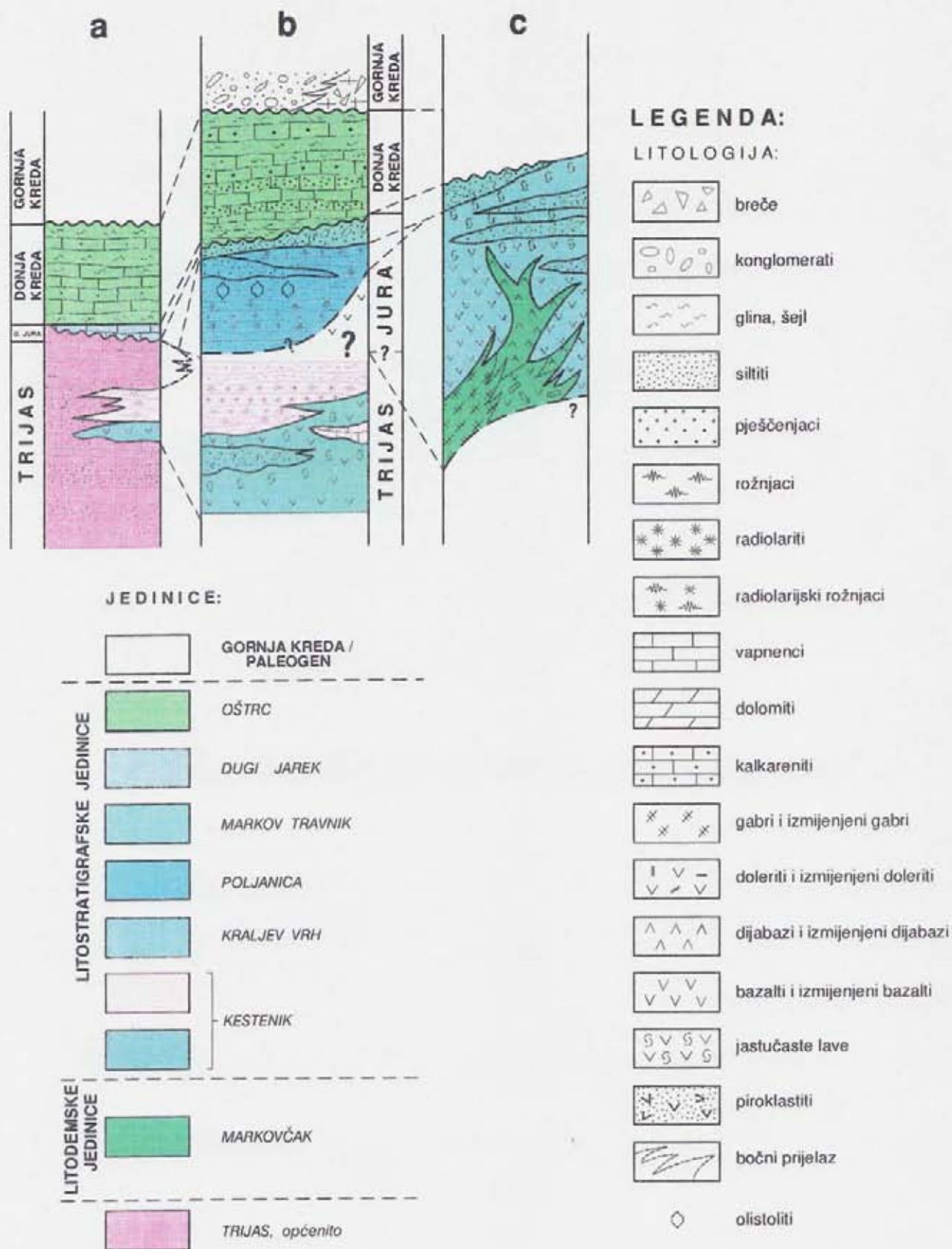
Na temelju parcijalno snimljenih geoloških stupova u pojedinim litostratigrafskim jedinicama te na temelju promatranja i studija međusobnih odnosa na terenu (vidjeti

PRIBUTNO NA TERENU	GEOFIZIKI SLOJ	GEOLOGIJA	DEBLJINA ZA TIPIČNE OFOLITE	LITOLOGIJA
■	SLOJ 1		0,3 km	Dubokomorski sedimenti
	SLOJ 2		0,3 - 0,7 km	Pillow lave i pločasti izljevi bazalta
■	SLOJ 3		1,0 - 1,5 km	Dajkovi ("Sheeted complex")
			2,0 - 5,0 km	Gabro i amfibolit
MOHO				Kumulatni gabro
■	SLOJ 4		>7,0 km	Peridotit, uslojen
				Peridotit, dunit (neuslojen)

Sl. 58. Tipična ofiolitna sekvencija (WILSON, 1989) i njeni dijelovi, koje nalazimo na proučavanim terenima.

litostratigrafske karte) konstruiran je sintetizirani, pregledni geološki stup na kojem su vidljivi međusobni odnosi pojedinih litostratigrafskih jedinica (sl.59).

Prvo pitanje, koje moramo razriješiti pri razmatranju naravi geoloških granica na izučavanom prostoru, je odnos jednog dijela magmatskih stijena, koje pripadaju ofiolitnoj sekvenciji, i njihove podine. Ofiolitne stijene predstavljaju dijelove oceanske kore, koja u biti nema podinu u vidu kontinentalne kore. Međutim, prilikom riftinga kontinentalne kore i početka otvaranja oceana, na relativno uskim prostorima, magmatske stijene su se direktno izljevale ili intrudirale na ili u dijelove kontinentalne kore (o početku riftinga i o modelu riftingovanja biti će više govora u poglavlju 5.) te na tim mjestima postoji primaran odnos magmatskih stijena i njihove podloge. Do sada, na izučavanim terenima, nisam pronašao izdanke, gdje bi takvi primarni odnosi bili dostupni proučavanju, a pretpostavljam da su takvi izdanci subducirani i reciklirani te ih zbog toga i ne nalazimo. Iz tih razloga je odnos efuzivnih magmatskih stijena jedinice Kestenik prema okolnim stijenama tektonskog karaktera isto kao i granice gabrodijabaza i gabra litodemske jedinice Markovčak.



Sl. 59 Sintetisirani geološki stupovi istraživanih (b+c) i rubnih područja (a) Medvednice, Kalnika i Ivanšćice

Bazične stijene (izmijenjeni bazalti i pillow lave) unutar jedinice Kestenik nalaze se u normalnom geološkom odnosu sa silicijskim i siliciklastičnim sedimentnim stijenama (rožnjaci, radiolariti i šejlovi). Kontaktne plohe su oštre i neravne (sl.60), a sedimenti mjestimično popunjavaju i do 1 m velika udubljenja unutar pillow lava (kamenolom Hruškovec, Kalnik).



Sl. 60. Oštra, ali neravna granica pillow lava i radiolarijskih rožnjaka trijaskе starosti (mjerilo dužine 30 cm) (Jazvina, Kalnik).

Analizirajući starost mikrofosilnog sadržaja jedinica Kestenik i Poljanica, dobivena je između najmlađih analiziranih trijaskih radiolarita (srednji norik - 222 Ma) i najstarijih analiziranih jurskih radiolarita (gornji bajocij - 177 Ma) stratigrafska praznina od 45 Ma. Na temelju toga podatka sve geološke granice između ove dvije jedinice na Medvednici kartirane su kao tektonske (vidjeti prilog 1). Razlozi ove stratigrafske praznine mogu biti višestruki: a) Validan mikrofosilni materijal pronađen je samo u radiolarijskim rožnjacima i radiolaritima, koji su jedan manji sastavni dio, kako jedinice Kestenik tako i jedinice Poljanica. Osim njih, ove jedinice izgrađuju šejlovi, siltozni šejlovi i siltiti i magmatske stijene u kojima, iako su usko genetski vezani s radiolaritima, nije pronađen fosilni materijal. Zbog toga može u njima biti "skriveno" stratigrafsko vrijeme, koje nedostaje, b) Za vrijeme trajanja vulkanske aktivnosti bila je poremećena bioprodukcija (promjena smjera morskih struja – poremećen "upwelling"). Poslije toga trebalo je proći određeno vrijeme za njenu ponovnu uspostavu. Sama vulkanska aktivnost je relativno kratak događaj, no i za nju je, također potrebno

određeno vrijeme, c) Jedan od značajnih faktora bio je proces subdukcije u kojem su dijelovi litostratigrafskog stupa konzumirani, a nama su danas na površini dostupni samo njegovi dijelovi i d) Moguće je i hipotetičko objašnjenje o kojem će biti više govora u petom poglavlju, a to je da je tijekom gornjeg trijasa i najdonjeg lijasa došlo do zatvaranja trijaskog oceanskog prostora, koji je bio manjih dimenzija ("sea way") (SCANDONE, 1975) i otvaranja zalučnog bazena (back-arc basin) te zbog tih događaja nema stratigrafskih dokaza za to razdoblje. U tom slučaju srednjojurski ofioliti s radiolaritima bili bi produkt novo nastalog zalučnog bazena.

Kontakt jurskih silicijskih i siliciklastičnih sedimenata i magmatskih stijena jedinica Poljanica su, ovisno o kojem kontaktu se radi, aktivni odnosno hladni tj. ove stijene se nalaze u normalnom odnosu (vidjeti sl.27 do 30).

Na ovom mjestu moram istaknuti problem stratigrafskog uvrštavanja bazičnih stijena glavne mase sjeverozapadnog dijela Medvednice i Hum-Šagudovca. U sedimentima unutar bazalnog tijela (matrikspotporni konglomerati) do sada nije pronađen validni fosilni materijal, pomoću kojeg bi se odredila starost vulkanske aktivnosti. Međutim, u napuštenom kamenolomu Kušićev jarek (Hum- Šagudovec) postoje naznake da bi sedimenti između pillow lava (tamnocrveni mikriti) mogli biti srednjojurske do gornjojurske starosti (usporediti poglavlje 2.3.1.). Nadalje, na najvećem dijelu istraživanih terena na magmatske stijene slijede sedimenti jedinice Markov Travnik, koji su, također, bez validnog fosilnog materijala. Na području Markovčaka (Medvednica), međutim, na izmijenjenim bazaltima leže fosiliferni karbonatni sedimenti donje krede. *Na temelju navedenih podataka može se samo pouzdano reći da su bazične vulkanske stijene glavne mase Medvednice (od potoka Bistra na JZ do Rijeka potoka na SI) starije od sedimenata donje krede i sedimenata jedinice Markov Travnik.*

Naslage jedinice Markov Travnik nalaze se u diskonformnom odnosu sa stijenama jedinice Kraljev Vrh (sl.33 i 39a), sa sedimentima jedinice Poljanica na Medvednici (sl.61) i Kestenik na Hum-Šagudovcu i Kalniku. Međutim, odnos jedinice Markov Travnik i jedinice Dugi Jarek nije jasan, jer na terenu nije pronađen direktan kontakt sedimenata tih dviju jedinica. Na većini lokaliteta na Medvednici i području Hum-Šagudovec naslage jedinice Markov Travnik leže ispod donjokredne Oštrc formacije, koja je na njima u diskonformnom odnosu. Jedinice Dugi Jarek i Oštrc na Ivanščici i u području Burnjaka (Hum-Šagudovec) nalaze se u konformnom odnosu (sl.51). Na temelju toga može se zaključiti da su sedimenti jedinice Markov Travnik stariji od donje krede, a mlađi od gornjeg dijela srednje jure, jer leže na srednjojurskim radiolaritima. Indirektno zaključujem da bi sedimenti jedinice Dugi Jarek i



Sl. 61. Kontakt matrikspotpornih konglomerata jedinice Markov Travnik i radiolarijskih rožnjaka jedinice Poljanica (držak čekića na kontaktu) (Poljanica, Medvednica).



Sl. 62. Diskonformni kalcitični siliti kredno-paleogenske starosti na matrikspotpornim konglomeratima jedinice Markov Travnik (držak čekića na granici) (Poljanica, Medvednica).

Markov Travnik mogli biti i istovremeni, ali produkt dviju potpuno različitih sedimentacijskih okoliša i mehanizama taloženja.

Na prethodno opisane jedinice, koje su direktno ili indirektno vezane s magmatskim stijenama slijede diskordantno sedimenti gornje krede i paleogena (sl.62), koji ovdje nisu detaljnije izučavani.

4. GEOKEMIJSKE KARAKTERISTIKE MAGMATSKIH I SEDIMENTNIH STIJENA

Zbog potpunijeg i točnijeg definiranja pojedinih litostratigrafskih jedinica bilo je neophodno i proučavanje geokemijskog sastava stijena, koje izgrađuju te jedinice. Kemijski su analizirani uzorci magmatskih i sedimentnih stijena iz jedinica Kestenik, Poljanica, Kraljev Vrh, Markov Travnik i Oštrc na sadržaj makroelemenata i mikroelemenata, a analitičke metode opisane su u poglavlju 1.1.

4.1. Magmatske stijene

U ovom radu magmatske stijene nisu bile predmet detaljnijeg istraživanja, ali zbog njihove genetske povezanosti s različitim sedimentima u jedinicama Kestenik, Poljanica, Kraljev Vrh i Markov Travnik biti će prikazani i njihovi geokemijski podaci. Analizom tih podataka povećati će se i stupanj spoznaje o mjestu i okolišu nastanka i samih sedimentnih stijena. Osim toga, geokemijski podaci su potrebni i zbog definiranja osnovnih petrokemijskih karakteristika magmatskih stijena, kao i zbog njihove petrokemijske klasifikacije. Upotrebom različitih diskriminacijskih dijagrama makroelemenata i mikroelemenata pokušati će se determinirati i geotektonski položaj utiskivanja ili izlivanja magmatskih stijena.

Magmatske stijene u svim izdvojenim jedinicama su u velikoj mjeri izmijenjene, tako da se na terenu vrlo teško nalaze svježiji uzorci za kemijsku analizu. Većinom su to spiliti i/ili izmijenjeni bazalti, izmijenjeni dijabazi i izmijenjeni gabri, koji su izmijenjeni pod uvjetima, koji odgovaraju vrlo niskom ili niskom stupnju metamorfizma i posjeduju većinom mineralni sastav vrlo niskog stupnja zelenih škriljavaca (CANN, 1969). Alteracija magmatita počela je već prilikom izlivanja vruće lave u vodu na morskom dnu (dinamički metamorfizam oceanskog dna), a nastavljena je uslijed povećanog geotermalnog gradijenta i tlakova unutar ofiolitne sekvencije (WILSON, 1989). Žilne i intruzivne bazične stijene (dijabazi i gabri) izmijenjeni su u dubljim nivoima. Osim toga ove stijene pretrpjele su i znatne tlakove, vjerojatno i kroz dulja vremenska razdoblja, tijekom subdukcijskih procesa, a što je pojačalo stupanj njihovog metamorfizma. Gore navedeno potrebno je uzeti u obzir zbog stupnja izmjene bazičnih magmatskih stijena, a što se odražava u određenoj mjeri i na rasipanje analitičkih podataka u diskriminacijskim dijagramima.

Redni broj	Radna oznaka uzorka	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	^o Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	LOI	Ukupno
BAZIČNE EFUZIVNE STIJENE														
Jedinica KESTENIK														
1	*SB 5	53.90	1.22	13.10	11.80		0.19	5.64	3.39	4.70	0.04	0.23	4.35	98.70
2	*SB 10	45.70	1.50	16.00	8.94		0.13	8.07	10.00	3.11	0.12	0.31	5.15	99.10
3	SB 11	47.01	2.05	15.30	1.48	6.72	0.15	5.56	7.32	5.41	2.05	0.02	6.22	99.29
4	SB 19	43.05	1.59	15.71	3.60	6.61	0.13	9.32	11.50	2.90	0.19	0.01	5.11	99.72
5	*VH 84	46.90	1.30	15.10	9.71		0.14	6.04	11.40	3.20	0.02	0.12	4.60	98.60
6	*VH 956	42.60	2.05	18.10	8.50		1.64	7.06	5.52	4.35	0.36	0.48	9.40	100.10
7	*JA 5	46.90	0.77	15.20	8.82		0.46	8.41	6.32	4.17	0.30	0.08	7.75	99.30
8	KE 2	42.07	1.52	13.57	5.18	4.07	0.32	6.23	11.41	5.07	1.12	0.07	8.97	99.60
9	HRUŠ 3	49.17	1.63	11.10	4.66	1.94	0.16	5.42	11.91	4.40	0.94	0.02	7.94	99.29
10	VHK 215/0	37.65	1.41	15.15	0.98	6.91	0.31	5.94	12.90	4.49	0.36	0.02	13.38	99.50
11	KB 7B	44.67	2.20	17.34	5.88	2.97	0.14	6.05	8.69	4.98	1.54	0.02	5.14	99.62
12	KB 12	43.95	1.91	16.19	7.26	1.19	0.11	1.51	13.46	4.67	2.03	0.01	7.33	99.50
13	VB 390	54.80	1.78	9.96	1.78	8.85	0.34	6.56	2.86	5.33	0.03	0.02	6.94	99.25
Jedinica POLJANICA														
14	*VH 1001/1	46.90	2.13	13.10	14.20		0.29	7.90	5.06	3.03	0.17	0.23	6.35	99.40
15	*VS 94	37.00	1.44	16.60	13.80		1.60	9.39	5.81	3.06	0.03	0.29	11.20	100.30
16	*VS 113/1	48.10	0.93	14.00	5.71		0.29	5.68	12.00	3.55	0.26	0.14	8.20	99.00
17	*VS 113A4	44.30	1.11	15.40	9.58		0.83	11.10	4.67	3.47	0.06	0.12	9.50	100.30
Jedinica KRALJEV VRH														
18	*VK 364	49.00	0.69	15.10	9.09		0.16	7.00	8.01	4.77	0.24	0.05	4.95	99.10
19	*VH 1536/1	51.70	1.49	13.20	8.93		0.14	5.95	7.55	4.89	0.08	0.15	4.40	98.60
20	*VS 328	47.30	1.03	15.10	10.09		0.13	5.70	13.40	1.73	0.05	0.10	3.95	99.40
21	*KV 57	45.90	1.38	13.50	10.70		0.14	5.51	16.60	0.38	0.03	0.14	3.50	97.80
22	*GO 10	52.30	0.74	14.90	9.73		0.15	7.17	5.78	5.43	0.02	0.07	3.05	99.40
23	VH 1467/5	44.70	1.20	14.61	3.44	4.66	0.17	6.49	7.71	6.58	1.75	0.02	8.68	100.01
24	VB 330	48.55	1.81	14.37	4.83	5.89	0.15	2.23	6.31	5.76	0.82	0.02	3.54	99.28
Jedinica MARKOV TRAVNIK														
25	VS 1047/1	49.38	0.97	10.86	3.81	6.83	0.29	6.81	5.80	5.59	1.42	0.01	8.03	99.79
26	VS 1142	46.65	1.12	9.11	7.78	2.33	0.12	6.33	11.22	5.92	1.34	0.01	7.26	99.19
DIJABAZI														
Litodemska jedinica MARKOVIĆAK														
27	*KV 1	52.00	1.12	15.10	10.50		0.13	5.35	6.98	5.06	0.41	0.12	2.40	99.20
28	*VH 569	51.50	0.57	16.20	8.00		0.12	7.80	7.53	3.81	0.57	0.05	3.30	99.50
29	*VS 331	47.40	1.44	15.90	9.63		0.13	9.09	9.78	2.71	0.19	0.05	3.10	99.50
GABRI														
30	*VS 335	49.90	0.56	15.20	9.06		0.13	8.35	9.67	3.01	0.25	0.04	2.45	98.70
31	*MC 16	53.70	0.46	11.50	7.16		0.13	9.77	11.00	2.60	0.02	0.07	1.95	98.40
32	VH 1536/5	48.26	3.06	12.09	3.63	5.32	0.16	10.44	4.60	4.65	1.96	0.02	5.69	99.88
BAZIČNE EFUZIVNE STIJENE (BUŠOTINA)														
33	HZ 1 (4107)	48.89	1.36	10.46	3.27	7.76	0.37	4.25	7.60	9.45	1.33	<0.01	4.72	99.46
BAZIČNI TUFOVI														
34	*VK 384	48.50	1.27	14.90	11.00		0.17	7.27	7.11	3.62	0.71	0.13	3.75	98.50
35	*VS 71	46.50	3.02	16.70	10.70		0.10	7.76	1.63	3.67	2.36	0.52	6.70	99.80
36	*VS 108	42.40	2.41	14.10	8.49		0.14	3.72	11.30	4.47	1.66	0.70	9.85	99.30
36A	GO 1	57.83	0.99	14.69	0.77	10.98	0.20	2.38	1.74	6.74	0.08	0.03	2.67	99.10
ULTRAMAFITI (BUŠOTINE)														
37	*Lnj1 (2565)	41.00	0.05	1.38	6.34		0.12	37.00	0.78	0.13	<0.01	<0.01	11.80	100.60
38	Lak1(1339)	36.54	0.07	0.51	6.86	1.22	1.02	38.49	1.05	0.01	0.003	0.00	14.17	99.94
39	BS1α (2409)	37.84	0.05	0.40	7.44	0.95	0.38	38.05	0.97	0.21	0.004	0.00	13.75	100.04

Tablica 3. - Kemijski sastav magmatskih stijena [u %]. [1] U onim uzorcima, koji nemaju analiziran FeO, Fe₂O₃ predstavlja ukupno željezo; *Analize napravljene metodom XRF u XRAL Laboratories, Toronto - Kanada (ostali uzorci analizirani su klasičnom silikatno-kemijskom analizom u Institutu za geološka istraživanja Zagreb - analitičar: Vlasta Jurišić-Mitrović, dipl.kem.); Koordinate i zemljopisni položaj analiziranih uzoraka vidjeti priloge 5, 8, 9, 10 i 11].

Redni broj	Radna oznaka uzorka	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	⁵⁶ Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Fe _(TOT)	Fe _{(TOT)/MgO}
BAZIČNE EFUZIVNE STIJENE														
Jedinica KESTENIK														
1	*SB 5	57.13	1.29	13.88	12.51		0.20	5.98	3.59	4.98	0.04	0.24		2.0
2	*SB 10	48.64	1.60	17.03	9.52		0.14	8.59	10.64	3.31	0.13	0.33		1.1
3	SB 11	50.51	2.20	16.44	1.59	7.22	0.16	5.97	7.87	5.81	2.20	0.02	9.61	1.6
4	SB 19	45.50	1.68	16.60	3.81	6.99	0.14	9.85	12.16	3.07	0.20	0.01	11.58	1.2
5	*VH 84	49.89	1.38	16.06	10.33		0.15	6.43	12.13	3.40	0.02	0.13		1.6
6	*VH 956	46.97	2.26	19.96	9.37		1.81	7.78	6.09	4.80	0.40	0.53		1.2
7	*JA 5	51.23	0.84	16.60	9.63		0.50	9.19	6.90	4.55	0.33	0.08		1.0
8	KE 2	46.42	1.68	14.97	5.72	4.49	0.35	6.87	12.59	5.59	1.24	0.07	10.71	1.6
9	HRUŠ 3	53.83	1.78	12.15	5.10	2.12	0.18	5.93	13.04	4.82	1.03	0.02	7.46	1.3
10	VHK 215/0	43.72	1.64	17.59	1.14	8.02	0.36	6.90	14.98	5.21	0.42	0.02	10.05	1.5
11	KB 7B	47.28	2.33	18.35	6.22	3.14	0.15	6.40	9.20	5.27	1.63	0.02	9.71	1.5
12	KB 12	47.68	2.07	17.57	7.88	1.29	0.11	1.64	14.60	5.07	2.20	0.01	9.31	5.7
13	VB 390	59.37	1.93	10.79	1.93	9.59	0.37	7.11	3.10	5.77	0.03	0.02	12.58	1.8
Jedinica POLJANICA														
14	*VH 1001/1	50.40	2.29	14.08	15.26		0.31	8.49	5.44	3.26	0.18	0.25		1.8
15	*VS 94	41.53	1.62	18.63	15.49		1.80	10.54	6.52	3.43	0.03	0.33		1.5
16	*VS 113/1	52.97	1.02	15.42	6.29		0.32	6.26	13.22	3.91	0.29	0.15		1.0
17	*VS 113A4	48.79	1.22	16.96	10.55		0.91	12.22	5.14	3.82	0.06	0.13		0.9
Jedinica KRALJEV VRH														
18	*VK 364	52.04	0.73	16.04	9.65		0.17	7.43	8.51	5.07	0.25	0.05		1.3
19	*VH 1536/1	54.88	1.58	14.01	9.48		0.15	6.32	8.01	5.19	0.08	0.16		1.5
20	*VS 328	49.55	1.08	15.82	10.57		0.14	5.97	14.04	1.81	0.05	0.10		1.8
21	*KV 57	48.67	1.46	14.32	11.35		0.15	5.84	17.60	0.40	0.03	0.15		1.9
22	*GO 10	54.28	0.77	15.46	10.10		0.16	7.44	6.00	5.64	0.02	0.07		1.4
23	VH 1467/5	48.94	1.31	16.00	3.77	5.10	0.19	7.11	8.44	7.20	1.92	0.02	9.44	1.3
24	VB 330	50.71	1.89	15.01	5.04	6.15	0.16	2.33	6.59	6.02	0.86	0.02	11.87	5.1
Jedinica MARKOV TRAVNIK														
25	VS 1047/1	53.81	1.06	11.84	4.15	7.44	0.32	7.42	6.32	6.09	1.55	0.01	12.42	1.7
26	VS 1142	50.75	1.22	9.91	8.46	2.53	0.13	6.89	12.20	6.44	1.46	0.01	11.27	1.6
DIJABAZI														
Litodemska jedinica MARKOČAK														
27	*KV 1	53.72	1.16	15.60	10.85		0.13	5.53	7.21	5.23	0.42	0.12		2.0
28	*VH 569	53.53	0.59	16.84	8.32		0.12	8.11	7.83	3.96	0.59	0.05		1.0
29	*VS 331	49.17	1.49	16.49	9.99		0.13	9.43	10.15	2.81	0.20	0.05		1.1
GABRI														
30	*VS 335	51.84	0.58	15.79	9.41		0.13	8.68	10.05	3.13	0.26	0.04		1.1
31	*MC 16	55.68	0.48	11.92	7.42		0.13	10.13	11.40	2.70	0.02	0.07		0.7
32	VH 1536/5	51.24	3.25	12.84	3.85	5.65	0.17	11.08	4.88	4.94	2.08	0.02	10.13	0.9
BAZIČNE EFUZIVNE STIJENE (BUŠOTINA)														
33	HZ 1 (4107)	51.60	1.44	11.04	3.45	8.19	0.39	4.49	8.02	9.97	1.40	<0.01	12.55	2.8
BAZIČNI TUFOVI														
34	*VK 384	51.19	1.34	15.73	11.61		0.18	7.67	7.50	3.82	0.75	0.14		
35	*VS 71	48.41	3.14	17.39	11.14		0.10	8.08	1.70	3.82	2.46	0.54		
36	*VS 108	47.40	2.69	15.76	9.49		0.16	4.16	12.63	5.00	1.86	0.78		
36A	GO 1	59.97	1.03	15.23	0.80	11.39	0.21	2.47	1.80	6.99	0.08	0.03	13.45	
ULTRAMAFITI (BUŠOTINE)														
37	*Lnlj (2565)	46.17	0.05	1.55	7.14		0.14	41.67	0.88	0.15	<0.01	<0.01		0.2
38	Lakl(1339)	42.60	0.08	0.59	8.00	1.42	1.19	44.88	1.22	0.01	0.003	0.00	9.58	0.2
39	BS1α (2409)	43.85	0.06	0.46	8.62	1.10	0.44	44.10	1.12	0.24	0.004	0.00	9.84	0.2

Tablica 4. - Kemijski sastav magmatskih stijena preračunat na 100% bez volatila. [1] U onim uzorcima, koji nemaju analiziran FeO, Fe₂O₃ predstavlja ukupno željezo; *Analize napravljene metodom XRF u XRAL Laboratories, Toronto - Kanada (ostali uzorci analizirani su klasičnom silikatno-kemijskom analizom u Institutu za geološka istraživanja Zagreb - analitičar: Vlasta Jurišić-Mitrović, dipl.kem.); Koordinate i zemljopisni položaj analiziranih uzoraka vidjeti priloge 5, 8, 9, 10 i 11].

	Kestenik (n=13)		Poljanica (n=4)		Kraljev Vrh (n=7)		Markov Travnik (n=2)	
	x	SD	x	SD	x	SD	x	SD
SiO ₂	49.86	4.57	48.42	4.91	51.30	2.52	52.28	2.16
TiO ₂	1.74	0.42	1.54	0.56	1.26	0.43	1.14	0.11
Al ₂ O ₃	16.00	2.51	16.27	1.96	15.24	0.82	10.88	1.36
Fe ₂ O ₃	10.18	1.40	11.90	4.38	10.35	0.96	11.85	0.81
MnO	0.36	0.45	0.84	0.70	0.16	0.02	0.23	0.13
MgO	6.82	2.01	9.38	2.58	6.06	1.78	7.15	0.37
CaO	9.76	3.97	7.58	3.81	9.88	4.29	9.26	4.16
Na ₂ O	4.74	0.93	3.61	0.31	4.48	2.44	6.27	0.25
K ₂ O	0.76	0.81	0.14	0.12	0.46	0.71	1.51	0.06
P ₂ O ₅	0.12	0.16	0.22	0.09	0.08	0.06	0.01	0.00

Tablica 4.A - Preračunate srednje vrijednosti makroelemenata (x) i standardna devijacija (SD) za bazične stijene jedinica Kestenik, Poljanica, Kraljev Vrh i Markov Travnik.

U tablici 3 prikazani su glavni makroelementi za izmijenjene bazalte (redni brojevi 1-26), izmijenjene dijabaze (redni brojevi 27-29) i izmijenjene gabre (redni brojevi 30-32). Zbog komparacije analiziran je i jedan uzorak izmijenjenog bazalta iz naftne istražne bušotine u Hrvatskom Zagorju (HZ-1) (redni broj 33). Osim toga, analizirana su i četiri uzorka bazičnih tufova (redni brojevi 34-36A) kao i tri uzorka ultrabazičnih stijena iz dubokih bušotina na jugoistočnom rubu Medvednice (redni brojevi 37-39). U tablici 4 su sve vrijednosti preračunate na 100% bez volatilne komponente. Statistički izračunate srednje vrijednosti i standardna devijacija za stijene pojedinih jedinica prikazane su u tablici 4A. Tablice 5 i 5A sadrže rezultate analiza mikroelemenata, a tablica 5B srednje vrijednosti i standardno odstupanje za te mikroelemente. Zemljopisni položaj i koordinate pojedinih uzoraka nalaze se u priložima 5, 8, 9, 10 i 11.

Na temelju analiza makroelemenata uzorci stijena prikazani su na različitim diskriminacijskim dijagramima radi njihove terminološke klasifikacije, rasčlambe bazaltnih članova na alkalijske i subalkalijske tipove te radi razlikovanja toleitnih od kalcijsko-alkalijskih bazalta.

U TAS dijagramu (Le MAITRE et al., 1989; Le BAS et al., 1992; ROLLINSON, 1993) analizirane efuzivne stijene jedinice Kestenik i Poljanica rasipaju se u područjima od ultrabazičnih do neutralnih varijeteta (sl.63a). Međutim, najveći dio jednih i drugih nalazi se u području bazičnih stijena, gdje većinom padaju u polje bazalta, a manjim dijelom u polje bazanita i tefrita, dok se po jedan uzorak nalazi u polju fonotefrita, polju bazaltoandezita i

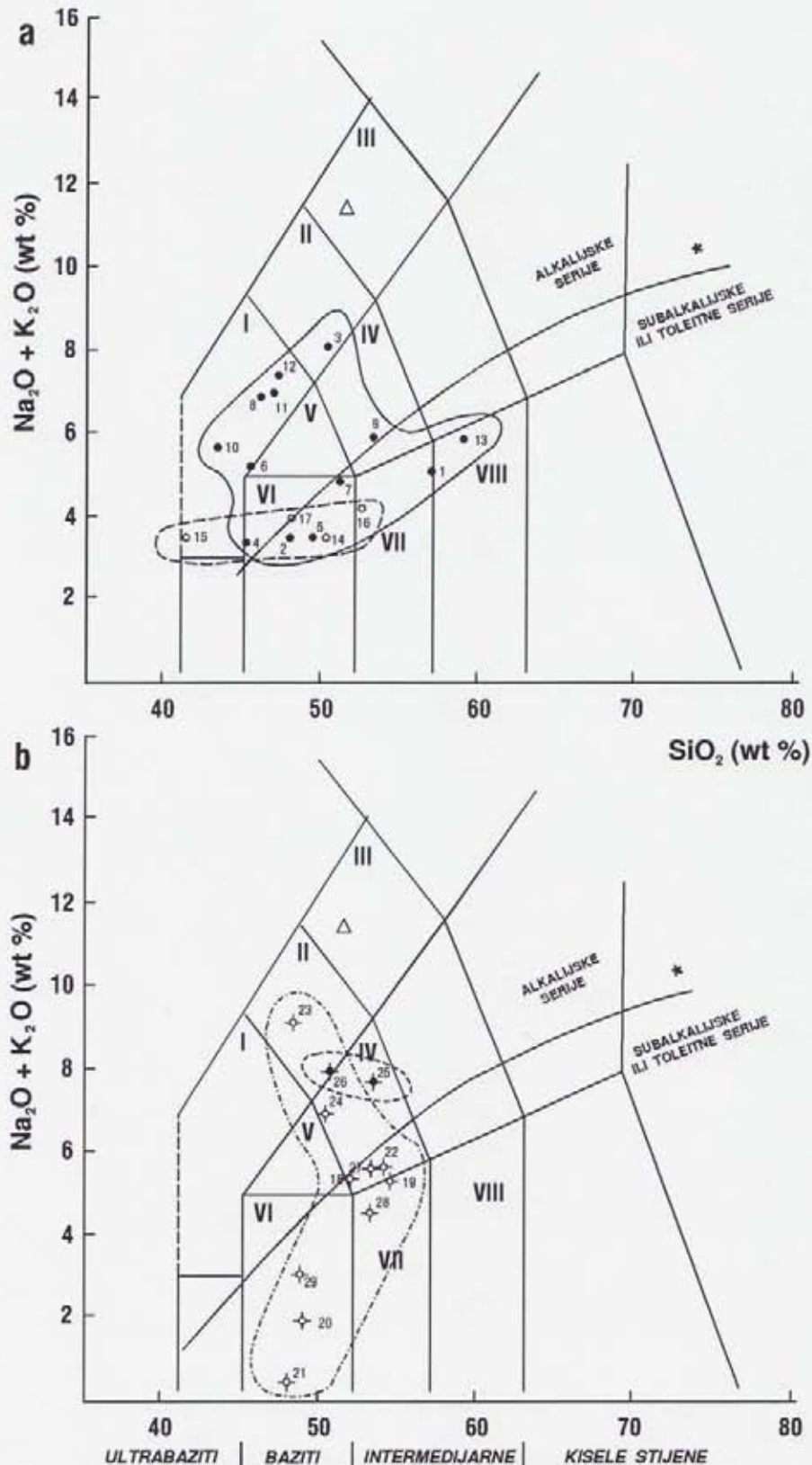
	Kestenik (n=14)		Poljanica (n=4)		Kraljev Vrh (n=7)		Markov Travnik (n=2)	
	x	SD	x	SD	x	SD	x	SD
Ba	175	169	206	71	155	126	53	13
Nb	15	12	12	5	4	3	1	0
Sr	189	101	103	52	125	79	189	95
Zr	82	40	103	35	72	35	24	20
Y	27	6	34	13	27	9	20	8
Sc	35	5	38	9	38	6	38	3
Cr	211	83	376	302	166	91	184	42
Ni	167	66	258	180	83	39	50	4
Cu	63	33	67	15	52	23	70	39
Pb	6	3	9	9	5	2	4	0
Zn	76	19	136	82	80	23	59	6
Co	35	11	44	13	28	4	28	5
V	236	47	269	129	225	58	223	8
La	13	10	9	4	2	2	1	0

Tablica 5.B Preračunate srednje vrijednosti mikroelemenata (x) i standardna devijacija (SD) za bazične magmatske stijene jedinica Kestenik, Poljanica, Kraljev Vrh i Markov Travnik.

polju andezita. Efuzive jedinice Poljanica, osim u polju bazalta, nalazimo u polju bazanita i tefrita kao i u prijelaznom području između bazalta i andezita. Na temelju podjele na alkalijske i subalkalijske tipove (IRVINE & BARAGAR, 1971) (sl.63) veći dio efuziva pripada alkalijskim varijetetima, no ovu klasifikaciju treba uzeti s određenom dozom opreza i to zbog povišenog sadržaja alkalija u ovim stijenama uslijed alteracije. Stijene jedinice Poljanica pripadaju grupi subalkalijskih ili toleitnih varijeteta.

Po srednjim vrijednostima makroelemenata (tab.4A) efuzivi jedinice Kestenik padaju u polje trahibazalta, a iz jedinice Poljanica u polje bazalta. Razlika može biti posljedica jače alteracije tih stijena što je rezultiralo povišenim sadržajem alkalija. Na temelju tih podataka efuzivi jedinice Kestenik su alkalijski, dok se oni iz jedinice Poljanice nalaze u graničnom području između alkalijskih i subalkalijskih varijeteta.

Na istom dijagramu prikazane su i magmatske stijene jedinice Kraljev Vrh i uzorci iz blokova jedinice Markov Travnik (sl.63b). Stijene Kraljevog Vrha većim dijelom pripadaju neutralnim varijetetima subalkalijske serije, a koncentrirane su u polju bazaltnih trahandezita i bazalta, dok se pojedinačno nalaze u polju bazaltoandezita i fonolitskih tefrita. Analize iz blokova jedinice Markov Travnik padaju u polje bazaltnih trahandezita i fonotefrita, a pripadaju alkalijskim varijetetima. Po izračunatim srednjim vrijednostima (tab.4A) stijene

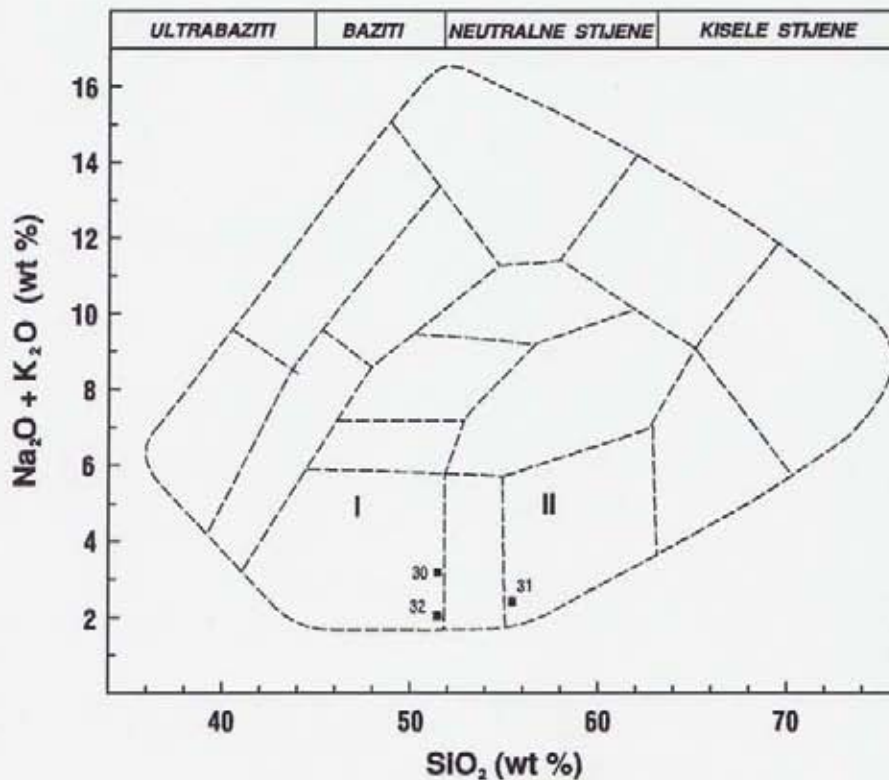


LEGENDA: ● uzorci iz jedinice Kestenik (trijas); ○ uzorci iz jedinice Poljanica(jura); ⊕ uzorci iz jedinice Kraljev vrh; ⊕ uzorci iz blokova jedinice Markov travnik; Δ uzorak iz bušotine HZ-1; 1-29 redni brojevi uzoraka iz tablice 3. ; I - polje bazanita i tefrita; II - polje fonotefrita; III - polje tefrifonolita; IV - polje bazaltotrahiandezita; V - polje trahibazalta; VI - polje bazalta; VII - polje bazaltoandezita; VIII - polje andezita; * IRVINE & BARAGAR (1971).

Sl. 63. TAS dijagrami (Le MAITRE et al., 1989; Le BAS et al., 1992; ROLLINSON, 1993).

Kraljevog Vrha padaju u granično područje između bazalta i trahibazalta, a pripadaju alkalijskom tipu. Magmati iz blokova Markovog Travnika po tim vrijednostima su alkalijskog tipa i pripadaju bazaltotrahianandezitima.

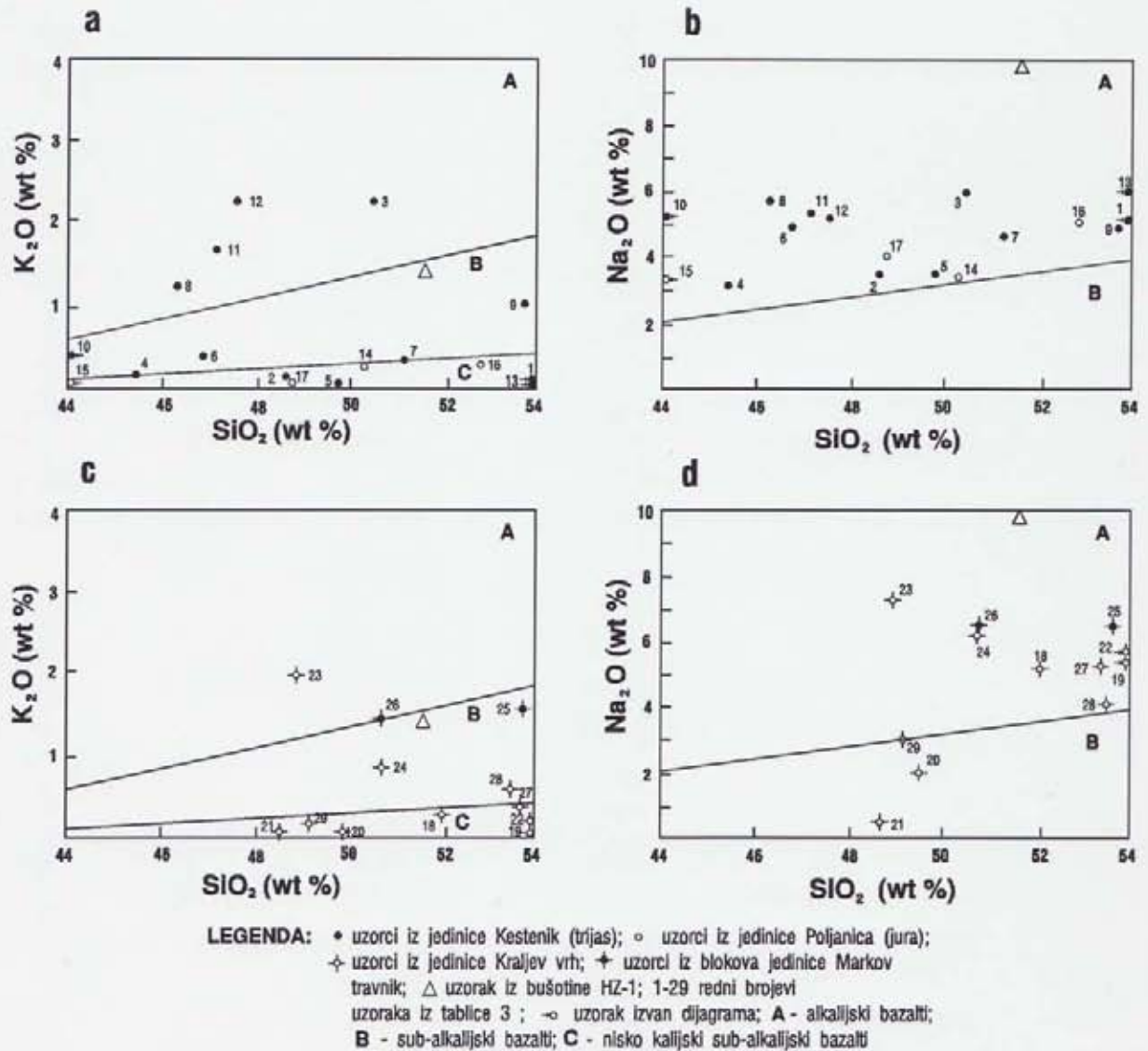
Za klasifikaciju analiziranih intruzivnih stijena upotrebljen je TAS dijagram (COX et al., 1979; WILSON, 1989), a na kojem dva uzorka padaju u polje gabra, a jedan u polje diorita (sl.64).



LEGENDA: ■ uzorci intruzivnih stijena; 30 -32 redni brojevi uzoraka iz tablice 3; I - polje gabra; II - polje diorita.

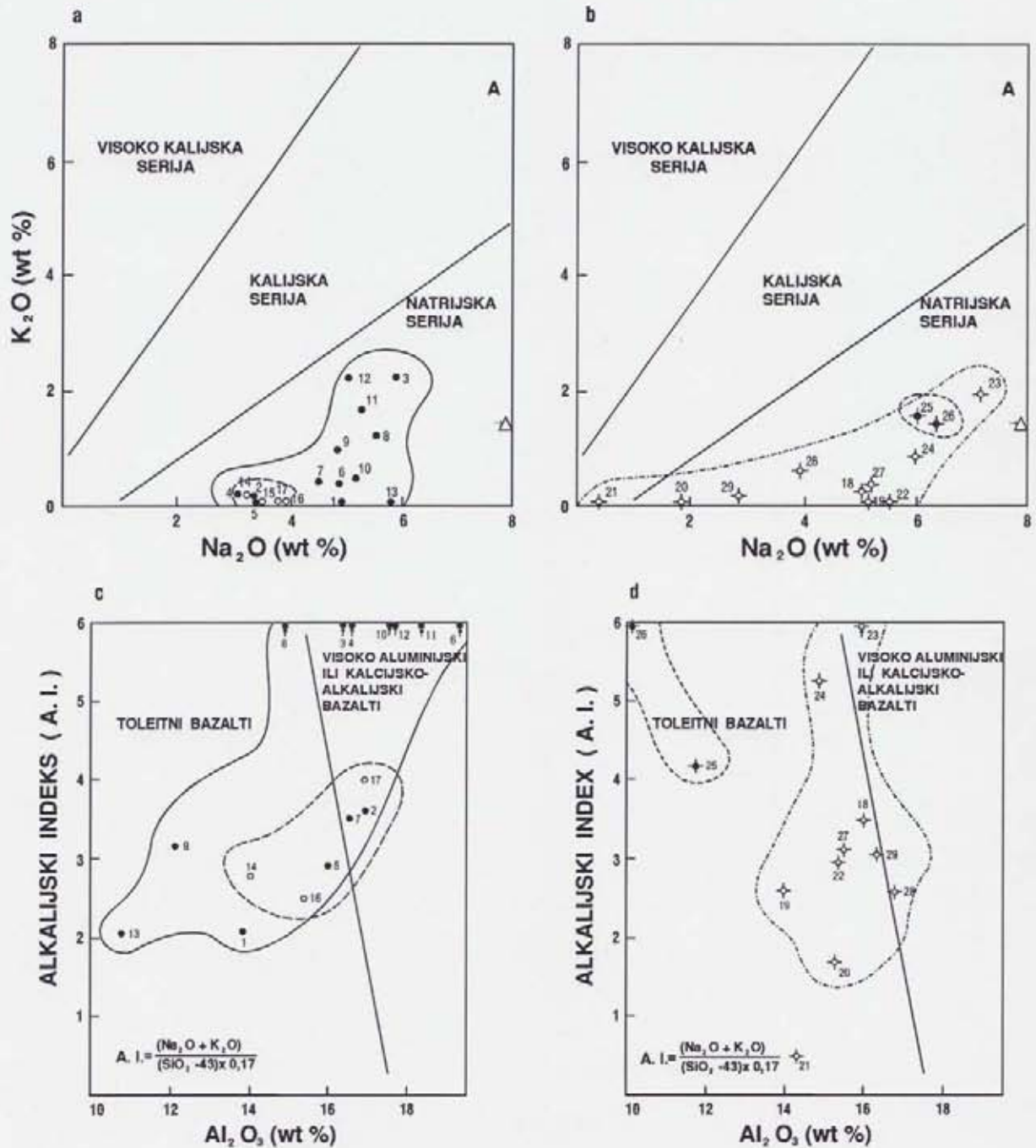
Sl. 64. TAS dijagram po COX et al. (1979) i WILSON (1989) za analizirane intruzivne bazične stijene.

Na dijagramu K_2O vs. SiO_2 (MIDDLEMOST, 1975; WILSON, 1989) (sl.65a) trijaski efuzivi pokazuju određeno rasipanje podataka, ali su većim dijelom grupirani u području subalkalijskih tipova kuda pada i njihova srednja vrijednost odnosa kalija i silicija. Svi uzorci jedinice Poljanica se ovdje klasificiraju kao nisko kalijski subalkalijski bazalti. Na istom dijagramu stijene Kraljevog Vrha i Markovog Travnika pripadaju subalkalijskom tipu (sl.65c). Dijagrami Na_2O vs. SiO_2 (sl.65b i d) pokazuju da stijene iz svih četiriju jedinica pripadaju alkalijskom varijetetu, ali što je bilo i za očekivati radi visokog stupnja spilitizacije



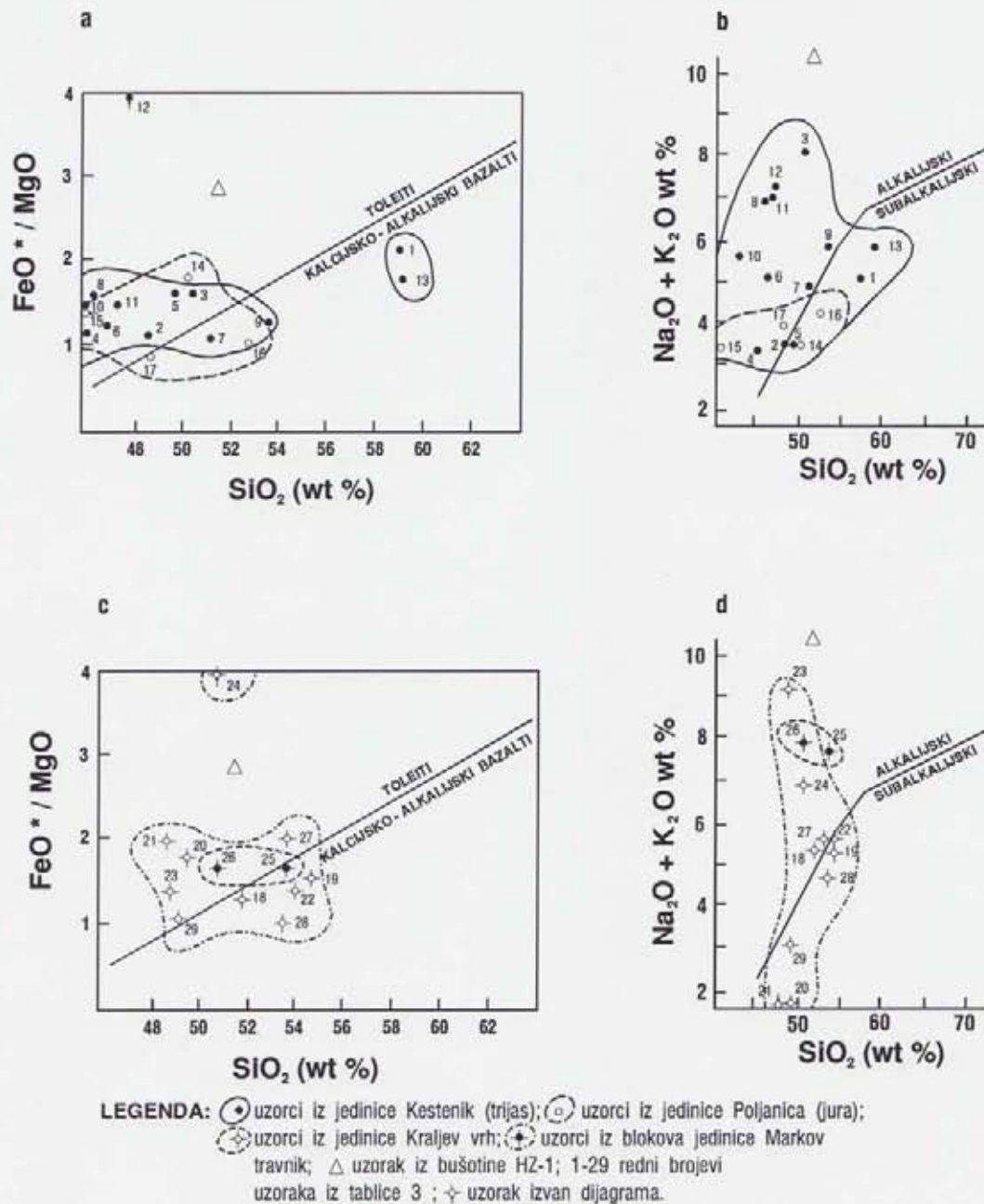
Sl. 65. K_2O vs. SiO_2 i Na_2O vs. SiO_2 dijagrami (MIDDLEMOST, 1975).

tj. zamjene bazičnih plagioklasa albitom. Iznimku čine tri uzorka iz jedinice Kraljev Vrh, koji su u manjoj mjeri izmijenjeni. Taj proces jasno je vidljiv i na dijagramima K_2O vs. Na_2O (MIDDLEMOST, 1975; WILSON, 1989), gdje sve stijene pripadaju isključivo natrijskoj seriji (sl.66 a i b). Pošto opisani efuzivi na ovim dijagramima alternativno padaju u polje alkalijskih, pa u polje subalkalijskih tipova možemo ih klasificirati kao prijelazne bazalte, koje nalazimo u nekim područjima s niskim iznosom spreadinga (npr. danas u Atlantiku) ("transitional basalts" - WILSON, 1989).



LEGENDA: ● uzorci iz jedinice Kestenik (trijas); ○ uzorci iz jedinice Poljanica (jura);
 ⊕ uzorci iz jedinice Kraljev vrh; ⊕ uzorci iz blokova jedinice Markov
 travnik; △ uzorak iz bušotine HZ-1; 1-29 redni brojevi
 uzoraka iz tablice 3; △ uzorak izvan dijagrama

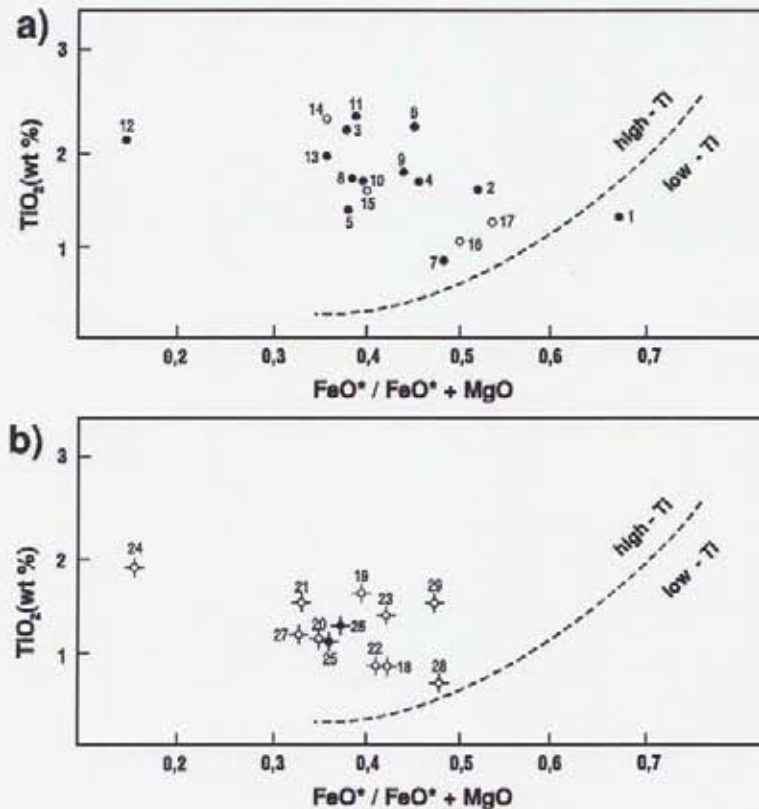
Sl. 66. K_2O vs. Na_2O i A.I. vs. Al_2O_3 dijagrami (MIDDLEMOST, 1975).



Sl. 67. FeO^*/MgO vs. SiO_2 i TAS dijagrami (MIYASHIRO, 1974).

Na dijagramu A.I. vs. Al_2O_3 podaci za jedinicu Kestenik se rasipaju na polje toleitnih i kalcijsko-alkalijskih bazalta (sl.66c). Njihova srednja vrijednost pada u granično područje između ta dva polja. Mnogi uzorci se nalaze izvan dijagrama što je posljedica visokih vrijednosti natrija, koji ulazi u izračunavanje alkali indeksa. U tom dijagramu većina efuziva iz jedinice Poljanica nalazi se u polju toleitnih bazalta isto kao i stijene jedinice Kraljev Vrh i Markov Travnik (sl.66d). I na dijagramu SiO_2 vs. (Na_2O+K_2O) (MIYASHIRO, 1974) sve izučavane magmatske stijene pokazuju trend grupiranja u polju alkalijskih varijeteta (sl.67b i d), dok se na FeO^*/MgO vs. SiO_2 dijagramu (MIYASHIRO, 1974)

pokazuje se trend grupiranja svih stijena u polju toleita, što potvrđuju i točke srednjih vrijednosti, koje za stijene iz svih jedinica padaju isključivo u polje toleitnih bazalta (sl.67a i c). Na temelju odnosa TiO_2 vs. FeO^*/FeO^*+MgO (SERRI, 1981) sve analizirane stijene iz svih litostratigrafskih jedinica s jednom iznimkom pripadaju visokotitanskim bazaltima (sl.68a i b).



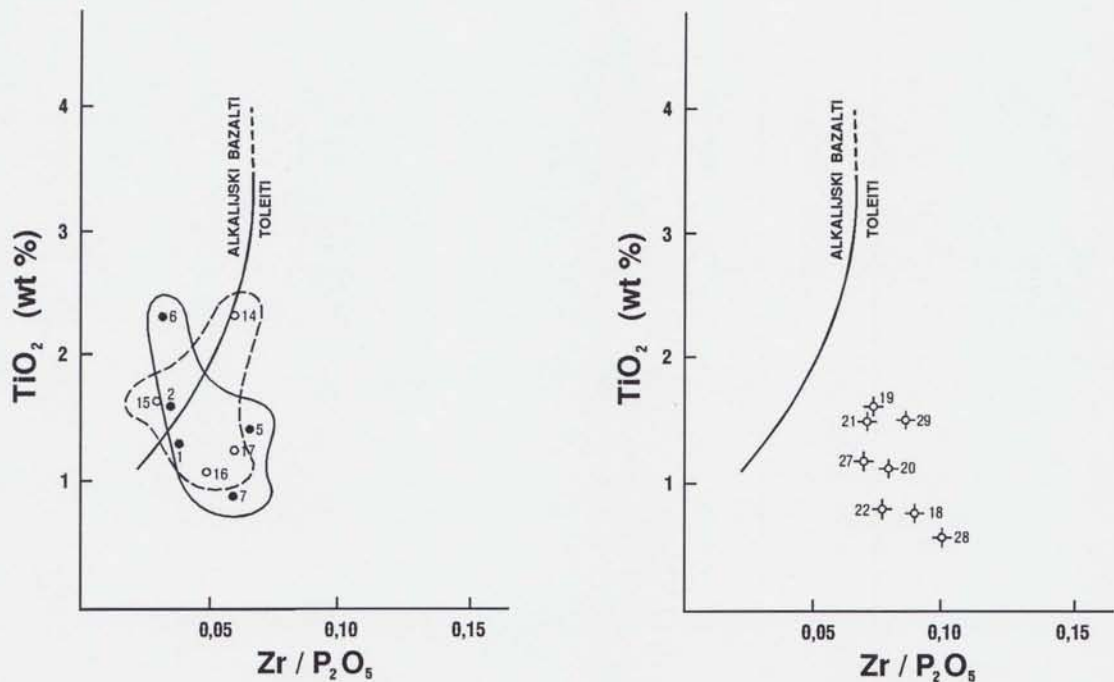
LEGENDA: • uzorci iz jedinice Kestenik (trijas); ○ uzorci iz jedinice Poljanica (jura); ◇ uzorci iz jedinice Kraljev vrh; + uzorci iz blokova jedinice Markov travnik; 1-29 redni brojevi uzoraka iz tablice 3.

Sl. 68. TiO_2 vs. FeO^*/FeO^*+MgO dijagrami (SERRI, 1981).

Pošto su magmatske stijene izučavanih jedinica u velikoj mjeri izmijenjene (spilitizacija, metamorfizam vrlo niskog i niskog stupnja) različite diskriminacijske dijagrame, koji se temelje na sadržaju alkalija i drugih migrativnih makroelemenata, treba interpretirati s velikom dozom opreza. Iz toga razloga neophodna je primjena dijagrama temeljenih i na imobilnim makroelementima i mikroelementima.

Iučavani efuzivi jedinice Kestenik na dijagramu za izmijenjene i metamorfozirane magmatske stijene (WINCHESTER & FLOYD, 1976) (sl.69a) padaju u polje alkalijskih i toleitnih bazalta, ali je tendencija grupiranja unutar polja toleita. Magmati jedinice Poljanica su pretežito u polju toleitnih bazalta, dok su oni iz jedinice Kraljev Vrh isključivo u polju toleita (sl.69b). Na tim dijagramima predstavljeni su samo oni uzorci stijena, koji su analizirani metodom XRF, jer dobiveni rezultati analize cirkonija metodom ICP nisu u

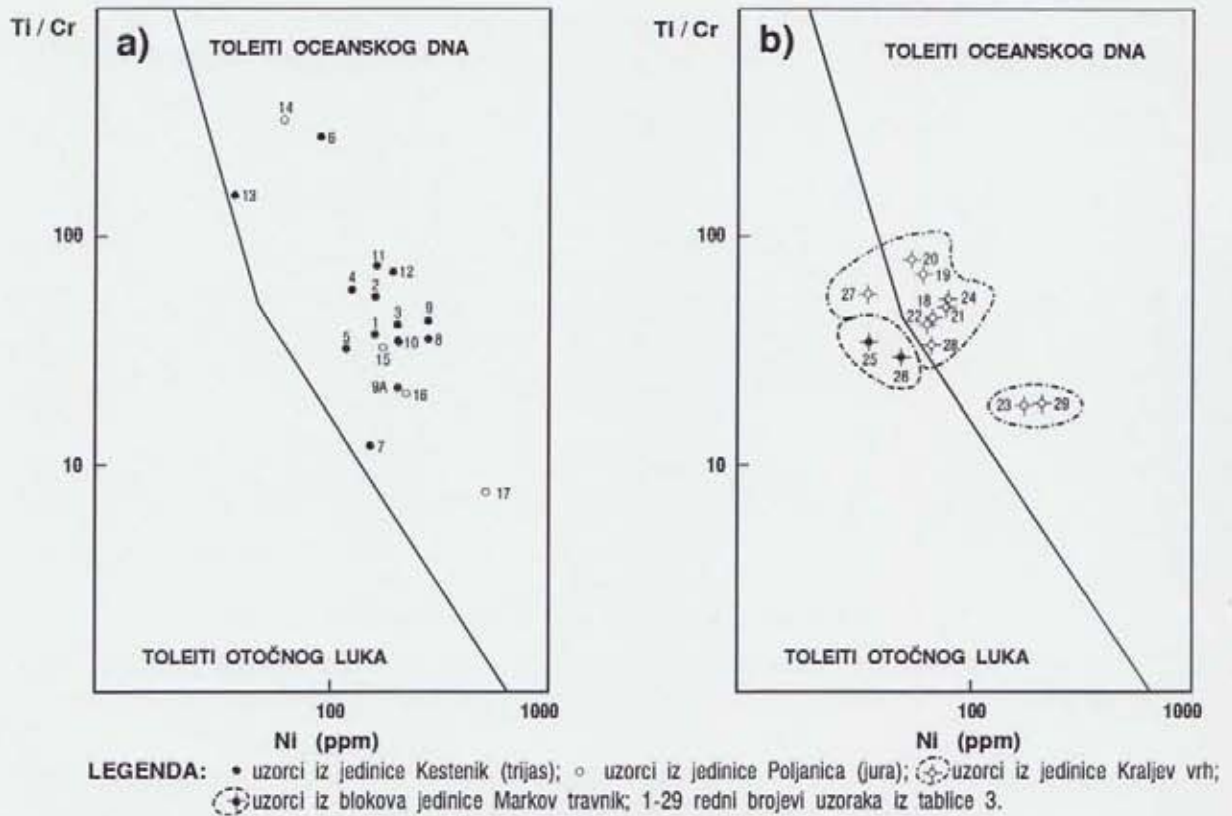
dovoljnoj mjeri pouzdani (nemogućnost potpunog otapanja oksida cirkonija prilikom prevođenja čvrstog uzorka u otopinu). Iz istog razloga će i na slijedećim diskriminacijskim dijagramima u kojima je uključen cirkonij biti prezentirani samo ti uzorci.



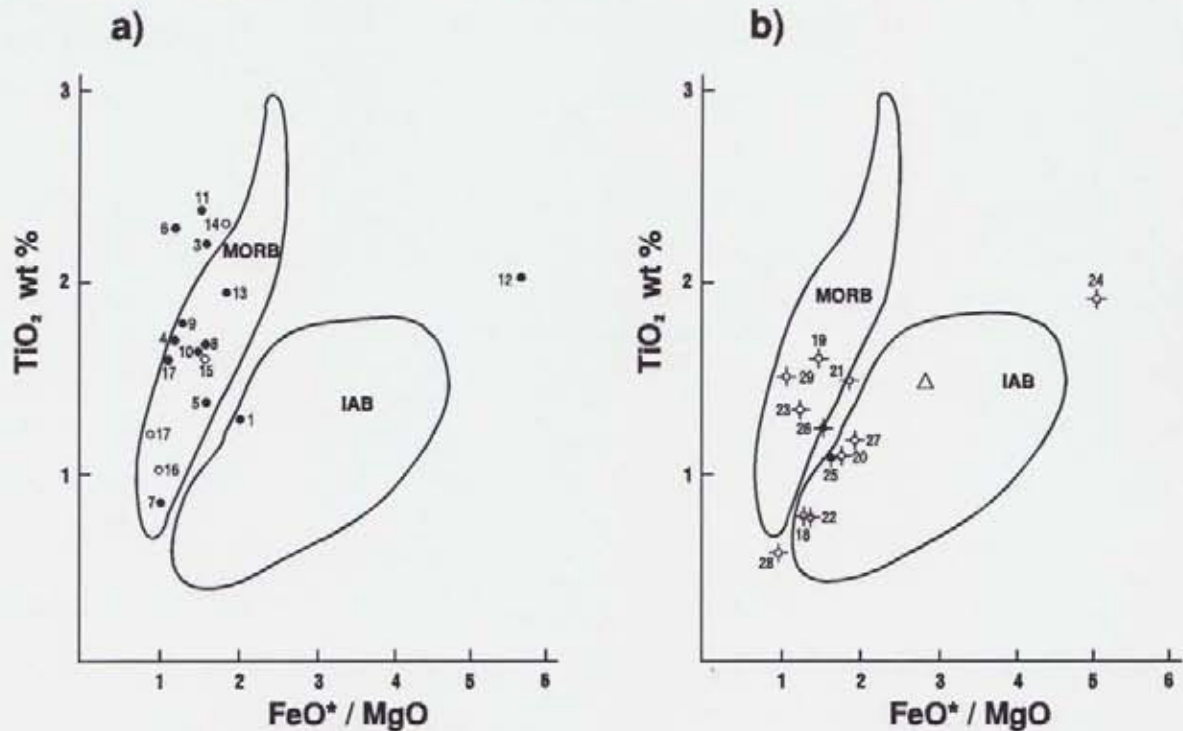
LEGENDA: ● uzorci iz jedinice Kestenik (trijs); ○ uzorci iz jedinice Poljanica (jura); ✧ uzorci iz jedinice Kraljev vrh; 1-29 redni brojevi uzoraka iz tablice 3.

Sl. 69. TiO_2 vs. Zr/P_2O_5 dijagrami za izmijenjene i metamorfozirane bazične stijene (WINCHESTER & FLOYD, 1976).

Na temelju odnosa Ni vs. Ti/Cr (BECCALUVA et al., 1979) toleitni bazalti se mogu rasčlaniti na toleite oceanskog dna i toleite otočnog luka. Na takvom dijagramu uzorci jedinice Kestenik i Poljanica nalaze se isključivo u polju toleitnih bazalta oceanskog dna (sl.70a), a efuzivi jedinice Kraljev Vrh padaju, osim jednog uzorka, također, u isto polje (sl.70b). Međutim, efuzivi iz blokova jedinice Markov Travnik pripadaju toleitima otočnog luka (sl.70b). Analizom odnosa TiO_2 vs. FeO^*/MgO prikazana je podjela bazičnih efuziva na bazalte MORB-a i bazalte otočnog luka (IKEDA & YUASA, 1989). Većina uzoraka iz jedinica Kestenik i Poljanica nalaze se u polju bazalta srenjooceanskog hrpta (sl.71a), a na sl.71b vidljivo je da postoji određeno rasipanje podataka jedinica Kraljev Vrh i Markov Travnik, tako da se ne može napraviti točna podjela stijena na MORB i na IAB.

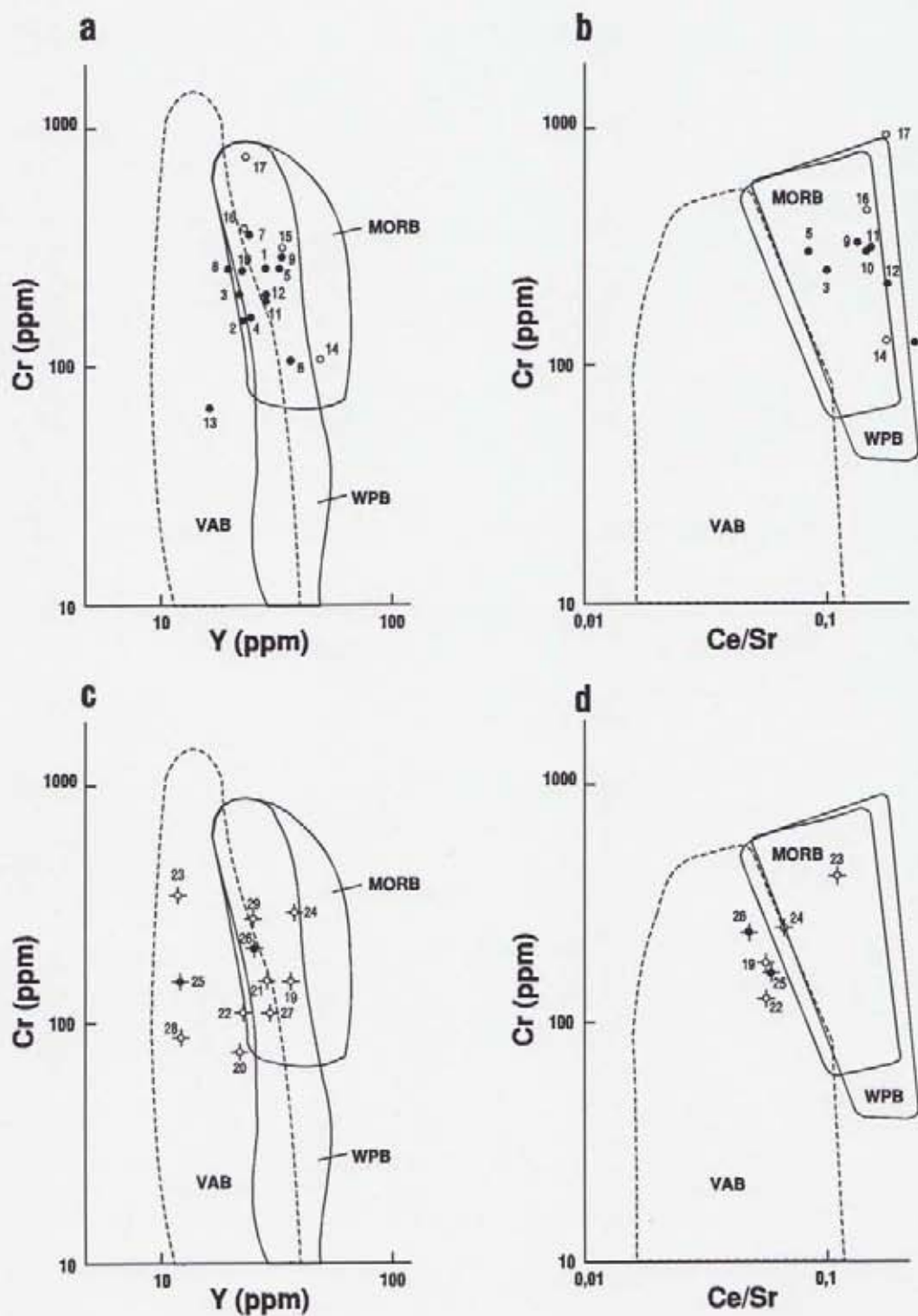


Sl. 70. Dijagram odnosa $Ti/Cr - Ni$ (BECCALUVA, 1979).



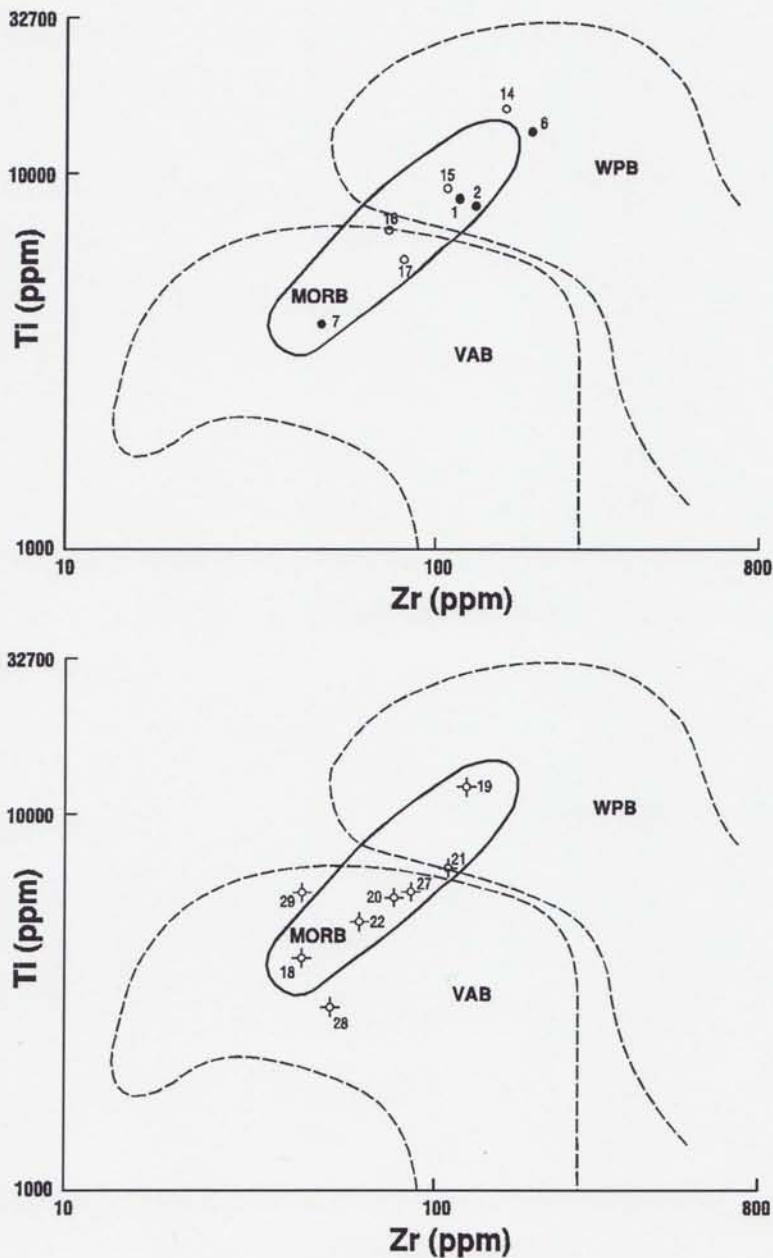
LEGENDA: • uzorci iz jedinice Kestenik (trijas); ○ uzorci iz jedinice Poljanica (jura); ⊕ uzorci iz jedinice Kraljev vrh; ⊕ uzorci iz blokova jedinice Markov travnik; △ uzorak iz bušotine HZ-1; 1-29 redni brojevi uzoraka iz tablice 3; MORB bazalti srednjooceanskog hrpta, IAB bazalti otočnog luka

Sl. 71. Geotektonska klasifikacija bazičnih efuziva na temelju odnosa $TiO_2 - FeO^*/MgO$ (IKEDA & YUASA, 1989).



LEGENDA: • uzorci iz jedinice Kestenik (trijas); ○ uzorci iz jedinice Poljanica (jura);
 ✦ uzorci iz jedinice Kraljev vrh; + uzorci iz blokova iz jedinice Markov travnik; 1-29 redni brojevi uzoraka iz tablice 3; VAB - bazalti vulkanskog luka; WPB - bazalti unutar ploca; MORB - bazalti srednjooceanskog hrpta.

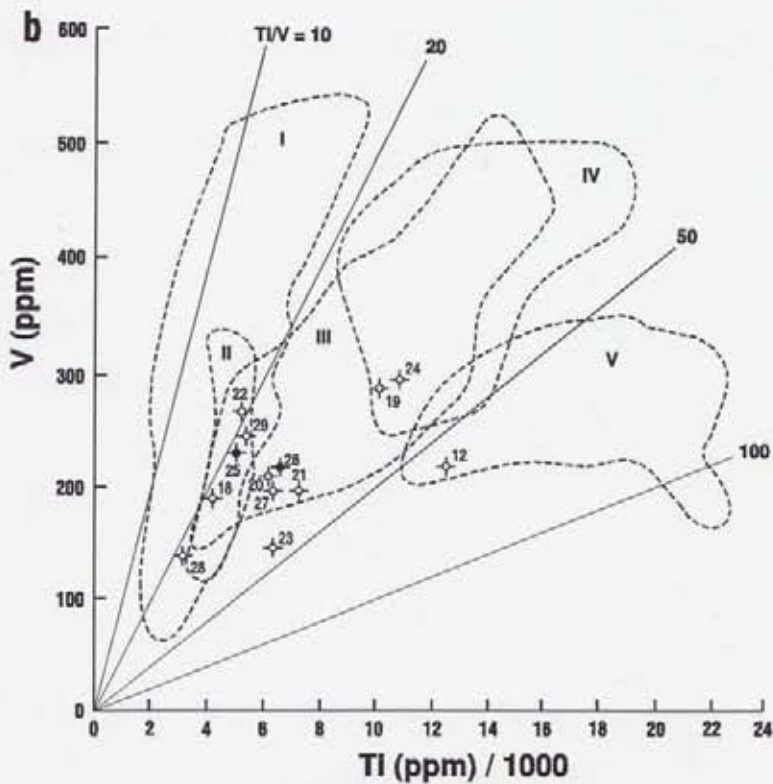
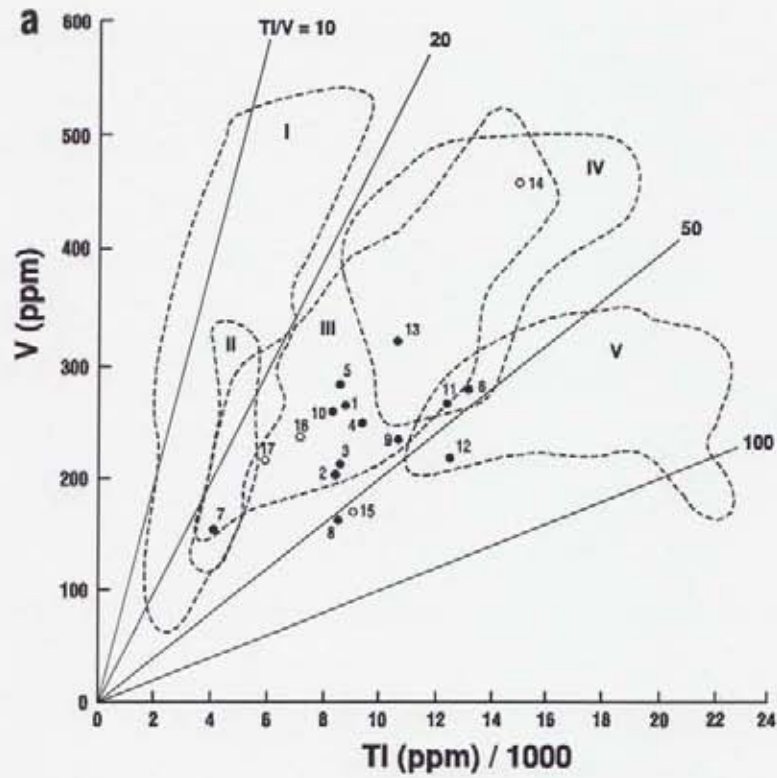
SI. 72. Geotektonska klasifikacija bazičnih efuziva na temelju odnosa Cr/Y i Cr-Ce/Sr (PEARCE, 1982).



LEGENDA: • uzorci iz jedinice Kestenik (trijas); ◦ uzorci iz jedinice Poljanica (jura);
 ✧ uzorci iz jedinice Kraljev vrh; 1-29 redni brojevi iz tablice 3; VAB - bazalti otocnog luka; WPB - bazalti unutar ploca; MORB - bazalti srednjooceanskog hrpta.

Sl. 73. Geotektonska klasifikacija bazičnih efuziva na temelju odnosa Ti/Zr (PEARCE, 1982).

Slična situacija prikazana je i na dijagramima Cr vs. Y i Cr vs. Ce/Sr (PEARCE, 1982), gdje analize iz jedinica Kestenik i Poljanica padaju u polje MORB-a, a koje pokriva i polje bazalta unutar ploča. Uzorci iz jedinica Kraljev Vrh i Markov Travnik pokazuju rasipanje na polje MORB-a i bazalte vulkanskog luka (sl.72a-d).



LEGENDA: • uzorci iz jedinice Kestenik (trijas); ○ uzorci iz jedinice Poljanica (Jura);
 ☆ uzorci iz jedinice Kraljev vrh; + uzorci iz blokova jedinice Markov
 travnik; △ uzorak iz bušotine HZ-1; 1-29 redni brojevi
 uzoraka iz tablice 3; I -toleiti otočnog luka; II -kalcijsko-alkalijski
 bazalti; III -MORB i BAB; IV -kontinentalni izljevi bazalti;
 V -bazalti oceanskog otočnog luka i alkalijski bazalti.

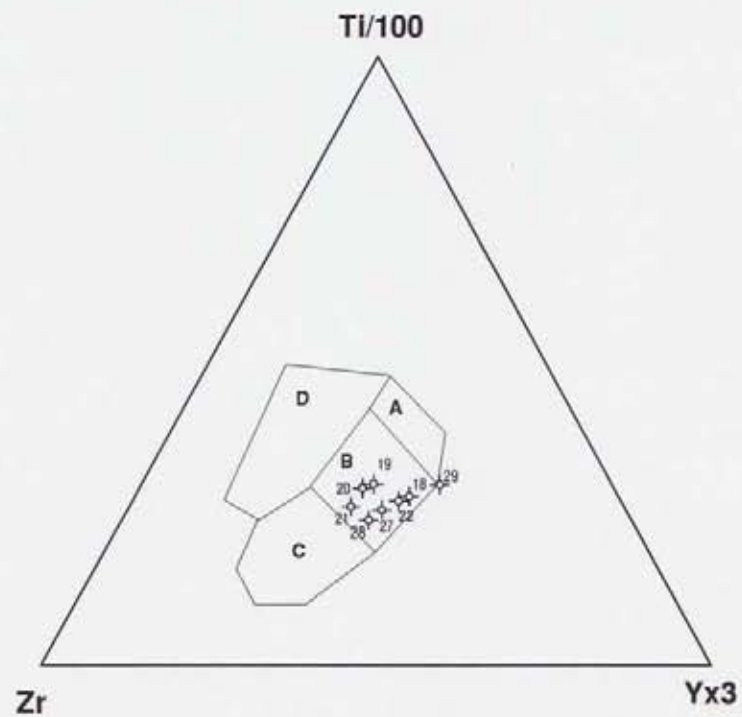
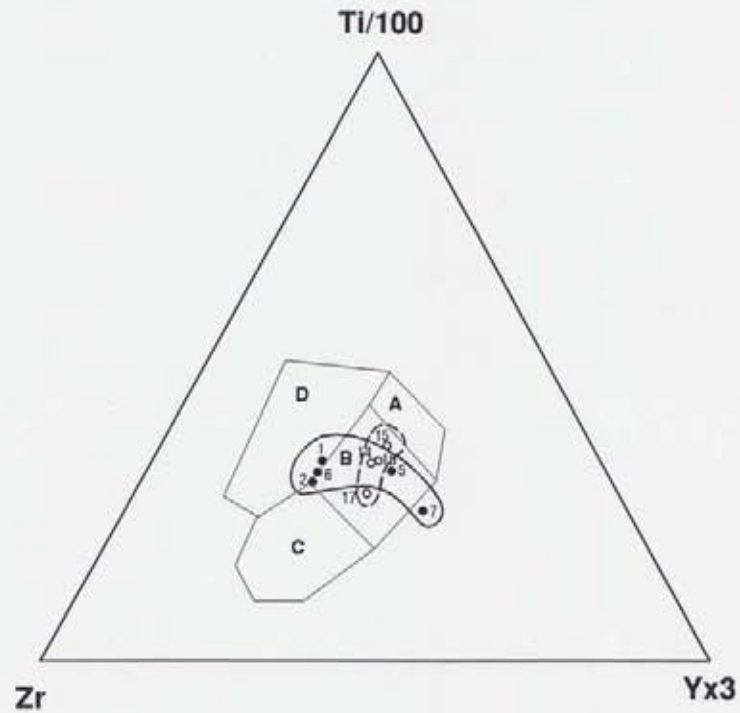
SL. 74. Ti-V dijagrami (SHERVAIS, 1982).

Za razliku od prethodnog, na dijagramu Ti vs. Zr (PEARCE, 1982) nema većeg rasipanja analitičkih podataka, tako da skoro svi uzorci padaju u polje MORB-a (sl.73a i b).

Slično kao i na dijagramima (sl.68a i b - SERRI, 1981) i na dijagramu Ti vs. V (SHERVAIS, 1982) pokazuje se da se kod analiziranih uzoraka radi o visokotitanskim bazaltima (odnos $Ti/V > 20$). Međutim, u tektonskoj klasifikaciji pokazuju se određene razlike. Uzorci jedinica Kestenik i Poljanica padaju najvećim dijelom u polje MORB-a i BAB (bazalti back-arc bazena). No i ovdje neke uzorke zahvaća polje kontinentalnih izljevni bazalta. Na dijagramu (sl.74b) prikazani su analitički podaci za jedinice Kraljev Vrh i Markov Travnik i također je vidljivo rasipanje podataka na polje MORB-a i polje toleita otočnog luka.

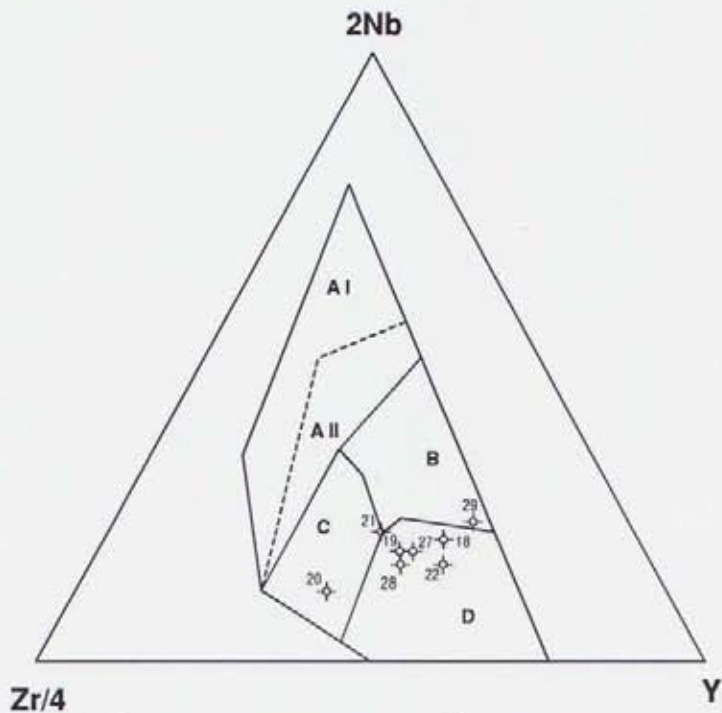
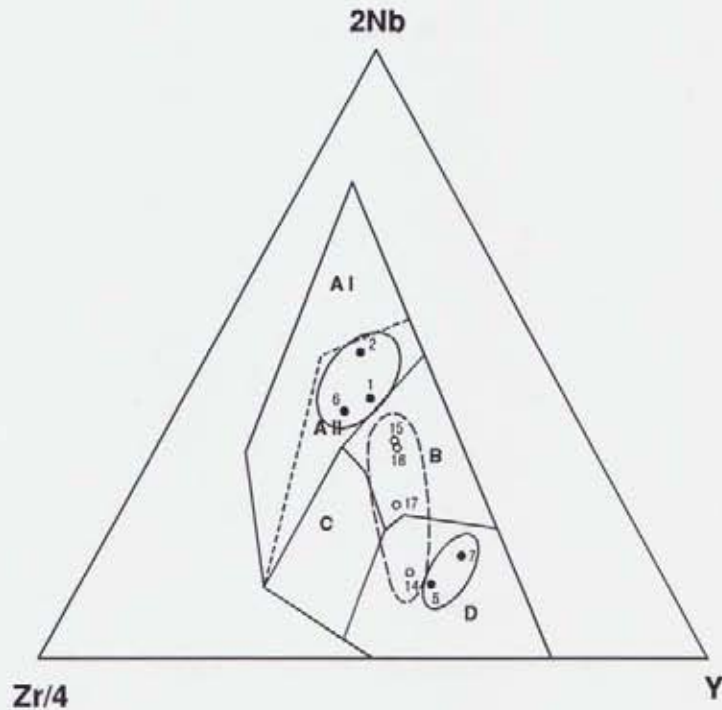
Na trokomponentnom dijagramu $Ti/100 - Zr - Y \times 3$ (PEARCE & CANN, 1973) sve analizirane efuzivne stijene nalaze se isključivo u polju, koje prezentira stijene MORB-a, toleite otočnog luka i kalcijsko-alkalijske bazalte (sl.75a i b). Na tom dijagramu se tri uzorka iz jedinice Kestenik nalaze u graničnom području bazalta, koji su nastali unutar ploča, a što može indicirati rifting kontinentalne kore u trijasu i početak stvaranja oceanskog dna. To se lijepo vidi na dijagramu $Zr/4 - Nb \times 2 - Y$ (MESCHÉDE, 1986), gdje se ta tri uzorka jasno izdvajaju u polju za bazalte i toleite unutar ploča, a ostali iz te jedinice nalaze se u polju N-MORB-a i bazalta otočnih lukova (sl.76a). Veći dio efuziva jedinice Poljanica grupiran je u polju E-MORB-a. Na istom dijagramu (sl.76b) efuzivi jedinice Kraljev Vrh koncentrirani su najvećim dijelom u polju N-MORB-a i bazalta otočnih lukova.

Za geotektonsku klasifikaciju stijena sa sadržajem SiO_2 između 51 i 56 % upotrebljen je dijagram $FeO^* - MgO - Al_2O_3$ (PEARCE et al., 1977) i na njemu stijene jedinice Kestenik pokrivaju područja kontinentalnih bazalta, bazalta oceanskih otoka i MORB-a. Analizirani uzorak iz jedinice Poljanica pada u polje aktivnog kontinentalnog ruba i otočnog luka (sl.77a). Efuzivi jedinice Kraljev Vrh su, osim jednog uzorka, grupirani u polju MORB-a, dok uzorci iz blokova jedinice Markov Travnik pripadaju bazaltima oceanskih otoka (sl.77b).



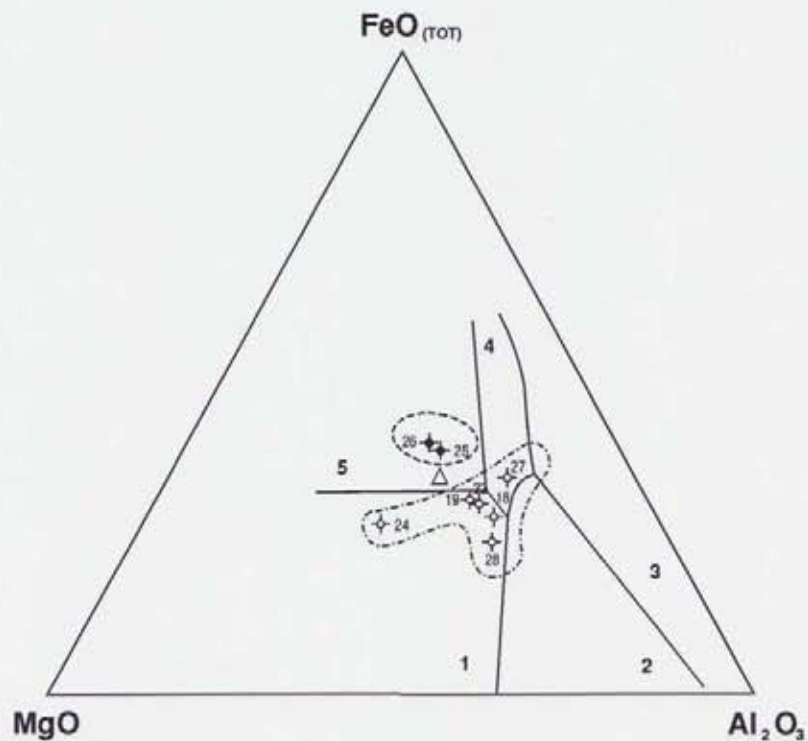
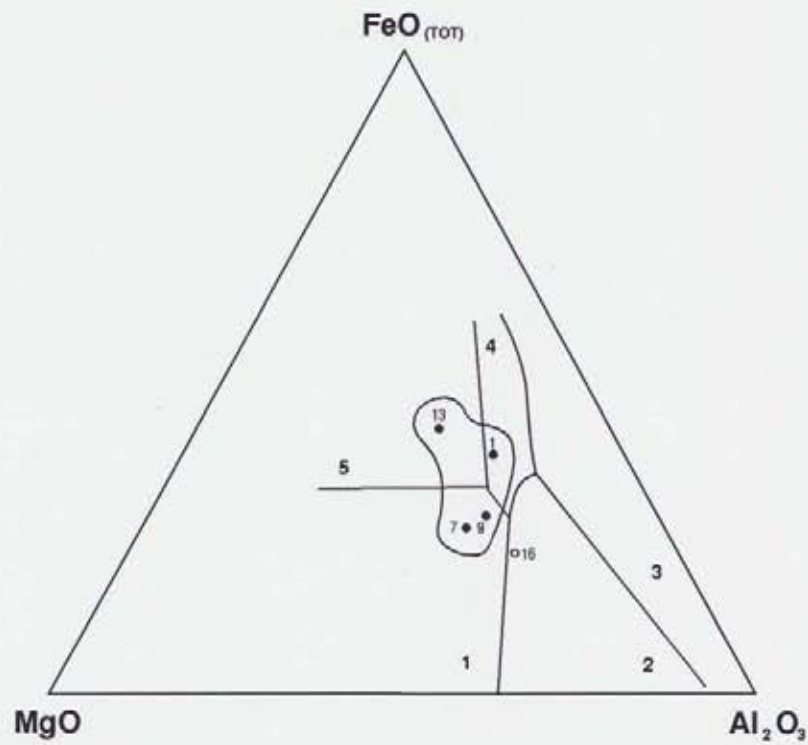
LEGENDA: \odot - uzorci iz jedinice Kestenik (trijas); \circ - uzorci iz jedinice Poljanica (jura);
 \star - uzorci iz jedinice Kraljev vrh; 1-29 redni brojevi uzoraka iz tablice 3;
 A - toleiti otočnog luka; B - MORB, toleiti otočnog luka i kalcijsko-alkalijski bazalti; C - kalcijsko-alkalijski bazalti; D - bazalti unutar ploča.

SL. 75. *Ti/100 - Zr - Yx3 dijagrami (PEARCE & CANN, 1973).*



LEGENDA: ● - uzorci iz jedinice Kestenik (trijas); ○ - uzorci iz jedinice Poljanica (jura);
 ✧ - uzorci iz jedinice Kraljev vrh; 1-29 redni brojevi uzoraka iz tablice 3;
 A I - alkalijski bazalti unutar ploca; A II - alkalijski bazalti i toleiti unutar ploca; B - MORB E-tipa; C - toleiti unutar ploca i bazalti vulkanskog luka; D - MORB N-tipa i bazalti vulkanskog luka.

Sl. 76. Zr/4 - Nb₂ - Y dijagrami (MESCHÉDE, 1986).



- LEGENDA:** ● - uzorci iz jedinice Kestenik (trijas); ○ - uzorci iz jedinice Poljanica (jura);
 ⊕ - uzorci iz jedinice Kraljev vrh; ⊕ - uzorci iz blokova jedinice Markov travnik;
 △ - uzorak iz bušotine HZ-1; 1-29 redni brojevi uzoraka iz tablice 3;
 1 - MORB; 2 - vulkaniti otočnog luka i aktivnog kontinentalnog ruba;
 3 - vulkanski otoci spreading-centra; 4 - kontinentalni vulkaniti;
 5 - oceanski vulkanski otoci.

Sl. 77. $FeO^*/MgO/Al_2O_3$ dijagram za bazično-neutralne stijene sa sadržajem SiO_2 između 51 i 56% (PEARCE, et al., 1977).

*

Magmatske stijene jedinice Kestenik (usporediti tab.6). Na temelju prezentiranih analitičkih i grafičkih podataka u ovoj jedinici stijene po geokemijskim podacima odgovaraju grupi (sl.63 i tab.6): bazalta, bazanita i tefrita, fonotefrita, bazaltnih trahiandezita i andezita. Determinirane vrste stijena pripadaju alkalijskoj i subalkalijskoj seriji, pri čemu su subalkalijski tipovi pretežito niskokalijskog karaktera. Sve stijene pripadaju natrijskoj seriji. Kao što je prethodno već napomenuto klasifikacija na temelju sadržaja alkalija nije u većini slučajeva pouzdana zbog visokog stupnja izmijenjenosti stijena (spilitizacija i metamorfizam). Zbog toga se ne može točno odrediti da li se radi o prijelaznim tipovima bazalta (transitional basalts - WILSON, 1989).

Na temelju diskriminacije s drugim makroelementima i mikroelementima kod većine bazičnih eruptivnih stijena jedinice Kestenik radi se o visokotitanskim toleitnim bazaltima normalnog srednjooceanskog hrpta (N-MORB tip). Međutim, jedan dio stijena pripada i bazaltima unutar ploča (WPB tip) i jasno se odvajaju od N-MORB tipa (sl.76). Te stijene su vjerojatno produkt inicijalnog magmatizma tijekom riftinga kontinentalne kore, a označavaju početak otvaranja trijaskog morskog prostora.

Magmatske stijene jedinice Poljanica (tab.6) su pretežito bazičnog karaktera, a samo jedan analizirani uzorak je intermedijarnog tipa (ovdje moram napomenuti da je broj analiziranih uzoraka iz ove jedinice relativno malen - $n=4$). Na temelju geokemijskih podataka stijene padaju u polje (sl.63a): bazalta, bazanita i tefrita i bazaltoandezita. Stijene su pretežito subalkalijskog karaktera i niskokalijskog tipa, a pripadaju natrijskoj seriji. To su, također, visokotitanski toleiti oceanskog dna odnosno MORB tip bazalti. Na temelju diskriminacije mikroelemenata (Nb-Zr-Y - MESCHÉDE, 1986) ove stijene su pretežito produkt P-MORB tipa odnosno E-MORB tipa, dok jedan uzorak predstavlja produkt N-MORB-a.

Magmatske stijene jedinice Kraljev Vrh (tab.6) su bazičnog i intermedijarnog karaktera, a geokemijski odgovaraju (sl.63b): bazaltotrahiandezitima, bazaltima, bazaltoandezitima i fonotefritima. Stijene su pretežito subalkalijskog, podređeno alkalijskog karaktera, a pripadaju natrijskoj seriji. Kao i kod magmatskih stijena jedinice Poljanica radi se o visokotitanskim toleitima MORB-a (N-MORB tip), ali se ovdje, za razliku od njih, na većini dijagrama uočava tendencija grupiranja i u poljima bazalta otočnih lukova.

Magmatske stijene iz blokova jedinice Markov Travnik (tab.6) su bazičnog karaktera, a po kemizmu padaju u polje bazaltotrahiandezita i fonotefrita. One su alkalijskog

karaktera s relativno povišenim sadržajem kalija (do 1,55%), a pripadaju natrijskoj seriji. Analizirane stijene su visokotitanski toleitni, koji su produkt otočnog luka (sl. 70, 71, 72 i 77). Navedeni rezultati upućuju na postojanje oceanskog otočnog luka s kojega su trošene bazične magmatske stijene i sedimentirane zajedno s drugim klastičnim sedimentima jedinice Markov Travnik.

	KESTENIK (n = 13)	POLJANICA (n = 4)	KRALJEV VRH (n = 7)	MARKOV TRAVNIK blokovi (n = 2)
Paleontološki dokazana starost	trijas (ladinik - norik)	jura	? jura	? jura
Sedimenti u asocijaciji s magmatskim stijenama	radiolariti, šejlovi, pelagički vapnenci	radiolariti, šejlovi, olistostrome	matrikspotporni konglomerati	
Srednja vrijednost SiO ₂	49.86 %	48.42 %	51.30 %	52.28 %
Srednja vrijednost K ₂ O	0.76 %	0.14 %	0.46 %	1.51 %
Geokemijski determinirani karakter stijena	bazalt, bazanit i tefrit, fonotefrit, bazaltni trahiandezit i andezit	bazalt, bazanit i tefrit, bazaltoandezit	bazaltotrahiandezit, bazalt, bazaltoandezit i fonotefrit	bazaltotrahiandezit i fonotefrit
Karakter stijena	alkalijski i subalkalijski (toleitni)	pretežito subalkalijski (toleitni)	pretežito subalkalijski (toleitni)	alkalijski
Geotektonska sredina nastanka	N-MORB + WPB	P-MORB (N-MORB)	N-MORB (OIB)	OIB
Regionalna usporedba	Meliata (Mađarska i Slovačka), ? Dinaridi	Dinaridi, Pindos, Vardar	Dinaridi, Vardar	

Tablica 6. Usporedba magmatskih stijena iz jedinica Kestenik, Poljanica, Kraljev Vrh i Markov Travnik

4.2. Sedimentne stijene

Od proučavanih sedimentnih stijena geokemijski su detaljno analizirani, na makroelemente i mikroelemente, radiolariti (radiolarijski rožnjaci i šejlovi) jedinica Kestenik i Poljanica te pješčenjaci, siltiti i šejlovi jedinice Markov Travnik. Osim toga, napravljene su i komparativne analize pješčenjaka i silita iz jedinica Kraljev Vrh i Oštrc.

4.2.1. Radiolariti (jedinica Kestenik i Poljanica)

Starost rožnjaka i s njima udruženih šejlova određena je pomoću radiolarija (vidi poglavlja 2.1. i 2.2.) i dobivena je srednjotrijaska do gornjotrijaska (jedinica Kestenik) odnosno srednjojurska starost (jedinica Poljanica) tih stijena. Pošto su trijaski i jurski radiolarijski rožnjaci i šejlovi makroskopski slični, a pokazuju i slične sedimentno-petrografske kao i sedimentološke karakteristike, pokušao sam pomoću geokemijskih analiza pronaći razlike ili sličnosti među njima. Analizirano je 5 uzoraka trijaskih i 6 uzoraka jurskih radiolarijskih rožnjaka te po 6 uzoraka šejlova i siltita. Rezultati analiza makroelemenata prikazani su u tablici 7, a u tablici 7A su te vrijednosti preračunate na 100% bez volatilne komponente. Osim toga, izračunate su srednje vrijednosti i standardno odstupanje za svaku vrstu stijene i starosnu grupu. Tablica 8 sadrži rezultate analiza mikroelemenata, a srednje vrijednosti i standardna devijacija za neke odabrane elemente nalaze se u tablici 8A.

Kemijski elementi, glede njihovog porijekla u silicijskim sedimentima, mogu se razvrstati u tri grupe. Jednu čini silicij biogenog porijekla, koji potječe od silicijskih skeleta, iglica i skeletnog detritusa. Druga grupa ima terigeno porijeklo i to su: SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , FeO^* , MgO , Na_2O , K_2O , Cr, Rb i Zr. Ti elementi su većinom vezani za minerale glina. Treću grupu tzv. hidrogenih elemenata čine Fe_2O_3 , MnO, Cu, Ni, V i Zn, koji se najvećim dijelom precipitiraju direktno iz morske vode (MATSUMOTO & IJIMA, 1983).

Pregledom sadržaja makroelemenata analiziranih uzoraka (tab.7A) pokazuje se da neki uzorci šejla posjeduju znatno povišen sadržaj SiO_2 te ih stoga možemo imenovati kao silicijske šejlove. Nadalje, šejlovi, osim FeO i MnO, gdje je sadržaj sličan rožnjacima, posjeduju znatno veće količine svih ostalih makroelemenata, a što je rezultat količine i raznovrsnosti terigenog materijala, koji izgrađuje šejl. Sadržaj željeza u šejlovima (trijas i jura) je općenito znatno veći nego u rožnjacima. Ista situacija konstatirana je i za radiolarite sjevernih Apenina (BARRETT, 1981), dok je kod radiolarita Subbetika i Betika (Španjolska) obrnuto (RUITZ-ORTIZ et al., 1989).

Usporedba srednjih vrijednosti pojedinih makroelemenata (tab.7A) pokazuje da je sadržaj SiO_2 , TiO_2 , MnO i Na_2O približno jednak u trijaskim i jurskim rožnjacima. Međutim, trijaski imaju povišen sadržaj Al_2O_3 , MgO i CaO, dok su jurski, u odnosu na trijasku obogaćeni s Fe_2O_3 (ukupno) i K_2O . Rožnjaci jedinice Poljanica imaju veći sadržaj Fe_2O_3 (>1.80%) te se mogu smatrati željezom bogati rožnjaci u odnosu na rožnjake jedinice Kestenik, koji to nisu.

Redni broj	Radna oznaka uzorka	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	LOI	Ukupno
RADIOLARIJSKI ROŽNJACI (TRIJAS)														
1	KE 9	89.24	0.35	3.11	0.62	1.52	0.07	0.20	1.49	0.45	1.01	0.00	1.25	99.31
2	JA 14	93.88	0.07	1.66	0.65	1.24	0.07	0.42	0.34	0.17	0.36	0.00	0.58	99.44
3	PF 1	87.88	0.11	3.26	1.11	0.98	0.24	1.88	0.63	0.38	0.78	0.00	2.42	99.67
4	PF 6	88.05	0.18	2.64	3.07	0.73	0.18	0.62	0.71	0.53	1.27	0.00	1.45	99.43
5	PF 10	88.29	0.17	3.70	2.91	0.68	0.11	0.71	0.70	0.18	0.48	0.01	1.54	99.47
	x	89.47	0.18	2.87	1.67	1.03	.13	0.77	0.77	0.34	0.80	0.00		
	SD	2.5	0.1	0.8	1.2	0.4	0.1	0.7	0.4	0.2	0.4	0.0		
RADIOLARIJSKI ŠEJLOVI (TRIJAS)														
6	KE 5	79.83	0.41	4.34	2.74	0.69	0.08	1.89	0.98	1.22	3.33	0.00	3.64	99.15
7	KE 14	73.78	0.37	8.98	4.72	1.14	0.14	1.83	1.96	0.46	2.60	0.00	3.75	99.73
8	JA 11	67.03	0.69	10.25	5.07	1.65	0.12	3.06	1.32	1.69	4.39	0.01	4.33	99.60
9	VH 167B	76.60	0.51	7.89	4.36	0.89	0.10	0.20	2.24	0.25	2.86	0.01	3.40	99.31
10	PC 32	83.17	0.21	3.06	2.71	0.72	0.15	0.64	2.47	0.81	2.17	0.01	3.10	99.21
11	PF 4	80.06	0.20	5.94	4.63	0.74	0.13	1.45	0.67	0.59	2.49	0.01	2.81	99.71
	x	76.75	0.40	6.74	4.04	0.97	0.12	1.51	1.61	0.84	2.97	0.01		
	SD	5.7	0.2	2.8	1.0	0.4	0.0	1.0	0.7	0.5	0.8	0.0		
RADIOLARIJSKI ROŽNJACI (JURA)														
12	VH 558/4	85.78	0.20	0.38	2.63	3.16	0.35	1.03	1.65	0.13	0.65	0.02	3.52	99.50
13	PA 1	89.95	0.20	1.77	2.48	1.41	0.05	0.58	0.31	0.15	1.19	<0.01	1.48	99.57
14	PA 5	86.13	0.23	2.50	4.34	2.10	0.13	0.48	0.67	0.15	0.68	<0.01	1.93	99.34
15	PA 20	89.18	0.27	2.83	1.43	1.37	0.10	0.58	0.36	0.12	1.26	0.02	1.70	99.22
16	PB 2	93.88	0.12	1.53	0.71	1.16	0.05	0.28	0.20	0.08	0.40	<0.01	0.86	99.27
17	PO 1	88.79	0.23	0.92	2.50	2.13	0.05	0.36	0.22	1.20	1.16	0.01	1.98	99.55
	x	88.95	0.21	1.66	2.35	1.89	0.12	0.55	0.57	0.31	0.89	0.01		
	SD	2.9	0.1	0.9	1.2	0.7	0.1	0.3	0.6	0.4	0.4	0.0		
RADIOLARIJSKI ŠEJLOVI (JURA)														
18	VH 558/2	75.56	0.42	8.89	3.85	1.72	0.03	0.89	0.70	0.43	3.90	0.01	2.78	99.18
19	VS 94	66.98	0.58	11.83	5.61	1.05	0.12	1.39	1.35	1.19	5.43	0.01	3.89	99.43
20	VS 103/1	60.40	0.70	12.78	7.94	1.26	0.09	1.67	0.90	5.21	5.33	0.02	3.13	99.43
21	VS 113/1	59.87	0.28	5.30	4.32	5.06	0.34	15.21	1.74	0.91	1.12	0.00	6.02	99.17
22	PA 14C	74.26	1.35	3.72	3.31	2.44	0.19	0.58	2.64	0.81	4.57	0.02	5.38	99.27
23	PB 0	85.35	0.22	5.36	2.29	0.85	0.15	0.56	0.95	0.30	1.90	0.01	1.98	99.92
	x	70.40	0.59	7.98	4.55	2.06	0.15	3.38	1.38	1.48	3.71	0.01		
	SD	9.9	0.4	3.8	2.0	1.6	0.1	5.8	0.7	1.9	1.8	0.0		

Tablica 7. – Sadržaj makroelemenata (u %) u radiolarijskim rožnjacima i radiolarijskim šejlovima jedinica Kestenik i Poljanica [*Analize napravljene klasičnom silikatno-kemijskom analizom u Institutu za geološka istraživanja u Zagrebu (Analitičar: Vlasta Jurišić-Mitrović, dipl. kem.); Koordinate i zemljopisni položaj analiziranih uzoraka vidjeti priloge 7, 8 i 10; x - srednja vrijednost; SD - standardna devijacija].

Šejlovi jedinice Poljanica imaju veći sadržaj svih makroelemenata, osim SiO₂ i CaO u odnosu na trijasko pelite. Kod toga, posebno je znakovit sadržaj Na₂O i MgO, što bi moglo indicirati na veći udio vulkanogenog materijala u građi jurskih šejlova. Sadržaj TiO₂ predstavlja mjeru donosa klastičnog materijala (SUGISAKI, 1984), a to objašnjava njegov veći sadržaj u šejlovima u odnosu na rožnjake.

Rezultati analiza mikroelemenata (tab.8 i 8A) pokazuju da šejlovi u odnosu na rožnjake imaju općenito veći sadržaj svih mikroelemenata, što je posljedica veće mogućnosti ugradnje mikroelemenata u međuprostor kristalnih rešetki kod minerala gline u odnosu na silicij.

Redni broj	Radna oznaka uzorka	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Fe _{TOT}
RADIOLARIJSKI ROŽNJACI (TRIJS)													
1	KE 9	91.01	0.36	3.17	0.63	1.55	0.07	0.20	1.52	0.46	1.03	0.00	2.35
2	JA 14	94.96	0.07	1.68	0.66	1.25	0.07	0.42	0.34	0.17	0.36	0.00	2.05
3	PF 1	90.37	0.11	3.35	1.14	1.01	0.24	1.93	0.65	0.39	0.80	0.00	2.26
4	PF 6	89.87	0.18	2.69	3.13	0.75	0.18	0.63	0.72	0.54	1.30	0.00	3.96
5	PF 10	90.16	0.17	3.78	2.97	0.69	0.11	0.73	0.71	0.18	0.49	0.01	3.74
	x	91.27	0.18	2.93	1.71	1.05	0.13	0.78	0.79	0.35	0.80	0.00	2.87
	SD	2.10	0.11	0.80	1.24	0.36	0.07	0.67	0.44	0.17	0.38	0.00	0.90
	KAMIASO	96.22	0.08	1.74			0.02	0.44	0.35	0.08	0.40	0.04	0.77
RADIOLARIJSKI ŠEJLOVI (TRIJS)													
6	KE 5	83.58	0.43	4.54	2.87	0.72	0.08	1.98	1.03	1.28	3.49	0.00	3.67
7	KE 14	76.87	0.39	9.36	4.92	1.19	0.15	1.91	2.04	0.48	2.71	0.00	6.24
8	JA 11	70.36	0.72	10.76	5.32	1.73	0.12	3.21	1.39	1.77	4.61	0.01	7.24
9	VH 167B	79.87	0.53	8.23	4.55	0.93	0.10	0.21	2.34	0.26	2.98	0.01	5.58
10	PC 32	86.54	0.22	3.18	2.82	0.75	0.16	0.67	2.57	0.84	2.26	0.01	3.65
11	PF 4	82.62	0.21	6.13	4.78	0.76	0.13	1.50	0.69	0.61	2.57	0.01	5.62
	x	79.97	0.42	7.03	4.21	1.01	0.12	1.58	1.68	0.87	3.10	0.01	5.33
	SD	5.75	0.19	2.92	1.09	0.39	0.03	1.06	0.75	0.56	0.85	0.01	1.43
	KAMIASO	63.60	0.77	16.98			0.13	2.48	0.19	0.17	4.81	0.24	6.37
RADIOLARIJSKI ROŽNJACI (JURA)													
12	VH 558/4	89.37	0.21	0.40	2.74	3.29	0.36	1.07	1.72	0.13	0.68	0.02	6.40
13	PA 1	91.70	0.20	1.80	2.53	1.44	0.05	0.59	0.32	0.15	1.21	<0.01	4.13
14	PA 5	88.42	0.24	2.57	4.46	2.16	0.13	0.49	0.69	0.15	0.70	<0.01	6.86
15	PA 20	91.45	0.28	2.90	1.47	1.40	0.10	0.59	0.37	0.12	1.29	0.02	3.03
16	PB 2	95.40	0.12	1.55	0.72	1.18	0.05	0.28	0.20	0.08	0.41	<0.01	2.03
17	PO 1	91.00	0.24	0.94	2.56	2.18	0.05	0.37	0.23	1.23	1.19	0.01	4.98
	x	91.22	0.22	1.69	2.41	1.94	0.12	0.57	0.59	0.31	0.91	0.01	4.57
	SD	2.41	0.05	0.95	1.27	0.78	0.12	0.28	0.58	0.45	0.36	0.01	1.89
RADIOLARIJSKI ŠEJLOVI (JURA)													
18	VH 558/2	78.38	0.44	9.22	3.99	1.78	0.03	0.92	0.73	0.45	4.05	0.01	5.97
19	VS 94	70.11	0.61	12.38	5.87	1.10	0.12	1.45	1.41	1.25	5.68	0.01	7.09
20	VS 103/1	62.72	0.73	13.27	8.25	1.31	0.09	1.73	0.93	5.41	5.53	0.02	9.71
21	VS 113/1	64.27	0.30	5.69	4.64	5.43	0.37	16.33	1.87	0.98	1.20	0.00	10.67
22	PA 14C	79.09	1.44	3.96	3.53	2.60	0.20	0.62	2.81	0.86	4.87	0.02	6.42
23	PB 0	87.15	0.22	5.47	2.34	0.87	0.15	0.57	0.97	0.31	1.94	0.01	3.31
	x	73.62	0.62	8.33	4.77	2.18	0.16	3.60	1.45	1.54	3.88	0.01	7.20
	SD	9.53	0.44	3.89	2.07	1.71	0.12	6.25	0.78	1.93	1.89	0.01	2.67

Tablica 7.A – Sadržaj makroelemenata (u %) preračunat na 100% bez volatilne komponente u radiolarijskim rožnjacima i radiolarijskim šejlovima jedinica Kestenik i Poljanica [*Analize napravljene klasičnom silikatno-kemijskom analizom u Institutu za geološka istraživanja u Zagrebu (Analitičar: Vlasta Jurišić-Mitrović, dipl.kem.); Koordinate i zemljopisni položaj analiziranih uzoraka vidjeti priloge 7, 8 i 10; x - srednja vrijednost; SD - standardna devijacija; KAMIASO = srednja vrijednost kemijskog sastava trijaskih radiolarita i šejlova iz centralnog Japana (SUGISAKI et al., 1982)].

Nadalje, analiza sadržaja mikroelemenata pokazuje da je kod trijaskih i jurskih rožnjaka sadržaj Th, Nb, Sc i La približno jednak. Međutim, jurski pokazuju veće vrijednosti Sr, Zr, Y, Cr, Ni, Pb, Zn, V i Co, a trijaski veći sadržaj Ba i Cu.

Usporedba šejlova jedinice Kestenik i Poljanica pokazuje da oni imaju sličan sadržaj Th, Nb, Zr, Sc i Zn. Šejlovi trijaski starosti su u odnosu na jurske obogaćeni s Ba, Sr, Cu i Pb, a jurski u odnosu na trijaski s Y, Co, La, Cr, Ni i V. Posebno je znakovita razlika u

Uzorak	ROŽNJACI (TRIJAS)						ŠEJLOVI (TRIJAS)						ROŽNJACI (JURA)						ŠEJLOVI (JURA)													
	KE	JA	PF	PF	PF	PF	KE	KE	JA	PC	PC	PF	VH	PA	PA	PA	PB	PO	VH	VS	VS	VS	VS	VS	VH	558/2	94	103/1	113/1	14C	PA	PB
Ba	120	230	84	150	64	64	239	239	391	464	202	244	51	104	98	92	71	85	206	239	276	35	229	100	206	558/2	94	103/1	113/1	14C	0	
Th	2	4	2	3	2	2	6	5	7	8	10	5	2	2	3	3	2	3	7	7	9	11	5	10	7	7	9	11	5	10	3	
U	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	18	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	13	<10	<10	<10	<10	<10	13	<10	<10	<10	<10	
Nb	4	3	3	3	3	3	8	4	13	7	6	5	2	5	4	4	2	2	2	6	8	7	3	10	6	6	8	7	3	10	4	
Sr	17	19	29	31	26	24	24	17	27	131	38	32	37	35	37	58	14	25	49	49	60	16	38	32	49	21	39	58	23	53	20	
Zr	9	16	10	21	9	9	35	25	4	63	70	29	7	23	21	22	6	15	21	39	58	16	32	20	21	14	25	11	18	12	12	
Y	3	7	4	4	2	2	9	6	13	12	13	9	9	6	6	10	2	6	10	14	25	11	18	12	10	10	14	25	11	18	12	
Sc	5	6	4	5	2	2	11	10	16	15	6	12	4	5	6	7	2	6	13	19	23	7	17	7	13	19	23	7	17	7	7	
Cr	18	24	10	22	7	7	45	29	71	16	14	49	15	18	25	26	9	20	60	73	97	42	85	30	60	73	97	42	85	30	30	
Ni	18	36	18	17	13	13	58	86	90	24	15	50	48	23	26	32	10	44	45	56	116	200	86	32	45	56	116	200	86	32	32	
Cu	39	144	18	13	41	41	291	59	63	16	46	54	35	41	55	59	25	47	20	68	81	9	113	65	20	68	81	9	113	65	65	
Pb	5	6	9	13	4	4	4	6	35	16	12	14	27	5	5	7	5	6	11	20	29	5	7	7	11	20	29	5	7	7	7	
Zn	31	38	31	41	24	24	68	77	112	64	41	69	67	32	44	20	11	55	52	48	118	46	117	33	52	48	118	46	117	33	33	
Co	6	10	6	12	5	5	20	29	22	5	5	11	25	7	6	23	5	26	13	7	31	21	28	12	13	7	31	21	28	12	12	
Ag	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	0.3	<0.3	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	
As	7	4	4	4	4	4	4	4	7	9	4	5	17	7	5	34	5	5	5	5	6	5	5	7	5	5	6	5	5	5	7	7
Mo	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Sn	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Cd	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	0.9	0.7	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Sb	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Bi	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
V	16	20	12	32	27	27	73	84	57	2	20	64	25	31	34	45	15	35	93	115	159	107	142	47	93	115	159	107	142	47	47	
W	2	2	2	2	2	2	2	2	4	6	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Be	<1	<1	<1	<1	<1	<1	2	1	2	2	1	1	<1	<1	1	1	1	1	2	3	2	2	1	1	2	2	3	2	2	1	1	
La	9	9	5	7	3	3	9	13	21	16	25	21	6	9	13	13	10	10	23	30	36	11	31	13	23	30	36	11	31	13	13	
Au	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Mn	802	3386	1833	1534	826	826	688	1546	1704	13960	1265	857	2711	373	478	618	377	571	117	894	802	2877	1435	854	117	894	802	2877	1435	854	854	

Tablica 8. - Mikroelementi u sedimentnim silicijskim stijevama - radiolarijski rožnjaci i šejlovi (vrijednosti u ppm) [Analize napravljene metodom ICP u ACME Analytical Laboratories, Vancouver-Kanada; Koordinate i zemljopisni položaj analiziranih uzoraka vidi priloge 7, 8, 9 i 10].

	ROŽNJACI				ŠEJLOVI			
	Kestenik (trijas) (n=5)		Poljanica (jura) (n=6)		Kestenik (trijas) (n=6)		Poljanica (jura) (n=6)	
	x	SD	x	SD	x	SD	x	SD
Ba	130	65	84	20	297	105	181	93
Th	2	1	2	1	7	2	8	3
Nb	3	1	3	1	7	3	6	3
Sr	24	6	34	15	45	43	41	16
Zr	13	5	16	8	38	25	36	17
Y	4	2	7	3	10	3	15	6
Sc	4	2	5	2	12	4	14	7
Cr	16	7	19	6	37	22	65	26
Ni	20	9	31	14	54	31	89	62
Cu	51	53	44	13	88	101	59	39
Pb	7	4	9	9	15	11	13	10
Zn	33	7	38	21	72	23	69	38
Co	8	3	15	10	15	10	19	10
V	21	8	31	10	50	32	111	39
La	7	3	9	4	18	6	24	10

Tablica 8.A - Preračunate srednje vrijednosti (x) i standardno odstupanje (SD) za mikroelemente u rožnjacima i šejlovima jedinica Kestenik (trijas) i Poljanica (jura).

kromu, niklu i vanadiju (elementa vezanih većinom za bazične magmatske stijene), gdje ona iznosi preko 100% (tab.8A). Nadalje, posebno je interesantan podatak o sadržaju urana, gdje on za dva uzorka iz potoka Poljanica iznosi 13 i 18 ppm.

Za razliku od razmatranja sadržaja svakog pojedinog elementa, analizom odnosa određenih elemenata dobiva se bolji uvid u građu stijena, njihovu paleogeografsku poziciju taloženja, uvjete i utjecaje tijekom sedimentacije kao i u brzinu taloženja. Odnosi pojedinih makroelemenata i njihovih grupa prikazani su u tablici 9.

Proučavanjem recentnih marinskih sedimenata uočena je obrnuta proporcionalnost između odnosa MnO/Al_2O_3 i brzine taloženja silicijskih sedimenata (MATSUMOTO & IIJIMA, 1983). Naime, s povećanjem brzine taloženja taj odnos se smanjuje. Primjenom dijagrama, temeljenog na tom odnosu (IIJIMA et al., 1985), za proučavane radiolarijske rožnjake i šejlove dobivamo da su rožnjaci jedinice Kestenik taloženi brzinom od oko 2.3 m/my, a oni iz jedinice Poljanica brzinom od oko 1.5 m/my. Brzina taloženja za šejlove je općenito veća i za pelite jedinice Kestenik iznosi oko 3 m/my, a za one iz jedinice Poljanica oko 8 m/my. Uzorak VH558/4 (tab.9) nije uzet u obzir prilikom izračunavanja srednje vrijednosti odnosa MnO/Al_2O_3 zbog jako sniženog sadržaja aluminijske (tab.7A), koji može biti posljedica lokalnog sniženja sadržaja alumosilikata u sedimentu.

Uzorak	**CaCO ₃	Si/Si+Al+Fe+Ca	Al/Al+Fe+Mn	MnO/TiO ₂	MnO/Al ₂ O ₃	Fe/Al	Fe*/Ti
Radiolarijski rožnjaci							
TRIJAS							
KE 9 ¹⁾	2.49	0.9060	0.4965	0.2000	0.0221	1.25	7.6988
JA 14 ¹⁾	0.52	0.9453	0.3737	1.0000	0.0417	1.63	33.8544
PF 1	0.95	0.9170	0.5001	2.1818	0.0716	0.90	23.3505
PF 6	1.12	0.8991	0.3287	1.0000	0.0669	1.95	25.1511
PF 10	1.05	0.8915	0.4250	0.6471	0.0291	1.31	25.1619
x	1.23	0.9118	0.4248	1.0058	0.0463	1.41	23.0433
JURA							
VH 558/4	2.92	0.8760	0.0422	1.7500	0.9000	21.16	35.8278
PA 1	0.46	0.9133	0.2461	0.2500	0.0278	3.03	23.6077
PA 5	1.06	0.8615	0.2172	0.5652	0.0506	3.53	33.8531
PA 20	0.49	0.9160	0.4114	0.3704	0.0345	1.38	12.7580
PB 2	0.27	0.9491	0.3604	0.4167	0.0323	1.73	19.4365
PO 1	0.34	0.9111	0.1239	0.2174	0.0532	6.99	24.6888
x	0.92	0.9045	0.2335	0.5950	0.1831	6.3	25.0287
Radiolarijski šejlovi							
TRIJAS							
KE 5 ¹⁾	1.51	0.8725	0.4774	0.1951	0.0176	1.07	9.9788
KE 14 ¹⁾	3.01	0.7692	0.5251	0.3783	0.0160	0.88	18.8891
JA 11 ¹⁾	1.80	0.7367	0.5243	0.1739	0.0112	0.89	11.6719
VH 167B	3.57	0.7899	0.4804	0.1961	0.0122	0.89	12.2385
PC 32	4.23	0.8694	0.3865	0.7143	0.0503	1.52	19.4996
PF 4	0.86	0.8342	0.4454	0.6500	0.0212	1.21	31.8065
x	2.50	0.8120	0.4732	0.3846	0.0214	1.08	17.3474
JURA							
VH 558/2	0.77	0.7927	0.5372	0.0714	0.0033	0.85	16.0044
VS 94	1.77	0.7234	0.5644	0.2069	0.0097	0.76	13.6319
VS 103/1	0.92	0.6694	0.5060	0.1286	0.0068	0.97	15.5673
VS 113/1	2.81	0.7177	0.2799	1.2143	0.0650	2.48	41.4313
PA 14C	4.50	0.8114	0.3111	0.1407	0.0505	2.14	5.2040
PB 0	1.41	0.8734	0.5439	0.6818	0.0274	0.80	17.1536
x	2.03	0.7647	0.4571	0.4073	0.0271	1.33	18.1654

Tablica 9. - Odnos makroelemenata u radiolarijskim rožnjacima i šejlovima trijasko i jurske starosti [Fe* predstavlja ukupno željezo; **Sadržaj CaCO₃ računat po metodi BALTUCK (1982); ¹⁾ Uzorci s Kalnika; ostali uzorci s Medvednice; x - srednje vrijednosti].

Odnos $Si/Si+Al+Fe+Ca$ daje nam informaciju o sadržaju biogenog silicija u relaciji prema alumosilikatima te feruginoznim i kalcijским mineralima (RANGIN et al., 1981; RUITZ-ORTIZ et al., 1989). Vrijednosti ovog odnosa za stijene bogate biogenim silicijem kreću se od 0.8 do 0.9. U našem slučaju srednje vrijednosti za trijasko i jurske rožnjake nalaze se na gornjoj granici (trijas = 0.91, jura = 0.90 - tab.8) što ukazuje na to da je najveći dio silicija u rožnjacima podrijetlom iz silicijskih skeleta i organskog silicijskog detritusa. Veći dio silicija u šejlovima je, također, organskog podrijetla (visoke vrijednosti odnosa - trijas = 0.81, jura = 0.76 - tab.9). To potvrđuje i sadržaj radiolarijskih skeleta i iglica u šejlovima.

Odnos Fe/Al može ukazati na relativnu udaljenost sedimentacijskog prostora od izvorišta terigenog materijala (RANGIN et al., 1981). S povećanjem udaljenosti od kopna vrijednost ovog odnosa raste. Razmatrajući taj odnos kod rožnjaka jedinice Kestenik i Poljanica (tab.9) može se zaključiti da je sedimentacijski prostor u vrijeme jure bio relativno udaljeniji od kopnenog izvorišta materijala u odnosu na onaj u vrijeme trijasa. To potvrđuje i odnos Fe/Al u šejlovima, koji je kod jurskih veći nego kod trijaskih. Slične rezultate pokazuje i usporedba odnosa Fe_2O_3/Al_2O_3 normaliziranih prema SiO_2 i $100-SiO_2$ kao i odnos

Fe_2O_3/TiO_2 vs. $Al_2O_3/Al_2O_3+Fe_2O_3$ (MURRAY, 1994). Međutim, na značenje prethodno diskutiranih odnosa za procjenu udaljenosti izvorišnih prostora treba gledati s dozom opreza, jer povećanje sadržaja željeza u morskoj vodi, osim donosa magmatskom aktivnošću (hidroterme) može biti izazvano i donosom feruginozne supstance s kopna (otočni luk) u vidu gela kao i trošenjem bazičnih magmatskih stijena, a što automatski smanjuje relativnu količinu aluminijskih stijena. Nadalje, suprotno zaključcima o udaljenosti jurskih radiolarita od kopnenih izvorišta temeljenih na odnosu Fe/Al , u njima nalazimo mjestimično milimetarske do centimetarske proslojke arenita (vidjeti sl.22), zatim metarske proslojke matriksopornih konglomerata (debrita-sl.21) kao i olistolite trijaskih vapnenaca (sl.24 i 25), što upućuje na relativnu blizinu kopna. Međutim, takvi terigeni utjecaji u trijaskim radiolaritima do sada nisu konstatirani.

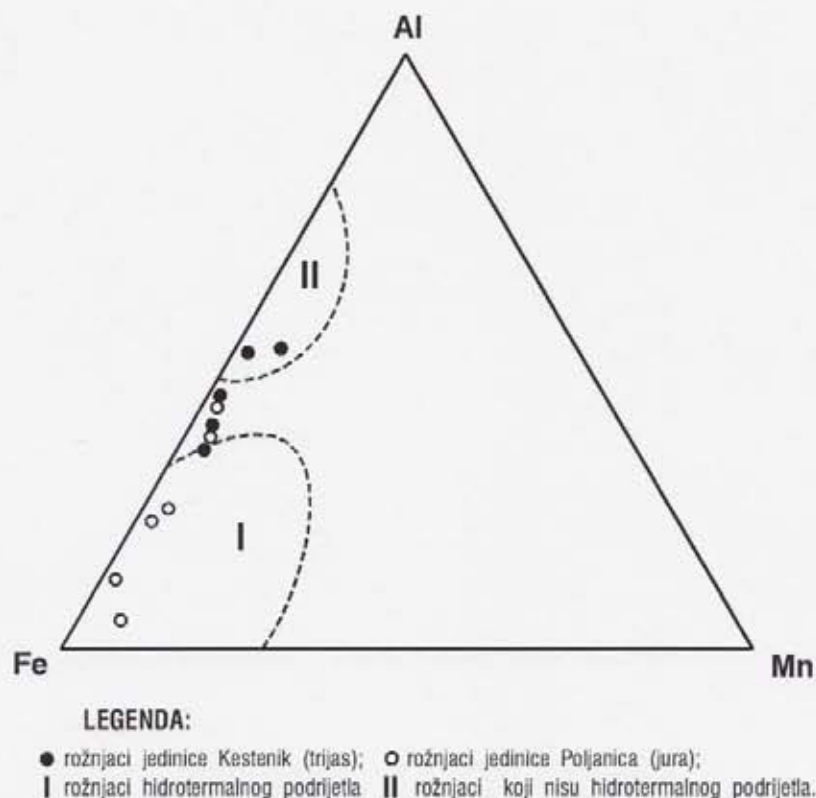
$Al/Al+Fe+Mn$ odnos služi kao procjena hidrotermalnog udjela u nastanku silicijskih sedimenata (BALTUCK, 1982; ADACHI et al., 1986) odnosno kao doprinos kontinentalnog materijala u odnosu na oceanski (RUITZ-ORTIZ et al., 1989). Vrijednosti ovog odnosa za tipični kontinentalni materijal je 0.619 (srednja vrijednost za šejl), za marinski biogeni materijal 0.391, a za bazaltni materijal istočnopacifičkog rifta 0.00815 (BALTUCK, 1982). Za pelagičke gline vrijednost odnosa iznosi 0.54 (WEDEPOHL, 1969). Kod istraživanih stijena rožnjaci jedinice Kestenik (trijas) i Poljanica (jura) pokazuju značajne razlike. Srednja vrijednost odnosa za trijasko rožnjake iznosi 0.43 što je iznad vrijednosti za tipični marinski materijal (0.391), ali znatno ispod vrijednosti za tipični kontinentalni materijal (0.619). Slijedi zaključak da su te stijene taložene uz slabiji donos terigenog materijala i bez znatnijeg hidrotermalnog utjecaja. Slabiji hidrotermalni utjecaj očituje se i kroz cm-proslojke manganske supstancije (sl.8 i 9). Za razliku od trijaskih, jurski rožnjaci pokazuju znatno niže srednje vrijednosti odnosa (0.23) što upućuje na veću udaljenost od kopna tj. na slabiji terigeni utjecaj u odnosu na trijasko sedimente i da su bili pod jačim hidrotermalnim utjecajem. ADACHI et al. (1986) navode za porcelanite Pacifika, koji su taloženi pod utjecajem hidrotermi, vrijednost odnosa u rasponu od 0.12 do 0.32. Na hidrotermalni donos elemenata u jurske rožnjake upućuje i veća srednja vrijednost odnosa Fe/Ti , dok je ona za trijasko varijetete niža. Znatno niže vrijednosti Fe/Ti za šejlove (tab.9) su posljedica pojačanog donosa terigenog materijala.

Povećanje vrijednosti odnosa $Al/Al+Fe+Mn$ u šejlovima u odnosu na rožnjake je direktno posljedica većeg sadržaja glinovite supstancije odnosno minerala gline. Zbog toga

nije uputno izvoditi komparativne zaključke na temelju toga odnosa u šejlovima, jer minerali glina, u slučaju trijaskih i jurskih pelita, pretežito izgrađuju te stijene.

Na trokomponentnom dijagramu **Fe-Al-Mn**, koji je temeljen na proučavanju sjevernopacifičkih rožnjaka i s njima asociiranih silicijskih stijena (ADACHI et al., 1986), rožnjaci jedinice Poljanica padaju u polje željezom bogatih silicijskih stijena, koje su taložene uz hidrotermalni utjecaj. Suprotno njima, trijaski rožnjaci pokazuju tendenciju grupiranja prema, kao i u polju, aluminijem bogatih, a manganom siromašnijih silicijskih stijena, koje su taložene bez značajnijeg hidrotermalnog utjecaja (sl.78).

Na temelju rezultata analiza makroelemenata na 754 uzorka marinskih sedimenata iz različitih regija Pacifičkog oceana normaliziranih na TiO_2 SUGISAKI et al. (1982) došli su do zaključka da je odnos MnO/TiO_2 upotrebljiv kao diskriminirajući faktor za određivanje sredine taloženja marinskih sedimenata. Odnos MnO/TiO_2 za trijasko radiolarijske rožnjake približno odgovara izračunatim vrijednostima recentnih marinskih sedimenata oceanskog dna dijela Pacifika istočno od Ogasawara jarka (udaljenost od najbližeg kopna oko 820 km, dubina mora oko 5600 m). Vrijednosti toga odnosa za jurske rožnjake najbolje



Sl. 78. Fe-Al-Mn dijagram za određivanje utjecaja pri sedimentaciji rožnjaka (ADACHI et al., 1986).

korenspondiraju s vrijednostima, koje odgovaraju sedimentima Ogasawara jarka (udaljenost od kopna oko 600 km, dubina mora oko 7400 m).

*

Sumirajući gore diskutirane rezultate analiza zaključno se može reći slijedeće:

- na temelju geokemijskih podataka izračunate brzine taloženja kako za trijasko tako i za jurske rožnjake i šejlove su vrlo niske (trijas: rožnjaci - 2.3 m/my, šejlovi - 3 m/my; jura: rožnjaci - 1.5 m/my, šejlovi - 8 m/my),
- udio biogenog silicija u odnosu na terigeni je vrlo visok kako u trijaskim tako i u jurskim rožnjacima, a osim toga, značajan je njegov udio i u šejlovima,
- što se tiče udaljenosti sedimentacijskog prostora od kopna geokemijski pokazatelji odnosa Fe/Al i $Al/Al+Fe+Mn$ su u suprotnosti s geološkim pokazateljima (vidjeti gore),
- na temelju analize odnosa $Al/Al+Fe+Mn$ i $Fe-Al-Mn$ zaključeno je da su trijaski rožnjaci taloženi pod manjim hidrotermalnim utjecajem od jurskih (sl.78) i
- odnos MnO/TiO_2 indicira taloženje trijaskih rožnjaka u oceanskom prostoru udaljenom oko 800 km od kopna s dubinom mora oko 5 km, a za jurske varijetete nastanak u području subdukcijskog jarka s udaljenošću od kopna oko 600 km i dubinom mora oko 7 km.

4.2.2. Pješčenjaci, siltiti i šejlovi (jedinica Markov Travnik)

U sedimentnim stijenama jedinice Markov Travnik (matrikspotporni konglomerati), osim nekih pretaloženih sporomorfa, do sada nisu pronađeni validni fosilni ostaci s kojima bi bila moguća determinacija njihove starosti te stoga te stijene predstavljaju problem, i to ne samo u stratigrafskom, nego i u genetskom pogledu. Zbog tektonske dezintegriranosti izučavanih terena i nedostatka pogodnih geoloških stupova i profila za detaljnije proučavanje tih sedimenata pokušao sam pomoću rezultata kemijskih analiza pješčenjaka iz valutica i blokova te silita i šejlova iz matriksa pridonijeti rješavanju pitanja međusobnog genetskog odnosa između valutica i matriksa, rješavanju pitanja podrijetla materijala od kojeg su ove stijene izgrađene te rješavanju geotektonskog položaja nastanka tih stijena. U tu svrhu analizirano je 14 uzoraka pješčenjaka iz jedinice Markov Travnik, a za usporedbu napravljene su i analize arenita iz jedinice Kraljev Vrh (1 uzorak) i jedinice Oštrc (2 uzorka) (tab.10 i 11). Ujedno su napravljene i analize mikroelemenata istih stijena (tab.12). Paralelno analizama pješčenjaka analizirani su i peliti iz matriksa matrikspotpornih konglomerata, a rezultati tih analiza na makroelemente i mikroelemente nalaze se u tablicama 10, 11 i 13. U tablicama se nalaze i preračunate srednje vrijednosti sa standardnim devijacijama za pojedine grupe stijena, a za usporedbu date su i prosječne srednje vrijednosti za litične arenite, grauvake i šejlove (PETTIJOHN, 1963; WEDEPOHL, 1969). Preračunate srednje vrijednosti i

Redni broj	Radna oznaka uzorka	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	LOI	Ukupno
PJEŠČENJACI														
1	VS 113A2	75.70	0.58	9.50	0.91	2.63	0.46	1.59	0.64	2.38	2.24	0.03	2.76	99.42
2	VH 182	77.27	0.40	7.93	4.53	1.74	<0.01	0.89	0.22	1.20	2.88	0.00	2.73	99.79
3	VH 945	78.80	0.33	7.55	3.26	1.77	<0.01	0.58	0.81	2.56	1.55	0.00	2.21	99.42
4	VH 977	74.14	0.42	10.12	4.34	1.37	<0.01	0.79	0.48	2.36	2.43	0.00	2.73	99.19
5	VH 1004	74.71	0.42	10.50	3.71	1.26	<0.01	0.89	0.56	2.26	2.06	0.00	2.84	99.21
6	VH 912	73.73	0.47	9.52	3.88	2.18	0.01	1.01	0.50	3.08	2.60	0.00	2.44	99.42
7	VH 1536/6	73.11	0.70	8.01	2.80	2.87	0.01	2.88	0.48	2.88	2.64	<0.01	3.03	99.41
8	VH 259A	71.94	0.77	8.98	3.24	2.01	0.03	1.33	0.45	1.92	4.92	0.01	4.09	99.68
9	MT 7	74.62	0.45	9.27	2.18	4.57	0.02	1.45	0.39	1.88	1.69	<0.01	2.88	99.40
10	VH 1468/1	74.98	0.28	8.06	0.80	2.44	0.19	1.71	2.72	3.81	0.63	<0.01	3.50	99.12
11	VHK 28	76.39	0.39	9.13	0.39	2.59	0.08	1.03	1.01	3.40	1.98	0.00	2.92	99.31
12	KA 5	74.59	0.38	10.07	0.26	3.25	0.06	1.53	0.59	4.83	1.01	0.01	2.05	99.63
13	RE 25A	70.55	0.57	9.87	0.33	8.15	0.34	0.16	2.52	2.38	1.57	0.02	2.77	99.23
14	GO 37	70.82	0.40	8.19	0.80	3.81	0.43	1.07	4.07	2.95	1.71	0.00	5.56	99.81
15	KV 36	71.90	0.38	8.01	1.12	4.45	0.20	0.52	4.09	0.96	2.25	<0.01	5.48	99.36
16	VH 292	78.70	0.43	9.48	1.97	1.64	0.04	0.73	0.45	1.25	1.88	0.00	2.84	99.41
17	VH 437A	78.00	0.36	9.28	0.99	2.57	0.04	0.60	0.81	3.13	1.92	0.00	2.41	100.11
SILTITI I ŠEJLOVI														
18	VS 113A1	58.15	0.84	17.42	2.81	5.55	0.23	2.34	0.79	1.51	4.60	0.02	5.42	99.68
19	VH 239	55.34	0.75	19.17	3.98	4.86	0.09	1.71	0.84	1.57	5.01	0.01	5.89	99.22
20	VH 375	59.91	1.00	17.40	7.58	0.00	0.14	1.17	0.36	0.40	3.83	0.01	7.59	99.39
21	VH 571	59.09	0.97	13.87	0.96	7.47	0.03	3.45	1.21	4.21	2.05	1.05	4.88	99.25
22	VH 1536/9	54.88	0.74	19.02	4.00	5.88	0.08	1.81	0.76	1.03	5.29	0.02	5.84	99.35
23	VH 596/10	54.94	1.08	14.99	4.61	4.97	0.21	4.05	2.10	3.75	3.38	0.02	5.21	99.31
24	VS 237	58.62	0.92	16.15	2.94	3.85	0.12	2.48	1.91	1.09	4.46	0.02	6.68	99.24
25	VS 425	57.26	0.89	17.54	5.70	2.66	0.04	1.81	0.45	1.74	5.38	0.02	5.63	99.12
26	VS 744	65.68	0.92	15.15	5.46	1.22	0.06	0.75	0.20	0.64	4.46	0.03	4.70	99.27
27	MT 8	58.88	1.03	16.60	4.59	3.16	0.03	2.38	0.45	1.74	4.50	0.03	5.62	99.01
28	KA 9A	63.43	0.78	13.76	4.41	3.00	0.07	3.06	0.67	1.62	4.16	0.01	4.40	99.37
29	GO 39	58.90	0.86	17.58	4.53	3.66	0.06	1.91	0.69	1.47	4.81	0.02	4.69	99.18
30	RE 25	57.36	0.80	19.43	3.17	3.03	0.12	1.69	1.01	1.15	6.61	0.02	4.81	99.20
31	KV 41	58.87	0.85	15.58	4.46	3.74	0.17	2.61	0.66	1.01	5.45	0.03	5.98	99.34
32	VH 441A	58.27	0.83	8.31	3.52	3.55	0.12	1.53	8.22	1.39	3.72	0.01	9.82	99.29

Tablica 10. – Sadržaj makroelemenata u (u %) u pješčenjacima, siltitima i šejlovima jedinica Markov Travnik, Kraljev Vrh i Oštrc; [* Analize napravljene klasičnom silikatno-kemijskom analizom u Institutu za geološka istraživanja Zagreb (Analitičar: Vlasta Jurišić-Mitrović, dipl.kem.); Koordinate i zemljopisni položaj analiziranih uzoraka vidjeti priloge 6, 8, 9, 10 i 11].

standardna devijacija za mikroelemente u pješčenjacima i šejlovima nalaze se u tablici 13A. U toj tablici su date i prosječne srednje vrijednosti mikroelemenata za pješčenjake i šejlove u Zemljinoj kori te Clarke-vrijednosti (TUREKIAN & WEDEPOHL, 1961; RÖSLER, 1981). Pješčenjaci jedinice Markov Travnik su pretežito tipa litičnih grauvaka, a podređeno i litičnih arenita, mjestimično, s relativno velikim udjelom matriksa (vidjeti poglavlje 2.5.). Analizirajući srednje vrijednosti elemenata ti pješčenjaci imaju relativno visok sadržaj SiO₂ (77.16%-tab.10) u odnosu na prosječne vrijednosti litičnih arenita i grauvaka. Ovaj povišen sadržaj SiO₂ je, uz visok udio fragmenata kvarca, i posljedica relativno visokog udjela rožnjačkih čestica (vidjeti tab.1). Peliti u odnosu na prosječne vrijednosti šejlova ne pokazuju veća odstupanja u sadržaju makroelemenata. Pješčenjaci u odnosu na pelite iz matriksa imaju veći sadržaj SiO₂, Na₂O i CaO, dok im je sadržaj MnO podjednak. Sadržaj svih drugih analiziranih makroelemenata je kod psamita u odnosu na pelite znatno manji (u prosjeku

Redni broj	Radna oznaka uzorka	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	¹ Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Fe _(TOT)
PJEŠČENJACI													
1	VS 113A2	78.32	0.60	9.83	0.94	2.72	0.48	1.64	0.66	2.46	2.32	0.03	3.96
2	VH 182	79.61	0.41	8.17	4.67	1.79	<0.01	0.92	0.23	1.24	2.97	0.00	6.65
3	VH 945	81.06	0.34	7.77	3.35	1.82	<0.01	0.60	0.83	2.63	1.59	0.00	5.38
4	VH 977	76.86	0.44	10.49	4.50	1.42	<0.01	0.82	0.50	2.45	2.52	0.00	6.08
5	VH 1004	77.52	0.44	10.90	3.85	1.31	<0.01	0.92	0.58	2.35	2.14	0.00	5.30
6	VH 912	76.03	0.48	9.82	4.00	2.25	0.01	1.04	0.52	3.18	2.68	0.00	6.50
7	VH 1536/6	75.86	0.73	8.31	2.91	2.98	0.01	2.99	0.50	2.99	2.74	<0.01	6.21
8	VH 259A	75.26	0.81	9.39	3.39	2.10	0.03	1.39	0.47	2.01	5.15	0.01	5.73
9	MT 7	77.31	0.47	9.60	2.26	4.73	0.02	1.50	0.40	1.95	1.75	<0.01	7.52
10	VH 1468/I	78.41	0.29	8.43	0.84	2.55	0.20	1.79	2.84	3.98	0.66	<0.01	3.67
11	VHK 28	79.25	0.40	9.47	0.40	2.69	0.08	1.07	1.05	3.53	2.05	0.00	3.39
12	KA 5	76.44	0.39	10.32	0.27	3.33	0.06	1.57	0.60	4.95	1.04	0.01	3.97
13	RE 25A	73.14	0.59	10.23	0.34	8.45	0.35	0.17	2.61	2.47	1.63	0.02	9.73
14	GO 37	75.14	0.42	8.69	0.85	4.04	0.46	1.14	4.32	3.13	1.81	0.00	5.34
	x*	77.16	0.49	9.39	2.33	3.01	0.12	1.25	1.15	2.81	2.22	0.01	5.67
	SD	2.08	0.15	0.97	1.67	1.84	0.18	0.66	1.21	0.93	1.06	0.01	1.70
	(x) ²⁾	69.84	0.63	14.14	1.68	3.66	0.10	2.20	2.62	3.04	2.09	0.21	5.75
	(x) ⁴⁾	72.88	0.33	8.93	4.19	1.54	0.11	2.65	6.84	0.99	1.43	0.11	6.20
	(x) ⁶⁾	70.43	0.63	14.26	1.70	3.70	0.10	2.22	2.64	3.06	2.11	0.21	5.59
15	KV 36	76.59	0.40	8.53	1.19	4.74	0.21	0.55	4.36	1.02	2.40	<0.01	6.46
16	VH 292	81.50	0.45	9.82	2.04	1.70	0.04	0.76	0.47	1.29	1.95	0.00	3.93
17	VH 437A	79.84	0.37	9.50	1.01	2.63	0.04	0.61	0.83	3.20	1.97	0.00	3.94
SILTITI I ŠEJLOVI													
18	VS 113A1	61.69	0.89	18.48	2.98	5.89	0.24	2.48	0.84	1.60	4.88	0.02	9.53
19	VH 239	59.29	0.80	20.54	4.26	5.21	0.10	1.83	0.90	1.68	5.37	0.01	10.05
20	VH 375	65.26	1.09	18.95	8.26		0.15	1.27	0.39	0.44	4.17	0.01	8.26
21	VH 571	62.62	1.03	14.70	1.02	7.92	0.03	3.66	1.28	4.46	2.17	1.11	9.81
22	VH 1536/9	58.69	0.79	20.34	4.28	6.29	0.09	1.94	0.81	1.10	5.66	0.02	11.26
23	VH 596/10	58.38	1.15	15.93	4.90	5.28	0.22	4.30	2.23	4.00	3.59	0.02	10.77
24	VS 237	63.33	0.99	17.45	3.18	4.16	0.13	2.68	2.06	1.18	4.82	0.02	7.80
25	VS 425	61.25	0.95	18.76	6.10	2.85	0.04	1.94	0.48	1.86	5.75	0.02	9.26
26	VS 744	69.45	0.97	16.02	5.77	1.29	0.06	0.79	0.21	0.68	4.72	0.03	7.21
27	MT 8	63.05	1.10	17.77	4.91	3.38	0.03	2.55	0.48	1.86	4.82	0.03	8.67
28	KA 9A	66.79	0.82	14.49	4.64	3.16	0.07	3.22	0.71	1.71	4.38	0.01	8.15
29	GO 39	62.33	0.91	18.61	4.79	3.87	0.06	2.02	0.73	1.56	5.09	0.02	9.10
30	RE 25	60.77	0.85	20.58	3.36	3.21	0.13	1.79	1.07	1.22	7.00	0.02	6.93
	x*	62.57	0.95	17.81	4.52	4.04	0.11	2.38	0.92	1.75	4.88	0.10	9.00
	SD	3.07	0.12	2.03	1.67	2.03	0.07	0.93	0.59	1.14	1.14	0.29	1.26
	(x) ³⁾	63.24	0.84	17.93	3.01	3.97	0.10	2.79	2.36	1.72	3.87	0.17	7.42
31	KV 41	63.06	0.91	16.69	4.78	4.01	0.18	2.80	0.71	1.08	5.84	0.03	9.23
32	VH 441A	65.13	0.93	9.29	3.93	3.97	0.13	1.71	9.19	1.55	4.16	0.01	8.34

Tablica 11. – Sadržaj makroelemenata klastičnih sedimentnih stijena preračunat na 100% bez volatila s preračunatim srednjim vrijednostima (x) i standardnim odstupanjem (SD) [* u preračun srednjih vrijednosti nisu uključeni pješčenjaci jedinica Kraljev Vrh i Oštrc; ¹⁾ U onim uzorcima, koji nemaju analiziran FeO, Fe₂O₃ predstavlja ukupno željezo; (x)²⁾ - prosječne srednje vrijednosti za grauvake (WEDEPOHL, 1969); (x)³⁾ - prosječne srednje vrijednosti za šejl (WEDEPOHL, 1969); (x)⁴⁾ - srednji sastav litičnih arenita i (x)⁵⁾ - srednji sastav grauvaka (PETTIJOHN, 1963); (uzorci su analizirani klasičnom silikatno-kemijskom analizom u Institutu za geološka istraživanja Zagreb - analitičar: Vlasta Jurišić-Mitrović, dipl.kem.); Koordinate i zemljopisni položaj analiziranih uzoraka vidjeti priloge 6, 8, 9, 10 i 11].

skoro za 100%) što je jednim dijelom posljedica razlike u granulometriji, ali se ne može isključiti niti utjecaj, eventualno, različitih izvorišnih područja. Veći sadržaj silicija u pješčenjacima vezan je za mineral kvarc (rezistentniji mineral), a natrij za natrijske feldspate. Kalcij je najvećim dijelom sekundarnog podrijetla, a u stijeni se nalazi kao kalcitni cement, zatim kao zamjena u feldspatima (kalcitizacija), kao sekundarna ispuna prslina i žilica

Uzorak	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	MT	KV	VH	VH	VH	VHK	KA	GO
	182	945	977	1004	912	1536/6	259A	7	36	1468/I	292	437A	28	5	37
Ba	169	111	167	165	216	222	368	164	132	53	132	148	148	101	138
Th	7	6	6	6	9	9	12	9	5	3	5	7	7	6	6
U	<10	<10	<10	<10	14	14	<10	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	22
Nb	6	5	5	6	7	11	8	5	5	4	4	5	8	5	6
Sr	15	53	56	54	44	65	34	40	26	47	41	47	69	55	55
Zr	32	36	39	36	47	50	31	33	21	23	14	20	26	37	26
Y	19	9	11	11	15	17	14	16	13	8	4	6	8	13	11
Sc	9	7	8	9	10	12	17	10	7	7	8	6	7	7	8
Cr	48	43	48	44	48	56	106	44	38	66	55	41	42	40	49
Ni	32	22	29	37	29	53	60	41	31	35	43	22	25	38	43
Cu	11	11	15	16	20	22	29	21	13	16	35	10	11	23	18
Pb	15	17	19	28	20	12	23	26	18	8	15	16	11	24	17
Zn	76	41	57	66	66	53	89	86	77	36	64	40	47	72	80
Co	3	5	4	3	6	6	9	10	7	7	12	7	7	13	13
Ag	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
As	41	9	8	<5	<5	8	61	<5	<5	5	7	<5	<5	<5	<5
Mo	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Sn	<2	<2	2	<2	<2	<2	3	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Cd	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
Sb	<5	5	<5	5	6	7	10	6	<5	5	<5	<5	<5	<5	5
Bi	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
V	54	39	55	51	66	79	129	58	44	41	74	39	45	56	47
W	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4
Be	1	<1	1	<1	1	1	2	<1	<1	<1	1	<1	<1	<1	<1
La	26	21	24	23	31	11	43	23	21	9	18	15	23	22	12
Au	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	4	<4	<4	<4	<4
Mn	287	273	133	62	255	398	526	381	2098	1735	300	333	644	484	3424

Tablica 12. - Mikroelementi u sedimentnim klastičnim stijenama - pješčenjaci - (vrijednosti u ppm)

[Analize napravljene metodom ICP u ACME Analytical Laboratories, Vancouver-Kanada; Koordinate i zemljopisni položaj analiziranih uzoraka vidjeti priloge 6, 8, 9, 10 i 11].

kalcitom, a tek manjim dijelom može potjecati iz smektita i kalcijjskih feldspata. Razlike u sadržaju mikroelemenata između psamita i pelita još su izraženije, tako da peliti imaju povišen sadržaj svih mikroelemenata u odnosu na psamite (tab.13A). Uzroci tome nisu samo u separaciji materijala pri transportu te u različitim dijagenetskim procesima nego i u različitim izvorištima. U odnosu na Clarke-vrijednosti pješčenjaci imaju snižene vrijednosti svih mikroelemenata, osim Pb, dok peliti imaju veće vrijednosti Cr, Ni, Cu, Zn, V, Pb i La (tab.13A), što kod ovih zadnjih može upućivati na bazičnije stijene u izvorišnom području.

Uzorak pješčenjaka iz jedinice Kraljev Vrh razlikuje se od pješčenjaka Markovog Travnika po sniženom sadržaju FeO, MnO i CaO.

Pješčenjaci iz jedinice Oštrc se po sastavu makroelemenata znatno razlikuju od psamita iz Markovog Travnika. Oni imaju samo nešto veći sadržaj SiO₂ i Al₂O₃, dok im je srednji sadržaj svih ostalih makroelemenata niži u odnosu na uzorke iz Markovog Travnika (tab.11).

Uzorak	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VS	VS	VS	MT	KV	KA	GO
	239	375	571	1536/9	596/10	441A	237	425	744	8	41	9A	39
Ba	416	250	242	431	296	228	311	609	230	271	334	296	377
Th	9	9	6	10	9	8	11	14	9	12	10	9	10
U	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Nb	10	9	6	9	9	7	8	10	9	9	7	11	9
Sr	35	37	54	36	96	106	92	70	16	73	25	48	49
Zr	43	46	25	36	40	19	46	41	45	50	43	49	50
Y	17	20	12	16	24	14	17	16	13	17	23	15	15
Sc	19	17	24	19	22	14	18	21	14	16	18	23	16
Cr	104	87	66	93	164	88	112	101	76	104	87	85	93
Ni	74	55	45	102	124	59	77	48	37	75	75	66	61
Cu	57	33	46	65	87	35	49	49	43	25	91	78	74
Pb	10	11	14	13	20	21	29	25	24	22	36	8	32
Zn	126	109	77	159	116	91	112	139	79	102	116	86	106
Co	11	3	26	22	25	9	14	2	14	7	18	17	15
Ag	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
As	74	6	12	5	10	17	9	5	33	9	25	6	16
Mo	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Sn	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Cd	<0.4	0.5	<0.4	<0.4	0.5	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
Sb	5	5	11	5	5	5	5	5	5	5	5	7	5
Bi	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
V	156	135	205	179	182	125	141	151	109	142	151	180	138
W	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Be	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	2	2
La	30	31	15	29	21	23	35	48	28	37	129	29	33
Au	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Mn	741	255	1015	690	1576	513	787	342	476	233	1395	377	446

Tablica 13. - Mikroelementi u sedimentnim klastičnim stijenama - siltiti i šejlovi - (vrijednosti u ppm),
 [Analize napravljene metodom ICP u ACME Analytical Laboratories, Vancouver-Kanada;
 Koordinate i zemljopisni položaj analiziranih uzoraka vidjeti priloge 6, 8, 9, 10 i 11].

Siltit iz jedinice Kraljev Vrh pokazuje manje razlike u kemijskom sastavu od srednjih vrijednosti šejlova i silita Markovog Travnika, nego što je to bio slučaj kod pješčenjaka iz tih jedinica. On ima povišen sadržaj SiO_2 , Fe_2O_3 , MnO , MgO , K_2O i FeO^* , a snižen sadržaj ostalih makroelemenata (tab.11).

Znatne razlike u sadržaju makroelemenata pokazuje uzorak silita iz jedinice Oštrc. Uz povišen sadržaj SiO_2 znakovit je znatno povišen sadržaj CaO , koji je najvećim dijelom vezan za karbonatnu komponentu (kalcitični siltit). U drugim makroelementima ovaj uzorak pokazuje snižene vrijednosti u odnosu na srednje vrijednosti pelita iz jedinice Markov Travnik.

Uspoređivanje makroelemenata i mikroelemenata pojedinačno je nepregledno i često dovodi i do krivih zaključaka. Zbog toga se analizom odnosa pojedinih elemenata dobiva bolji uvid u geokemijske značajke analiziranih uzoraka. Odnosi pojedinih makroelemenata prikazani su u tablici 14.

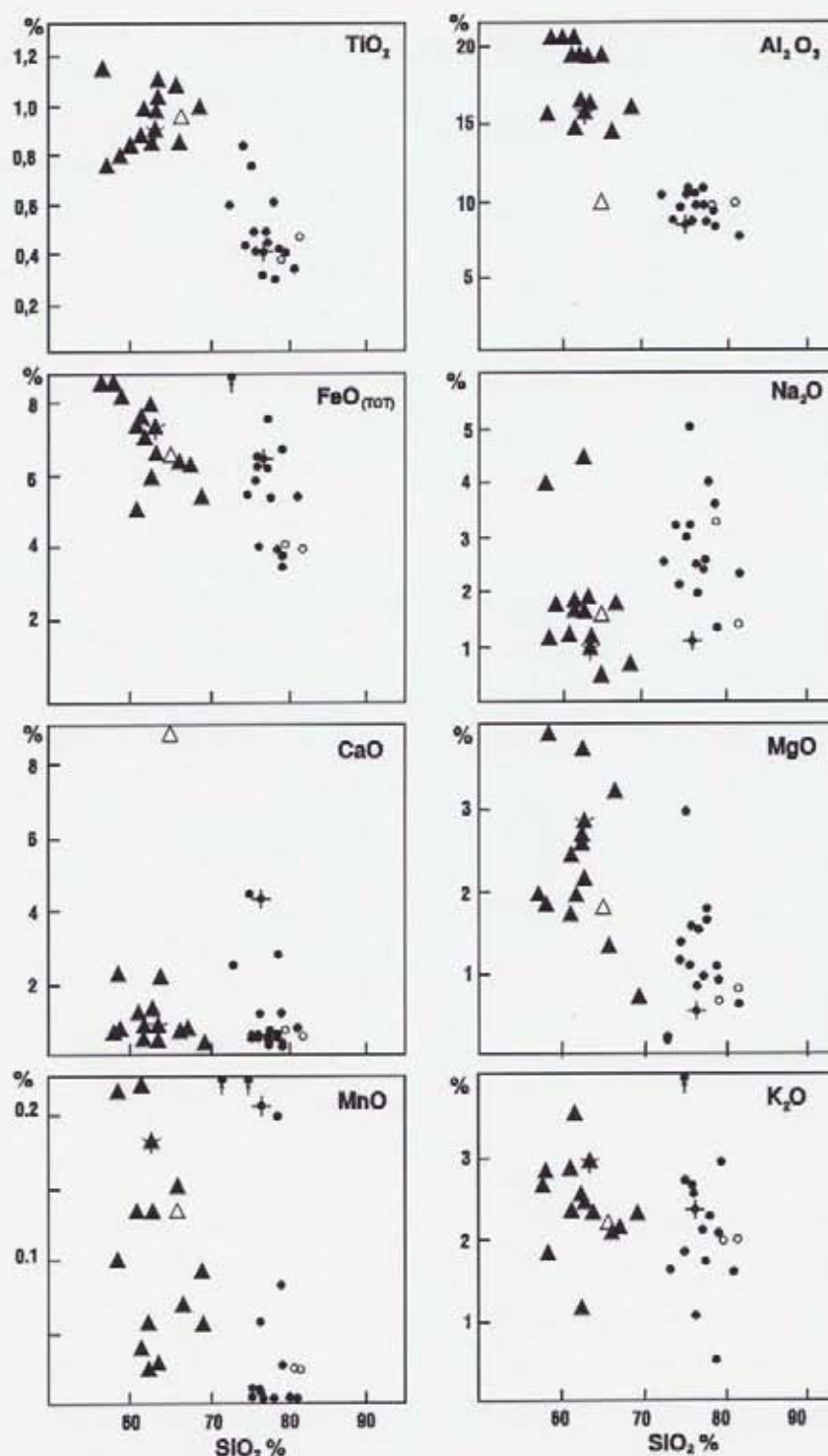
	PJEŠČENJACI (N=14)			ŠEJLOVI (N=13)		(x) ²⁾ Clarke vrijednosti*	
	x	SD	(x) ¹⁾	x	SD		
Ba	169	78.3	X0	339	112.7	580	650
Th	7	2.3	1.7	10	2.0	12	13
Nb	6	1.9	0.0X	9	1.3	11	20
Sr	49	14.5	20	55	25.1	300	340
Zr	35	8.1	220	43	7.4	160	170
Y	13	3.6	40	17	3.3	26	29
Sc	9	2.9	1	19	3.2	13	10
Cr	53	18.2	35	99	25.4	90	83
Ni	37	11.1	2	69	25.6	68	58
Cu	18	5.5	X	55	19.2	45	47
Pb	18	6.2	7	19	8.2	20	16
Zn	64	17.5	15	110	25.0	95	83
Co	7	3.5	0.3	14	8.3	19	18
V	60	24.3	20	156	27.6	130	90
La	22	9.2	30	31	8.5	92	29

Tablica 13.A Preračunate srednje vrijednosti mikroelemenata (x) i standardna devijacija (SD) za klasične stijene jedinice Markov Travnik. (x)¹⁾ i (x)²⁾ - srednje vrijednosti za pješčenjake i šejlove (TUREKIAN & WEDEPOHL, 1961); * Clarke vrijednosti iz RÖSLER (1981).

Harkerovi dijagrami, gdje su TiO₂, Al₂O₃, FeO*, MnO, MgO, CaO, Na₂O i K₂O diskriminirani u odnosu na SiO₂ pokazuju da kod pješčenjaka jedinice Markov Travnik svi ti elementi imaju negativnu linearnu korelaciju u odnosu na SiO₂ (sl.79), a to znači da sa stupnjem zrelosti opada sadržaj svih nestabilnih fragmenata. U odnosu na pješčenjake peliti na tim dijagramima pokazuju određenu razliku, a ta je da TiO₂ i MgO pokazuju pozitivnu linearnu korelaciju u odnosu na SiO₂ (sl.79).

Srednja vrijednost odnosa SiO₂/Al₂O₃ za pješčenjake Markovog Travnika iznosi 8.32 što je karakteristično za nezrele pješčenjake, dok zreli pješčenjaci imaju znatno veće vrijednosti toga odnosa (kvarcni areniti npr. preko 60). Srednja vrijednost odnosa Na₂O/K₂O je 1.77. Veći sadržaj natrija je vezan za veći sadržaj natrijskih feldspata u odnosu na kalijске i u odnosu na tinjce.

Za pješčenjake Markovog Travnika odnosi Al₂O₃/SiO₂ kreću se od 0.10 do 0.14, K₂O/Na₂O od 0.21 do 2.56 i Al₂O₃/(Na₂O+CaO) od 1.17 do 5.56. Kada te vrijednosti usporedimo s onima iz različitih geotektonskih područja (BHATIA, 1983) vidljivo je da analizirani psamiti odgovaraju najvećim dijelom onima koji su nastali u području aktivnog kontinentalnog ruba.



Sl. 79. Harkerovi dijagrami makroelemenata psamita i pelita jedinice Markov Travnik. Za usporedbu su unijete i analize uzoraka iz jedinica Kraljev Vrh i Oštrc.

Uzorak	ARENITI						PELITI	
	Fe ₂ O ₃ *+ MgO	Al ₂ O ₃ / SiO ₂	K ₂ O/ Na ₂ O (Na ₂ O+CaO)	Al ₂ O ₃ / (Na ₂ O+CaO)	SiO ₂ / Al ₂ O ₃	Na ₂ O/ K ₂ O	Uzorak	K ₂ O/ Na ₂ O
VH 182	7.57	0.103	2.395	5.56	9.74	0.42	VH 239	3.20
VH 945	5.98	0.096	0.605	2.25	10.43	1.65	VH 375	9.48
VH 977	6.90	0.136	1.029	3.56	7.33	0.97	VH571	0.49
VH 1004	6.22	0.141	0.911	3.75	7.11	1.10	VH 1536/9	5.15
VH 912	7.54	0.129	0.843	2.65	7.74	1.19	VH 596/10	0.90
VH 1536/6	9.20	0.110	0.916	2.38	9.13	1.09	VS 237	4.08
VH 259A	7.12	0.125	2.562	3.79	8.01	0.39	VS 425	3.09
MT 7	9.02	0.124	0.897	4.09	8.05	1.11	VS 744	6.94
VS 113A2	5.60	0.126	0.943	3.15	7.97	1.06	VS 113A1	3.05
VH 1468/1 ¹⁾	5.46	0.108	0.166	1.24	9.30	6.03	MT 8	2.59
VHK 28 ²⁾	4.46	0.119	0.581	2.07	8.37	1.72	KA 9A ²⁾	2.56
KA 5 ²⁾	5.54	0.135	0.210	1.86	7.41	4.76	GO 39 ³⁾	3.26
GO 37 ³⁾	6.48	0.116	0.578	1.17	8.65	1.73	RE 25 ³⁾	5.74
RE 25A ³⁾	9.90	0.140	0.660	2.01	7.15	1.52	KV 41**	5.41
KV 36**	7.01	0.111	2.353	1.59	8.99	0.43	VH 441A ⁴⁾	2.68
VH 292 ⁴⁾	4.69	0.120	1.512	5.58	8.30	0.66		
VH 437A ⁴⁾	4.55	0.119	0.616	2.36	8.40	1.62		

Tablica 14. - Odnosi pojedinih makroelemenata za psamite i pelite iz matriksopornih konglomerata (debrita) jedinice Markov Travnik i Kraljev Vrh te donjokrednih pješčenjaka [*Fe₂O₃ kao ukupno željezo; ** Uzorci iz debrita jedinice Kraljev Vrh; ¹⁾ Uzorak s Hum-Šagudovca; ²⁾ Uzorci s Kalnika; ³⁾ Uzorci s Ivanščice; ⁴⁾ Uzorci donjokredne starosti s Medvednice; ostali uzorci s Medvednice; Koordinate i zemljopisni položaj analiziranih uzoraka vidjeti priloge 6, 8, 9, 10 i 11].

Zbog dobivanja uvida u međusobnu povezanost pojedinih makroelemenata i mikroelemenata izračunat je koeficijent korelacije za sve elemente međusobno za psamite i pelite. Rezultati te analize prikazani su u tablicama 15 i 16. U pješčenjacima Ti, Ni i V (elementi vezani uz fragmente bazičnih stijena) pokazuju negativnu korelaciju sa silicijem, a to znači da njihov sadržaj opada s trošenjem nestabilnih litičnih fragmenata i povećanjem kvarcne komponente. Sličan trend u odnosu na silicij pokazuju i peliti s tom razlikom da kod njih negativnu korelaciju pokazuju Fe, Ni i Zn.

Korelirajući kemijski sadržaj makroelemenata između psamita i pelita nije dobivena niti pozitivna, a niti negativna signifikantna korelacija između pojedinih elemenata (tab.17), a to upućuje na vjerojatno različita izvorišta materijala, koji izgrađuju pješčenjake iz valutica, oblutaka i blokova te siltite i šejlove iz matriksa.

Za determinaciju grupa stijena u izvorišnom području, koje su davale materijal za pješčenjake iz jedinice Markov Travnik upotrebjeno je preračunavanje diskriminantnih funkcija makroelemenata i to bez SiO₂-komponente (ROSER & KORSCH, 1988). Na diskriminacijskom dijagramu FI : FII (sl.80a) analizirani uzorci se rasipaju na polje kontinentalnog porijekla detritusa i na polje kiselih magmatskih stijena s tendencijom grupiranja u drugom polju.

	Si	Ti	Al	Fe	Mn	Mg	Ca	Na	K	P	Ba	Th	Nb	Sr	Zr	Y	Sc	Cr	Ni	Cu	Pb	Zn	Co	V	La
Si	1.00																								
Ti	-0.59	1.00																							
Al	-0.40	0.02	1.00																						
Fe	-0.20	0.39	-0.04	1.00																					
Mn	-0.30	-0.26	-0.23	-0.32	1.00																				
Mg	-0.51	0.67	-0.09	0.21	-0.11	1.00																			
Ca	-0.19	-0.34	-0.30	-0.39	0.97	-0.19	1.00																		
Na	-0.16	-0.33	0.15	-0.74	0.31	0.13	0.34	1.00																	
K	-0.36	0.81	0.10	0.44	-0.34	0.17	-0.41	-0.60	1.00																
P	-0.46	0.63	0.11	0.58	-0.34	0.72	-0.45	-0.20	0.31	1.00															
Ba	-0.50	0.92	0.13	0.45	-0.32	0.35	-0.40	-0.49	0.94	0.49	1.00														
Th	-0.44	0.87	0.08	0.55	-0.37	0.47	-0.49	-0.43	0.79	0.71	0.92	1.00													
Nb	-0.35	0.77	-0.14	0.13	-0.19	0.75	-0.24	-0.10	0.52	0.40	0.62	0.63	1.00												
Sr	-0.11	-0.08	0.21	-0.50	0.18	0.27	0.22	0.60	-0.35	-0.15	-0.27	-0.25	0.27	1.00											
Zr	-0.28	0.41	0.17	0.49	-0.55	0.53	-0.57	-0.04	0.24	0.42	0.32	0.39	0.47	0.15	1.00										
Y	-0.29	0.52	-0.09	0.76	-0.35	0.52	-0.47	-0.48	0.43	0.70	0.48	0.59	0.37	-0.58	0.51	1.00									
Sc	-0.53	0.94	0.02	0.44	-0.26	0.45	-0.32	-0.45	0.84	0.58	0.94	0.87	0.57	-0.34	0.25	0.51	1.00								
Cr	-0.38	0.62	-0.13	0.02	0.00	0.14	0.02	-0.21	0.67	0.19	0.69	0.51	0.28	-0.32	-0.17	0.09	0.81	1.00							
Ni	-0.72	0.82	0.00	0.22	0.13	0.67	0.05	-0.13	0.49	0.59	0.64	0.58	0.49	-0.13	0.09	0.42	0.81	0.70	1.00						
Cu	0.81	0.72	0.27	0.20	-0.02	0.56	-0.10	0.13	0.41	0.65	0.61	0.63	0.32	-0.07	0.26	0.36	0.74	0.62	0.84	1.00					
Pb	-0.32	0.18	0.67	0.40	-0.27	-0.05	-0.38	-0.23	0.21	0.33	0.31	0.37	-0.21	-0.19	0.23	0.25	0.28	-0.03	0.21	0.43	1.00				
Zn	-0.56	0.45	0.30	0.53	0.08	0.16	-0.11	-0.40	0.47	0.53	0.55	0.61	0.05	-0.52	-0.01	0.60	0.54	0.27	0.55	0.57	0.67	1.00			
Co	-0.51	0.05	0.04	-0.22	0.59	0.26	0.47	0.51	-0.23	0.29	-0.06	0.10	-0.09	0.17	-0.29	-0.06	0.03	0.10	0.39	0.54	0.16	0.42	1.00		
V	-0.58	0.92	0.10	0.30	-0.27	0.44	-0.33	-0.28	0.84	0.54	0.93	0.85	0.54	-0.28	0.24	0.44	0.97	0.84	0.79	0.80	0.27	0.53	0.13	1.00	
La	-0.13	0.46	0.36	0.29	-0.50	-0.20	-0.58	-0.41	0.75	0.23	0.74	0.70	0.11	0.46	0.11	0.28	0.61	0.47	0.15	0.35	0.52	0.53	-0.11	0.66	1.00

Tablica 15. Koefficienti korelacije makroelemenata i mikroelemenata za pješčenjake jedinice Markov Travnik (N=12).

	Si	Ti	Al	Fe	Mn	Mg	Ca	Na	K	P	Ba	Th	Nb	Sr	Zr	Y	Sc	Cr	Ni	Cu	Pb	Zn	Co	V	La	
Si	1.00																									
Ti	0.07	1.00																								
Al	-0.50	-0.35	1.00																							
Fe	-0.90	-0.15	0.34	1.00																						
Mn	-0.31	0.31	0.09	0.23	1.00																					
Mg	-0.39	0.32	-0.57	0.40	0.22	1.00																				
Ca	-0.48	0.28	-0.25	0.33	0.60	0.74	1.00																			
Na	-0.42	0.38	-0.31	0.51	0.04	0.85	0.56	1.00																		
K	-0.15	-0.54	0.73	-0.02	-0.11	-0.60	-0.38	-0.71	1.00																	
P	-0.01	0.20	-0.46	0.18	-0.36	0.41	0.17	0.68	-0.78	1.00																
Ba	-0.52	-0.45	0.58	0.39	-0.17	-0.18	-0.13	-0.11	0.67	-0.29	1.00															
Th	-0.14	-0.02	0.43	-0.13	-0.16	-0.27	-0.20	-0.40	0.75	-0.61	0.66	1.00														
Nb	0.07	-0.44	0.25	-0.10	0.09	-0.27	-0.37	-0.48	0.66	-0.79	0.41	0.46	1.00													
Sr	-0.42	0.52	-0.21	0.16	0.32	0.70	0.74	0.48	-0.17	-0.01	0.10	0.35	-0.17	1.00												
Zr	0.37	-0.04	0.17	-0.56	0.08	-0.35	-0.28	-0.64	0.53	-0.80	-0.04	0.48	0.66	0.01	1.00											
Y	-0.45	0.46	0.20	0.31	0.86	0.29	0.46	0.10	0.02	-0.47	0.00	0.17	0.24	0.52	0.22	1.00										
Sc	-0.36	-0.06	-0.42	0.47	0.05	0.76	0.44	0.72	-0.48	0.51	0.17	-0.29	-0.10	0.35	-0.60	0.06	1.00									
Cr	-0.58	0.37	0.08	0.39	0.73	0.48	0.67	0.30	0.08	-0.42	0.14	0.27	0.20	0.71	0.16	0.86	0.13	1.00								
Ni	-0.69	0.07	0.17	0.65	0.65	0.52	0.63	0.26	0.07	-0.32	0.06	0.04	0.13	0.50	-0.02	0.72	0.22	0.81	1.00							
Cu	-0.36	-0.33	-0.17	0.45	0.40	0.48	0.46	0.32	0.00	-0.16	0.19	-0.20	0.31	0.17	0.03	0.26	0.45	0.45	0.55	1.00						
Pb	0.05	0.29	0.03	-0.28	-0.10	-0.10	0.15	-0.08	0.24	-0.18	0.16	0.49	-0.19	0.39	0.30	-0.06	0.46	0.21	-0.10	-0.05	1.00					
Zn	-0.73	-0.34	0.80	0.62	0.25	-0.17	0.07	-0.22	0.66	-0.44	0.76	0.53	0.30	0.13	-0.06	0.38	0.01	0.38	0.51	0.17	-0.02	1.00				
Co	-0.25	-0.06	-0.46	0.46	0.19	0.62	0.58	0.61	-0.54	0.48	-0.35	-0.67	-0.44	0.09	-0.55	-0.07	0.45	0.13	0.44	0.59	-0.15	-0.18	1.00			
V	-0.51	-0.10	-0.30	0.68	0.03	0.78	0.45	0.76	-0.51	0.58	0.05	-0.43	-0.26	0.27	-0.69	0.04	0.91	0.11	0.39	0.45	-0.51	0.08	0.66	1.00		
La	0.02	-0.15	0.50	-0.29	-0.26	-0.47	-0.39	-0.57	0.79	-0.61	0.66	0.94	0.52	0.14	0.56	0.02	-0.36	0.04	-0.20	-0.29	0.41	0.44	-0.83	-0.54	1.00	

Tablica 16. Koeficijent korelacije makroelemenata i mikroelemenata u silititima i sejlovima jedinice Markov Travnik (N=11)

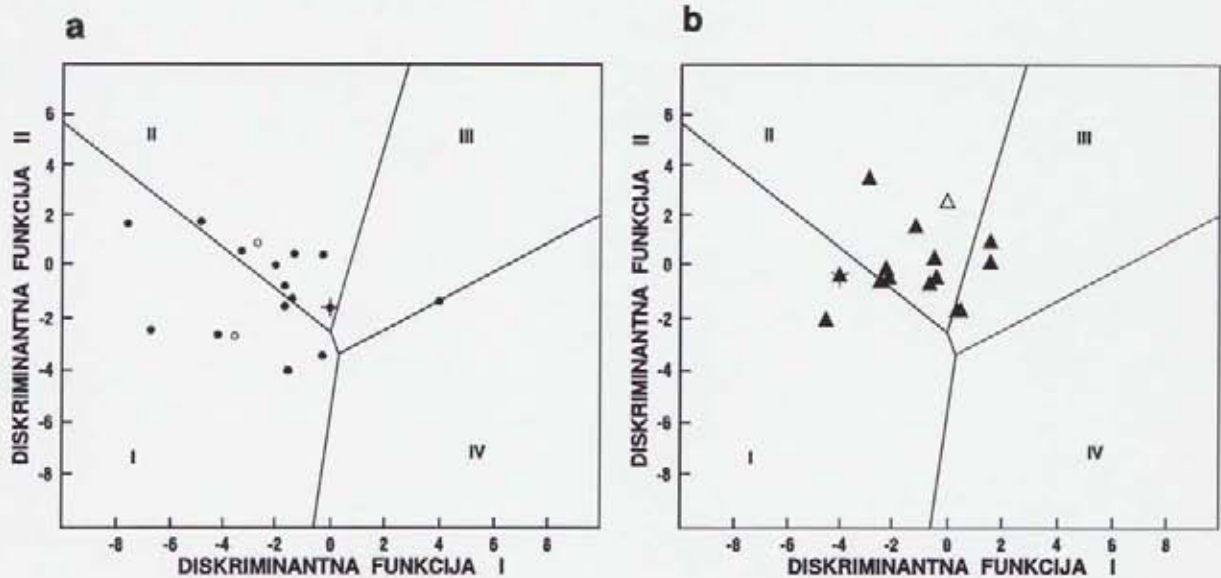
PJEŠČENJACI																						
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅		
SiO ₂	1.00																					
TiO ₂	-0.55	1.00																				
Al ₂ O ₃	-0.43	0.12	1.00																			
Fe ₂ O ₃	-0.53	0.34	0.11	1.00																		
MnO	-0.30	0.05	0.02	-0.05	1.00																	
MgO	-0.03	0.35	-0.28	-0.35	-0.08	1.00																
CaO	-0.35	-0.25	-0.20	0.01	0.71	-0.16	1.00															
Na ₂ O	-0.08	-0.35	0.10	-0.55	0.11	0.28	0.29	1.00														
K ₂ O	-0.20	0.75	0.01	0.18	-0.27	0.08	-0.42	-0.56	1.00													
P ₂ O ₅	-0.29	0.46	0.20	0.08	0.60	0.22	0.03	0.01	-0.04	1.00												
SILTITI I ŠEJLOVI																						
SiO ₂	0.13	-0.14	-0.08	-0.02	-0.13	0.22	-0.10	0.27	-0.41	0.20	1.00											
TiO ₂	0.10	-0.07	-0.28	0.05	-0.23	0.09	-0.03	0.14	-0.05	-0.12	0.12	1.00										
Al ₂ O ₃	0.10	0.08	-0.38	0.10	0.34	-0.20	0.35	-0.49	0.19	-0.03	-0.52	-0.40	1.00									
Fe ₂ O ₃	0.12	0.01	0.45	0.00	-0.26	-0.37	-0.43	-0.26	0.31	-0.12	-0.71	-0.03	0.09	1.00								
MnO	0.28	0.03	-0.13	-0.27	0.26	0.07	-0.12	0.05	0.02	0.11	-0.29	0.08	0.10	0.17	1.00							
MgO	-0.20	-0.02	0.36	-0.24	-0.12	0.12	-0.16	0.49	0.03	-0.09	-0.34	0.31	-0.58	0.43	0.24	1.00						
CaO	-0.31	0.26	0.03	0.13	-0.12	0.31	-0.12	0.10	0.21	-0.19	-0.48	0.27	-0.19	0.25	0.41	0.69	1.00					
Na ₂ O	-0.26	0.02	0.39	0.09	-0.16	-0.14	-0.16	0.05	0.22	-0.16	-0.38	0.39	-0.49	0.49	-0.05	0.81	0.55	1.00				
K ₂ O	-0.11	0.13	-0.24	-0.12	0.42	0.06	0.48	-0.07	0.09	0.04	-0.20	-0.58	0.70	-0.26	0.09	-0.53	-0.29	-0.67	1.00			
P ₂ O ₅	-0.04	-0.09	0.33	0.07	0.19	-0.18	-0.15	-0.11	0.08	-0.22	0.01	0.22	-0.44	0.18	-0.33	0.40	0.17	0.69	-0.68	1.00		

Tablica 17. Koeficijenti korelacije makroelemenata između psamita i pelita jedinice Markov Travnik.

Diskriminantnom analizom odnosa elemenata u relaciji prema Al₂O₃ i konstrukcijom dijagrama FI : FII (sl.81a) dobiva se pomicanje analiziranih uzoraka, osim u polje kiselih magmatskih stijena i u polje neutralnih magmatskih stijena.

Na temelju gore navedenih podataka diskriminantnih analiza može se zaključiti da je izvorišno područje iz kojeg potječe materijal za pješčenjake jedinice Markov Travnik bilo izgrađeno od kiselih i neutralnih magmatskih stijena, a manjim dijelom i od kvarcno-sedimentnih stijena.

Kod određivanja izvorišnih stijena za pelite pokazuju se određene razlike u odnosu na pješčenjake. Na diskriminantnom dijagramu makroelemenata (ROSER & KORSCH, 1988) (sl.80b) analizirani uzorci siltita i šejlova iz matriksa jedinice Markov Travnik padaju pretežito u polje kiselih i neutralnih magmatskih stijena, a malim dijelom i u polje kvarcno-sedimentnih (kontinentalnih) stijena. Na dijagramu, gdje su diskriminantno analizirani odnosi makroelemenata, uzorci Markovog Travnika pokrivaju, također, ta tri polja, ali s težištem na polju neutralnih magmatskih stijena i na polju kvarcno-sedimentnih stijena (sl.81b). *Na temelju tih analiza može se zaključiti da je izvorišno područje s kojega je erodiran materijal za pelite Markovog Travnika bilo izgrađeno, podjednako, od kvarcno-sedimentnih stijena i kiselih kao i neutralnih magmatskih stijena.*

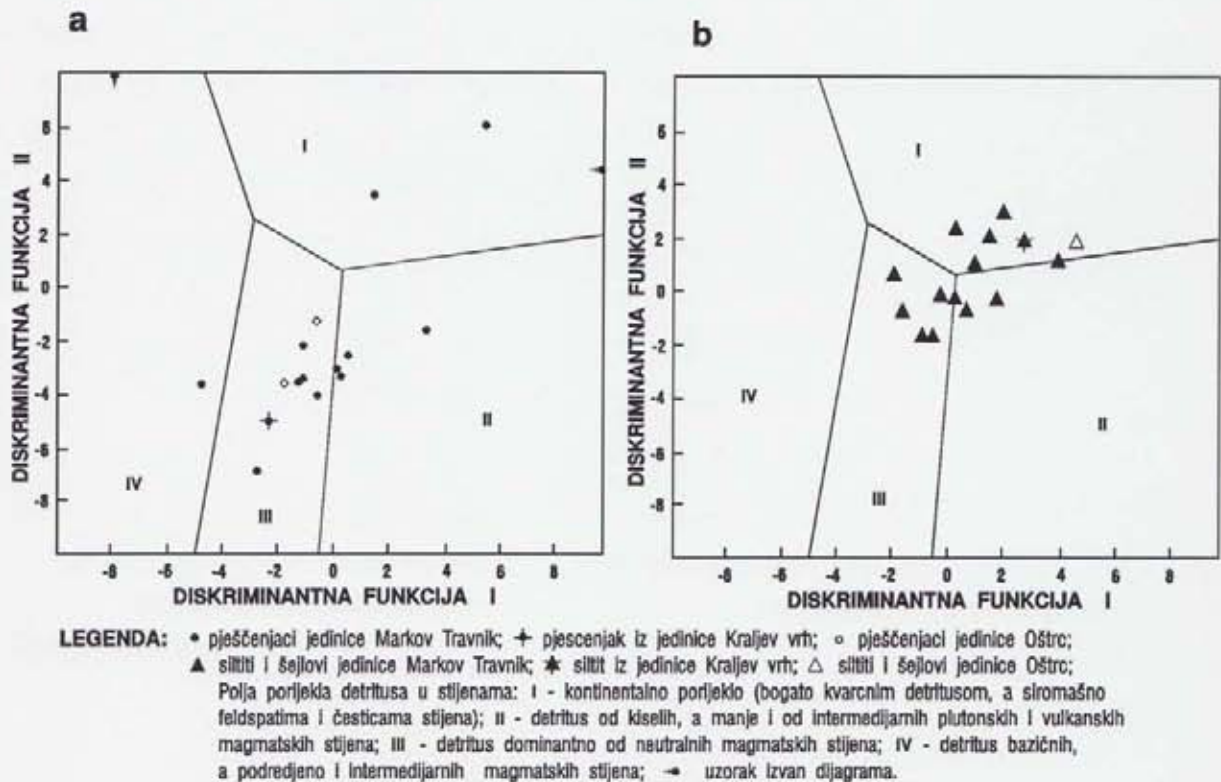


LEGENDA: • pješčenjaci jedinice Markov Travnik; + pjesčanjak iz jedinice Kraljev vrh; ○ pješčenjaci jedinice Oštrc;
 ▲ siltiti i šejlovi jedinice Markov Travnik; ★ siltiti iz jedinice Kraljev vrh; △ siltiti i šejlovi jedinice Oštrc;
 Polja porijekla detritusa u stijenama: I - kontinentalno porijeklo (bogato kvarcnim detritusom, a siromašno feldspatima i česticama stijena); II - detritus od kiselih, a manje i od intermedijarnih plutonskih i vulkanskih magmatskih stijena; III - detritus dominantno od neutralnih magmatskih stijena; IV - detritus bazičnih, a podređeno i intermedijarnih magmatskih stijena.

Sl. 80. Dijagram diskriminantnih funkcija FI:FII makroelemenata za psamite (a) i pelite (b) jedinice Markov Travnik (Dijagram i diskriminantne funkcije iz ROSE & KORSCH, 1988). Diskriminantna funkcija I: $-1.773 \text{ TiO}_2 + 0.607 \text{ Al}_2\text{O}_3 + 0.76 \text{ Fe}_2\text{O}_3^* - 1.5 \text{ MgO} + 0.616 \text{ CaO} + 0.509 \text{ Na}_2\text{O} - 1.224 \text{ K}_2\text{O} - 9.090$ (konstanta); Diskriminantna funkcija II: $+0.445 \text{ TiO}_2 + 0.07 \text{ Al}_2\text{O}_3 - 0.25 \text{ Fe}_2\text{O}_3 - 1.142 \text{ MgO} + 0.438 \text{ CaO} + 1.475 \text{ Na}_2\text{O} + 1.426 \text{ K}_2\text{O} - 6.861$ (konstanta).

Analiza rezultata modalne analize pješčenjaka jedinice Markov Travnik i isctavanje QFL-dijagrama pokazala je da te stijene pripadaju recikliranom orogenu odnosno da su vjerojatno nastale u području padine, neposredno iznad jarka (vidjeti sl.42). Ti pješčenjaci imaju visok sadržaj SiO_2 (77.16%-preračunato), a odnos $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ je < 1 (0.95) što bi po klasifikaciji grauvaka u odnosu na njihovu geotektonsku podjelu (CROOK, 1974) odgovaralo grupi, koja ima mješovito podrijetlo materijala, a razvijena je na aktivnom kontinentalnom rubu. Sadržaj SiO_2 , u slučaju pješčenjaka Markovog Travnika ukazuje, međutim, na sedimentaciju na pasivnom kontinentalnom rubu. Ali kao što je već prethodno navedeno, ovako visok sadržaj SiO_2 ne potječe samo od detritusa kvarca, koji bi upućivao na pasivni kontinentalni rub, nego je uvjetovan i relativno visokim sadržajem rožnjačkih fragmenata, koji bi, na primjer, mogli potjecati i iz priraštajnog ruba.

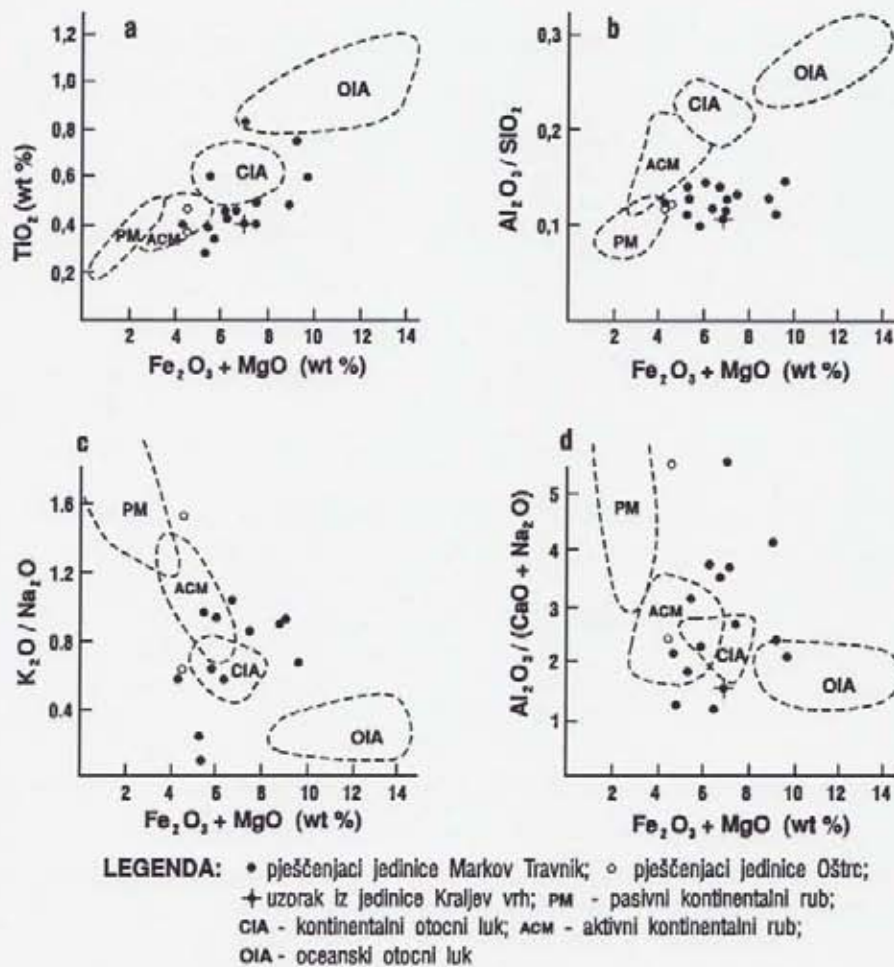
Zbog detaljnijeg definiranja geotektonskog okoliša nastanka ovih sedimenata upotrebljeni su i drugi odnosi pojedinih makroelemenata (tab.14), a koji su prikazani na dijagramima, gdje su diskriminirani TiO_2 , $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$, $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ i $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{CaO}+\text{Na}_2\text{O})$ vs.



Sl. 81. Dijagram diskriminantnih funkcija FI:FII *odnosa* makroelemenata za psamite (a) i pelite jedinice Markov Travnik (Dijagram i diskriminantne funkcije iz ROSER & KORSCH, 1988) Diskriminantna funkcija I: $30.638 \text{ TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 - 12.541 \text{ Fe}_2\text{O}_3^*/\text{Al}_2\text{O}_3 + 7.329 \text{ MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3 + 12.031 \text{ Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3 + 35.402 \text{ K}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3 - 6.382$ (konstanta); Diskriminantna funkcija II: $56.5 \text{ TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 - 10.879 \text{ Fe}_2\text{O}_3^*/\text{Al}_2\text{O}_3 + 30.875 \text{ MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3 - 5.404 \text{ Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3 + 11.112 \text{ K}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3 - 3.89$ (konstanta).

$\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{MgO}$ (BHATIA, 1983) (sl.82). Na dijagramu TiO_2 vs. $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{MgO}$ (sl.82a) analizirani uzorci koncentrirani su kod polja za pješčenjake nastale u području aktivnog kontinentalnog ruba i kontinentalnog otočnog luka. Većim dijelom, međutim, oni se nalaze izvan tih polja što je posljedica povećanog sadržaja feromagnezijskih minerala. Slična situacija je i na dijagramu $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ vs. $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{MgO}$ (sl.82b) s tom razlikom da je ovdje snižen sadržaj aluminija. Povećan sadržaj feromagnezijskih minerala, a smanjen sadržaj aluminija indicira na jače trošenje bazičnih i neutralnijih vulkanskih stijena u izvorišnom području odnosno na slabiji donos materijala s kristalinskog područja. Na dijagramima $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ i $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{CaO}/\text{Na}_2\text{O})$ vs. $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{MgO}$ uzorci se koncentriraju u područjima aktivnog kontinentalnog ruba odnosno kontinentalnog otočnog luka (sl. 82c i d).

Na dijagramu $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ vs. SiO_2 (sl.83a) (ROSER & KORSCH, 1986) pokazuje se grupiranje uzoraka pješčenjaka u polju aktivnog kontinentalnog ruba i pasivnog kontinentalnog ruba. Na ovom dijagramu pomak analiziranih uzoraka prema polju pasivnog kontinentalnog ruba uvjetovan je vjerojatno transformacijom minerala gline matriksa

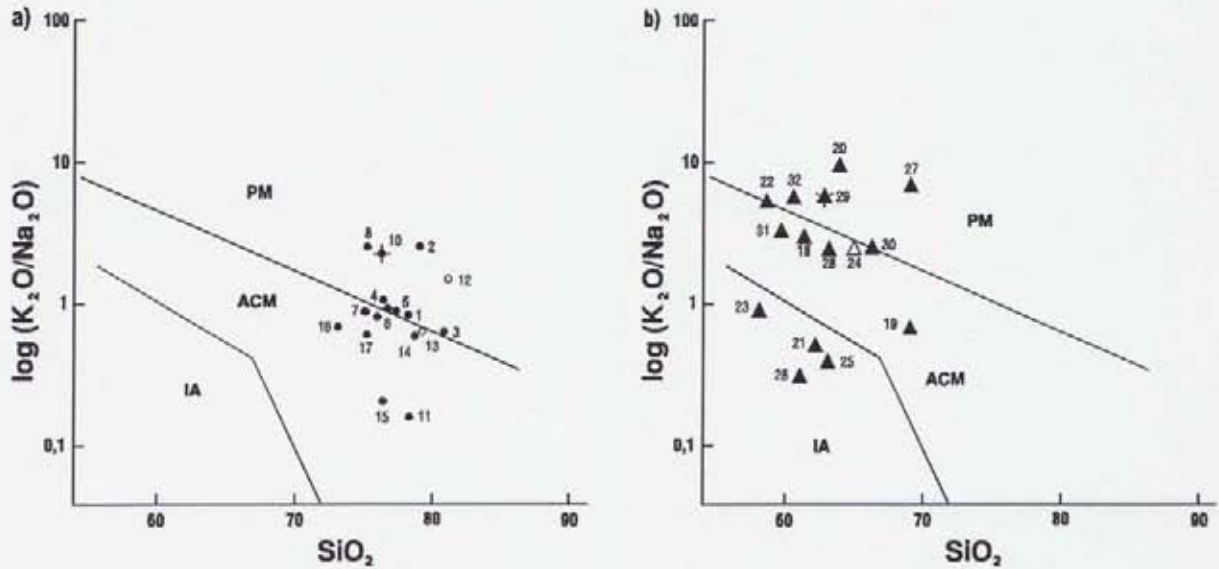


Sl. 82. Dijagrami odnosa pojedinih makroelemenata za određivanje geotektonskog režima pri taloženju pješčenjaka (BHATIA, 1983).

pješčenjaka u muskovit uz dovođenje kalija tijekom dijagenese te se ne radi o detritičnim mineralima (tinjci), koji bi bili doneseni u bazen s kontinentalnog područja.

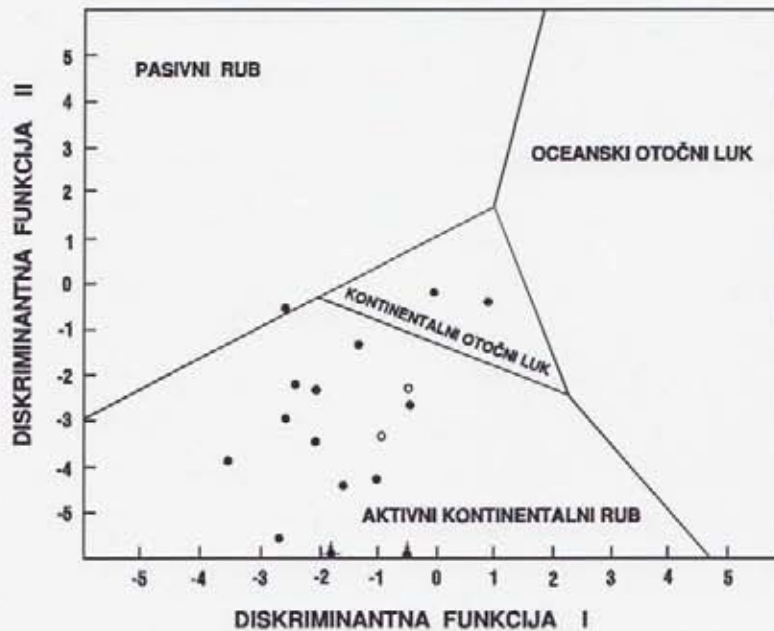
Diskriminantna analiza i dijagram FI:FII (sl.84) (BHATIA, 1983) pokazuje da pješčenjaci Markovog Travnika većinom padaju u polje aktivnog kontinentalnog ruba, a samo manjim dijelom i u polje kontinentalnog otočnog luka.

Na diskriminacijskom dijagramu mikroelemenata, gdje je uzet odnos La:Th:Sc (BHATIA & CROOK, 1986) (sl.85) analizirani uzorci koncentrirani su u polju kontinentalnog otočnog luka. Kod odnosa La vs. Th (sl.86) pokazuje se manje rasipanje rezultata, ali je trend isti kao i na prethodnom dijagramu.



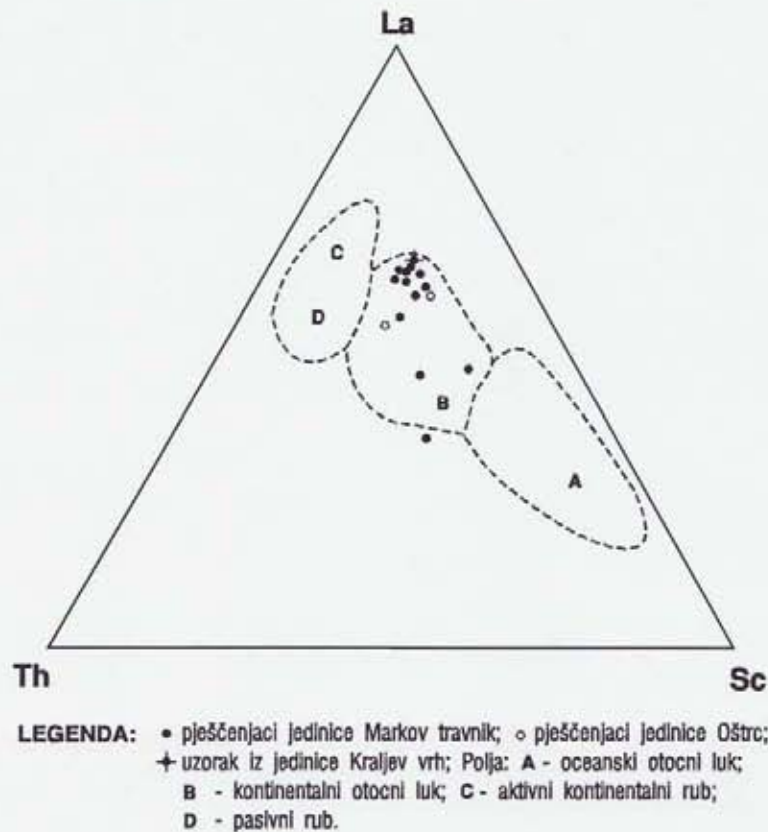
LEGENDA: • pješčenjaci jedinice Markov Travnik; + pješčenjak jedinice Kraljev vrh;
 ○ pješčenjaci jedinice Oštro; ▲ siltiti i šejlovi jedinice Markov Travnik;
 ★ siltit iz jedinice Kraljev vrh; △ siltit iz jedinice Oštro; 1-32 redni brojevi uzoraka iz tablice 9; Polja: IA - otočni luk; ACM - aktivni kontinentalni rub; PM - pasivni rub.

Sl. 83. Dijagram K_2O/Na_2O vs. SiO_2 za psamite i pelite jedinice Markov Travnik (Dijagram iz ROSER & KORSCH, 1986).



LEGENDA: • pješčenjaci jedinice Markov Travnik; ○ pješčenjaci jedinice Oštro;
 + uzorak iz jedinice Kraljev vrh; ↓ uzorci van dijagrama

Sl. 84. Dijagram diskriminantnih funkcija FI:FII za psamite jedinice Markov Travnik (Dijagram i diskriminantne funkcije iz BHATIA, 1983); Diskriminantna funkcija I: $-0.0447 SiO_2 - 0.972 TiO_2 + 0.008 Al_2O_3 - 0.267 Fe_2O_3 + 0.208 FeO - 3.082 MnO + 0.140 MgO + 0.195 CaO + 0.719 Na_2O - 0.032 K_2O + 7.510 P_2O_5 + 0.303$ (konstanta); Diskriminantna funkcija II: $-0.421 SiO_2 + 1.988 TiO_2 - 0.526 Al_2O_3 - 0.551 Fe_2O_3 - 1.610 FeO + 2.720 MnO + 0.881 MgO - 0.907 CaO - 0.177 Na_2O - 1.840 K_2O + 7.244 P_2O_5 + 43.57$ (konstanta).



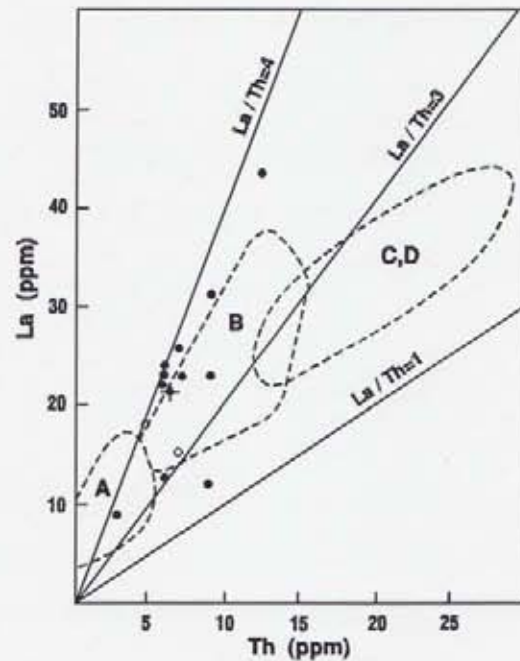
Sl. 85. Trokomponentni dijagram La - Th - Sc za arenite jedinice Markov Travnik (Dijagram iz BHATIA & CROOK, 1986).

*

Nakon razmatranja odnosa različitih makroelemenata, diskriminantnih analiza te odnosa mikroelemenata može se zaključiti da su pješčenjaci jedinice Markov Travnik taloženi u području aktivnog kontinentalnog ruba ispred(?) kojeg se vjerojatno nalazio kontinentalni otočni luk.

Na dijagramu za definiranje geotektonskog okoliša (sl.83b) peliti su raspršeni na sva tri polja, ali s težištem na polju aktivnog kontinentalnog ruba i na polju otočnog luka. Veći sadržaj kalija je i u pelitima vjerojatno pospješeno transformacijom minerala glina u tinjce tijekom dijageneze. Unatoč toj činjenici znakovito je da uzorci pelita padaju i u polje otočnog luka. Na temelju toga može se zaključiti da je više vjerojatno da su te stijene nastale u području aktivnog kontinentalnog ruba i kontinentalnog otočnog luka.

O porijeklu materijala za psamite i pelite jedinica Kraljev Vrh i Oštrc s geokemijskog gledišta ne može se ovdje ništa detaljnije reći zbog nedostatka dovoljnog broja analiza za statističku obradu. Iz tog razloga su točke tih uzoraka prikazane na pojedinim dijagramima samo radi vrlo grube komparacije s ostalim uzorcima, ali bez ikakvih validnih zaključaka.



LEGENDA: ● pješčenjaci jedinice Markov Travnik; ○ pješčenjaci jedinice Oštrc;
 ✦ uzorak iz jedinice Kraljev vrh; A - oceanski otocni luk;
 B - kontinentalni otocni luk; C - aktivni kontinentalni rub;
 D - pasivni kontinentalni rub.

Sl. 86. La vs. Th dijagram za arenite jedinice Markov Travnik (Dijagram iz BHATIA & CROOK, 1986).

*

Na temelju geokemijskih pokazatelja za psamite i pelite jedinice Markov Travnik može se iznijeti sljedeće:

- po sadržaju makroelemenata ove dvije grupe stijena se znatno razlikuju (tab.10 i 11), a posebno je ta razlika izražena kod sadržaja mikroelemenata (tab.12, 13 i 13A),
- na Harkerovim dijagramima pješčenjaci pokazuju negativnu lineranu korelaciju kod svih makroelemenata u odnosu na SiO_2 , dok kod pelita TiO_2 i MgO pokazuju pozitivnu lineranu korelaciju u odnosu na SiO_2 (sl.79),
- na temelju izračunatog koeficijenta korelacije za makroelemente ove dvije grupe stijena (psamiti i peliti) ne pokazuju niti pozitivnu, a niti negativnu međusobnu korelaciju što znači da se one geokemijski bitno razlikuju (tab.17),
- izvorišna područja za psamite bila su izgrađena pretežito od kiselih i neutralnih magmatskih stijena, a manjim dijelom i od kvarcno-sedimentnih stijena, dok su ona za pelite bila podjednako zastupljena (sl.80 i 81) i
- geotektonski položaj nastanka obje vrste stijena bio je vrlo sličan, a to je bilo područje aktivnog kontinentalnog ruba i kontinentalnog otočnog luka (sl.82-86).

5. GEODINAMIČKA EVOLUCIJA TERENA OD TRIJASA DO GORNJE KREDE

Rekonstrukcija geotektonske evolucije jugozapadnog dijela Panonskog prostora, kojem pripadaju istraživana područja, za vrijeme mezozoika otežana je zbog relativno velike pokrivenosti mezozojskih stijena tercijarnim i kvartarnim sedimentima, dezintegriranosti stijena ofiolitne sekvencije (subdukcijski procesi) te relativno rijetke mreže dubokih istražnih bušotina, preko kojih bi se površinski izdanci mogli bolje povezati i komparirati. U prvom dijelu ovog poglavlja (5.1.) pokušat ću, na temelju prethodno iznesenih faktografskih podataka, rekonstruirati slijed geoloških događanja na prostoru, kojem su pripadali istraživani tereni, a u drugom dijelu (5.2.) pokušat ću, na temelju literaturnih podataka i predloženih geotektonskih koncepcija, uklopiti dobivene rezultate u širi Panonski prostor.

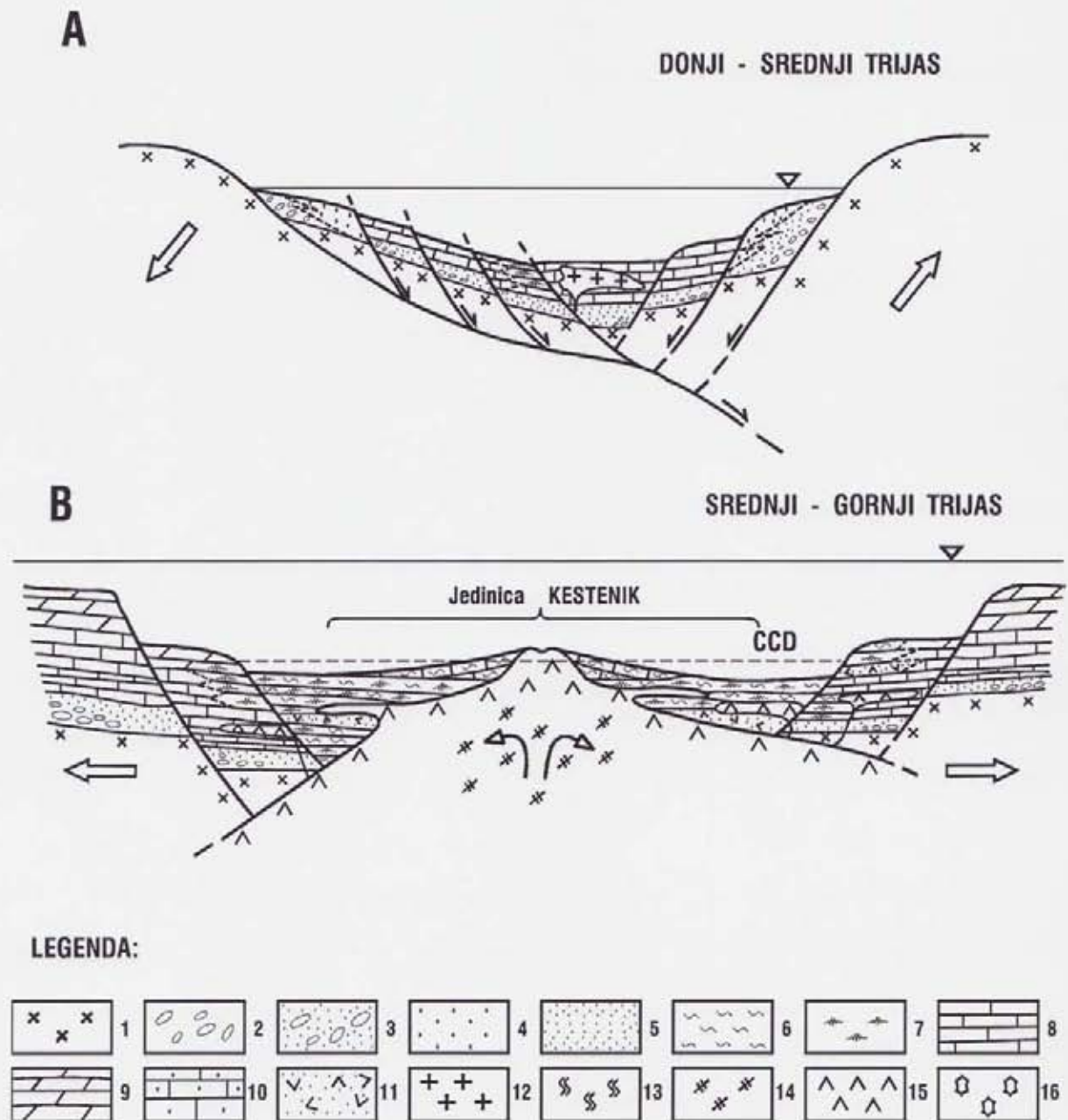
5.1.

Najstarije stijene istraživanog prostora su iz jedinice Kestenik, koje su izgrađene od bazičnih efuzivnih stijena (najčešće pillow lava), zatim radiolarita, rožnjaka, silita i šejlova te pelagičkih vapnenaca, koji se nalaze između pillow lava. Starost radiolarita determinirana je pomoću radiolarija i ona je na području Kalnika u rasponu od srednjeg karnika do srednjeg norika. Na Medvednici starost radiolarita je u rasponu od gornjeg ladinika do gornjeg karnika. Starost pelagičkih vapnenaca između pillow lava na Medvednici kreće se u rasponu ladinik-karnik, a to je ujedno i starost izljevanja pillow lava. Na Kalniku se radiolariti proslojavaju ili leže direktno na pillow lavama, pa nam starost radiolarita određuje i starost vulkanizma. Efuzivne stijene su bazičnog do intermedijarnog tipa i radi se o visokotitanskim toleitnim bazaltima. Po geokemijskim podacima oni su nastajali u području unutar ploča kao i u područjima koja ogovaraju srednjooceanskim hrptovima. Petrokemijski podaci jasno diferenciraju te dvije grupe (sl. 76). Prva grupa efuziva, nastalih unutar ploča, indicira početak riftinga kontinentalne kore, dok druga upućuje na postojanje već formiranog oceanskog hrpta s aktivnim širenjem oceanskog dna bez obzira na njegovu širinu.

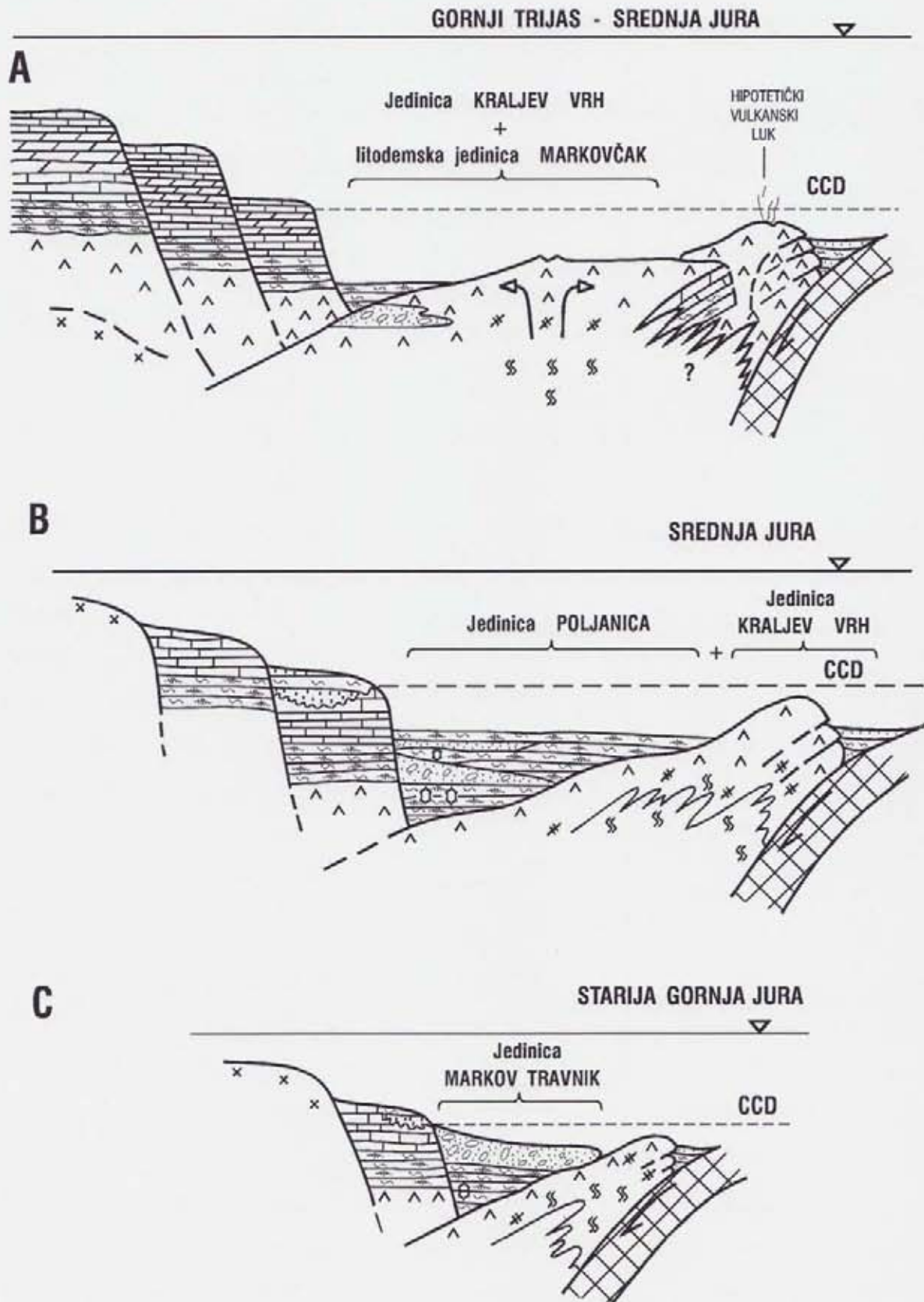
Zbog zajedničkog pojavljivanja bazičnih efuziva i silicijskih sedimenata, koji su genetski vezani uz njih bilo bi zbog rekonstrukcije početka riftinga od izuzetnog značaja utvrditi njihov odnos spram stijena podloge. Na istraživanim područjima, zbog intenzivne tektonske reduciranosti naslaga, nije utvrđen kontakt prethodno opisanih magmatskih stijena sa sedimentima iz predriftne sekvencije. Pošto magmatske stijene srednjooceanskih hrptova

praktički nemaju podloge, koja bi bila izgrađena od dijelova kontinentalne kore, taj kontakt odnosno naznake početka riftovanja moramo tražiti u onim dijelovima trijaskih naslaga, koje su egzistirale u vrijeme inicijalizacije riftinga ili su u to vrijeme sedimentirane na padinama ili kontinentalnoj platformi (?platformama) nastajućeg oceanskog prostora (sl.87A).

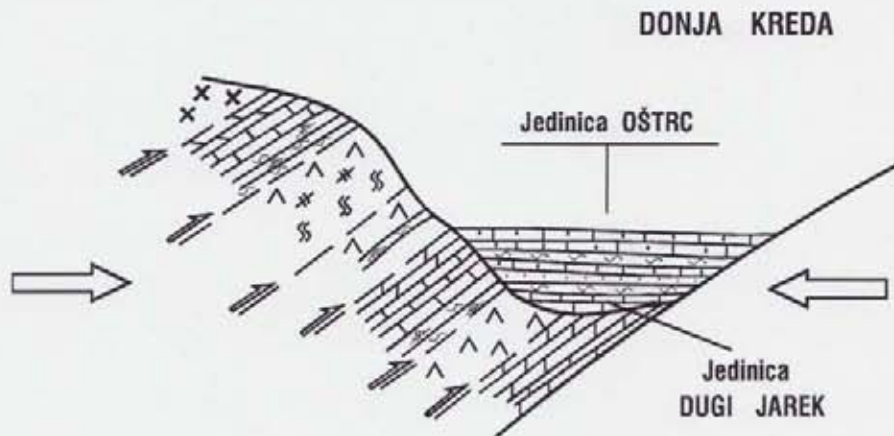
Sedimenti donjotrijaske starosti su na Ivanščici, Medvednici, Samoborskoj gori i Žumberku uniformno razvijeni. Starije dijelove izgrađuju siliciklastični, pretežito živo obojeni, psamiti i peliti, dok se u mlađim povećava karbonatna komponenta te su predstavljeni laporima, vapnencima, dolomitičnim vapnencima i dolomitima. U tim sedimentima ne nalazimo znakova vulkanske aktivnosti u vrijeme njihova nastanka, ali ovakav slijed naslaga može indicirati na spuštanje terena tj. produbljavanja taložnog prostora i nadiranje mora, a što bi opet moglo upućivati na eventualnu inicijalizaciju nastupajućeg riftinga kontinentalne kore i produbljavanje taložnog prostora. Prijelaz u srednji trijas je kontinuiran uz povećanje karbonatne komponente u sedimentima, a siliciklastične naslage postupno su u potpunosti zamijenjene vapnencima, dolomitičnim vapnencima i dolomitima anizičke starosti (BASCH, 1983; ŠIKIĆ et al., 1979; ŠIMUNIĆ et al., 1981; ŠIKIĆ, 1995). Zajedno s karbonatima, na području Ivanščice, pojavljuju se i dolomitne breče (ŠIMUNIĆ et al., 1981), koje su, također, znak tektonskih pokreta u tom dijelu Tetisa. Jače diferenciranje taložnog prostora i utjecaj magmatizma u području gdje su sedimentirane naslage, koje danas nalazimo na Ivanščici i Zelinskoj gori naziru se već tijekom anizika. Tako na dolomitičnim vapnencima na Zelinskoj gori slijede sivi i crveni rožnjaci (BASCH, 1983), koji bi mogli biti bočni produkti dubljevodne sedimentacije na utonulim i nagnutim blokovima paralelno zoni riftinga. Međutim, zbog nedostatka materijalne dokumentacije ne može se reći da li je u to vrijeme došlo već do stvaranja magmatskog rifta na tom prostoru. Međutim, na Ivanščici nalazimo prve izljeve bazičnih do neutralnih lava (andezito-bazalti i spilitizirani bazalti) tijekom gornjeg dijela anizika (ŠIMUNIĆ et al., 1976, 1981; MARCI et al., 1982, 1984, 1988). Na tom prostoru efuzivi su se izlivali sinkrono s taloženjem sitnozrnatih klastita (siltiti i šejlovi), pelagičkih vapnenaca, tufita, tufova i radiolarijskih rožnjaka. Na temelju petrokemijskih podataka (vidjeti poglavlje 4.1.) pretpostavljam da se ovdje radi o probojima i izljevima magmatskih stijena kroz i iznad istanjene kontinentalne kore duž dubinskih bočnih rasjeda na nagnute i istanjene blokove kontinentalne kore (sinriftni vulkanizam). Osim toga, na Zelinskoj gori (sjeveroistočna Medvendica) opisani su keratofiri, albitski graniti, albititi,



Sl. 87. Idealizirani geodinamički model stvaranja trijaskog oceanskog prostora za istraživane terene. A - model riftinga kontinentalne kore u donjem trijasu i donjem dijelu srednjeg trijasa (transtensional simple share model - prilagođen po WERNICKE, 1985); B - situacija tijekom srednjeg i dijela gornjeg trijasa. **Legenda:** 1 - stijene podloge; 2 - konglomerati; 3 - matrikspotporni konglomerati (debriti); 4 - pješčenjaci; 5 - siltiti; 6 - šejlovi; 7 - rožnjaci i radiolariti; 8 - vapnenci; 9 - dolomiti; 10 - kalkareniti; 11 - piroklastiti; 12 - neutralne i kisele magmatske stijene; 13 - ultrabaziti; 14 - gabri; 15 - bazični efuzivi i žilne stijene; 16 - olistoliti.



Sl. 88. Geodinamika istraživanih terena nakon početka subdukcijskih procesa u gornjem trijasu-donjoj juri. A - stvaranje zalučnog bazena i hipotetičkog vulkanskog luka; B - taloženje srenjojurskih radiolarita s olistostromama i formiranje trench-slope bazena, gdje je taložen materijal od kojeg su kasnije nastali sedimenti jedinice Markov Travnik; C - sužavanje sedimentacijskog prostora i taloženje naslaga jedinice Markov Travnik (Legendu vidjeti sl.84).



Sl. 89. Skica formiranja gornjojusko-donjokrednog perifernog kolizijskog foreland bazena u kojem su taložene stijene jedinica Dugi Jarek i Oštrc (Legendu vidjeti sl.87).

granofiri i dioriti (MAJER & MAJER, 1974; BASCH, 1983), koji su vrlo slični onima iz spilit-keratofirske asocijacije Dinarida (PAMIĆ, 1982a). Opisane stijene čine proboje, a starost im nije točno definirana nego se smatra da su one nastale u vremenskom rasponu između donjeg trijasa i miocena (MAJER & MAJER, 1974). Međutim, pretpostavlja se i njihova nesigurna permska starost (BASCH, 1983). Te magmatske stijene leže između sedimentata donjotrijaske i miocenske starosti te se može pretpostaviti da su to ostaci neutralnih i kiselih produkata trijaskog riftnog magmatizma.

Do otvaranja oceanskog prostora, odnosno do oceanizacije, došlo je tijekom ladinika i to u području, gdje su nastale efuzivne i sedimentne stijene, koje danas nalazimo na Medvednici i Kalniku, a bile su predmet ovog istraživanja (sl.87B). Analiza petrokemijskih podataka magmatskih stijena pokazuje da je u to vrijeme došlo do formiranja bazičnih efuzivnih stijena nastalih u području srednjooceanskog hrpta (usporediti diskriminacijske dijagrame u poglavlju 4.1.), što potvrđuje pretpostavku da je formiran srednjooceanski spreading centar duž kojeg su se izljevale lave i duž kojeg je dolazilo do intruzija, čime se formirala oceanska kora. Geokemijska analiza radiolarita upućuje na sporo taloženje i na relativno veliku udaljenost sedimentacijskog prostora od kopna i na dubinu mora ispod CCD. Sve navedeno kao i pojave proslojaka manganskih oksida i tuftičnih radiolarijskih šejlova te normalnog kontakta radiolarita i efuziva ukazuje na sedimentaciju silicijskih stijena na dijelovima već formirane oceanske kore. Na temelju raspoloživih biostratigrafskih podataka može se zaključiti da je širenje oceanskog dna trajalo sigurno do srednjeg norika, no moguće je da je trajalo i duže, ako pretpostavimo da je veći dio te oceanske kore, zajedno s njenim

sedimentima, bio konzumiran tijekom kasnijih subdukcijskih procesa te danas nije dostupan proučavanju.

Vremenske bočne ekvivalente magmatskih stijena nalazimo na Žumberku, Samoborskom gorju, u alohtonim trijaskim dijelovima na Zagrebačkoj gori (navlaka Zakičnica), Zelinskoj gori, Hum-Šagudovcu i Ivanščici. Ovisno o prostornom položaju tj. udaljenosti od oceanskog odnosno suboceanskog prostora razlikuju se i sedimenti, koji slijede na predriftnu sekvenciju na tim planinama. To znači da se s udaljenošću smanjuje udio silicijske odnosno piroklastične komponente, a povećava se udio karbonata. Petrografski i petrokemijski sastav magmatskih stijena razlikuje se, također, što je ovisno i o vremenu njihovog izlivanja odnosno intruzija. Tako na Žumberku (BUKOVAC et al., 1995), Samoborskom gorju i alohtonim dijelovima srednjeg trijasa na Zagrebačkoj gori (Zakičnica) (ŠIKIĆ et al., 1979) u pretežito karbonatnim sedimentima (dolomiti i dolomitični vapnenci) nalazimo i do nekoliko dekametara debele proslojke izgrađene od sivih i crvenih radiolarijskih rožnjaka, tamnosivih pločastih vapnenaca, lapora, šejlova, siltita, sivih i crvenih cefalopodnih vapnenaca (Samoborsko gorje, Žumberak) te zelenkastih piroklastičnih stijena (bazični tufovi i tufiti) (ŠIKIĆ et al., 1979). Samo na Ivanščici u tim nivoima nalazimo i izljeve bazičnih do neutralnih efuziva s piroklastitima (ŠIMUNIĆ et al., 1981), što bi se eventualno moglo protumačiti bližim položajem tih prostora u odnosu na nastajući spreading centar.

Razvojem i širenjem oceanskog prostora stijene, koje su sedimentirane na margini (šelf) nalazile su se pod sve slabijim vulkanskim utjecajem i na tim dijelovima taložile su se "čiste" karbonatne naslage od gornjeg ladinika do u donji lijas.

Za geološka zbivanja, koja su se događala tijekom reta i lijasa na prostoru Medvednice i Kalnika, gdje su dokumentirane magmatske stijene (ladinik do srednji norik) za sada nema materijalne dokumentacije (fragmenti gornjotrijaskih i lijaskih karbonata opisani su na području Medvednice u gornjokrednim kršnicima - GUŠIĆ & BABIĆ, 1972; ŠIKIĆ et al., 1979). Mogući razlozi nedostatka relevantnih paleontoloških podataka za to razdoblje diskutirani su u poglavlju 3 te ću stoga ovdje iznijeti samo ukratko neke pretpostavke. Kao što je navedeno (poglavlje 2.1.), osim radiolarita u jedinici Kestenik nalazimo relativno debele pakete rožnjaka, šejlova i siltita u kojima nema fosilne dokumentacije tako da oni predstavljaju duža vremenska razdoblja od onih dokumentiranih fosilima. Bioprodukcija je mogla biti, također, prekinuta i vulkanskom aktivnošću, zatim promjenom konfiguracije dna taložnog bazena, a ujedno i promjenom smjera morskih struja te promjenom pravca uzlaznih

struja ("upwelling"). Nadalje, dijelovi magmatskih stijena, a isto tako i sedimenta, koji su eventualno taloženi na njima, mogli su biti konzumirani tijekom subdukcijskih procesa.

Analiza petrokemijskih pokazatelja magmatskih stijena iz jedinice Poljanica pokazala je da se radi o bazičnim efuzivima, pretežito subalkalijske serije, a niskokalijskog tipa. To su visokotitanski toleitni bazalti, pretežito E-tip bazalti srednjooceanskog hrpta, a podređeno i N-tip bazalti (vidjeti poglavlje 4.1.).

U ovom kontekstu treba razmatrati i magmatske stijene jedinice Kraljev Vrh, za koje, međutim, nema paleontoloških podataka o starosti. Geokemijski podaci svrstavaju efuzivne i žilne stijene ove jedinice, također, u visokotitanske toleitne bazalte N-tipa nastale pretežito u području srednjooceanskog hrpta, zatim u području otočnog luka, ali vjerojatno i u području zalučnog bazena (back-arc basin) (poglavlje 4.1.).

Na ovom mjestu želim skrenuti pažnju i na ultrabazične stijene, koje nalazimo kao sekundarne blokove unutar jedinice Markov Travnik, ali i kao primarne izdanke kod Gornjeg Orešja (ŠIMUNIĆ & PAMIĆ, 1989) te u dubokim istražnim bušotinama jugoistočno od Medvednice (Lonjica, Laktec i Banje Selo - vidjeti tab.3 i 4 i sl.38) i istočno od Kalnika (Jagnjedovac i Lepavina - VRAGOVIĆ & MARCI, 1973) (sl.38). Ove stijene vjerojatno pripadaju ofiolitnim stijenama predmetnih terena, a mogle bi se korelirati s onima u Dinaridima. Za ultramafite Centralnog dinaridskog ofiolitnog pojasa u Bosni i ultramafite na Banovini pretpostavlja se nastanak u području zalučnog oceanskog bazena (LUGOVIĆ et al., 1991; MAJER, 1993). Na temelju toga može se, i za one prethodno spomenute, pretpostaviti isti geotektonski režim njihovog generiranja. Za detaljniju petrokemijsku i geotektonsku klasifikaciju magmatskih stijena jedinice Kraljev Vrh i ultramafita jugoistočnog dijela Medvednice potrebno je više geokemijskih podataka (makroelementi, mikroelementi, rijetke zemlje, nestabilni i stabilni izotopi), a što bi prelazilo okvire ovog rada. Stoga ću na temelju raspoloživih podataka, kako geokemijskih, tako i geoloških, pokušati prikazati mogući model nastanka ofiolitnih stijena udruženih sa sedimentima, a koji će se nastaviti na onaj prethodno predstavljen za razdoblje trijasa. U taj model biti će uključene i magmatske stijene jedinice Kraljev Vrh, litodemske jedinice Markovčak i ultramafiti, bez obzira na nedostatak podataka o njihovoj starosti (sl.88A-C).

Vjerojatno već tijekom gornjeg trijasa ili donje jure prestalo je širenje, u ladiniku formiranog oceanskog prostora, a nakon regionalne promjene smjera stresa, dolazi do kompresije i početka subdukcijskih procesa na ovim prostorima. Promjena od djelovanja ekstenzije u kompresiju bilo je najvjerojatnije uvjetovano otvaranjem zapadnog dijela

Neotetisa tj. otvaranjem centralnog dijela Atlantika krajem trijasa i početkom jure. Sličan tijek događaja može se rekonstruirati i u Meliata zoni u Mađarskoj i južnoj Slovačkoj (KOZUR, 1991; CHANNELL & KOZUR, 1997). Nastupajući subdukcijski procesi i konzumacija oceanskog prostora, koji je bio formiran tijekom ladinika, karnika i dijela norika, bilo je na ovom području, za razliku od Meliata zone, vjerojatno popraćeno formiranjem otočnog luka (postoji i pretpostavka da je Varadarski ocean nastao kao back-arc ocean prilikom subdukcije Meliata oceana prema jugu – H. KOZUR, 1997 – usmeno priopćenje). Dalje napredovanje subdukcije, u ovisnosti o konzistentnosti gornje ploče te o kutu tonjenja subducirane ploče, dovelo je do formiranja zalučnog bazena, najprije s istanjenom kontinentalnom korom u podlozi, a tek onda s aktivnim spreadingom i stvaranjem oceanske kore, koja po svojim petrokemijskim karakteristikama odgovara onoj koja nastaje u području srednjooceanskog hrpta (WILSON, 1989). Taj novoformirani zalučni bazen mogao je predstavljati sjeverozapadni produžetak ili samo jedan krak tzv. Vardarskog bazena (?oceana). O mehanizmu stvaranja zalučnog bazena (back-arc basin) se na temelju oskudnih podataka ne može ništa detaljnije reći, jer se kod magmatskih i sedimentnih stijena jedinica Poljanica i Kraljev Vrh radi o ostacima obduciranih dijelova tog bazena. Stoga upućujem samo na neke radove u kojima nalazimo razradene različite modele nastajanja i razvitka zalučnih bazena (KARIG, 1971; TAMAKI & HONZA, 1991; MARSAGLIA, 1995). Na generiranje jednog dijela magmatskih stijena jedinica Poljanica i Kraljev Vrh u području back-arc bazena upućuju petrokemijski podaci (vidjeti poglavlje 4.1.).

Tijekom efuzija magmatskih stijena na oceanskom dnu zalučnog bazena dolazilo je, uslijed tektonskih nemira i potresa, do kliženja sedimentnih masa nakupljenih na padinama bazena u njegove dublje dijelove, mehanizmom muljnih tokova, i formiranja dekameterskih proslojaka debrita unutar magmatske mase (npr. debriti u kamenolomu Kraljev Vrh - poglavlje 2.3.3. i prilog 1 - geološka karta). Na temelju analize petrografskog sastava valutica i blokova u debritima (rožnjačke litične grauvake, litični areniti, konglomeratični litični areniti, siltozni rožnjaci, rožnjački sublitoareniti, sublitoareniti, glinoviti šejlovi i ofitni metabazalti) može se indirektno zaključiti da se kod ovog zalučnog bazena radi o kontinentalnom tipu (npr. danas Japansko more, Okinawa trog – MARSAGLIA, 1995 i dr.), jer gore navedeni sastav valutica upućuje na kontinentalno podrijetlo, a ne na ono s otočnih intraoceanskih lukova. Osim toga, može se još zaključiti da su područja gdje je došlo do depozicije materijala iz muljnih tokova bila bliža kontinentalnoj padini bazena. Zbog

nedostatka validnih fosilnih ostataka ne može se ništa detaljnije reći o starosti tih sedimenta, a ujedno i starosti vulkanske aktivnosti.

Prve paleontološke podatke nalazimo u radiolarijskim rožnjacima jedinice Poljanica, gdje su najstariji radiolariti srednjajurske starosti (bajocij). Oni su taloženi u dubljim dijelovima zalučnog bazena uz istovremeni hidrotermalni utjecaj (vidjeti poglavlje 4.2.1.). Oceanski prostor u kojem su nastajali jurski radiolariti nije bio velikih dimenzija, jer u tim sedimentima nalazimo proslojke kvarcnih arenita, koji ukazuju na relativnu blizinu kopna, a što je sukladno i s dobivenim geokemijskim pokazateljima. O prestanku aktivnog magmatizma u zalučnom bazenu ne može se na temelju raspoloživih podataka ništa detaljnije reći. Pretpostavka je da je vulkanizam prestao vjerojatno početkom intenziviranja subdukcijskih procesa tijekom gornjeg dijela srednje jure.

Krajem gornjeg trijasa započeti subdukcijski procesi i zatvaranje trijaskog oceanskog prostora bilo je vjerojatno tijekom stvaranja zalučnog bazena usporeno, ali je konzumacija pojedinih dijelova bila u tom vremenu stalno prisutna. Do povećanja intenziteta subdukcijskih kretanja dolazi već tijekom gornjeg dijela srednje jure i to vjerojatno uslijed početka otvaranja sjevernog dijela Atlantika. To otvaranje izazvalo je rotaciju Jadranske ploče, koja je u to vrijeme bila sastavni dio Afrike (CHANNELL, 1996) u smjeru suprotnom od kazaljke na satu i intenziviranje subdukcije. Na istraživanim terenima to se očituje kroz prisutnost matriksotpornih konglomerata (olistostroma) u radiolaritima jedinice Poljanica. One su izgrađene od radiolarijskih silicificiranih šejlova, silita i rožnjaka kao matriksa i karbonatnih fragmenata decimetarskih i metarskih dimenzija, silicificiranih mikrita, litičnih arenita i blokova metabazalta kao olistolita. U nestabilnim uvjetima, koji su u to vrijeme vladali u bazenu dolazilo je do tečenja materijala niz padine nagnutih blokova, djelomično i u neočvrslom stanju, uz survavanje većih blokova i njihovo smještanje u rožnjačko-šejlni matriks (sl.24 i 25). Veći karbonati olistoliti indiciraju relativnu blizinu dijelova kontinentalne karbonatne platforme. Daljnim napredovanjem subdukcije u gornjoj juri dolazi i dalje do konzumiranja, a dijelom i do obdukcije i ugradnje blokova (vjerojatno u obliku listova) otočnog luka, dijelova dna zalučnog bazena (magmatske stijene – mafiti i ultramafiti i pelagički silicijski sedimenti) te dijelova kontinentalnog ruba (karbonati i siliciklastični sedimenti) u priraštajnu prizmu. U to vrijeme formira se vjerojatno i kontinentalni otočni luk. Na padini priraštajne prizme prema jarku dolazi do formiranja bazena (trench-slope bazen ili forearc bazen), gdje se talože sedimenti, koji će tijekom daljnjeg razaranja priraštajnog ruba dati većinu materijala za formiranje debrita jedinice Markov Travnik. Analiza geokemijskih

podataka iz valutica i matriksa u debritima jedinice Markov Travnik pokazala je da je materijal, koji izgrađuje te sedimente kontinentalnog porijekla (sedimenti, kisele i neutralne magmatske stijene) (sl.80 i 81), a analiza modalnih podataka valutica pješčenjaka pokazala je da je njihov materijal porijeklom iz recikliranog orogena (sl.42). Diskriminacijske analize geokemijskih podataka pokazale su da su te stijene taložene u području aktivnog kontinentalnog ruba s formiranim kontinentalnim otočnim lukom. To potvrđuje prethodnu pretpostavku formiranja kontinentalnog otočnog luka između subdukcijskog jarka i kontinentalne margine.

Daljnijim napredovanjem subdukcije i približavanja opozicijskih ploča (euroazijske i afričke) razara se kontinentalni otočni luk s pripadajućim bazenom, a njegovi dijelovi ugrađuju se u priraštajnu prizmu, koja se, također, djelomično razara i konzumira. Tijekom tih procesa dolazi do tečenja muljnih masa, izgrađenih od sedimenata trech-slope ili forearc bazena niz padinu i formiranja stijena jedinice Markov Travnik. Prilikom tečenja otkidane su i stijene podloge (veći blokovi prethodno obduciranih mafita i ultramafita), a do taloženja muljne mase dolazi u dubljim dijelovima, direktno na magmatske stijene jedinice Kraljev Vrh.

Poznato je da je debljina jurskih sedimenata na području Ivanščice i Medvednice jako reducirana (kondenzirana sedimentacija - BABIĆ, 1974, 1975, 1976; BABIĆ & ZUPANIČ, 1978). Ta redukcija može se, također, objasniti formiranjem zalučnog bazena te napredujućim subdukcijskim procesima predstavljenim u modelu na sl.88A-C.

Tijekom gore navedenih procesa, neposredno prije titona, formira se i periferni kolizijski foreland bazen (sl.89), vjerojatno sličnog tipa kao što je danas zapadno od Tajvana (TENG, 1990). Vrlo ilustrativan idealizirani model razvitka jednog takvog bazena dali su CANT & STOCKMAL (1989) za Alberta foreland bazen u USA. Podloga tako formiranog bazena izgrađena od obduciranih dijelova trijaskih i jurskih bazičnih i ultrabazičnih magmatskih stijena, njihovih metamorfoziranih ekvivalenata kao i trijaskih karbonatnih stijena (?dijelom vjerojatno metamorfoziranih). Na tako formiranu podlogu u gornjem titonu talože se pelagički karbonatni sedimenti jedinice Dugi Jarek, a sedimentacija toga tipa trajala je do valendisa. Bočno ovi sedimenti prelaze u izmjenu mikritnih vapnenaca i kalkarenita (BABIĆ & ZUPANIČ, 1973, 1978). Žilice barita u mikritima jedinice Dugi Jarek (lokalitet Burnjak - sl.46) dokaz su prisutnosti postmagnatskog hidrotermalnog utjecaja u nekim dijelovima bazena. Hidroterme su vjerojatno bile aktivne duž dubljih lomova.

Konformno na pelagičke vapnence slijede naslage formacije Oštrc (sl.51), koje su taložene iz mutnih struja. Detaljniju razradu modela sedimentacije, rasporeda okoliša i geotektonske situacije za vrijeme taloženja stijena Oštrc formacije nalazimo u radu ZUPANIČ et al. (1981).

Gore opisani sedimenti perifernog kolizijskog foreland bazena bili su, također, zahvaćeni završnim kolizijskim procesima zatvaranja trijasko-jurskog oceanskog prostora. Tijekom tih procesa dolazi i do metamorfizma jednog dijela subduciranih mezozojskih (trijaskih) sedimenata (BELAK et al., 1995). Pretpostavljam da se zadnja faza tih procesa zbila tijekom donjeg dijela gornje krede, nakon čega na različite novoformirane i novorasporedene tektonske cjeline, izgrađene od obduciranih nemetamorfoziranih i metamorfoziranih stijena paleozojske i mezozojske starosti, diskonformno naliježu krupnoklastični sedimenti gornje krede.

5.2.

Područje jugozapadnog dijela Panonskog prostora od izuzetnog je značaja za rješavanje geotektonske evolucije ovog dijela Tetisa u vrijeme mezozika. Nakon otkrića trijaskih radiolarita udruženih s bazičnim magmatskim stijenama na Kalniku i Medvednici (HALAMIĆ & GORIČAN, 1995), trijaskih vapnenaca između pillow lava na Medvednici (HALAMIĆ et al., 1998) i jurskih radiolarita na Medvednici (HALAMIĆ et al., 1995, 1998) otvara se pitanje prostorne povezanosti ovih područja sa sličnim u Mađarskoj i južnoj Slovačkoj (KOZUR, 1991; DOSZTALY & JOZSA, 1992; HARANGI, 1996; CHANNELL & KOZUR, 1997) i Dinaridima (DIMITRIJEVIĆ & DIMITRIJEVIĆ, 1973, 1975; ŠIMUNIĆ & ŠPARICA, 1975; PAMIĆ, 1982; OBRADOVIĆ & GORIČAN, 1989; DE WEVER, 1989; LUGOVIĆ et al., 1991; MAJER, 1993; ROBERTSON & KARAMATA, 1994) za vrijeme trijasa i jure, jer se kod gore navedenih stijena očito radi o dijelovima nekadašnjeg oceanskog dna odnosno oceanske kore.

Početak riflinga u srednjem aniziku na istraživanim područjima istovremen je s onim u području Meliate u Mađarskoj i južnoj Slovačkoj (KOZUR, 1991; CHANNELL & KOZUR, 1997). Za područje Dinarida ROBERTSON & KARAMATA (1994) pretpostavljaju početak otvaranja jednog južnog dijela oceanskog prostora (južnog u odnosu na Vardar) tipa Crvenog mora u gornjem permu odnosno donjem trijasu. Aktivni spreading na tom području bio je od srednjeg trijasa do u donju juru s MORB i WPB tipom bazičnih magmatskih stijena.

U odnosu na ovaj oceanski prostor u Dinaridima na istraživanim područjima i Meliati prisutan je manji vremenski pomak u početku riftinga. Uzork tomu vjerojatno je napredovanje riftinga od jugoistočnog dijela Tetisa prema sjeverozapadu. Bez obzira na taj vremenski pomak i na prostorni raspored, ali na temelju litoloških sličnosti, može se pretpostaviti da je jedan dio prostora Dinarida, istraživanih terena sjeverozapadne Hrvatske i Meliata zone pripadali jedinstvenom oceanskom prostoru za vrijeme srednjeg trijasa i donjeg dijela gornjeg trijasa.

Za pojedina područja geotektonska situacija počinje se mijenjati tijekom gornjeg dijela gornjeg trijasa. Širenje oceanskog dna u Meliati prestalo je tijekom gornjeg karnika kada u tom dijelu Tetisa počinju djelovati subdukcijski procesi (KOZUR, 1991; KOZUR et al., 1996; CHANNELL & KOZUR, 1997). Promjenu smjera globalnog stresa na ovim prostorima pretpostavljam i za istraživana područja, ali s početkom u gornjem dijelu gornjeg trijasa ili donjoj juri, jer još u noriku imamo aktivni magmatizam srednjooceanskog hrpta. Ta promjena smjera vjerojatno je posljedica početka otvaranja centralnog dijela Atlantika.

Subdukcijski procesi dinaridskog dijela trijaskog oceanskog prostora nastupili su nešto kasnije, tj. u donjoj juri (ROBERTSON & KARAMATA, 1994). Za razliku od Meliate, zatvaranje tog prostora, na istraživanim terenima, bilo je popraćeno formiranjem oceanskog otočnog luka i zalučnog spreading centra (back-arc bazena), gdje su generirane srednjojurske bazične i ultrabazične magmatske stijene. Na području Mađarske otvaranje zalučnog bazena pretpostavlja se južnije od Meliatikuma (Bator navlaka - KOZUR, 1991 p.113). U području Dinarida (Centralni ofiolitni pojas) geokemijski podaci upućuju na generiranje ultrabazičnih magmatskih stijena, također, u području zalučnog bazena odnosno u području zalučnog spreading centra (LUGOVIĆ et al., 1991), tako da se i na tom području u srednjoj juri može pretpostaviti postojanje back-arc bazena.

Magmatiti Darno-Szarvaskő magmatske serije (ultramafiti i mafiti) u Mađarskoj generirani su, također, u području back-arc bazena (DOSZTALY & JOZSA, 1992; HARANGI et al., 1996) tako da su dijelovi Dinarida, istraživani tereni sjeverozapadne Hrvatske i područje Darno-Szarvaskő pripadali vjerojatno istom bazenskom prostoru. Međutim, današnji raspored tih stijenskih masa sigurno ne odgovara prvotnom rasporedu u back-arc bazenu, a niti nam ne odražava stvarno pružanje toga bazena za vrijeme jure. Za rekonstrukciju stvarnog rasporeda bila bi potrebna detaljna strukturološka analiza tih kompleksa od trijasa do kvartara te mnogo veći broj relevantnih geoloških podataka.

Završetak subdukcijskih procesa u području Meliate i završno zatvaranje tog prostora bilo je na granici srednja/gornja jura (KOZUR, 1991; CHANNELL & KOZUR, 1997). Na istraživanim terenima dolazi do zatvaranja jurskog zalučnog bazena prije titona uz formiranje perifernog kompresijskog foreland bazena, gdje su taložene naslage titona i donje krede. Konačno zatvaranje zbilo se vjerojatno tijekom donjeg dijela gornje krede. Zatvaranje južnog oceanskog dijela u Dinaridima bilo je tijekom donjeg dijela gornje jure uz istovremeno nastajanje melanža klasičnog subdukcijsko-akrecijskog kompleksa (ROBERTSON & KARAMATA, 1994).

Nakon završetka subdukcijskih procesa i kolizije euroazijske i afričke ploče na ovim prostorima dolazi do reorganizacije blokova kontinentalne kore.

6. PREGLED POSTIGNUTIH REZULTATA ISTRAŽIVANJA

--- Na području Kalnika i Medvednice dokazana je trijaska (ladinik-norik) starost radiolarita, radiolarijskih rožnjaka, šejlova i silita, koji se proslojavaju s bazičnim pillow lavama ili leže direktno na njima. Tim odredbama dokazano je da je i dio bazičnih magmatskih stijena, također, srednjotrijaske do gornjotrijaske starosti.

--- Trijaska starost jednog dijela magmatskih stijena na Medvednici (napušteni kamenolom Orešje, Gornja Bistra) dokazana je i nalazom trijaskih konodonti u pelagičkim vapnencima između pillow lava.

--- Osim trijaskih silicijskih stijena dokazana je i srednjojurska starost takvih stijena na području između potoka Poljanice i Horvatovih stuba na Medvednici te na jednom lokalitetu (Štefunov potok) na Kalniku. U potoku Poljanici te su stijene udružene s efuzivima pa se pretpostavlja i srednjotrijaska starost za jedan dio efuzivnih stijena toga područja.

--- Nalazom konodonti dokazana je srednjotrijaska do gornjotrijaska starost karbonatnih olistolita, koji se nalaze unutar srednjotrijaskih radiolarijskih rožnjaka i silicificiranih šejlova.

--- Odredbama kalpionelida u mikritima Burnjaka potvrđena je prisutnost titon-berijaskih sedimenata i na području Medvednice (Hum-Šagudovec).

--- Na temelju odredbi starosti, sedimentno-petrografskih analiza i proučavanja terenskih odnosa u subdukcijskom kompleksu bilo je moguće izdvojiti dijelove slijedećih neformalnih litostratigrafskih jedinica: *Kestenik, Poljanica, Kraljev Vrh, Markov Travnik* te jedinice *Dugi Jarek i Oštrc*, kao i litodemsku jedinicu *Markovčak*.

--- Dijelove prethodno izdvojenih jedinica bilo je moguće detaljnim kartiranjem izdvojiti i na litostartigrafskim kartama (prilozi 1, 2 i 3).

--- Na snimljenom geološkom stupu "Brišće" (sl.51) na Ivanščici potvrđen je kontinuirani prijelaz sedimenata titon-berijaske starosti (jedinica Dugi Jarek) u naslage donje krede (jedinica Oštrc).

--- Na temelju odredbi radiolarija u rožnjacima i konodonti u vapnencima na izučavanim terenima kartografski su odvojeni trijaski i jurski efuzivi te magmatske stijene jedinice Kraljev Vrh.

--- Geokemijski su analizirana 33 uzorka bazičnih efuzivnih i žilnih stijena, 4 uzorka bazičnih tufova i 3 uzorka ultrabazičnih stijena iz dubokih istražnih bušotina na jugoistočnom rubu Medvednice na makroelemente i mikroelemente (tab. 3, 4, 5 i 5A). Na temelju tih geokemijskih podataka pokazalo se da su trijaski magmatske stijene padaju u polje bazalta,

bazanita i tefrita, fonotefrita, bazaltnih trahiandezita i andezita (klasifikacija po LE MAITRE et al., 1989), a jurske u polje bazalta, bazanita i tefrita i bazaltoandezita, a magmatske stijene jedinice Kraljev Vrh u polje bazalta, bazaltotrahiandezita, bazaltoandezita i fonotefrita. Pomoću diskriminantnih dijagrama makroelemenata i mikroelemenata utvrđeno je da su magmatske stijene jedinice Kestenik (trijas) pretežito visokotitanski toleitni bazalti normalnog srednjooceanskog hrpta (N-MORB tip), dok jedan dio pripada bazaltima, koji su generirani unutar ploča (WPB tip). Magmaatske stijene jedinice Poljanica, također, su visokotitanski toleitni bazalti srednjooceanskog hrpta, ali pretežito E-MORB tipa, a manjim dijelom i N-MORB tipa. Magmaatske stijene jedinice Kraljev Vrh jednim dijelom pripadaju N-MORB tipu, dok drugi dio na dijagramima pokazuje tendenciju grupiranja u polju bazalta generiranih u području otočnih lukova.

--- Geokemijski je analizirano po pet uzoraka radiolarita kao i po šest uzoraka šejlova trijasko i jurske starosti (tab. 7 i 8). Na temelju tih analiza zaključeno je da su izračunate brzine taloženja bile relativno male, kako za trijasko tako i za jurske silicijske sedimente te da su trijaski radiolariti taloženi u otvorenom oceanskom prostoru, a jurski u području subdukcijskog jarka.

--- Geokemijski je analizirano 14 uzoraka pješčenjaka i 13 uzoraka pelita iz jedinice Markov Travnik. Osim toga, analiziran je po jedan uzorak pješčenjaka i šejla iz jedinice Kraljev Vrh kao i dva uzorka pješčenjaka i jedan uzorak šejla iz jedinice Oštrc (tab. 10, 12 i 13). Statističkom obradom geokemijskih analiza dobiveni su slijedeći rezultati: a) psamiti i peliti iz jedinice Markov Travnik geokemijski se bitno razlikuju i ne pokazuju međusobnu korelaciju, b) izvorišna područja za psamite bila su pretežito izgrađena od kiselih i neutralnih magmatskih stijena, a manjim dijelom i od kvarcno-sedimentnih stijena, c) izvorišna područja za pelite bila su podjednako zastupljena sa sve tri grupe stijena i d) geotektonski položaj nastanka psamita i pelita bio je sličan, a to je bilo područje aktivnog kontinentalnog ruba i kontinentalnog otočnog luka.

--- Na temelju prethodno navedenih novih rezultata istraživanja predstavljen je model geodinamičke evolucije istraživanih terena od početka riftinga kontinentalne kore u (?) donjem trijasku i donjem dijelu srednjeg trijaska preko faze širenja oceanskog prostora u srednjem i gornjem trijasku i početka subdukcijskih procesa u gornjem trijasku i početku jure uz otvaranje zalučnog bazena (back-arc basin), gdje su vjerojatno generirane magmatske stijene jedinice Kraljev Vrh i litodemske jedinice Markovčak te do završnih kolizijskih procesa u donjem dijelu gornje krede.

--- Novi rezultati istraživanja komparirani su s onima u susjednim područjima Mađarske i Slovačke na sjeveroistoku te Dinarida na jugoistoku s ciljem razjašnjenja geotektonske evolucije ovog dijela Neotetisa uz pomoć vremenskih i litoloških ekvivalenata na tim područjima (vidjeti poglavlje 5).

7. NERIJEŠENA I NOVO OTVORENA PITANJA

Nakon analize postavljenih problema istraživanja, koji su prethodili ovom radu i rezultata istraživanja iz prethodnog poglavlja, vidljivo je da su ostala neka neriješena pitanja te da su se tijekom istraživanja otvorili i neki novi problemi, koje bi trebalo budućim radovima riješiti u cilju dobivanja potpunije slike o geološkoj evoluciji ovih područja kroz vrijeme i prostor.

Na području Medvednice ostala je nedefinirana starost najveće magmatske mase, koja se proteže od potoka Bistre na jugozapadu do Reke potoka na sjeveroistoku (jedinica Kraljev Vrh – vidjeti prilog 1). Iako su te magmatske stijene najvećim dijelom izmijenjene tako da njihova mineralna parageneza u većini slučajeva odgovara vrlo niskom, a dijelom i niskom stupnju metamorfizma, trebalo bi analizom nestabilnih izotopa, poglavito Rb/Sr i Sm/Nd, pokušati odgonetnuti njihovu stratigrafsku pripadnost. Osim toga, potrebno je kvantitativno izučavanje geokemijskog sastava (makroelementi, mikroelementi, stabilni izotopi, rijetke zemlje i dr.) u cilju detaljnije geokemijske klasifikacije kao i determinacije geotektonskog položaja pri njihovom nastanku.

Na Ivanščici potrebno je detaljno kartiranje njenog jugoistočnog dijela od Reke potoka (Lobor) na zapadu do Novog Marofa na istoku u cilju determinacije geoloških odnosa između pojedinih definiranih dijelova litostratigrafskih jedinica te njihovog odnosa prema podini i krovini.

*

Na temelju postignutih rezultata istraživanja ovim radom kao i na temelju prethodnih istraživanja buduće radove trebalo bi usmjeriti na:

- Podrobniju petrografsku, a posebice geokemijsku karakterizaciju magmatskih stijena pojedinih litostratigrafskih jedinica.
- Detaljno izučavanje piroklastičnih stijena, koje nalazimo u području Podbrega (Medvednica) i Kalničkog potoka na Kalniku te njihovu korelaciju s piroklastitima na Ivanščici (ŠIMUNIĆ et al., 1976, 1981; ŠIMUNIĆ, 1992; MARCI, 1987).
- Korelaciju izučavanih trijaskih magmatskih stijena Kalnika i Medvednice s onima na Ivanščici, koje su već prije bile determinirane kao trijaske (ŠIMUNIĆ et al., 1976, 1979, 1981, 1982; ŠIMUNIĆ & ŠIMUNIĆ, 1980; ŠIMUNIĆ, 1992; MARCI et al., 1982, 1984, 1988).

- Petrografsku, geološku i geokemijsku korelaciju magmatskih i s njima udruženih sedimentnih stijena s istovremenim naslagama u susjednim područjima Ivanščice, Strahinščice, Žumberka, Banovine te s onima u Mađarskoj i Slovačkoj (Melita, Darno Hill, Bükk i dr.), Bosni i Hercegovini (Dinaridi) i jugoistočnije (Vardar).
- Zajedničko izučavanje magmatskih stijena sa sedimentima predmetnih područja i metamorfnih stijena Medvednice u cilju determiniranja slijeda geoloških zbivanja, koja su se događala tijekom mezozoika na ovim prostorima, jer pretpostavljam da su proučavane magmatske stijene sa sedimentima kao i jedan dio metamorfnih stijena Medvednice dio jednog cjelovitog geološkog procesa od riftinga tj. početka stvaranja oceanskog prostora u trijasu do subdukcije tj. zatvaranja toga prostora u mladem mezozoiku.

8. SUMMARY

Investigations for this study comprised sediments coupled with magmatic rocks on the NW flanks of the Mt. Medvednica, Hum-Šagudovec area, Mt. Kalnik and SE parts of the Mt. Ivanščica. First three areas are presented on lithostratigraphic maps (enclosures 1, 2 and 3), while for the Ivanščica area only geological columns are presented.

Magmatic rocks in the studied area were previously considered to be of the Lower to Upper Cretaceous age ($K_{1,2}$), according to their, although incompletely defined, relation with fossiliferous clastic carbonate sediments. However, some authors indicated on their Upper Cretaceous age. Recent investigations demonstrated that parts of the investigated areas are composed of Triassic and Jurassic radiolarites partially associated with magmatic rocks, representing constituents of subduction complex. Therefore, detailed sedimentary-petrographical, geochemical and palaeontological investigation of sedimentary and magmatic rocks of this complex was necessary. The objective was to determine depositional environments of sedimentary rocks, source of material, geotectonic framework of their origin and age of volcanic, i.e. magmatic activity.

On the basis of geological mapping and results of sedimentary-petrographic, palaeontological and geochemical investigations it was possible to determine within the subduction complex more or less preserved parts of 6 lithostratigraphic units (*Kestenik*, *Poljanica*, *Kraljev Vrh*, *Markov Travnik*, *Dugi Jarek* and *Oštrc*) and parts of the lithodemic unit *Markovčak*.

Kestenik Unit. Typical locality of this unit is located on the Kalnik Mt., and is composed of siliceous rocks (radiolarites, radiolarian cherts and cherts), siliciclastic fine-grained rocks (shales and siltites) and pyroclastic and basic magmatic rocks (tuffs, tuffites, basalts and altered basalts), while pelagic carbonate rocks, found in-between pillow lavas (peperite), are subordinated. On the basis of sedimentary structures (gradation, lamination), load casts on the lower bedding surfaces and rhythmicity, it may be concluded that radiolarites were probably deposited from the low-density turbidity currents, although there is also a possibility of deposition from bottom currents. Palaeontological determinations of radiolarian tests from radiolarites indicated that these rocks, as well as part of effusive rocks interbedded with them, are of Middle Carnian to Middle Norian age on the Mt. Kalnik, and of Upper Ladinian to Upper Carnian age on the Mt. Medvednica. Determinations of conodonts from samples of pelagic limestones between pillow lavas indicated their Ladinian to Carnian age.

Poljanica Unit was established in Poljanica creek eastern of the village Poljanica on Mt. Medvednica. It is composed of radiolarites, shales and siltites with olistoliths, matrix-supported conglomerates and basic effusive rocks. Radiolarites were deposited under similar conditions as their counterparts from the Kestenik unit. Radiolarian determinations indicated Middle Jurassic to Upper Jurassic age (Middle Bajocian to Middle Oxfordian). Within radiolarites, shales and siltites decimetre- to metre-scale olistoliths of Middle to Upper Triassic carbonates were found. Matrix-supported conglomerates comprise metre-thick beds within siliceous rocks. They are composed of pebbles predominantly composed of silicified shales of different colour, while fragments of lithic graywacke and altered basalts are subordinated. These deposits were probably deposited from debris flows (olistostrome), caused by tectonic disturbances on the margins of the sedimentary basin. Basic rocks are represented by weathered and altered basalts, mostly in the form of pillow lavas.

Kraljev Vrh Unit is named after quarry in the valley of Jelenja voda creek, and is composed of different varieties of basalts and altered basalts, pyroclastites and matrix-supported conglomerates. Effusives are mostly characterised by massive structure, while on

some localities pillow forms indicating subaqueous effusions have been determined. The age of the largest body of effusives on the NW part of the Mt. Medvednica is not clearly defined. However, on the basis of its spatial relations with Lower Cretaceous sedimentary rocks it is obvious that it is older than Lower Cretaceous. Pyroclastites east of Poljanica (enclosure 1) are included in this unit on the basis of their composition, structural and textural characteristics and geological relations, but without palaeontological confirmation, what does not exclude the possibility that they are older than this unit. Matrix-supported conglomerates form metre- to decametre-thick beds within basalts. Pebbles within conglomerates are composed of cherty lithic graywackes, conglomeratic lithic arenites, siltose cherts, heavily silicified micritic limestones and sublithoarenites, while metabasalts and fragments of devitrified volcanic glass are subordinated. Matrix is composed of conglomeratic silt. These rocks were deposited from debris flow.

Lithodemic Unit Markovčak is also established at Mt. Medvednica, and is composed of ultrabasic rocks (hornblende peridotite, serpentized harzburgite and serpentinite), abyssal basic rocks (different varieties of gabbro and altered gabbro) and hypoabyssal basic rocks (different varieties of diabase), which were found either as parts of the Markov Travnik unit or separately. The age of this unit is not precisely defined, but its synchronicity with the Kraljev Vrh unit is supposed.

Markov Travnik Unit is represented by matrix-supported conglomerates with variable portion of pebbles, cobbles and blocks of sandstones (mostly lithic graywackes), while pebbles and blocks of metabasalts, gabbros and ultramafic rocks are subordinated. Matrix is composed of sandy silt to shale. These rocks were deposited from debris flows (debrites). Deposits of this unit were found at the top of Kestenik and Poljanica units and effusives of the Kraljev Vrh unit, and below sedimentary rocks of the Lower Cretaceous age; therefore it is supposed that they are younger than Middle Jurassic and older than Lower Cretaceous.

Dugi Jarek Unit is represented by pelagic micritic limestones, tuffitic sandy shales and cherts, with the best outcrops at Mt. Ivanščica in the area of Dugi Jarek. Micritic limestones were deposited in deeper marine environments. Cherts were found as cm-thick interlayers or dm-scale lenses within micrites. They were formed by substitution of calcite by SiO_2 during diagenesis. The age of these deposits is within the range Upper Tithonian - Valanginian.

Oštrc Unit. This unit comprise carbonate clastic rocks (calcarenites and calcarenitic sandstones), marls, calcitic siltites, siltites and shales in alternation, as a result of deposition from turbidity currents. These rocks were deposited from Hauterivian to Albian, or perhaps to Cenomanian.

*

The footwall of the Kestenik unit hasn't been determined during the field investigations, since it is allochthonous. Relations between Kestenik and Poljanica units are not completely clear, because of the macroscopic similarity of their deposits. Deposits of the Markov Travnik unit are disconform to other units. Rocks of the Dugi Jarek unit are also disconform to their footwall, while deposits of the Oštrc unit conformably overly their footwall.

*

Geochemical analysis of magmatic rocks of the Kestenik unit indicated that according to their major element content these rocks fall within the field of basalt, basanite and tephrite, phonotephrite, basaltic trachyandesite and andesite₂, and that they are of alcalic to subalcalic character. On the basis of discrimination plots it has been determined that they were formed in the area of mid-oceanic ridge (N-MORB), but also in the area within the

plate (WPB). On the contrary, basic rocks of the Poljanica unit geochemically fall within the field of basalt, basanite and tephrite, and basaltic andesites, and are predominantly of subalkalic (tholeiitic) character. They were formed in the area of mid-oceanic ridge (E-MORB). Effusives of the Kraljev Vrh unit are mostly of subalkalic (tholeiitic) character, and were generated in the region of mid-oceanic ridge, and partly also in the area of oceanic island arcs (N-MORB and OIB).

Geochemical data for radiolarites and shales from Kestenik and Poljanica units indicated that sedimentation rate for Triassic cherts was approximately 2.3 m/MY, and for Jurassic cherts around 1.5 m/MY. Calculated sedimentation rate for Triassic shales is approximately 3 m/MY, and for Jurassic shales 8 m/MY. Additionally, it has been determined that the portion of biogenic silica in respect to terrigenous and chemically precipitated silica is very high, both in Triassic and Jurassic cherts, and that Triassic siliceous rocks were deposited under weaker hydrothermal influence than Jurassic ones. Geochemical parameters indicate deposition of Triassic cherts within the oceanic area, and Jurassic cherts in the area of subduction trench.

Geochemical analysis of psammites and pelrites from Markov Travnik unit indicate that sandstones and pelitic rocks were deposited in the area of active continental margin and continental island arc. Calculation of correlation coefficient of major elements showed that psammites and pelrites are geochemically very different. Source areas of sandstones were composed mostly of acid and neutral magmatic rocks, while the source area of pelrites were composed of acid and neutral magmatic rocks as well as of quartz-rich sedimentary rocks.

*

On the basis of gathered field, sedimentary-petrographic, palaeontological, sedimentological and geochemical data, as well as data from the literature, a reconstruction of geodynamic evolution of the investigated area from Triassic to the Upper Cretaceous has been proposed.

Lower Triassic sedimentary rocks in the wider region of NW Croatia have relatively uniform characteristics, and are composed mostly of clastic rocks of different colour in the older part, and marls, limestones and dolomites in the younger part. In these deposits there are no traces of volcanic activity, but the succession of deposits indicate deepening of the sedimentary area. The elements indicating on more important differentiation of depositional area with the accompanying magmatism have been found in Anisian deposits of the Mt. Ivanščica, where initial effusions of basic to neutral lavas (andesite-basalts and spilitized basalts) have been recorded during the Upper Anisian. At the Zelina gora locality (NE part of Mt. Medvednica) dolomitic limestones of Anisian age are concordantly covered by gray and red cherts. Additionally, keratophyres, albitic granites, albitites, granophyres and diorites of NE part of the Mt. Medvednica could also represent supposed initial magmatism during the rifting of continental crust.

Opening of the ocean area occurred during the Ladinian, as confirmed by the presence of basic effusive rocks accompanied by radiolarites in the area of Mts. Medvednica and Kalnik. Petrochemical data indicate on their formation partially within the plates (WPB), and partially in the area of mid-oceanic ridge (MORB). Their contemporaneous lateral equivalents were found at Mt. Žumberak, Samoborsko gorje, SW part of Medvednica and Ivanščica, in the form of metre- to decametre-thick beds of gray and red radiolarian cherts, dark gray platy limestones, marls, shales, siltites, gray and red cephalopod limestones and greenish pyroclastic rocks.

Sea-floor spreading in the investigated area lasted at least until the Middle Norian. However, for the reconstruction of the geological events during the Rhetian and Lower Jurassic there are no relevant palaeontological data. Subduction of the oceanic area formed

during the Ladinian to Middle Norian sea-floor spreading probably started already during the Late Triassic or older part of the Early Jurassic, as a consequence of the regional change of stress caused by the opening of the central part of the Atlantic. Similar succession of events has been reconstructed in the area of Meliata in northern Hungary and southern Slovakia. Progression of subductional processes in investigated area resulted by formation of the island arc and back-arc basin. During the Middle Jurassic in the back-arc basin magmatic and sedimentary rocks of the Kraljev Vrh unit were formed, as well as mafic and ultramafic rocks of the lithodemic unit Markovčak in deeper areas. Simultaneously were deposited siliceous sediments and matrix-supported conglomerates of the Poljanica unit into which blocks of Triassic carbonate rocks were inserted in the form of olistoliths. Further progression of subduction and approaching of the European and African plates led to the consummation of the island arc and back-arc basin, and their parts were obducted and became parts of the accretionary wedge. During shortening of the area mass of sediments (mostly of psammitic and pelitic size) accumulated in the marginal parts were slid down the slope, resulting in the deposition of the Markov Travnik unit atop of the units Kestenik, Poljanica and Kraljev Vrh. Just before the beginning of the Tithonian peripheral collisional foreland basin was formed, characterised by deposition of pelagic carbonate deposits of the Dugi Jarek unit, and later carbonate clastics of the Oštrc unit. Final collisional processes included also deposits of this basin, and they were also incorporated into parts of the accretionary prism. During these final subductional processes a part of the subducted Mesozoic rocks was also metamorphosed. Later, probably during the older part of the Late Cretaceous, there was a redistribution of the tectonic units, because coarse-grained sediments of the Upper Cretaceous transgressively overlie different members of the footwall.

*

From the regional point of view investigated Triassic deposits could be, on the basis of very similar geological succession and beginning of the rifting of the continental crust, well correlated with those from the Meliata region in northern Hungary and southern Slovakia. However, opening of the oceanic area in the region of the Dinarides (southwestern in respect to the Vardar area) is supposed during the Late Permian to Early Triassic, i.e. earlier than in the investigated area. Geotectonic situation in certain areas changed during the Late Triassic, when in the area of Meliata subductional processes commenced. In the investigated area subduction started somewhat later, during the Rhetian to earliest Jurassic, i.e. very similar to the area of the Dinaric part of the Triassic-Jurassic oceanic region. Closing of the oceanic area in the investigated region was probably characterised by the formation of the island arc and back-arc basin, where ultramafic and mafic rocks were generated. Similar geotectonic position was proposed for the formation of ultramafic rocks of the Darno-Szarvaskő magmatic series in Hungary, and part of ultramafic rocks in the Dinarides. On the basis of these facts it may be concluded that the area of the Central ophiolitic belt of the Dinarides, investigated area and Darno-Szarvaskő area in Hungary represented parts of the same oceanic area.

Closing of this area in the region of Meliata took place near the Middle/Late Jurassic transition, while in the investigated area it was before the Tithonian, with formation of peripheral compressional foreland basin, in which pelagic limestones of the Upper Jurassic – Lower Cretaceous age and clastic carbonate rocks of Lower Cretaceous were deposited. Closing of the Dinaric part took place during the older part of the Late Jurassic, with contemporaneous formation of the subduction complex melange.

9. LITERATURA

- ADACHI, M., YAMAMOTO, K. & SUGISAKI, R. (1986): Hydrothermal chert and associated siliceous rocks from the northern Pacific: Their geological significance as indication of ocean ridge activity.- *Sed. Geol.*, 47, 125-148.
- BABIĆ, LJ. (1974): Jurassic-Cretaceous sequence of Mt. Ivanščica (Northern Croatia).- *Bull. Sci.Cons.Acad.Yougosl.*, (A)19/7-8, 180-181, Zagreb.
- BABIĆ, LJ. (1975): Kondenzirani lijas Medvednice i Ivanščice i njegovo značenje za interpretaciju paleogeografskog razvoja unutarnje dinarske regije.- *Geol. vjesnik*, 28, 11-18, Zagreb.
- BABIĆ, LJ. (1976): Stratigrafski slijed i paleogeografska evolucija Ivanščice od gornjeg trijasa do srednje krede.- 8. jugosl. geol. kongres, 2, 53-62, Ljubljana.
- BABIĆ, LJ. & ZUPANIĆ, J. (1973): Najmlađa jura i starija donja kreda u Ivanščici.- *Geol. vjesnik*, 26, 267-272, Zagreb.
- BABIĆ, LJ. & GUŠIĆ, I. (1978): Pregled fosila iz "klastičnog kompleksa" Ivanščice i njihovo stratigrafsko značenje.- *Geol. vjesnik*, 30/1, 1-19, Zagreb.
- BABIĆ, LJ. & ZUPANIĆ, J. (1978): Mladi mezozoik Ivanščice.- *Vodič ekskurzije 3. skupa sedimentologa Jugosl.*, 11-23, Zagreb.
- BABIĆ, LJ., ZUPANIĆ, J. & CRNJAKOVIĆ, M. (1979): Prepoznavanje dviju jedinica unutar "klastita s ofiolitima" Ivanščice i uloga magmatskog pojasa i aktivnog kontinentalnog ruba pri njihovu postanku.- *Zbornik radova IV God. znan. skupa Sekc. za primj. geol., geofiz., geokem. znanst. savjeta za naftu JAZU*, 115-124, Zagreb.
- BABIĆ, LJ., ZUPANIĆ, J. & CRNJAKOVIĆ, M. (1992): Evidence of a subduction zone in the southwestern Pannonian realm: the chaotic complex north of Zagreb, Croatia.- *Abstract supplement No.2 to TERRA nova*, 4, pp.4, Graz.
- BALTUCK, M. (1982): Provenance and distribution of Tethyan pelagic and hemipelagic siliceous sediments, Pindos mountains, Greece.- *Sedim. Geol.*, 31, 63-88.
- BARRETT, T. J. (1981): Chemistry and mineralogy of Jurassic bedded chert overlying ophiolites in the North Apennines, Italy.- *Chem. Geol.*, 34, 289-317.
- BARRETT, T. J. (1982): Stratigraphy and sedimentology of Jurassic bedded chert overlying ophiolites in the north Apennines, Italy.- *Sedimentology*, 29, 353-373.
- BASCH, O. (1981): Osnovna geološka karta 1:100.000, list Ivanić Grad L 33-81.- *Institut za geol. istr. Zagreb, Sav. geol. zavod, Beograd.*
- BASCH, O. (1983): Tumač za list Ivanić Grad L 33-81.- *Inst. za geol. istr. Zagreb, Savez. geol. zavod*, 1-66, Beograd.
- BECCALUVA, L., OHNESTETTER, D. & OHNESTETTER, M. (1979): Geochemical discrimination between ocean floor and island arc tholeiites: Application to some ophiolites.- *Can. J. Earth Sci.*, 16, 1875-1882.
- BELAK, M. & TIBLJAŠ, D. (1998): Nalaz modrih škriljavaca na Medvednici (sjeverna Hrvatska) i njihov značaj za interpretaciju geotektonske evolucije tog područja.- *Geol. Croatica*, in prep.
- BELAK, M., PAMIĆ, J., KOLAR-JURKOVŠEK, T., PECKAY, Z. & KARAN, D. (1995): Alpinski regionalnometamorfni kompleks Medvednice (sjeverozapadna Hrvatska).- 1. hrvatski geol. kongres, *Zbornik radova 1*, 67-70, Zagreb.
- BHATIA, M.R. (1983): Plate tectonics and geochemical composition of sandstones.- *J. Geol.*, 91, 6, 611-627.

- BHATIA, M.R. & CROOK, A.W. (1986): Trace element characteristics of graywackes and tectonic setting discrimination of sedimentary basins.- *Contrib. Mineral. Petrol.*, 92, 181-193.
- BLEAHU, M., MANTEA, G., BORDEA, S., PANIN, S., STEFANESCU, S., ŠIKIĆ, K., KOVACS, S., PERO, CS., HAAS, J., BERCZI-MAKK, A., NAGY, E., KONRAD, GY., RALISCH-FELGENHAUER, E. & TOROK, A. (1994): Triassic facies types, evolution and paleogeographic relations of the Tisza Megaunit.- *Acta geol. Hung.*, 37, 187-234.
- BOSELLINI, A. & WINTERER, E.L. (1975): Pelagic limestones and radiolarite of the Tethyan Mesozoic: A genetic model.- *Geology*, 3/5, 279-282.
- BUKOVAC, J., GRGASOVIĆ, T., GLOVACKI-JERNEJ, Ž., JERINIĆ, G., GALOVIĆ, I. & PRTOJAN, B. (1995): Litostratigrafska raščlamba dolomitnih naslaga trijasa jugozapadnog Žumberka u okviru radova na geološkoj karti Republike Hrvatske 1:50.000.- 1. hrv. geol. kongres, Zbornik radova 1, 137-142, Opatija.
- CANN, J. R. (1969): Spilites from Carlsberg Ridge, Indian ocean.- *J. Petrol.*, 10, 1-19.
- CANT, D. J. & STOCKMAL, G. S. (1989): The Alberta foreland basins: relationship between stratigraphy and Cordilleran terrane-accretion events.- *Can. Jour. Earth Sci.*, 26, 1964-1975.
- CAWOOD, P. A. & SUHR, G. (1992): Generation and obduction of ophiolites: constraints from the Bay of Islands complex, Western Newfoundland.- *Tectonics*, 11, 884-897.
- CHANNELL, J. E. T. (1996): Palaeomagnetism and palaeogeography of Adria.- In: MORRIS, A. & TARLING, D. H. (eds): Palaeomagnetism and tectonics of the Mediterranean region. *Geol. Soc. London, Spec. Publ.*, 105, 119-135.
- CHANNELL, J. E. T. & KOZUR, H. (1997): How many oceans? Meliata, Vardar and Pindos oceans in Mesozoic Alpine paleogeography.- *Geology*, 25, 2, 183-186.
- COWAN, D. S. (1985): Structural styles in Mesozoic and Cenozoic melanges in the Western Cordillera of North America.- *GSA*, 96, 451-462.
- COX, K. G., BELL, J. D. & PANKHURST, R. J. (1979): The interpretation of igneous rocks.- *Allen and Unwin*, 450 pp.
- CRNKOVIĆ, B. (1960): Hornblende-peridotit na sjevernoj strani Medvednice.- *Geol. vjesnik*, 13, 57-64, Zagreb.
- CRNKOVIĆ, B. (1963): Petrografija i petrogeneza magmatita sjeverne strane Medvednice.- *Geol. vjesnik*, 16, 63-160, Zagreb.
- CRNKOVIĆ, B., BABIĆ, V. & TOMAŠIĆ, J. (1974): Gabro Hruškovca kraj Ljubešćice na Kalniku.- *Geol. vjesnik*, 27, 153-171, Zagreb.
- CRNJAKOVIĆ, M. (1987): Sedimentologija krednih i paleogenskih klastita Medvednice, Ivanščice i Žumberka.- *Disertacija Sveučilišta u Zagrebu*, 91 pp., Zagreb.
- CRNJAKOVIĆ, M. (1987a): Kredni crveni klastiti Medvednice.- *Geol. vjesnik*, 40, 169-176, Zagreb.
- CRNJAKOVIĆ, M. (1989): Plitkomorski sedimenti donje krede planine Medvednice.- *Acta Geol.*, 19, 2, 61-93, Zagreb.
- CROOK, K. A. W. (1974): Lithogenesis and geotectonics: the significance of compositional variation in flysch arenites (graywackes).- In: DOTT, R. H. & SHAVER, R. H. (eds): Modern and ancient geosynclinal sedimentation. *SEPM Spec. Pub.*, 19, 304-310.
- CSONTOS, L. (1995): Tertiary tectonic evolution of the Intra-Carpathian area: A review.- *Acta Vulcanol.*, 7/2, 1-13.
- CSONTOS, L., NAGYMAROSY, A., HORVATH, F. & KOVACS, M. (1992): Tertiary evolution of the Intra-Carpathian area: A model.- *Tectonophysics*, 208, 221-241.

- DE WEVER, P. (1989): Radiolarians, radiolarites and mesozoic paleogeography of the Circum-Mediterranean Alpine belts.- In: HEIN, J. R. & OBRADOVIĆ, J. (eds.): Siliceous deposits of the Tethys and Pacific regions. Springer Verlag, New York, 31-49.
- DE WEVER, P. (1994): Radiolarians and radiolarites.- C. R. Acad. Sci. Paris, II, 513-526.
- DECKER, K. (1991): Rhythmic Bedding in Siliceous Sediments - an Overview.- In: EINSELE, G., RICKEN, W. & SEILACHER, A. (eds.): Cycles and events in stratigraphy. Springer Verlag, 464-479.
- DEWEY, J. F. (1976): Ophiolite obduction.- Tectonophysics, 31, 93-120.
- DICKINSON, W.R. & SUCZEK, C.A. (1979): Plate Tectonics and Sandstone Compositions.- AAPG, 63/12, 2164-2182.
- DIMITRIJEVIĆ, M. D. & DIMITRIJEVIĆ, M. N. (1974): O genezi "Dijabaz-rožnačke formacije".- Geol. glasnik, 7, 333-349, Titograd.
- DIMITRIJEVIĆ, M. D. & DIMITRIJEVIĆ, M. N. (1973): Olistostrome Melange in the Yugoslavian Dinarides and Late Mesozoic Plate Tectonics.- Jour. Geol., 81, 328-340.
- DIMITRIJEVIĆ, M. D. & DIMITRIJEVIĆ, M. N. (1975): "Dijabaz-rožnačka formacija" ofiolitskog pojasa i vardarske zone: genetsko upoređenje.- Acta Geol., 41, 347-358.
- DOSZTALY, L. & JOZSA, S. (1992): Geochronological evaluation of mesozoic formations of Darnó Hill at Reck on the basis of radiolarians and K-Ar age data.- Acta geol. Hungarica, 35/4, 371-393.
- DUMITRICA, P. (1970): Cryptocephalic and cryptothoracic Nassellaria in some Mesozoic deposits of Romania.- Rev. Roum. Geol. Geophys. Geogr., Ser. Geol., 14, 1, 45-124.
- DUNHAM, R.J. (1962): Classification of carbonate rocks according to depositional texture.- U: HAM, W.E. (ed): Classification of carbonate rocks, Amer. Assoc. Petrol. Mem., 1, 108-121.
- ĐURĐANOVIĆ, Ž. (1973): O paleozoiku i trijasi Medvednice (Zagrebačke gore) i područja Dvora na Uni na temelju konodonta.- Geol. vjesnik, 25(1971), 29-49, Zagreb.
- ELTHON, D. (1991): Geochemical evidence for formation of the Bay of Islands ophiolite above a subduction zone.- Nature, 354, 6349, 140-143.
- FOETTERLE, F. (1861): Aus Agram.- Jahrb. geol. Reichanst., 12, str. 82, Wien.
- FOETTERLE, F. (1861a): Geologische Karte von Kroatien.- Jahrb. geol. Reichanst., 12, str. 123, Wien.
- FOLK, R.L. (1959): Practical petrographic classification of limestones.- Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., 43, 1, 1-38.
- GANSSER, A. (1974): The ophiolitic melange, a world-wide problem on Tethyan examples.- Ecologiae Geol. Helvetiae, 67, 469-507.
- GEYH, M. A. & SCHLEICHER, H. (1990): Absolute age determination - Physical and chemical methods and their application.- Springer Verlag Berlin-Heidelberg, 503 pp.
- GOLUB, L.J. & ŠIFTAR, D. (1965): Eruptivne stijene ju'nih padina planine Ivanščice (Hrvatsko Zagorje).- Acta geol. 4, 341-348, Zagreb.
- GOLUB, L.J. & VRAGOVIĆ, M. (1960): Natrijski dijabaz i spilit kod Gotalovca u Hrvatskom Zagorju.- Acta geol., II, 29, 83-93, Zagreb.
- GORIČAN, Š. & HALAMIĆ, J. (1997): Triasni in jurski radiolariti Medvednice in Kalnika (Hrvaška).- 13. posavetovanje slovenskih geologov-povzetki referatov, Geol. Zbornik, 11, 10-11, Ljubljana.

- GORJANOVIĆ - KRAMBERGER, D. (1908): Geologijska prijedlogna karta i tumač geologijskoj karti Zagreb (Zona 22, COL. XIV).- Naklada kr. zemaljske vlade, 1-75, Zagreb.
- GORJANOVIĆ-KRAMBERGER, D. (1904): Tumač geologijske karte Zlatar-Krapina (Zona 21, col. XIV.), 1-25.-, Zagreb.
- GUŠIĆ, I. (1971): O postojanju donje krede na Medvednici.- Geol. vjesnik, 24, 197-200, Zagreb.
- GUŠIĆ, I. (1974): Taksonomija i biostratigrafija gornjotrijaskih, lijaskih i donjokrednih mikrofosila Medvednice.- Doktorska disertacija, 190 pp, Zagreb.
- GUŠIĆ, I. & BABIĆ, LJ. (1972): Die Mikrofazies und Mikrofauna der Obertrias und der Lias des Medvednica Gebirges (Nordkroatien).- Mitt. Bergbaustud., 21, 327-340, Innsbruck.
- HAAS, J., CSASZAR, G., KOVACS, S. & VÖRÖS, A. (1990): Evolution of the Western part of the Tethys as reflected by the geological formations of Hungary.- Acta Geod. Geoph. Mont. Hung., 25 (3-4), 325-344.
- HAAS, J., KOVACS, S., KRISTYAN, L. & LEIN, R. (1995): Significance of Late Permian-Triassic facies zones in terrane reconstructions in the Alpine-North Pannonian domain.- Tectonophysics, 242, 19-40.
- HALAMIĆ, J. & GORIČAN, Š. (1995): Triassic Radiolarites from Mts. Kalnik and Medvednica (Northwestern Croatia).- Geol. Croatica, 48/2, 129-146, Zagreb.
- HALAMIĆ, J. & SLOVENEK, D. (1995a): Matriksoporni konglomerati kraj lugarnice Oštrica.- U: ŠIKIĆ, K. (ed): Geološki vodič Medvednice, 110-111, Zagreb.
- HALAMIĆ, J. & SLOVENEK, D. (1995b): Matriksoporni konglomerati Markovčaka.- U: ŠIKIĆ, K. (ed): Geološki vodič Medvednice, 111-112, Zagreb.
- HALAMIĆ, J. & SLOVENEK, D. (1995c): Bazične stijene kamenoloma Gornja Bistra.- U: ŠIKIĆ, K. (ed): Geološki vodič Medvednice, 119-121, Zagreb.
- HALAMIĆ, J. & SLOVENEK, D. (1995d): Bazične i sedimentne stijene kamenoloma Jelenja voda.- U: ŠIKIĆ, K. (ed): Geološki vodič Medvednice, 134-137, Zagreb.
- HALAMIĆ, J. & SLOVENEK, D. (1995e): Bazične i sedimentne stijene Rakove noge.- U: ŠIKIĆ, K. (ed): Geološki vodič Medvednice, 140-141, Zagreb.
- HALAMIĆ, J. & SLOVENEK, D. (1995f): Mikriti potoka Burnjak.- U: ŠIKIĆ, K. (ed): Geološki vodič Medvednice, 183-184, Zagreb.
- HALAMIĆ, J. SLOVENEK, D. & KOLAR-JURKOVŠEK, T. (1998): Triassic basalt-carbonate peperite from Mt. Medvednica, Northwestern Croatia (Orešje quarry).- Geol. Croatica, in press, Zagreb.
- HALAMIĆ, J., GORIČAN, Š. & SLOVENEK, D. (1995): Pelagički silicijski sedimenti sjeverozapadnog dijela Medvednice.- 1. hrv. geol. kongres, knj. sažetaka, str.36, Zagreb.
- HALAMIĆ, J., GORIČAN, Š. & SLOVENEK, D. (1998): Jurske olistostrome na Medvednici (sjeverozapadna Hrvatska).- Geol. Croatica, in press, Zagreb.
- HANSON, R. E. & SCHWEICKERT, R. A. (1982): Chilling and brecciation of a Devonian rhyolitic sill intruded into wet sediments, northern Sierra Nevada, California.- J. Geol., 90, 717-724.
- HARANGI, S., SZABO, CS., JOZSA, S., SZOLDAT, ZS., ARVA-SOS, E., BALLA, M. & KUBOVICS, I. (1996): Mesozoic Igneous Suites in Hungary: Implications for Genesis and Tectonic Setting in the Northwestern Part of Tethys.- International Geol. Review, 38, 336-360.
- HEĆIMOVIĆ, I. (1995): Tektonski odnosi šireg područja Kalnika.- Disertacija Sveučilišta u Zagrebu, 152 pp., Zagreb.

- HERAK, M. (1960): Kreda s ofiolitima u Ivanščici (sjeverozapadna Hrvatska).- *Acta geol.* 2, 111-120, Zagreb.
- HERAK, M. (1986): A new concept of geotectonics of the Dinarides.- *Acta geol.*, 16, 1, 1-42, Zagreb.
- HERAK, M., JAMIČIĆ, D., ŠIMUNIĆ, A. & BUKOVAC, J. (1990): The Northern Boundary of the Dinarides.- *Acta geol.*, 20, 1, 5-27, Zagreb.
- HSŮ, K. J. (1968): Principles of melange and their bearing on the Franciscan-Knoxville paradox.- *Geol. Soc. Am. Bull.*, 79, 1063-1074.
- HSŮ, K. J. (1974): Melanges and their distinction from olistostromes.- U: DOTT jr., R. H. & SHAVER, R. H. (eds): *Modern and Ancient Geosynclinal Sedimentation*, Spec. Publ. SEPM, 19, 321-333.
- IJIMA, A., MATSUMOTO, R. & TADA, R. (1985): Mechanism of sedimentation of rhythmically bedded chert.- *Sedim. Geol.*, 41, 221-233.
- IKEDA, Y. & YUASA, M. (1989): Volcanism in nascent back-arc basin behind the Shichito Ridge and adjacent areas in the Izu-Ogasawara arc, northwest Pacific.- *Contrib. Mineral. Petrol.*, 101, 377-393.
- IRVINE, T. N. & BARAGAR, W. R. A. (1971): A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks.- *Can. J. Earth Sci.*, 8, 523-548.
- JELASKA, V. & PAMIĆ, J. (1979): Sedimentacijski i magmatski procesi mlađeg mezozoika na području sjeverne Bosne - Indikatori subdukcije Dinarida i naftno-geološko značenje tih pojava.- *Zbornik radova IV god. znan. skupa Sekc. za primj. geol., geofiz. i geokem. Znan. savjeta za naftu JAZU*, 85-96, Zagreb.
- JENKYN, H.C. & WINTERER, E.L. (1982): Palaeoceanography of Mesozoic ribbon radiolarites.- *Earth and Planetary Science Letters*, 60, 351-375.
- KARIG, D. E. (1971): Origin and development of marginal basins in the Western Pacific.- *Jour. Geophys. Res.*, 76, 2542-2561.
- KEAREY, P. & WINE, F. J. (1996): *Global tectonics*.- 2nd ed., Blackwell, 333pp.
- KIŠPATIĆ, M. (1914): Kristalinsko kamenje Kalnika.- *Rad JAZU*, 200, 161-174, Zagreb.
- KIŠPATIĆ, M. (1918): Die Eruptivgesteine und kristallinischen Schiefer des Agramer Gebirges.- *Glasnik Hrv. prirodosl. društva*, 30, 1-4, 1-23, Zagreb.
- KOCH, F. (1904): Serpentsko kamenje Zagrebačke i Kalničke gore.- *Nast. vjesnik*, 13, 2, 217-220, Zagreb.
- KOVACS, S., CSASZAR, G., GALACZ, A., HAAS, J., NAGY, E. & VÖRÖS, A. (1988): The Tisza Superunit was originally part of the North Tethyan (European) margin.- In: --: *Evolution of the Northern margin of Tethys: The results of IGCP Projekt 198*, vol. 2.- *Mem. Soc. Geol. France*, 81-100, Paris.
- KOZUR, H. (1991): The evolution of the Meliata-Hallstatt ocean and its significance for the early evolution of the Eastern Alps and Western Carpathians.- *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 87, 109-135.
- KOZUR, H. W., MOCK, R. & OŽVOLDOVA, L. (1996): New Biostratigraphic Results in the Meliaticum in Its Type Area around Meliata Village (Slovakia) and Their Tectonic and Paleogeographic Significance.- *Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck*, 21, 89-121.
- LE BAS, M. J., LE MAITRE, R. W. & WOOLEY, A. R. (1992): The Construction of the Total Alkali-Silica Chemical Classification of the Volcanic Rocks.- *Mineral. Petrol.*, 46, 1-22.

- LE MAITRE, R. W., BATEMAN, P., DUDEK, A., KELLER, J., LAMEYRE LE BAS, M. J., SABINE, P.A., SCHMID, R., SORENSEN, H., STRECKEISEN, A., WOOLEY, A. R. & ZANETTIN, B. (1989): A classification of igneous rocks and glossary of terms.- Blackwell, Oxford.
- LUGOVIĆ, B., ALTHERR, R. & RACZEK, I., HOFMANN, A. & MAJER, V. (1991): Geochemistry of peridotites and mafic igneous rocks from the Central Ophiolite Belt, Yugoslavia.- *Contrib. Mineral. Petrol.*, 106, 201-216.
- MAJER, E. & MAJER, V. (1974): Pojave stijena spilit-keratofirske asocijacije u sjeveroistočnom dijelu Medvednice (Hrvatska, Jugoslavija).- *Geol. vjesnik*, 27, 189-198, Zagreb.
- MAJER, V. (1993): Ofiolitni kompleks Banije s Pokupljem u Hrvatskoj i Pastireva u Bosni.- *Acta Geol.*, 23, 2, 39-84, Zagreb.
- MARCI, V. (1987): Geokemija makroelemenata i mikrofiziografija tufova iz Podruta (istočna Ivanščica).- *Rad JAZU*, 431, 22, 17-29, Zagreb.
- MARCI, V., ŠČAVNIČAR, S. & SIJARIĆ, G. (1982): Petrografija vulkanskih stijena Ivanščice (sliv potoka Železnice).- *Zbornik radova 10. kongresa geol. Jugosl.*, knj. I, 329-335, Budva.
- MARCI, V., ŠČAVNIČAR, S. & SIJARIĆ, G. (1984): Novi podaci o vulkanskim stijenama Ivanščice (sliv potoka Železnice).- *Geol. vjesnik*, 37, 97-104, Zagreb.
- MARCI, V., ŠČAVNIČAR, S. & SIJARIĆ, G. (1988): Klastolave i brečolave iz Dugog potoka (Železnica, Ivanščica).- *Rad JAZU*, 441, 23, 85-95, Zagreb.
- MARSAGLIA, K. M. (1995): Interarc and Backarc Basins.- In: BUSBY, C. J. & INGERSOLL, R. V. (eds): *Tectonics of Sedimentary Basins*. Blackwell, 299-329.
- MATSUMOTO, R. & IJIMA, A. (1983): Chemical sedimentology of some bedded cherts in Japan.- In: IJIMA, A., HEIN, J. R. & SIEVER, R. (eds): *Siliceous Deposits in the Pacific Region*. Elsevier, Amsterdam, 175-192.
- Mc PHIE, J., DOYLE, M. & ALLEN, R. (1993): Volcanic textures: a guide to the interpretation of textures in volcanic rocks.- *Centre for Ore Deposit and Exploration Studies University of Tasmania*, pp.198.
- MESCHEDE, M. (1986): A Method of Discriminating between different Types of Mid-Ocean Ridge Basalts and continental Tholeiites with the Nb-Zr-Y Diagram.- *Chemical Geology*, 56, 207-218.
- MIDDLEMOST, E. A. K. (1975): The basalt clan.- *Earth Sci. Rev.*, 11, 337-364.
- MIYASHIRO, A. (1974): Volcanic rock series in island arc and active continental margins.- *Am. J. Sci.*, 271, 321-355.
- MIYASHIRO, A. (1978): Nature of alkalic volcanic rock series.- *Contrib. Mineral. Petrol.*, 66, 91-104.
- MOORE, G. F. (1979): Petrography of subduction zone sandstones from Nias island, Indonesia.- *J. Sed. Petrol.*, 49, 1, 71-84.
- MURRAY, R. W. (1994): Chemical criteria to identify the depositional environment of chert: general principles and applications.- *Sedimentary Geol.*, 90, 213-232.
- MURRAY, R. W., JONES, D. L. & BUCHHOLTZ ten BRINK, M. R. (1992): Diagenetic formation of bedded chert: Evidence from chemistry of chert-shale couplet.- *Geology*, 20, 271-274.
- NEDELA-DEVIDE, D. (1954): Izvještaj o proučavanju stratigrafskih i tektonskih odnosa gornje krede u Zagrebačkoj gori u 1952. godini.- *Ljetopis JAZU*, 59, 70-73, Zagreb.
- NEDELA-DEVIDE, D. (1956): O proučavanju krede na sjevernim padinama Medvednice.- *Ljetopis JAZU*, 61, 325-328, Zagreb.

- NISBET, E. G. & PRICE, I. (1974): Siliceous turbidites: bedded cherts as redeposited, ocean ridge-derived sediments.- *Spec. Publ. int. Ass. Sediment.*, 1, 351-366.
- OBRADOVIĆ, J. & GORIČAN, Š. (1989): Siliceous Deposits in Yugoslavia: Occurrences, Types, and Ages.- In: HEIN, J. R. & OBRADOVIĆ, J. (eds): *Siliceous Deposits of the Tethys and Pacific Regions*. Springer Verlag, 51-64.
- PAMIĆ, J. (1982): Some geological problems of the Dinaridic ophiolites and their associations.- *Earth Evolution Sciences*, 2(1), 30-35.
- PAMIĆ, J. (1982a): *Trijaski magmatizam Dinarida*.- Časopis Nafta, 236 pp., Zagreb.
- PAMIĆ, J. (1997): The northwesternmost outcrops of the Dinaridic ophiolites: a case study of the Mt. Kalnik (North Croatia).- *Acta geol. Hungarica*, 40/1, 37-56, Budapest.
- PAMIĆ, J. (1997a): *Vulkanske stijene savsko-dravskog međuriječja i Baranje (Hrvatska)*.- Nafta, 192pp., Zagreb.
- PAMIĆ, J. & JELASKA, V. (1975): Pojave vulkanogeno-sedimentnih tvorevina gornje krede i ofiolitskog melanža u sjevernoj Bosni i njihov značaj u geološkoj građi unutarnjih Dinarida.- *Zbornik radova II god. znan. skupa Sekc. za primj. geol., geofiz. i geokem. Znan. savjeta za naftu JAZU*, 109-117, Zagreb.
- PEARCE, J. A. (1982): Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries.- U: THORPE, R. S. (ed): *Andesites*.- Wiley, Chichester, 525-548.
- PEARCE, J. A. & CANN, J. R. (1973): Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analysis.- *Earth Planet. Sci. Lett.*, 19, 290-300.
- PEARCE, T. H., GORMAN, B. E. & BIRKETT, T. C. (1977): The relationship between major element chemistry and tectonic environment of basic and intermediate volcanic rocks.- *Earth Planet. Sci. Lett.*, 36, 121-132.
- PESSAGNO, E.A. & NEWPORT, R.L. (1972): A technique for extracting Radiolaria from radiolarian cherts.- *Micropaleontology*, 18, 2, 231-234.
- PETTIJOHN, F. J. (1963): Chemical composition of sandstones - excluding carbonate and volcanic sands.- *US Geol. Survey Prof. Paper 400-S*, 19 pp.
- PETTIJOHN, F.J., POTTER, P.E. & SIEVER, R. (1987): *Sand and sandstones*.- Springer - Verlag, New York-Heidelberg-Berlin, 553 pp.
- PILAR, Đ. (1881): *Grundzüge der Abyssodynamik*.- Commisions-Verl. d. Universitäts-Buchhandlung (Albrecht & Fiedler), 1-220, Zagreb.
- POLJAK, J. (1942): Prilog poznavanju geologije Kalničke gore.- *Vijestnik Hrv. drž. geol. zav. i geol. muz.*, 1, 53-92, Zagreb.
- RANGIN, C., STEINBERG, M. & BONNOT-COURTOIS, C. (1981): Geochemistry of the Mesozoic bedded chert of Central Baja California (Vizcaino-Cedros-San Benito): implications for paleogeographic reconstruction of an old oceanic basin.- *Earth Planet. Sci. Lett.*, 54, 313-322.
- RAYMOND, L. A. (1975): Tectonite and melange - a distinction.- *Geology*, 3, 7-9.
- RAYMOND, L. A. (1984): Classification of melanges.- U: RAYMOND, L. A. (ed): *Melanges: their nature, origin and significance*.- *Spec. Paper 198 Geol. Soc. Am.*, 7-20.
- RAYMOND, L. A. & TERRANOVA, T. (1984): The melange problem - a review.- U: RAYMOND, L. A. (ed): *Melanges: their nature, origin and significance*.- *Spec. Paper 198 Geol. Soc. Am.*, 1-5.
- ROBERTSON, A. H. F. & KARAMATA, S. (1994): The role of subduction-accretion processes in the tectonic evolution of the Mesozoic Tethys in Serbia.- *Tectonophysics*, 234, 73-94.
- ROLLINSON, H. R. (1993): *Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation*.- Longman, 352 pp.

- ROSER, B.P. & KORSCH, R.J. (1986): Determination of tectonic setting of sandstone-mudstone suites using SiO₂ content and K₂O/Na₂O ratio.- *J. Geol.*, 94, 5, 635-650.
- ROSER, B.P. & KORSCH, R.J. (1988): Provenance signatures of sandstone-mudstone suites determined using discriminant function analysis of major-element data.- *Chem. Geol.*, 67, 119-139.
- RÖSLER, H. J. (1981): *Lehrbuch der Mineralogie*.- VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie Leipzig, 833pp.
- RUITZ-ORTIZ, P.A., BUSTILLO, M.A. & MOLINA, J.M. (1989): Radiolarite sequences of the Subbetic, Betic Cordillera, Southern Spain.- In: HEIN, J.R. & OBRADOVIĆ, J. (eds): *Siliceous deposits of the Tethys and Pacific regions*, 107-127.
- SCANDONE, P. (1975): Triassic seaways and the Jurassic Tethys Ocean in the central Mediterranean area.- *Nature*, 256, 117-119.
- SCHLAGER, W. & SCHLAGER, M. (1973): Clastic sediments associated with radiolarites (Tauglboden Schichten, upper Jurassic, eastern Alps).- *Sedimentology*, 20, 65-89.
- SERRI, S. (1981): The petrochemistry of ophiolitic gabbro-complexes: A key for classification of ophiolites to low-Ti and high-Ti types.- *Earth Planet. Sci. Lett.*, 52, 203-212.
- SHERVAIS, J. W. (1982): Ti-V plots and the petrogenesis of modern and ophiolitic lavas.- *Earth Planet. Sci. Lett.*, 59, 101-118.
- SILVER, E. A. & BEUTNER, E. C. (1980): Melanges.- *Geology*, 8, 32-34.
- SLOVENEK, D. (1998): Ofiolitne stijene u slivu potoka Bistre na sjevernim padinama Medvednice.- Magistarski rad Sveučilišta u Zagrebu, u izradi, Zagreb.
- SLOVENEK, D. & HALAMIĆ, J. (1995a): Gabroidne stijene Markovčaka.- U: ŠIKIĆ, K. (ed): *Geološki vodič Medvednice*, 113-114, Zagreb.
- SLOVENEK, D. & HALAMIĆ, J. (1995b): Bazične stijene na cesti Hunjka-Pila.- U: ŠIKIĆ, K. (ed): *Geološki vodič Medvednice*, 139-140, Zagreb.
- SLOVENEK, D. & HALAMIĆ, J. (1995c): Bazične stijene kamenoloma Reka potok.- U: ŠIKIĆ, K. (ed): *Geološki vodič Medvednice*, 143-144, Zagreb.
- SUGISAKI, R. (1984): Relation between chemical composition and sedimentation rate of Pacific Ocean-floor sediments deposited since the middle Cretaceous: Basic evidence for chemical constraints on depositional environments of ancient sediments.- *J. Geol.*, 92, 235-259.
- SUGISAKI, R., YAMAMOTO, K. & ADACHI, M. (1982): Triassic bedded cherts in central Japan are not pelagic.- *Nature*, 298, 644-647.
- ŠIKIĆ, K. (1995a): Prikaz geološke građe Medvednice.- U: ŠIKIĆ, K. (ed): *Geološki vodič Medvednice*, 7-30, Zagreb.
- ŠIKIĆ, K. (1995b): Strukturni odnosi i tektogeneza šireg prostora Medvednice.- U: ŠIKIĆ, K. (ed): *Geološki vodič Medvednice*, 31-40, Zagreb.
- ŠIKIĆ, K. & BASCH, O. (1975): Geološka zbivanja od paleozoika do kvartara u zapadnom dijelu Zagrebačke regije.- II god. znanst. skupa Sekcije za primj. geol., geof. i geok. znanst. savjeta za naftu JAZU, serija A, 5, 69-86, Zagreb.
- ŠIKIĆ, K. & GRIMANI, M. (1965): Prvi nalaz jure u srednjoj i sjeverozapadnoj Hrvatskoj i rasprostranjenost dijabazno-rožnjačkih naslaga u Baniji i Kordunu.- *Acta geol.* 5, 397-403, Zagreb.
- ŠIKIĆ, K., BASCH, O. & ŠIMUNIĆ, AN. (1977): Osnovna geološka karta 1:100.000, list Zagreb L 38-80.- Institut za geol. istr. Zagreb, Sav. geol. zavod, Beograd.
- ŠIKIĆ, K., BASCH, O. & ŠIMUNIĆ, AN. (1979): Tumač Osnovne geološke karte, list Zagreb 1:100.000.- Inst. za geol. istr. Zagreb, Sav. geol. zavod, 1-81, Beograd.

- ŠIMUNIĆ, AL. & ŠPARICA, M. (1975): Neke karakteristike jurskih naslaga područja Banije i sjeverozapadnog dijela bosanske Krajine.- Zbornik radova 2. god. Znan. skupa Sekcije za primjenu geol., geofiz., geokem., Znan. savjeta za naftu Jugosl. Akad. znan. i umjet., 204-217, Zagreb.
- ŠIMUNIĆ AL. & ŠIMUNIĆ, AN. (1979): Litofacijelno rasčlanjivanje mezozojskih naslaga Kalničkog gorja.- Zbornik radova 4. god. Znan. skupa Sekcije za primjenu geol., geofiz., geokem., Znan. savjeta za naftu Jugosl. Akad. znan. i umjet., Stubičke Toplice (1978), 125-137, Zagreb.
- ŠIMUNIĆ, AL. & ŠIMUNIĆ, AN. (1980): Petrografski sastav i geneza trijaskih naslaga Ivanšćice, Kalnika i Ravne Gore (Hrvatsko Zagorje).- Geol. vjesnik, 32, 242-253, Zagreb.
- ŠIMUNIĆ, AN. (1992): Geološki odnosi središnjeg dijela Hrvatskog zagorja.- Disertacija Sveučilišta u Zagrebu, 190 pp., Zagreb.
- ŠIMUNIĆ, AN., PIKIJA, M., ŠIMUNIĆ, AL., ŠIKIĆ, L. & MILANOVIĆ, M. (1976): Stratigrafsko-tektonski odnosi centralnog i istočnog dijela Ivanšćice.- 8. jugosl. geol. kongres, 2, 303-314, Ljubljana.
- ŠIMUNIĆ, AN., ŠIMUNIĆ, AL. & MILANOVIĆ, M. (1979): Geološka građa Ivanšćice i Ravne Gore.- Geol. vjesnik, 31, 157-174, Zagreb.
- ŠIMUNIĆ, AN., PIKIJA, M. & HEĆIMOVIĆ, I. (1982): Osnovna geološka karta 1:100.000, list Varaždin L 33-69.- Institut za geol. istr. Zagreb, Sav. geol. zavod, Beograd.
- ŠIMUNIĆ, AN., PIKIJA, M., HEĆIMOVIĆ, I. & ŠIMUNIĆ, AL. (1981): Tumač za list Varaždin L 33 - 69.- Inst. za geol. istr. Zagreb, Sav. geol. zavod, 1-75, Beograd.
- ŠIMUNIĆ, AN. & PAMIĆ, J. (1989): Ultramafitne stijene kod Gornjeg Orešja na sjeveroistočnim obroncima Medvednice.- Geol. vjesnik, 42, 93-101, Zagreb.
- ŠIMUNIĆ, AN., NAJDENOVSKI, J. & PAMIĆ, J. (1993): Chaotic rock complexes - possible hydrocarbon accumulations in south-western parts of the Pannonian Basin (R. of Croatia).- Nafta, 44(11), 609-616, Zagreb.
- ŠPARICA, M., BENČEK, Đ. & MAGDALENIĆ, Z. (1979): Facijelne karakteristike vulkanogeno-sedimentnog kompleksa stijena područja Abes-Lasinja u Baniji (Hrvatska).- Zbornik radova IV god. znan. skupa Sekc. za primj. geol., geofiz. i geokem. Znan. savjeta za naftu JAZU, 138-146, Zagreb.
- TADA, R. (1991): Compaction and Cementation in Siliceous Rock and Their Possible Effect on Bedding Enhancement.- In: EINSELE, G., RICKEN, W. & SEILACHER, A. (eds.): Cycles and events in stratigraphy. Springer Verlag, 480-491.
- TAMAKI, K. & HONZA, E. (1991): Global tectonics and formation of marginal basins: role of the Western Pacific.- Episodes, 14, 224-230.
- TENG, L. S. (1990): Geotectonic evolution of the late Cenozoic arc-continent collision in Taiwan.- Tectonophysics, 183, 57-76.
- TIŠLJAR, J. (1994): Sedimentne stijene.- Školska knjiga, 422 pp., Zagreb.
- TOMLJENOVIĆ, B. (1995): Stratigrafski i tektonski položaj sedimentnog kompleksa s bazičnim magmatskim stijenama na sjeverozapadnim padinama Medvednice.- Magistarski rad Sveučilišta u Zagrebu, 68 pp., Zagreb.
- TUREKIAN, K. K. & WEDEPOHL, K. H. (1961): Distribution of the elements in some major units of the Earths crust.- Bull. Geol. Soc. Am., 72, 175 pp.
- VRAGOVIĆ, M. & MARCI, V. (1973): Karbonatizirani serpentiniti iz dubokih bušotina kraj sela Lepavine.- Geol. vjesnik, 26, 159-168, Zagreb.
- VRKLJAN, M. (1988): Eruptivne stijene iz Pake (Kalnik, sjeverozapadna Hrvatska).- Geol. vjesnik, 41, 133-144, Zagreb.
- VRKLJAN, M. (1989): Eruptivne stijene Kalnika.- Disert. Sveuč. u Zagrebu, 1-94, Zagreb.

- VRKLJAN, M. (1992): Spilite from Kame{nica, Mt. Kalnik, NW Croatia.- Geol. Croatica, 45, 53-61, Zagreb.
- VRKLJAN, M. (1994): Petrographic characteristics of extrusive rocks from Hruškovec, Mt. Kalnik, NW Croatia.- Geol. Croatica, 47/2, 181-191, Zagreb.
- VRKLJAN, M. & ALJINOVIĆ, D. (1995): Kontakti spilita i sedimentnih stijena na Kalničkom gorju.- 1. hrv. geol. kongres, knj. sažetaka, str.101, Zagreb.
- VRKLJAN, M. & VRAGOVIĆ, M. (1991): Spiliti iz gornjeg toka Glogovnice i Rakovog potoka (Kalnik, sjeverozapadna Hrvatska).- Geol. vjesnik, 44, 181-193, Zagreb.
- VUKOTINOVIĆ, LJ. (1853): Einige Mitteilungen über das Kalniker Gebirge in Croatien.- Jahrb. Geol. Reichanst., 4, 550-552, Wien.
- VUKOTINOVIĆ, LJ. (1860): Die Diorite mit den übrigen geognostischen Verhältnissen des Agramer Gebirges.- Sitzungsbericht Akad. Wiss., 28, Wien.
- WEDEPOHL, K. H. (1969): Composition and abundance of common sedimentary rocks.- In: WEDEPOHL, K. H. (ed): Handbook of Geochemistry, Vol. I. Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 250-271.
- WERNICKE, B. (1985): Uniform sense simple shear of the continental lithosphere.- Can. Jour. Earth Sci., 22, 108-125.
- WILSON, M. (1989): Igneous petrogenesis - A global tectonic approach.- Unwin Hyman London, 465pp.Ššš
- WINCHESTER, J. A. & FLOYD, P. A. (1976): Geochemical magma type discrimination: Application to altered and metamorphosed basic igneous rocks.- Earth Planet. Sci. Lett., 28, 459-469.
- WINTERER, E.L. & BOSELLINI, A. (1981): Subsidence and sedimentation on a Jurassic passive continental margin, southern Alps, Italy.- Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol., 65, 394-421.
- WOLF, H. (1861): Geologische Verhältnisse des Kalnikgebirge und der Umgebung von Warasdiner Töplitz in Croatien.- Verh. geol. Reichanst., 12, 229, Wien.
- ZUPANIĆ, J., BABIĆ, LJ. & CRNJAKOVIĆ, M. (1981): Bazenski klastiti donje krede (Oštre-formacija) Ivanščice u sjeverozapadnoj Hrvatskoj.- Acta geol. Jugosl. akad., 11, 1, 1-44, Zagreb.

Neobjavljeni radovi

- GUŠIĆ, I. (1995): Izvještaj o mikropaleontološkoj analizi izbrusaka s oznakama VH, VS, VK i PO.- FSD IGI, 5 pp., Zagreb.
- GUŠIĆ, I. (1997): Izvještaj o mikropaleontološkoj analizi izbrusaka s oznakom BR (stup "Brišće", Ivanščica.- FSD IGI, 3 pp., Zagreb.
- KOLAR-JURKOVŠEK, T. (1996): Poročilo o konodontnih analizah.- FSD IGI, 4 pp., Zagreb.
- ŠIMUNIĆ, AI. (1996): Modalni sastav krednih pješčenjaka s područja Medvednice i Kalnika.- FSD IGI, 34/96, 5 pp., Zagreb.
- VELIĆ, I. (1994): Izviješće o mikropaleontološkoj odredbi izbrusaka "Magmatsko-sedimentnog kompleksa Medvednice" s oznakom "BU", stup Burnjak.- FSD IGI, 44/94, 4 pp., Zagreb.
- VITEZIĆ, M. (1993): Mikropaleontološke analize s geoloških stupova Dugi jarek-1 i Dugi jarek-2.- FSD IGI, 37/93, 8 pp., Zagreb.

ŽIVOTOPIS

Rođen sam 17.10.1953. godine u Deanovcu kod Ivanić Grada, gdje sam završio osnovno obrazovanje. Srednju školu pohađao sam u Varaždinu i 1972. godine stekao zvanje geološkog tehničara. Nakon završetka Studienkollega u Hamburgu, studij geologije i paleontologije započeo sam 1976. godine na Sveučilištu u Hamburgu, gdje sam, nakon odsluženja vojnog roka, diplomirao 1983. godine. Diplomski rad s naslovom "Geologische Neukartierung des Gebietes zwischen Pölling und St. Georgen am Längsee (Kärnten - Österreich)" izradio sam u pokrajini Koruškoj u Austriji pod vodstvom Prof. dr sc. F. Thiediga. Kao apsolvent radio sam tri godine kao samostalni vanjski suradnik kod Državnog geološkog zavoda u Hamburgu na izvođenju geološko-inženjerskih radova pri trasiranju brze željezničke pruge Hamburg-Bremen i Hamburg-Hannover kao i na geološkom kartiranju pri izgradnji dijela podzemne željeznice u Hamburgu.

U Geoinstitutu Sarajevo zaposlio sam se 1984. godine, gdje sam radio na izradi Geokemijske karte 1:100.000 jugoistočne i centralne Bosne i bio koautor različitih programa i elaborata pri izvedbi toga projekta. Nadalje, bio sam koautor Programa za izradu geološke karte 1:50.000 područja jugoistočne Bosne i Srednjobosanskog škriljavog gorja te sam pri tome bio i voditelj ekipe za izvedbu toga programa za područje jugoistočne Bosne.

U Institut za geološka istraživanja u Zagrebu došao sam 1988. godine, gdje sam i danas zaposlen. U Zavodu za geologiju bio sam autor Programa izrade Geološke karte R Hrvatske 1:50.000 za magmatske stijene Požeške Gore te za magmatsko-sedimentne komplekse Medvednice, Kalnika i Ivanščice, a ujedno sam i voditelj ekipe za realizaciju tih programa. Istovremeno sam i voditelj projekta izrade Geokemijske karte R Hrvatske za sjeverni (panonski) dio naše Republike. Magistarski rad s temom "Geološki položaj magmatsko-sedimentnog kompleksa Požeške Gore" obranio sam na Sveučilištu u Zagrebu 1992. godine. Od 1990. do 1995. godine aktivno sam surađivao na tematskim radovima za INA-Naftaplin i bio sam autor Geološke karte sjeverne Hrvatske 1:200.000 - Vrh predtercijara i koautor Geološke karte sjeverne Hrvatske 1:200.000 - dno Ivanić Grad formacije i njenih ekvivalenata, koje su konstruirane na temelju analize podataka dubokih istražnih bušotina.

Član sam Hrvatskog geološkog društva i Sekcije za mineralogiju pri Hrvatskom geološkom društvu te član Odbora za geokemiju pri HAZU.

Do sada sam u autorstvu i koautorstvu objavio 28 stručnih i znanstvenih radova u domaćim i inozemnim geološkim časopisima, a osim toga sam autor i koautor desetak neobjavljenih stručnih radova i izvješća.

U Zagrebu, siječnja 1998. godine

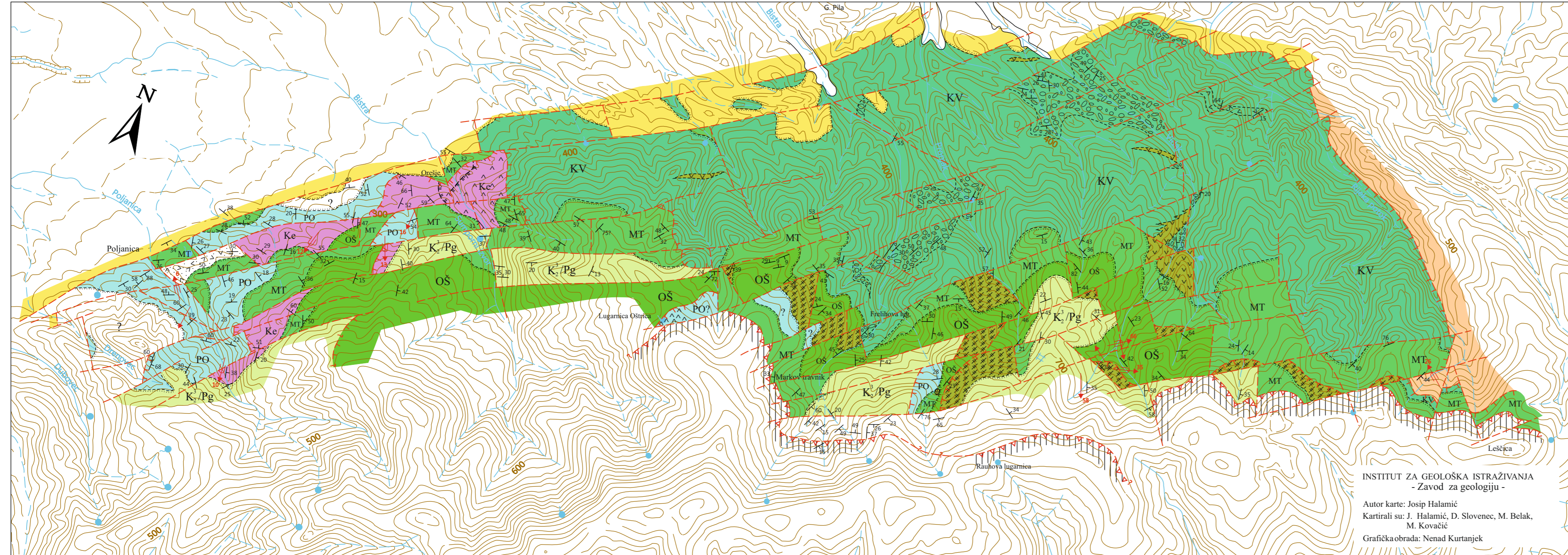
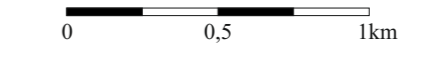
.....
(mr sc. Josip Halamić, dipl. ing. geol.)

OBJAVLJENI RADOVI

- BELAK, M. & HALAMIĆ, J. (1995): Mramorizirani vapnenci, metapsamiti i metapeliti u potoku Reki.- U: ŠIKIĆ, K. (ed): Geološki vodič Medvednice, 144-146, Zagreb.
- BELAK, M., HALAMIĆ, J. & SLOVENEK, D. (1995): Metapeliti i metapsamiti potoka Bistrice.- U: ŠIKIĆ, K. (ed): Geološki vodič Medvednice. 182-183, Zagreb.
- ČIČIĆ, S. & HALAMIĆ, J. (1987): O geologiji Dinarida, Alpa i Apenina.- Geol. glasnik, 30, 181-209, Sarajevo.
- GORIČAN, Š. & HALAMIĆ, J. (1997): Triasni in jurski radiolariti Medvednice in Kalnika (Hrvaška).- 13. posavetovanje slovenskih geologov-povzetki referatov, Geol. Zbornik, 11, 10-11, Ljubljana.
- GORIČAN, Š. & HALAMIĆ, J. (1997): Medvednica and Kalnik Mountains - remnants of the Meliata-Hallstatt Ocean in the western Pannonian Basin?.- Interrad VIII, p., Paris.
- HALAMIĆ, J. (1992): Geološki položaj magmatsko-sedimentnog kompleksa Požeške Gore.- Magistarski rad Sveučilišta u Zagrebu, 74pp., Zagreb.
- HALAMIĆ, J. & GORIČAN, Š. (1995): Triassic Radiolarites from Mts. Kalnik and Medvednica (Northwestern Croatia).- Geol. Croatica, 48/2, 129-146, Zagreb.
- HALAMIĆ, J. & KARAN, D. (1987): Pojave auripigmenta i antimonita u naslagama gipsa kod Jabuke (Foča, BI-Bosna).- Geol. glasnik, 30, 186-194, Sarajevo.
- HALAMIĆ, J. & SLOVENEK, D. (1995a): Matrikspotporni konglomerati kraj lugarnice Oštrica.- U: ŠIKIĆ, K. (ed): Geološki vodič Medvednice, 110-111, Zagreb.
- HALAMIĆ, J. & SLOVENEK, D. (1995b): Matrikspotporni konglomerati Markovčaka.- U: ŠIKIĆ, K. (ed): Geološki vodič Medvednice, 111-112, Zagreb.
- HALAMIĆ, J. & SLOVENEK, D. (1995c): Bazične stijene kamenoloma Gornja Bistra.- U: ŠIKIĆ, K. (ed): Geološki vodič Medvednice, 119-121, Zagreb.
- HALAMIĆ, J. & SLOVENEK, D. (1995d): Bazične i sedimentne stijene kamenoloma Jelenja voda.- U: ŠIKIĆ, K. (ed): Geološki vodič Medvednice, 134-137, Zagreb.
- HALAMIĆ, J. & SLOVENEK, D. (1995e): Bazične i sedimentne stijene Rakove noge.- U: ŠIKIĆ, K. (ed): Geološki vodič Medvednice, 140-141, Zagreb.
- HALAMIĆ, J. & SLOVENEK, D. (1995f): Mikriti potoka Burnjak.- U: ŠIKIĆ, K. (ed): Geološki vodič Medvednice, 183-184, Zagreb.
- HALAMIĆ, J. & SLOVENEK, D. (1995g): Donji trijas kod Jablanovca.- U: ŠIKIĆ, K. (ed): Geološki vodič Medvednice. p.54, Zagreb.
- HALAMIĆ, J. & SLOVENEK, D. (1995h): Sedimenti donjeg trijasa kraj Jablanovca.- U: ŠIKIĆ, K. (ed): Geološki vodič Medvednice, 55-56, Zagreb.
- HALAMIĆ, J. SLOVENEK, D. & KOLAR-JURKOVŠEK, T. (1998): Triassic basalt-carbonate peperite from Mt. Medvednica, Northwestern Croatia (Orešje quarry).- Geol. Croatica, in press, Zagreb.
- HALAMIĆ, J., BELAK, M. & JAMIČIĆ, D. (1990): Geološko-petrografski prikaz bazičnih vulkanskih stijena Požeške gore (Slavonija/Hrvatska).- XII Kongres geol. Jugoslav., II, 456-465, Ohrid.
- HALAMIĆ, J., BELAK, M. & PAVELIĆ, D. (1993): The Sedimentological Significance and Stratigraphic Position of Coarse-Grained Red Beds (?Oligocene) of the Northwestern Margin of Mt. Požeška Gora (North Croatia).- Geol. Croatica, 46/1, 137-143, Zagreb.
- HALAMIĆ, J., GORIČAN, Š. & SLOVENEK, D. (1995): Pelagički silicijski sedimenti sjeverozapadnog dijela Medvednice.- 1. hrv. geol. kongres, knj. sažetaka, str.36, Zagreb.

- HALAMIĆ, J., GORIČAN, Č. & SLOVENEK, D. (1998): Jurassic olistostrome from Mt. Medvednica (Northwestern Croatia).- Geol. Croatica, in press, Zagreb.
- HALAMIĆ, J., KOVAČIĆ, M. & ŠLOGAR, D. (1995): Baza podataka Geološke karte Republike Hrvatske 1:50.000.- 1. hrv. geol. kongres, Zbornik radova 1, 191-195, Zagreb.
- JELIĆ, N. & HALAMIĆ, J. (1987): Geokemijske karakteristike dijela JI-Bosne na osnovu analize strim-sedimenata.- Geol. glasnik, 31/32, 144-155, Sarajevo.
- KOVAČIĆ, M. & HALAMIĆ, J. (1990): Prijedlog za izradu jugoslavenske baze geoloških bibliografskih podataka.- XII Kongres geol. Jugoslav., I, 105-113, Ohrid.
- SLOVENEK, D. & HALAMIĆ, J. (1995a): Gabroidne stijene Markovčaka.- U: ŠIKIĆ, K. (ed): Geološki vodič Medvednice, 113-114, Zagreb.
- SLOVENEK, D. & HALAMIĆ, J. (1995b): Bazične stijene na cesti Hunjka-Pila.- U: ŠIKIĆ, K. (ed): Geološki vodič Medvednice, 139-140, Zagreb.
- SLOVENEK, D. & HALAMIĆ, J. (1995c): Bazične stijene kamenoloma Reka potok.- U: ŠIKIĆ, K. (ed): Geološki vodič Medvednice, 143-144, Zagreb.
- WOLTER, L., THIEDIG, F., PESCH, P., HALAMIĆ, J. & APPOLD, T. (1982): Geologie und Tektonik des Krapfeldmesozoikums (Ebersteiner Trias) in Kärnten/Österreich.- Mitt. Geol.-Palaeont. Inst. Univer. Hamburg, 53, 207-248, Hamburg.

LITOSTRATIGRAFSKA KARTA SJEVEROZAPADNOG DIJELA MEDVEDNICE*



INSTITUT ZA GEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA
- Zavod za geologiju -
Autor karte: Josip Halamčić
Kartirali su: J. Halamčić, D. Slovenec, M. Belak,
M. Kovačić
Grafička obrada: Nenad Kurtanjek

LEGENDA:

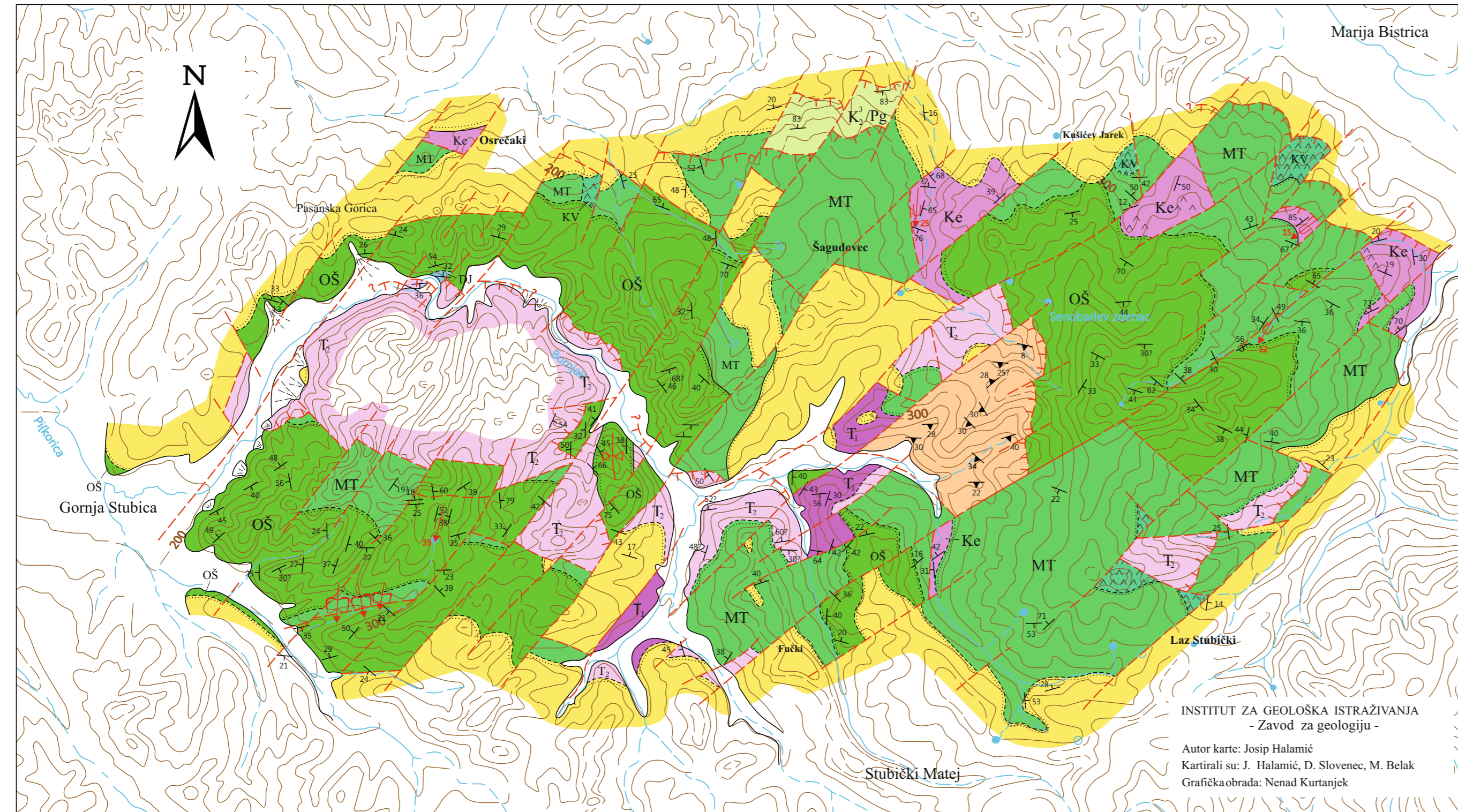
TERCIJAR - KVARITAR oplenito		Šljunci, pijesci, gline
		Konglomerati, pješčenjaci, šljunci, pijesci, lapori, vapnenci
PALEOGEN		Turbiditi, konglomerati, vapnenačke breče, pješčenjaci, kalcitni siltiti, vapnenci
	LITOSTRATIGRAFSKE I LITODEMSKE JEDINICE	
GORNJA KREDA		OŠ OŠTRC Turbiditi (kalcitni do bezkarbonatni siltiti, pješčenjaci, kalkareniti, mikriti); konglomerati, ljubičastocrveni siltiti i pješčenjaci, podređeno šejlovi, rožnjaci
		MT MARKOV TRAVNIK Matrikspotorni konglomerati, konglomeratni šejlovi i siltiti s oblicima i blokovima pješčenjaka, metabazalta i ultramafita
		PO POLJANICA Zelenkasti, sivi i crveni šejlovi i siltiti, sivi i crveni radiolarijski rožnjaci, radiolariti, sivi rožnjaci, karbonatni olistoliti, debriti; jastučaste lave i metabazalti
		KV KRALJEV VRH Bazalti i metabazalti, mandulasti i porfirni bazalti i metabazalti, jastučaste lave; matrikspotorni konglomerati (debriti) i tufti
		PODBREG Tufovi i tufti
	LITODEMSKE JEDINICE	
DONJA KREDA		a) Dijabazi i metadijabazi b) Gabri, metagabri i gabro-dijabazi c) Peridotiti
		Ke KESTENIK Tamno-crveni i crveni radiolarijski rožnjaci i radiolariti, tamno-crveni i sivozeleni šejlovi i siltiti; jastučaste lave i metabazalti, crveni i tamno-crveni mikriti (peperiti)
TRIJAS		METAMORFITI RIJEKA POTOKA
		METAMORFNI KOMPLEKS GLAVNOG TRUPA MEDVEDNICE

STANDARDNE OZNAKE

- konformna geološka granica, utvrđena
 - konformna geološka granica, pretpostavljena
 - diskonformna geološka granica, utvrđena
 - diskonformna geološka granica, pretpostavljena
 - granica intruziva, utvrđena
 - granica intruziva, pretpostavljena
 - granica efuziva
 - postupan prijelaz
 - položaj sloja
 - prebačen sloj
 - vertikalni sloj
 - horizontalni sloj
 - položaj folijacije
-
- utvrđeni rasjed
 - rasjed pretpostavljeno lociran
 - rasjed s oznakom nagiba paraklaze
 - transkurentni rasjed
 - relativno spušten blok
 - rasjedna zona
 - čelo ljuske
 - čelo ljuske, pretpostavljeno locirano
 - čelo navlake
 - čelo navlake, pretpostavljeno locirano
 - smjer tonjenja metarske antiklinalne
 - smjer tonjenja metarske sinklinalne
 - položaj osi metarske bore
 - sinklinala
 - prebačena sinklinala
 - antiklinala
 - prebačena antiklinala
 - klizište

* korišteni i podaci s OGK 1:100 000, list Zagreb i Ivanić Grad

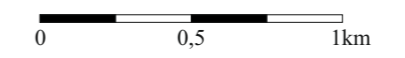
LITOSTRATIGRAFSKA KARTA SJEVERNOG DIJELA MEDVEDNICE
 PODRUČJE HUM - ŠAGUDOVEC *



INSTITUT ZA GEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA
 - Zavod za geologiju -
 Autor karte: Josip Halamić
 Kartirali su: J. Halamić, D. Slovenec, M. Belak
 Grafička obrada: Nenad Kurtanjek

LEGENDA:

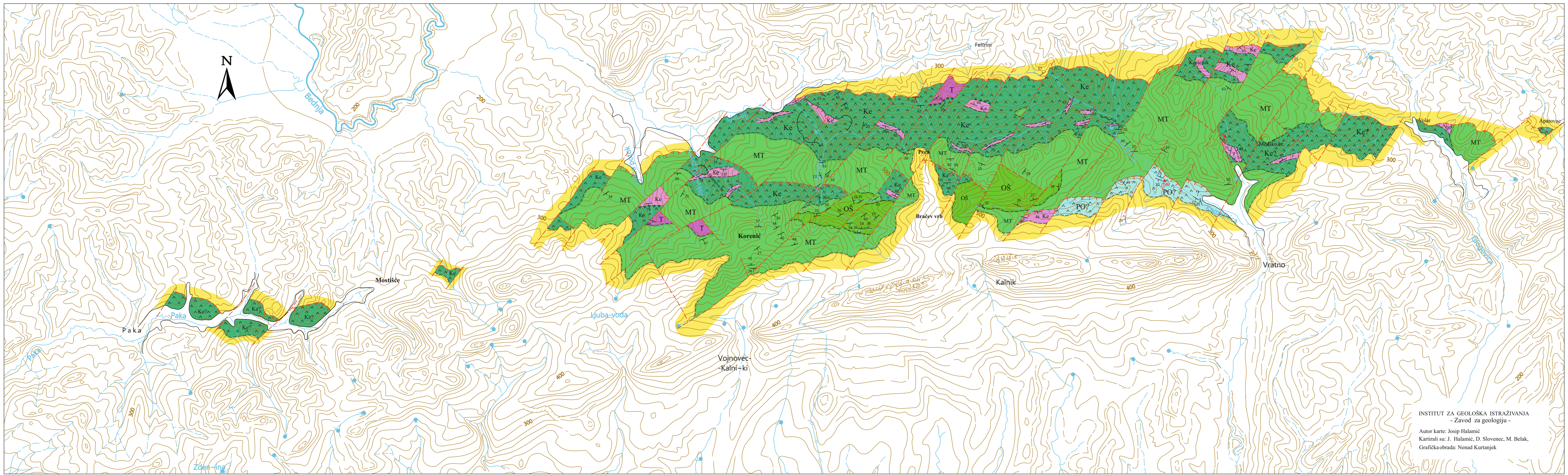
TERCIJAR / općenito		Šljunci, pijesci, gline
		Šljunci, pijesci, lapori, pješčenjaci, konglomerati, vapnenci
GORNJA KREDA / i PALEOGEN		Turbiditi, konglomerati, pješčenjaci, breče, kalcični siltiti, vapnenci
	LITOSTRATIGRAFSKE JEDINICE	
DONJA KREDA		OŠ OŠTRC Turbiditi (kalcični do bezkarbonatni siltiti, pješčenjaci, kalkareniti, mikriti); konglomerati, ljubičastocrveni siltiti i pješčenjaci, podređeno šejlovi, rožnjaci
		DJ DUGI JAREK Mikriti, biomikriti, silificirani mikriti, glinoviti mikriti, šejlovi
		MT MARKOV TRAVNIK Matrikspotporni konglomerati, konglomeratični šejlovi i siltiti s oblucima i blokovima pješčenjaka i metabazalta
		KV KRALJEV VRH Bazalti i metabazalti, mandulasti i porfirni bazalti i metabazalti, jastučaste lave; matrikspotporni konglomerati (debriti) i tufiti
		Ke KESTENIK Tamnocrveni i crveni radiolarijski rožnjaci i radiolariti, tamnocrveni i sivozeleni šejlovi i siltiti; jastučaste lave i metabazalti, crveni i tamnocrveni mikriti (peperiti)
TRIJAS		TRIJAS a) Tamnocrveni šejlovi, siltiti i pješčenjaci, karbonatni pješčenjaci b) Vapnenci, dolomitični vapnenci i dolomiti
		METAMORFITI RIJEKE POTOKA



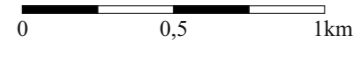
STANDARDNE OZNAKE

- konformna geološka granica, utvrđena
- konformna geološka granica, pretpostavljena
- diskonformna geološka granica, utvrđena
- diskonformna geološka granica, pretpostavljena
- granica intruziva, utvrđena
- granica intruziva, pretpostavljena
- granica efuziva
- postupan prijelaz
- položaj sloja
- prebačen sloj
- vertikalni sloj
- horizontalni sloj
- položaj folijacije
- utvrđeni rasjed
- rasjed pretpostavljeno lociran
- rasjed s oznakom nagiba paraklaze
- transkurentni rasjed
- relativno spušten blok
- rasjedna zona
- čelo ljske
- čelo ljske, pretpostavljeno locirano
- čelo navlake
- čelo navlake, pretpostavljeno locirano
- smjer tonjenja metarske antiklinalne
- smjer tonjenja metarske sinklinalne
- položaj osi metarske bore
- sinklinala
- prebačena sinklinala
- antiklinala
- prebačena antiklinala
- klizište

* korišteni i podaci s OGK 1:100 000, list Ivanić Grad i Varaždin



LITOSTRATIGRAFSKA KARTA MAGMATSKO - SEDIMENTNOG KOMPLEKSA KALNIKA



LEGENDA:

TERCIJAR - kvartar
općenito

DONJA KREDA

JURA

TRIAS

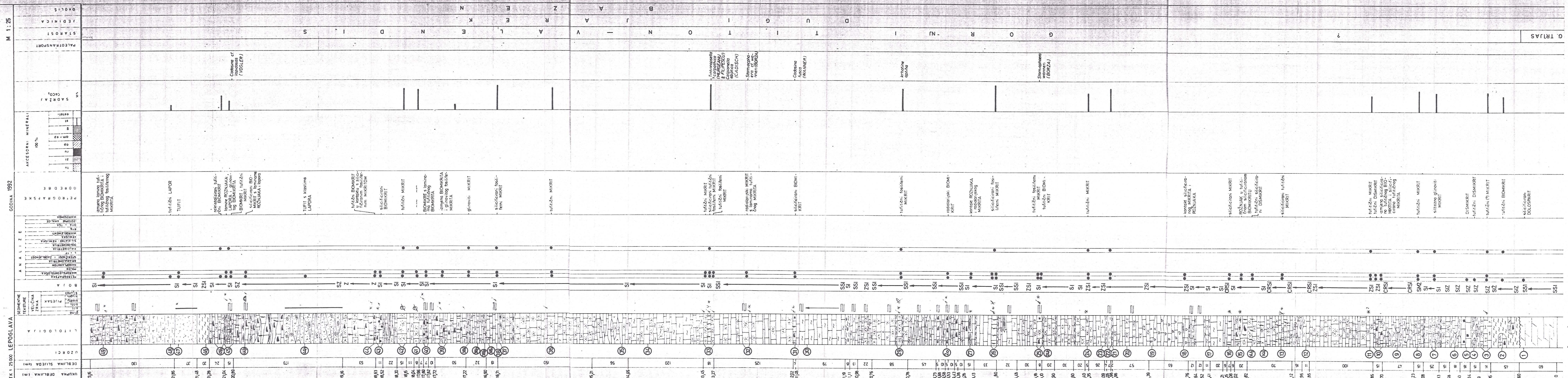
	Šljunci, pijesci, gline
	Šljunci, pijesci, gline, konglomerati, biokalkareniti, vapnenci
LITOSTRATIGRAFSKE JEDINICE	
	OŠTRC Turbiditi (kalcični do bezkarbonatni siltiti, pješčenjaci, kalkareniti, mikriti); konglomerati, ljubičasto-crveni siltiti i pješčenjaci, podređeno šejlovi, rožnjaci, silicificirani mikriti i biomikriti
	MARKOV TRAVNIK Matrikspotpomi konglomerati, konglomeratični (ejlovi i siltiti s oblucima i blokovima pješčenjaka i metabazalta)
	POLJANICA Zelenkasti, sivi i crveni šejlovi i siltiti, sivi i crveni radiolarijski rožnjaci, radiolariti, sivi rožnjaci, karbonatni olistoliti, debriti, jastučaste lave i metabazalti(?)
	KESTENIK Bazalti i metabazalti, pillow lave s proslojcima tamnocrvenih, a podređeno sivozelenih šejlova i siltita; radiolarijski rožnjaci i šejlovi; radiolariti, peperiti
STIJENE KOJE NE PRIPADAJU MAGMATSKO - SEDIMENTNOM KOMPLEKSU	
	TRIAS, općenito Dolomiti, dolomitični vapnenci, tamnocrveni siltiti i pješčenjaci

STANDARDNE OZNAKE

- konformna geološka granica, utvrđena
 - konformna geološka granica, pretpostavljena
 - diskonformna geološka granica, utvrđena
 - diskonformna geološka granica, pretpostavljena
 - granica intruziva, utvrđena
 - granica intruziva, pretpostavljena
 - granica efuziva
 - postupan prijelaz
 - položaj sloja
 - prebačen sloj
 - vertikalni sloj
 - horizontalni sloj
 - položaj folijacije
-
- utvrđeni rasjed
 - rasjed pretpostavljeno lociran
 - rasjed s oznakom nagiba paraklaze
 - transkurentni rasjed
 - relativno spušten blok
 - rasjedna zona
 - čelo ljuske
 - čelo ljuske, pretpostavljeno locirano
 - čelo navlake
 - čelo navlake, pretpostavljeno locirano
 - smjer tonjenja metarske antiklinale
 - smjer tonjenja metarske sinklinale
 - položaj osi metarske bore
 - sinklinala
 - prebačena sinklinala
 - antiklinala
 - prebačena antiklinala
 - klizište

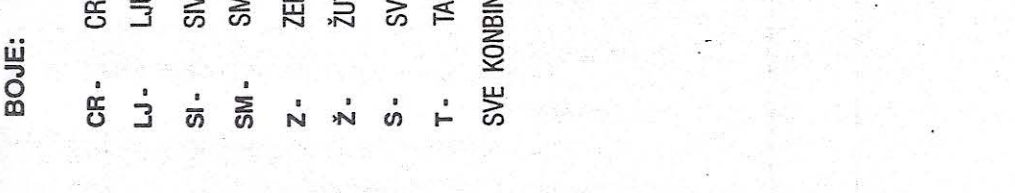
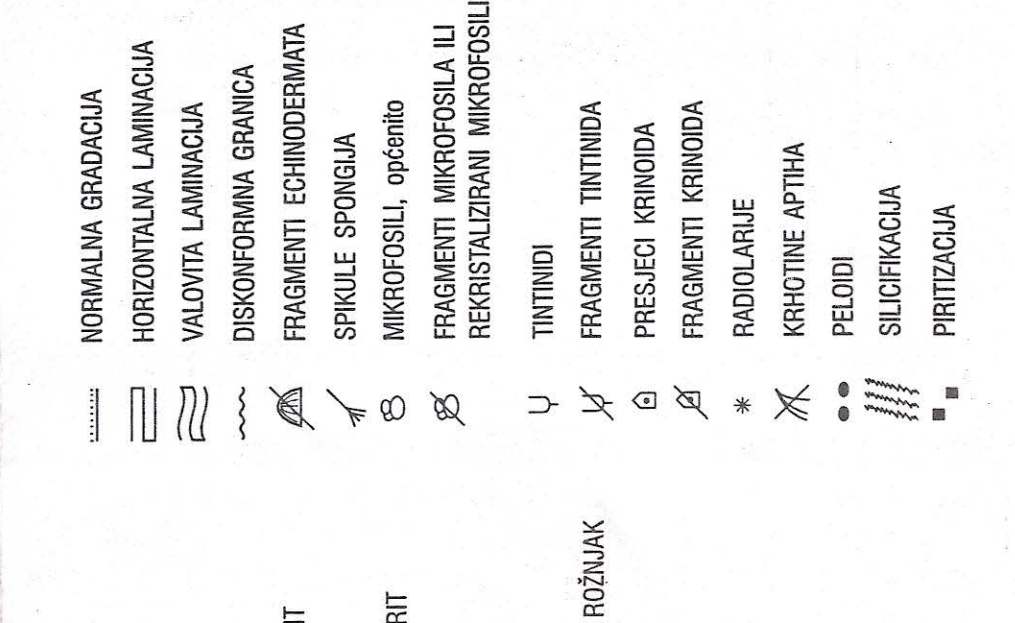
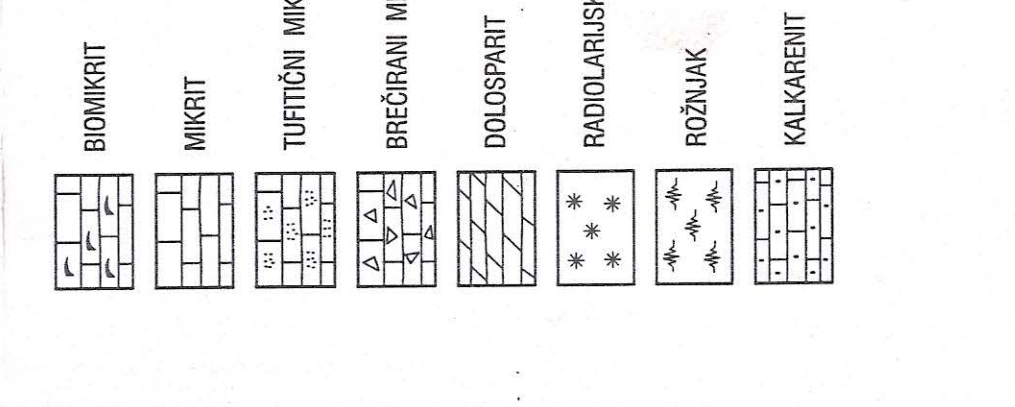
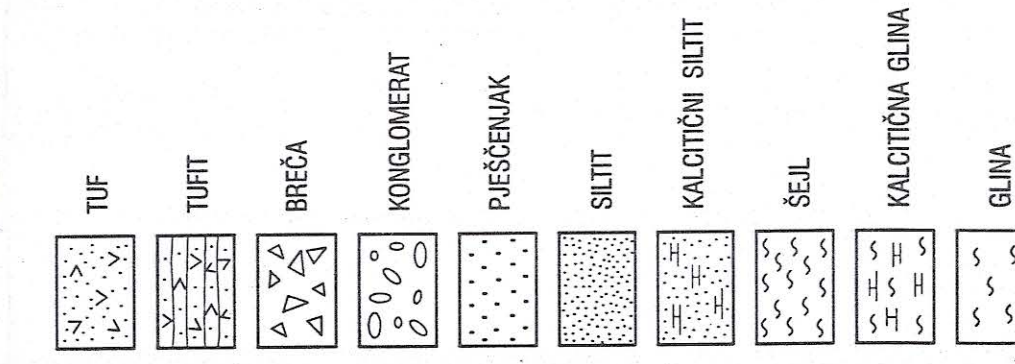
* korišteni i podaci s O GK 1:100 000, list Varaždin i list Koprivnica

INSTITUT ZA GEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA
- Zavod za geologiju -
Autor karte: Josip Halamić
Kartirali su: J. Halamić, D. Slovence, M. Belak,
Grafička obrada: Nenad Kurtanek



* prema SIMUNIĆ (1992), dopunjeno

LEGENDA:



BOJE:

POPIS UZORAKA KEMIJSKIH ANALIZA

MAGMATSKE STIJENE

Broj uzorka na karti	Radna oznaka uzorka	Vrsta stijene	Starost	Područje	Koordinate	Vrsta analize ^{a)}	Tablice u tekstu
1	SB 5 ^{b)}	ofitni metabazalt	trijas	Medvednica	X508576 Y557092 Z295	MA, MI	3, 4, 5
	SB 10 ^{b)}	ofitni metabazalt	trijas	Medvednica	X508574 Y557091 Z303	MA, MI	3, 4, 5
	SB 11 ^{c)}	divergentno-zrakasti metabazalt	trijas	Medvednica	X508576 Y557089 Z300	MA, MI	3, 4, 5
	SB 19 ^{c)}	mandulasti ofitni metabazalt	trijas	Medvednica	X508580 Y557082 Z290	MA, MI	3, 4, 5
2	VH 84 ^{b)}	metabazalt	trijas	Medvednica	X508485 Y556960 Z246	MA, MI	3, 4, 5
3	VH 956 ^{b)}	ofitni metabazalt	trijas	Medvednica	X508401 Y556990 Z390	MA, MI	3, 4, 5
4	JA 5 ^{b)}	ofitni metabazalt	trijas	Kalnik	X511219 Y560998 Z289	MA, MI	3, 4, 5
5	KE 2 ^{c)}	ofitni metabazalt	trijas	Kalnik	X511363 Y638484 Z449	MA, MI	3, 4, 5
6	HRUŠ 3 ^{c)}	ofitni metabazalt	trijas	Kalnik	X511285 Y561185 Z370	MA, MI	3, 4
7	VHK 215/0 ^{c)}	ofitni metabazalt	trijas	Kalnik	X511195 Y561041 Z330	MA, MI	3, 4, 5
8	KB 7B ^{b)}	metabazalt	trijas?	Kalnik	X511304 Y561524 Z294	MA, MI	3, 4, 5
	KB 12 ^{c)}	mandulasti ofitni metabazalt	trijas?	Kalnik	X511304 Y561520 Z292	MA, MI	3, 4, 5
9	VHK 15 ^{c)}	ofitni metabazalt	trijas?	Kalnik	X511278 Y561427 Z345	MI	5
10	VB 390 ^{c)}	metabazalt	trijas	Hum-Šagudovec	X509519 Y558621 Z302	MA, MI	3, 4, 5
11	VH 1001/1 ^{b)}	ofitni metabazalt	jura	Medvednica	X508535 Y557071 Z317	MA, MI	3, 4, 5
12	VS 94 ^{b)}	ofitni metabazalt	jura	Medvednica	X508397 Y556930 Z226	MA, MI	3, 4, 5
13	VS 113/1 ^{b)}	divergentno-zrakasti metabazalt	jura	Medvednica	X508376 Y556974 Z299	MA, MI	3, 4, 5
	VS 113A4 ^{b)}	ofitni metabazalt	jura	Medvednica	X508376 Y556974 Z289	MA, MI	3, 4, 5
14	VK 364 ^{b)}	ofitni metabazalt		Medvednica	X508834 Y557664 Z470	MA, MI	3, 4, 5
15	VH 1536/1 ^{b)}	ofitni metabazalt		Medvednica	X508651 Y557480 Z495	MA, MI	3, 4, 5
16	VS 328 ^{b)}	ofitni bazalt		Medvednica	X508680 Y557447 Z413	MA, MI	3, 4, 5A
17	KV 57 ^{b)}	divergentno-zrakasti metabazalt		Medvednica	X508690 Y557459 Z498	MA, MI	3, 4, 5A
18	GO 10 ^{b)}	porfimo-ofitni metabazalt		Ivanščica	X511384 Y559440 Z255	MA, MI	3, 4, 5A
	GO 1 ^{c)}	kristalovitrofirni tuf		Ivanščica	X511384 Y559440 Z250	MA, MI	3, 4, 5A
19	VH 1467/5 ^{c)}	mandulasti ofitni metabazalt		Hum-Šagudovec	X509563 Y558512 Z240	MA, MI	3, 4, 5A
20	VB 330 ^{c)}	ofitni metabazalt		Hum-Šagudovec	X509289 Y558561 Z313	MA, MI	3, 4, 5A
21	VS 1047/1 ^{c)}	metadijabaz		Hum-Šagudovec	X509498 Y558265 Z255	MA, MI	3, 4, 5A
22	VS 1142 ^{c)}	ofitni metabazalt		Hum-Šagudovec	X509309 Y558262 Z263	MA, MI	3, 4, 5A
17	KV 1 ^{b)}	metadijabaz		Medvednica	X508687 Y557440 Z432	MA, MI	3, 4, 5A
23	VH 569 ^{b)}	metadijabaz		Medvednica	X508826 Y557651 Z470	MA, MI	3, 4, 5A
24	VS 331 ^{b)}	gabro-dijabaz (dolerit)		Medvednica	X508660 Y557462 Z450	MA, MI	3, 4, 5A
25	VS 335 ^{b)}	amfibolski metagabro		Medvednica	X508630 Y557462 Z515	MA, MI	3, 4, 5A
26	MC 16 ^{b)}	amfibolski metagabro		Medvednica	X508639 Y557324 Z635	MA, MI	3, 4, 5A
15	VH 1536/5 ^{c)}	metagabro, kataklaziran		Medvednica	X508651 Y557480 Z499	MA, MI	3, 4, 5A
27	HZ-1 (4107) ^{c)}	metabazalt		Zagorje		MA	3, 4
28	VK 384 ^{b)}	kristalovitrofirni tuf		Medvednica	X508806 Y557583 Z580	MA, MI	3, 4, 5A
29	VS 71 ^{b)}	litokristaloklastični tuf		Medvednica	X508453 Y556850 Z269	MA, MI	3, 4, 5A
30	VS 108 ^{b)}	litokristaloklastični tuf		Medvednica	X508352 Y556994 Z298	MA, MI	3, 4, 5A
31	Lnj-1 (2565m) ^{b)}	serpentinit		Ji-Medvednica		MA, MI	3, 4, 5A
32	Lak-1 (1339) ^{c)}	škriljavi serpentinit		Ji-Medvednica		MA, MI	3, 4, 5A
33	BS-1a (2409) ^{c)}	škriljavi serpentinit		Ji-Medvednica		MA, MI	3, 4, 5A

^{a)} MA = makroelemnti; MI = mikroelementi (metoda ICP - ACME Analytical Laboratories, Vancouver - Kanada);

^{b)} analize napravljene metodom XRF (XRAL - Laboratories, Toronto, Kanada)

^{c)} analize napravljene klasičnom silikatno-kemijskom analizom u Institutu za geološka istraživanja Zagreb - analitičar: Vlasta Jurišić-Mitrović, dipl. kem.

POPIS UZORAKA KEMIJSKIH ANALIZA

**SEDIMENTNE STIJENE
(PJEŠČENJACI, SILTITI I SILTOZNI ŠEJLOVI)**

Broj uzorka na karti	Radna oznaka uzorka	Vrsta stijene	Područje	Koordinate	Vrsta analize ^{a)}	Tablice u tekstu
PJEŠČENJACI						
34	VH 182	kvarcna grauvaka	Medvednica	X508582 Y557166 Z429	MA, MI	10,11,12
35	VH 945	litična grauvaka	Medvednica	X508319 Y556926 Z342	MA, MI	10,11,12
36	VH 977	kvarcna grauvaka	Medvednica	X508439 Y556940 Z282	MA, MI	10,11,12
37	VH 1004	kvarcna grauvaka	Medvednica	X508556 Y557064 Z312	MA, MI	10,11,12
38	VH 912	litična grauvaka	Medvednica	X508451 Y557016 Z406	MA, MI	10,11,12
15	VH 1536/6	kvarcna grauvaka	Medvednica	X508651 Y557480 Z498	MA, MI	10,11,12
39	VH 259A	tufitična grauvaka	Medvednica	X508726 Y557263 Z338	MA, MI	10,11,12
40	MT 7	litična grauvaka	Medvednica	X508574 Y557421 Z651	MA, MI	10,11,12
17	KV 36	litični arenit	Medvednica	X508695 Y557435 Z438	MA, MI	10,11,12
13	VS 113A2	litična grauvaka	Medvednica	X508376 Y556974 Z285	MA, MI	10,11,12
41	VH 292	litična grauvaka	Medvednica	X508644 Y557415 Z615	MA, MI	10,11,12
42	VH 437A	kvarcna grauvaka	Medvednica	X508725 Y557560 Z528	MA, MI	10,11,12
43	VH 1468/1	litični arenit	Hum-Šagudovec	X509561 Y558516 Z250	MA, MI	10,11,12
44	VHK 28	kvarcna grauvaka	Kalnik	X511242 Y561327 Z470	MA, MI	10,11,12
45	KA 5	kvarcna grauvaka	Kalnik	X511194 Y638460 Z297	MA, MI	10,11,12
18	GO 37	litična grauvaka	Ivanščica	X511383 Y559440 Z270	MA, MI	10,11,12
46	RE 25A	litična grauvaka	Ivanščica	X511378 Y558240 Z300	MA, MI	10,11,12
SILTITI I ŠEJLOVI						
47	VH 239	siltozni šejl	Medvednica	X508711 Y557369 Z510	MA, MI	10,11,13
48	VH 375	siltit	Medvednica	X508781 Y557435 Z425	MA, MI	10,11,13
49	VH 571	siltozni šejl	Medvednica	508809 Y557655 Z489	MA, MI	10,11,13
15	VH 1536/9	siltozni šejl	Medvednica	X508651 Y557480 Z499	MA, MI	10,11,13
50	VH 596/10	siltozni šejl	Medvednica	X508784 Y557736 Z636	MA, MI	10,11,13
13	VS 113A1	siltit	Medvednica	X508376 Y556974 Z284	MA, MI	10,11,13
51	VH 441A	kalcitični siltozni šejl	Medvednica	X508711 Y557564 Z503	MA, MI	10,11,13
52	VS 237	siltozni šejl	Medvednica	X508653 Y557262 Z499	MA, MI	10,11,13
53	VS 425	siltit	Medvednica	X508874 Y557505 Z350	MA, MI	10,11,13
54	VS 774	pjeskoviti siltit	Medvednica	X508535 Y557070 Z319	MA, MI	10,11,13
40	MT 8	siltozni šejl	Medvednica	X508574 Y557421 Z651	MA, MI	10,11,13
17	KV 41	pjeskovito-siltozni šejl	Medvednica	X508694 Y557435 Z444	MA, MI	10,11,13
45	KA 9A	siltozni šejl	Kalnik	X511194 Y638460 Z299	MA, MI	10,11,13
18	GO 39	siltit	Ivanščica	X511383 Y559440 Z271	MA, MI	10,11,13
46	RE 25	siltozni šejl	Ivanščica	X511378 Y558240 Z297	MA, MI	10,11,13

a) MA = makroelementi*; MI = mikroelementi**

* uzorci analizirani klasičnom silikatno-kemijskom metodom u Institutu za geološka istraživanja Zagreb - analitičar: Vlasta Jurišić-Mitrović, dipl.kem.

** analitička metoda ICP- analizirano u ACME Analytical Laboratories, Vancouver - Kanada

POPIS UZORAKA KEMIJSKIH ANALIZA

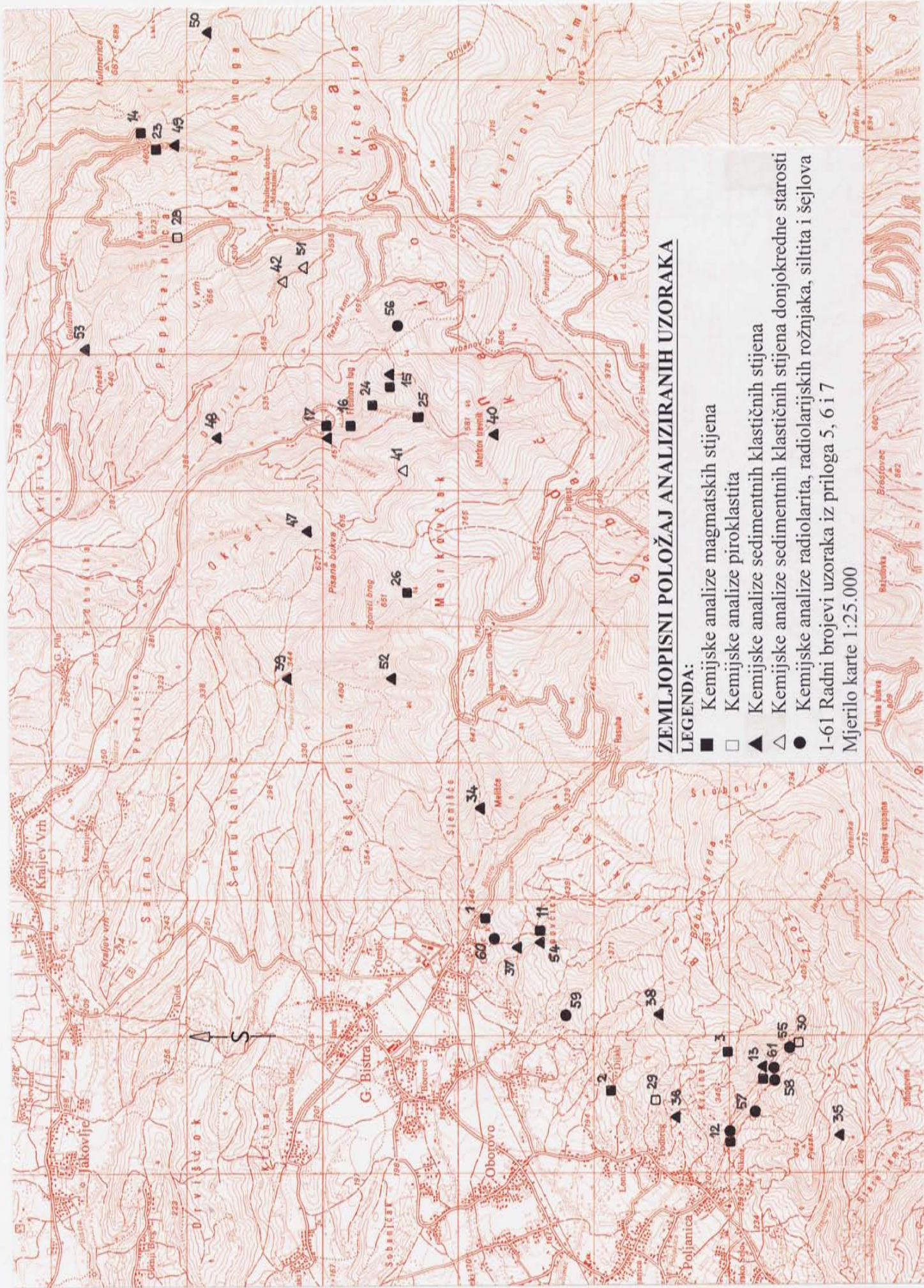
**SEDIMENTNE STIJENE
(ROŽNJACI I ŠEJLOVI)**

Broj uzorka na karti	Radna oznaka uzorka	Vrsta stijene	Starost	Područje	Koordinate	Vrsta analize ^{a)}	Tablice u tekstu
RADIOLARITI I RADIOLARIJSKI ROŽNJACI							
5	KE 9	radiolarijski rožnjak	trijas	Kalnik	X511363 Y638485 Z450	MA, MI	7, 7A,8
4	JA 14	radiolarijski rožnjak	trijas	Kalnik	X511218 Y560998 Z290	MA, MI	7, 7A,8
55	PF 1	radiolarijski rožnjak	trijas	Medvednica	X508353 Y556994 Z298	MA, MI	7, 7A,8
	PF 6	radiolarijski rožnjak	trijas	Medvednica	X508353 Y556994 Z299	MA, MI	7, 7A,8
	PF 10	radiolarijski rožnjak	trijas	Medvednica	X508353 Y556994 Z300	MA, MI	7, 7A,8
56	VH558/4	radiolarijski rožnjak	jura	Medvednica	X508643 Y557520 Z630	MA, MI	7, 7A,8
57	PA 1	radiolarijski rožnjak	jura	Medvednica	X508385 Y556943 Z240	MA, MI	7, 7A,8
	PA 5	radiolarijski rožnjak	jura	Medvednica	X508385 Y556943 Z242	MA, MI	7, 7A,8
	PA 20	radiolarit	jura	Medvednica	X508383 Y556942 Z254	MA, MI	7, 7A,8
58	PB 2	radiolarit	jura	Medvednica	X508375 Y556958 Z265	MA, MI	7, 7A,8
59	PO 1	radiolarijski rožnjak	jura	Medvednica	X508523 Y557015 Z252	MA, MI	7, 7A,8
ŠEJLOVI							
5	KE 5	slabo siltozni šejl	trijas	Kalnik	X511363 Y638485 Z449	MA, MI	7, 7A,8
	KE 14	siltozni šejl	trijas	Kalnik	X511363 Y638485 Z451	MA, MI	7, 7A,8
4	JA 11	siltozni šejl	trijas	Kalnik	X511218 Y560998 Z291	MA, MI	7, 7A,8
55	PC 32	siltozni šejl	trijas	Medvednica	X508371 Y556979 Z294	MA, MI	7, 7A,8
	PF 4	siltozni šejl	trijas	Medvednica	X508353 Y556994 Z298	MA, MI	7, 7A,8
57	PA 14C	radiolarijski rožnjak	jura	Medvednica	X508384 Y556943 Z251	MA, MI	7, 7A,8
60	VH 167A	radiolarijski rožnjak	jura	Medvednica	X508569 Y557071 Z290	MA, MI	7, 7A,8
56	VH 558/2	siltozni šejl	jura	Medvednica	X508643 Y557520 Z629	MA, MI	7, 7A,8
12	VS 94	slabo siltozni šejl	jura	Medvednica	X508397 Y556930 Z226	MA, MI	7, 7A,8
61	VS 103/1	siltozni šejl	jura	Medvednica	X508372 Y556973 Z270	MA, MI	7, 7A,8
13	VS 113/1	siltozni šejl	jura	Medvednica	X508376 Y556974 Z298	MA, MI	7, 7A,8
58	PB 0	siltozni šejl	jura	Medvednica	X508369 Y556964 Z285	MA, MI	7, 7A,8

a) MA = makroelemnti*; MI = mikroelemnti**

* analizirani klasičnom silikatno-kemijskom metodom u Institutu za geološka istraživanja Zagreb - analitičar: Vlasta Jurišić-Mitrović, dipl.kem.

** analitička metoda ICP - analizirano u ACME Analytical Laboratories, Vancouver-Kanada.

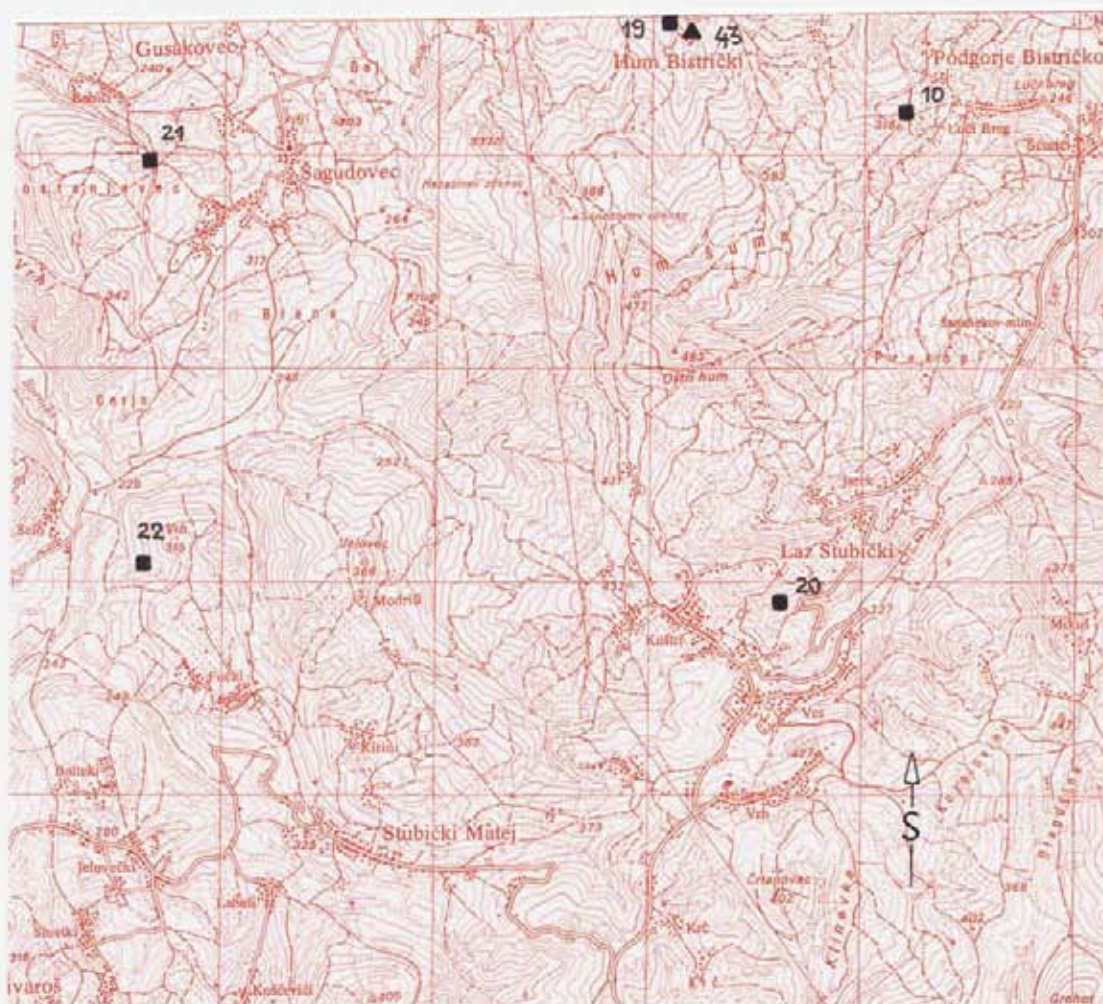


ZEMLJOPISNI POLOŽAJ ANALIZIRANIH UZORAKA

LEGENDA:

- Kemijske analize magmatskih stijena
- Kemijske analize piroklastita
- ▲ Kemijske analize sedimentnih klastičnih stijena
- △ Kemijske analize sedimentnih klastičnih stijena donjokredne starosti
- Kemijske analize radiolarita, radiolarijskih rožnjaka, siltita i šejlova

1-61 Radni brojevi uzoraka iz priloga 5, 6 i 7
Mjerilo karte 1:25.000

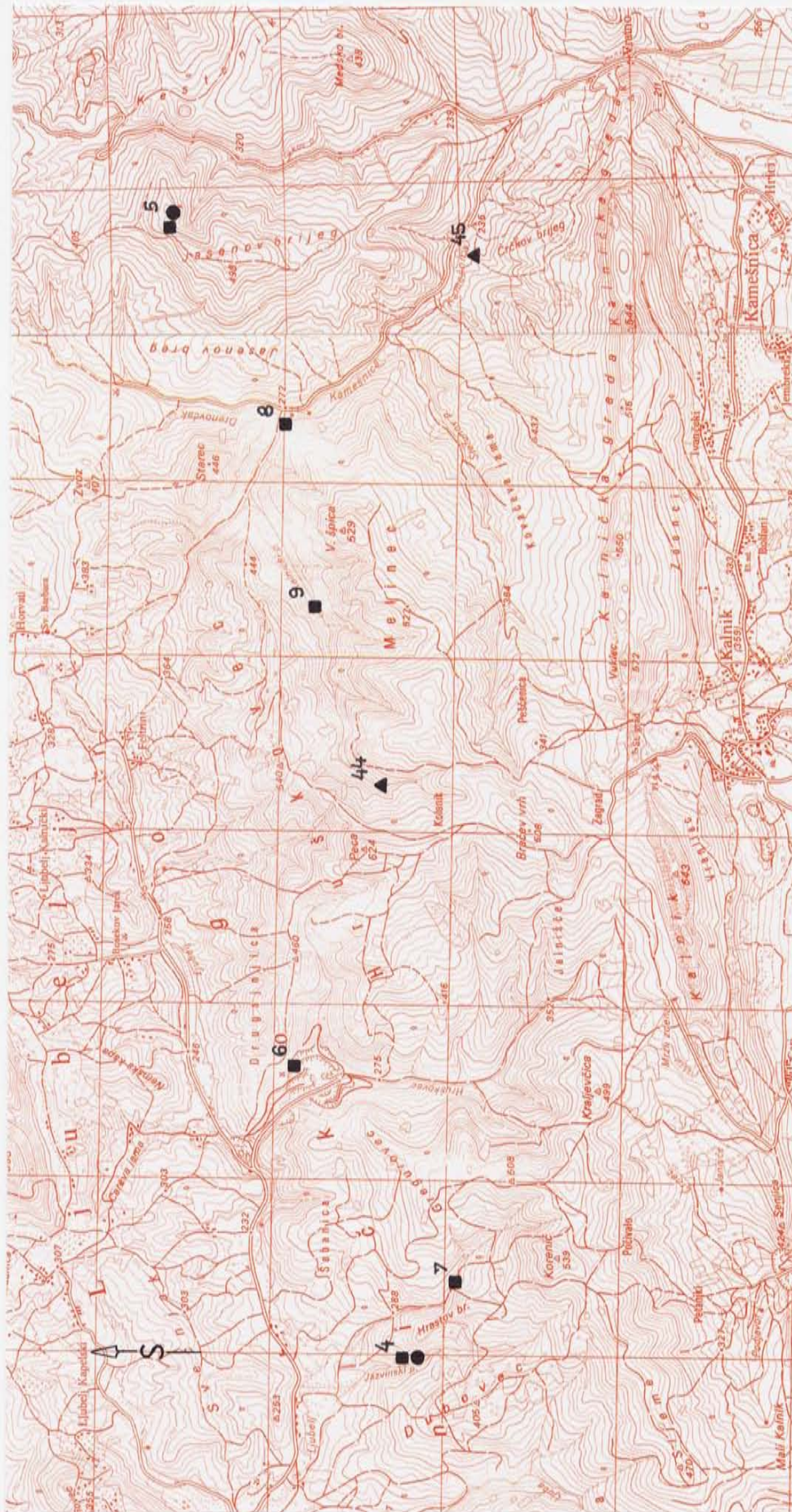


ZEMLJOPISNI POLOŽAJ ANALIZIRANIH UZORAKA

LEGENDA:

- Kemijske analize magmatskih stijena
 - Kemijske analize piroklastita
 - ▲ Kemijske analize sedimentnih klastičnih stijena
 - △ Kemijske analize sedimentnih klastičnih stijena donjokredne starosti
 - Kemijske analize radiolarita, radiolarijskih rožnjaka, siltita i šejlova
- 1-61 Radni brojevi uzoraka iz priloga 5, 6 i 7

Mjerilo karte 1:25.000



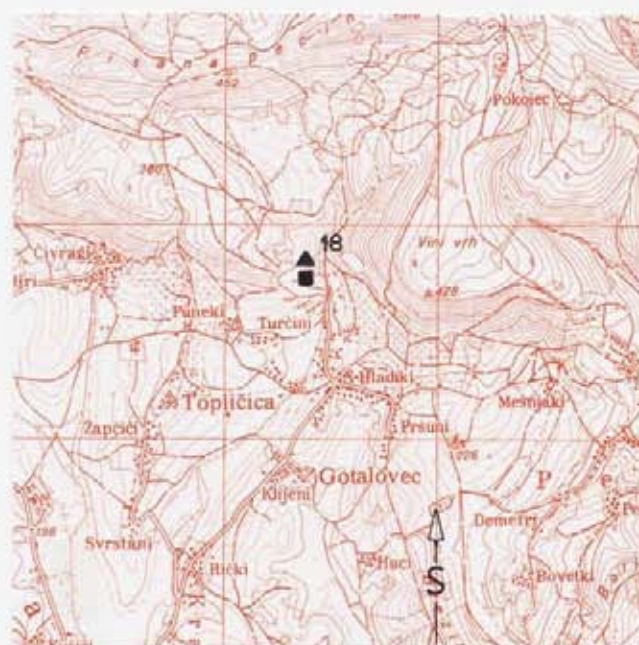
ZEMLJOPISNI POLOŽAJ ANALIZIRANIH UZORAKA

LEGENDA:

- Kemijske analize magmatskih stijena
- Kemijske analize piroklastita
- ▲ Kemijske analize sedimentnih klastičnih stijena
- △ Kemijske analize sedimentnih klastičnih stijena donjokredne starosti
- Kemijske analize radiolarita, radiolarijskih rožnjaka, silita i ščjljova

1-61 Radni brojevi uzoraka iz priloga 5, 6 i 7

Mjerilo karte 1:25.000



ZEMLJOPISNI POLOŽAJ ANALIZIRANIH UZORAKA

LEGENDA:

- Kemijske analize magmatskih stijena
 - Kemijske analize piroklastita
 - ▲ Kemijske analize sedimentnih klastičnih stijena
 - △ Kemijske analize sedimentnih klastičnih stijena donjokredne starosti
 - Kemijske analize radiolarita, radiolarijskih rožnjaka, silita i šejlova
- 1-61 Radni brojevi uzoraka iz priloga 5, 6 i 7
Mjerilo karte 1:25.000