

RAD JUGOSLAVENSKE AKADEMIJE ZNANOSTI I UMJETNOSTI

KNJIGA 411

RAZRED ZA PRIRODNE ZNANOSTI
KNJIGA XX

Urednik:
Akademik MIRKO MALEZ

JUGOSLAVENSKA AKADEMIJA ZNANOSTI I UMJETNOSTI

UDK 55:56:57

CODEN RJAZBM

ISSN 0351—3297

R A D
JUGOSLAVENSKE AKADEMIJE
ZNANOSTI I UMJETNOSTI

411

PRIRODNE ZNANOSTI
KNJIGA 20



ZAGREB 1984

Tisak: »Mladost« OOUR Tiskara, Gundulićeva 24, Zagreb

SADRŽAJ CONTENTS — INHALT

MAJA PAUNOVIĆ	
Süsswasserschildkrötenrest aus den Promina-Schichten bei Varoš (Siverić, Kroatien)	7
Ostatak slatkovodne kornjače iz prominskih naslaga kod Varoši (Siverić, Hrvatska)	14
ZORAN BUJAS, ANTUN ROHAČEK, DRAGUTIN MAJER & MARIJAN VODANOVIĆ	
Nekle metrijske karakteristike metode skaliranja osjeta na osnovi percepcije porasta podražaja	17
Some Metric Characteristics of the Psychophysical Scaling Method Based on the Perception of Stimulus Intensity Changes in the Course of Time	31
VLADIMIR MAJER	
Metamorfne stijene u ofiolitskoj zoni Banije, Jugoslavija. I. Metapeliti	35
Metamorphic Rocks in the Ophiolite Zone in Banija, Yugoslavia. I. Metapelites	80
VLADIMIR MAJER & VERA IVANOVA	
Volastonitni skarn od Pobregova u Vardarskoj zoni (Jugoslavija)	83
Wollastonite Skarn from Pobregovo in the Vardar Zone, Yugoslavia	91
JAKOB PAMIĆ, DOMAGOJ JAMIČIĆ & JOSIP CRNKO	
Petrološki prikaz ultramafita iz metamorfnog kompleksa središnjeg dijela Psunja	93
The Petrology of Ultramafic Rocks from the Psunj Metamorphic Complex in Slavonia (Northern Croatia, Yugoslavia)	104
RADOSNA MUŽINIĆ	
Osljč (<i>Merluccius merluccius</i> /L./), ugotica dubinka (<i>Micromesistius poutassou</i> /Risso/) i ugotica mala (<i>Trisopterus minutus capelanus</i> /Lac./) u širem području Palagruže	105
The Hake (<i>Merluccius merluccius</i> /L./), the Blue Whiting (<i>Micromesistius poutassou</i> /Risso/) and the Poor Cod (<i>Trisopterus minutus capelanus</i> /Lac./) in the Wider Palagruža Area	118
BRANKA BEČEJAC, JAN BRNA, JOSEF MIKUŠKA & JOSIP VALTER	
Veličina rogovlja jelena običnog (<i>Cervus elaphus</i> L., 1758) na području Baranje i sjeverozapadne Bačke s obzirom na starosnu dob	121
Size of Red Deer Antlers in the Area of Baranja and Northwestern Bačka According to Age	148

VANDA KOCHANŠKY-DEVIDÉ

Geolog Franz Kossmat i njegovo porijeklo	151
Geologe Franz Kossmat und seine Abstammung	155

MIRKO MALEZ & HELENA PERČAČ

Paleostomatološka proučavanja eneolitske populacije iz Velike pećine na Ravnoj gori (SZ Hrvatska, Jugoslavija)	157
Paläostomatologische Untersuchungen der äneolithischen Popula- tion der Höhle Velika Pećina in Ravna Gora (NW-Kroatien, Jugoslawien)	195

ZLATA JURIŠIĆ-POLŠAK

Novi fosarulusi u slatkovodnom neogenu Dalmacije (Južna Hr- vatska)	197
Neue Fossarulus-Taxonen im Süßwasserneogen Dalmatiens (Süd- kroatien)	205

ANDREJKA ŽAGAR-SAKAČ & KREŠIMIR SAKAČ

Nalazišta unionacejske faune neogenskih (miocenskih) naslaga Dalmacije (južna Hrvatska)	209
Fundstellen der Unionazeen-Fauna der Neogenen (Miozänen) Ab- lagerungen Dalmatiens (Südkroatien, Jugoslawien)	229

MIRKO MALEZ, ANTUN ŠIMUNIĆ & ALKA ŠIMUNIĆ

Geološki, sedimentološki i paleoklimatski odnosi spilje Vindije i bliže okolice	231
Geologische, sedimentologische und paläoklimatische Verhältni- sse der Höhle Vindija und der näheren Umgebung	260

VESNA MALEZ

Ornitofauna starijeg holocena iz Velike pećine na Ravnoj gori (SZ Hrvatska, Jugoslavija)	265
The Ornithofauna of the Lower Holocene from Velika Pećina on Ravna Gora (NW-Croatia, Yugoslavia)	295

IVAN GALOVIĆ & ROZALIJA MUTIĆ

Gornjopleistocenski sedimenti istočne Slavonije (Hrvatska)	299
Upper Pleistocene Sediments of Eastern Slavonia (Croatia)	353

RAD Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti	Knj. 411	7—16	Zagreb
Razred za prirodne znanosti	Knj. 20	1 Tafel, 1 Abb.	1984.

UDK 551.781.4;598.1.135(497.13)

Izvorni znanstveni rad
Original Scientific Paper

MAJA PAUNOVIĆ*

SÜSSWASSERSCHILDKRÖTENREST AUS DEN PROMINA-SCHICHTEN BEI VAROŠ (SIVERIĆ, KROATIEN)

OSTATAK SLATKOVODNE KORNJACE IZ PROMINSKIH NASLAGA
KOD VAROŠI (SIVERIĆ, HRVATSKA)

Angenommen auf der Sitzung der Naturwissenschaftlichen Klasse
der Jugoslawischen Akademie der Wissenschaften und Künste am 1. 12. 1983.

In the second coal layer of Promina-formation (Eocen-Oligocen) near Varoš (Siverić, Croatia) the print of a freshwater turtle-carapace was found which is now described as *Trionyx* cf. *capellinii*.

1. EINLEITUNG

In den eozenen Promina-Schichten in der Nähe von Varoš, Siverić und Knin wurden Reste von Süßwasserschilddröten gefunden, die in der Literatur zum ersten Mal von Peters (1855) erwähnt wurden. Möglicherweise handelt es sich um dieselbe Art, die Hoernes (1876) mit *Trionyx austriacus* bezeichnete und 1881 nochmals, allerdings wieder nur als Nomen nudum anführte. Andere Angaben zu *Trionyx austriacus* sind in der Literatur nicht bekannt. Leider sind auch weder die fossilen Reste noch nähere Beschreibungen oder Abbildungen vorhanden, da Meyer (1853), Hoernes (1892), Heritsch (1909) und Kühn (1946) die Trionychidae nur als Begleitfauna der Vertebraten betrachtet haben.

Ausserdem wurde im zweiten Kohlenhorizont der Promina-Schichten bei Varoš (Siverić) der Abdruck eines Schildkrötenpanzers entdeckt, den Dr. Rafael Dolinšek dem Geologisch-Paläon-

* Institut für Paläontologie und Quartärgeologie, Forschungszentrum der Jugoslawischen Akademie der Wissenschaften und Künste, A. Kovačića 5, YU-41000 Zagreb.

tologischen Museum in Zagreb schenkte. Dieser bisher nicht näher bestimmte Panzerabdruck befindet sich heute in der Sammlung des Museums und wurde für diese Arbeit zuvorkommenderweise zur Verfügung gestellt.

2. TAXONOMISCHER TEIL

Superfamilia: *Trionychoidea* Gray, 1873.
Familia: *Trionychidae* Bell, 1828.
Genus: *Trionyx* Geoffroy, 1809.
Species: *Trionyx* cf. *capellinii* Negri, 1892.

Tafel I, Abb. 1

1855: *Trionyx* sp.; Peters, S. 184–185.

1876: *Trionyx austriacus*; Sacco, S. 654–662, Tafel I, Abb. 1–5.

1894: *Trionyx capellinii*; Sacco, S. 654–662, Tafel I, Abb. 1–5.

1967: *Trionyx (Amyda) capellinii*; Mottl, S. 178.

1977: *Trionyx capellinii*; Kotsakis, S. 203–227, Abb. 1–7.

2.1. Beschreibung der fossilen Reste

Im zweiten Kohlenhorizont der eozänen-oligozänen Promina-Schichten (Kühn 1946, Zupanić 1969) wurde der Abdruck eines Panzers gefunden, der von einer Weichschildkröte (*Trionychidae*) stammt.

Das Fragment zeigt den Abdruck der Innenseite des Rückenpanzers. Weiters wurden an diesem Trumm auch kleine zersplitterte und brüchige Knochenstücke gefunden. Die linke Innenseite des Carapax ging im Laufe der Fossilisation verloren. Die rechte Seite hingegen war ziemlich gut erhalten (Abb. 1).

Die Costalplatten (1, 2, 3, 4, 5, teilweise 6 und 7) an der rechten Seite des Rückenpanzers und die Reihe der fünf ersten Neuralplatten sind erhalten. Das achte Costalplattenpaar und die Ränder des Carapax sind zerstört. Die Caudalregion, das Nuchale und der Umriss des Panzers konnten lediglich rekonstruiert werden, da die Nuchalplatte sowie die sechste und siebente Neuralplatte fehlen.

Stellenweise ist die Granulation der Carapax-Aussenseite zu erkennen.

Die Rippen des vorliegenden Exemplares sind schwächer gewölbt als bei rezenten Material der Fall ist, z. B. *Trionyx euphraticus* (das Vergleichsmaterial befindet sich im Naturhistorischen Museum in Wien). Nach Hummel (1928) sind die Rippen bei adulten Exemplaren stärker gewölbt, sodass demnach der beschriebene Carapax wahrscheinlich einem jüngeren Individuum zuzuschreiben ist.

Die Knochenfragmente zersplittert an der Oberfläche des Carapax konnten nicht bestimmt werden. Wegen des schlechten Er-

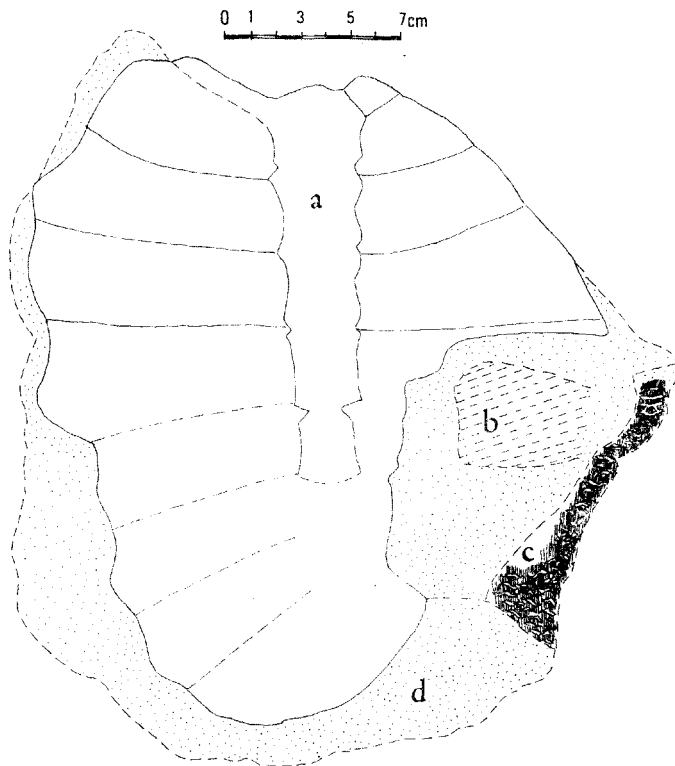


Abb. (St.) 1. — Schematische Zeichnung des inneren Carapax-Abdruckes (Schematski crtež otiska unutrašnje strane karapaksa): a = erhaltene Elemente des Carapax (sačuvani elementi karapaksa), b = zersplitterte Knochenstücke (zdrobljeni komadići kosti), c = Granulation an der Carapax-Aussenseite (granulacija na vanjskom dijelu karapaksa), d = Matrix (matična stijena).

haltungszustandes des Carapax-Restes können Grösse und Masse nur ungefähr angegeben werden. Die grösste Länge des Carapax-fragmentes beträgt 170 mm und die Breite des vorhandenen Panzers 185 mm, was auf eine mittelgrosse Schildkröte hinweist.

2.1.1. Costalplatten

Alle Costalplatten des erhaltenen Panzerstückes sind scheinbar gleich breit. Auf Grund der Rekonstruktion scheinen die dritte und die vierte Costalplatte etwas breiter als die anderen zu sein. Da der Unterschied aber nicht beträchtlich ist, können diese beiden Platten nicht als die grössten angesehen werden.

- C 1 — Das Ende der Rippen und der Vorderrand fehlen ganz, der Neuralrand nur zum Teil. An der Neuralnaht beträgt die Breite etwa 22,8 und am Aussenrand etwa 25,5 mm. Vorder- und Hinterrand sind flach konkav gegen das Nuchale gewölbt.
- C 2 — Diese Costalplatte ist durch die Fossilisation etwas deformiert. Die Wölbung der Rippen fehlt. Die Platte ist flach und am Vorderrand leicht konkav gewölbt. An der Neuralnaht ist sie etwa 21 mm breit, am Aussenrand etwa 23 mm.
- C 3 — Am Medianrand weist diese Costalplatte eine Vertiefung auf. Der Vorderrand ist konkav gewölbt, der Hinterrand dagegen verläuft bis zum Aussenrand des Panzers gerade. In der Nähe der Neuralregion ist die Platte etwa 21 mm, am Aussenrand etwa 27 mm breit und damit wahrscheinlich die breiteste Platte des Carapax.
- C 4 — Der Vorderrand stellt eine gerade Linie dar. Die Naht zwischen der vierten und der fünften Costalplatte ist nur teilweise erhalten und leicht zum Caudale gebogen. Die Vorwölbung der Rippen ist in der Mitte der Platte sichtbar. Am Neuralrand beträgt die Breite etwa 23 mm.
- C 5 — Diese Platte ist ziemlich stark nach hinten gebogen. In der Mitte ist die flache Wölbung der Rippen erkennbar.
- C 6 — Die Costalplatte ist ziemlich stark nach hinten gebogen und ist am Neuralrand etwa 23,5 mm breit.
- C 7 — Eine teilweise beschädigte Costalplatte mit flacher Rippenvorwölbung in der Mitte, am Neuralrand etwa 18 mm breit.
- C 8 — Diese Platte ist so beschädigt dass Messungen nicht möglich waren. Es fehlt die Naht zwischen der linken und der rechten achten Costalplatte.

2.1.2. Neuralplatten

Die Neuralreihe ist teilweise erhalten geblieben. Die letzten zwei Platten fehlen, die vierte und die fünfte sind fragmentarisch.

- N I — Das erste Neurale ist ziemlich gut erhalten, nur der Vorderrand fehlt. Doch die teilweise erhaltenen Einschnitte an der Nuchalnaht lassen auf seine Vorderbreite schließen. Die Platte ist etwa 22 mm lang. Die Wirbelnarbe ist in der Mitte sichtbar. Die Platte ist viereckig und an der Naht mit den Costalplatten konkav gewölbt.
- N II — Die zweite Neuralplatte ist etwa 26,5 mm lang und von gleicher Form wie die erste.
- N III — Diese Platte weist die gleiche Form wie die beiden vorher beschriebenen auf und ist etwa 25 mm lang.
- N IV, N V, N VI, N VII sind sehr schlecht erhalten, aber es konnte doch eine Verjüngung gegen das Caudale festgestellt werden, sowie die Tatsache, dass die Neuralreihe nicht unterbrochen ist, und daher die siebente Platte von der sechsten nicht getrennt ist.

2.2. Vergleich mit anderen fossilen Süßwasserschildkröten

Ein Vergleich mit anderen fossilen *Trionyx*-Arten war leider nur in beschränktem Masse möglich, da die zugängliche Literatur und das Quellenmaterial nicht ausreichten und es auch an Vergleichsmaterial, das sich in ausländischen Sammlungen und Bibliotheken befindet, mangelte.

Vergleiche mit *Trionyx*-Arten aus der schweizerischen Molasse (Portis 1882) ergaben keinerlei Gleichartigkeit.

Die Gattungen und Arten aus den Miozänschichten von Eibiswald, Trbovlje usw. (Peters 1855, 1868, Hoernes 1876, 1881, 1892, Heritsch 1909) die ebenfalls in Betracht gezogen wurden zeigen keine grosse Ähnlichkeit mit dem Panzer aus den Promina-Schichten. Diese jüngeren Fossilreste wurden in die Protrungidenreihe eingereiht: *Trionyx vindobonensis* weist eine stark ausgeprägte Vorwölbung der Rippen auf, *T. styriacus* eine netzartige Granulation, die in geraden Linien von einer Costalplatte zur anderen verläuft und *T. septemcostatus* weist nur sieben Costalplattenpaare auf usw.

Die grösste Ähnlichkeit des Exemplars aus Varoš wurde mit *Trionyx capellinii* NEGRI 1892.** aus der eoänen Braunkohle von Monte Bolca (Bergounioux 1934, 1954, Mottl 1967, Kotsakis 1977) festgestellt. Diese Art hat auch F. Sacco in seiner Arbeit »Trionici di M. Bolca« im Jahre 1894. beschrieben: *Trionyx capellinii* hat einen oval-quadratischen Panzerumriss. Das grösste gefundene Exemplar ist 295 mm lang und 310 mm breit. Die Wölbungen der Rippen an den Costalplatten der Innenseite wird als relativ schwach ausgeprägt angegeben. Sämtliche Costalia sind nahezu gleich breit, und untereinander ohne Abweichungen in der Form. Die ersten zwei Costalplattenpaare sind sanft zur Nuch-

** Leider war die Arbeit von Negri zur Bestimmung der Art nicht zugänglich so dass hier die Beschreibungen von Sacco übernommen wurden.

alregion, die sechste und siebente zum Caudale gebogen. Die vier-eckigen länglichen sich zum Caudale verjüngenden Neuralplatten sind bei einigen Varietäten, wie z. B. *Trionyx capellinii* var. *conjugens*, in der Mitte an der Costalnaht konkav. Diese Art weist auch Varietäten mit fünf- oder sechseckigen Neuralplatten auf.

2.3. Bestimmung

Einige charakteristische Artmerkmale von *Trionyx capellinii* konnten am Rest des Panzers aus den Promina-Schichten festgestellt werden. Wegen des schlechten Erhaltungszustandes des Schildkrötenpanzers sowie in Ermangelung an Literatur und Vergleichsmaterial ist eine exakte Artbestimmung nicht möglich. Aber trotzdem ist die grosse Ähnlichkeit mit *Trionyx capellinii* nicht zu leugnen und daher kann dieser Panzer als *Trionyx* cf. *capellinii* bezeichnet werden.

3. SCHLUSSFOLGERUNG

Die Reste der Süßwasserschildkröten aus den Promina-Schichten, die Hoernes (1876) und Peters (1855, 1885) in ihren Arbeiten erwähnten, sind für uns leider verloren gegangen. Das gleiche passierte auch mit *Trionyx austriacus*, jener Art, für die eine präzise Beschreibung und Bestimmung fehlen und deren Herkunft sowie Verbleib unbekannt sind. Daher gibt es auch keine Vergleichsmöglichkeiten mit anderen Resten aus den Promina-Schichten.

Die Reste des Carapax-Innenabdruckes aus dem zweiten Kohlenhorizont wurden mit *Trionyx capellinii* Negri 1892. verglichen wobei die grosse Ähnlichkeit aufgefallen ist. Indessen, konnte wegen des schlechten Erhaltungszustandes der Überreste die exakte Artbestimmung nicht mit eindeutiger Sicherheit durchgeführt werden. Nach Regeln der zoologischen Nomenklatur (Richter 1948) muss die grosse Ähnlichkeit mit *Trionyx capellinii* hervorgehoben werden und daher wird dieser Panzerrest als *Trionyx* cf. *capellinii* bezeichnet.

DANKSAGUNG:

Dem Direktor des Geologisch-Paläontologischen Museums Mr. Krešimir Sakač wird an dieser Stelle für sein Entgegenkommen und für die Erlaubnis die Artbestimmung durchzuführen Dank ausgesprochen.

Besonderer Dank gilt auch Herrn Professor Doktor Friedrich Bachmayer für seine Hilfe und Beratung sowie für die Möglichkeit die Bibliothek und das komparatives Material im Naturhistorischen Museum in Wien zu benützen und auch photographieren zu dürfen.

4. LITERATUR

- Bergounioux, F. M. (1934): Sur quelques chéloniens fossiles du nord de l'Italie. Bull. Soc. Hist. Nat., 66 (1934), 2, 271–280, Toulouse.
Bergounioux, F. M. (1954): Les chéloniens fossiles des terrains de la Vénétie. Mem. Ist. Geol. Min. Univ. Padova, 18, Padova.

- Hoernes, R. (1876): Zur Kenntnis des *Anthracotherium dalmatinum* v. Geol. Reichanst., 59, 331—382, Wien.
- Heritsch, F. (1909): Jungtertiäre Trionyxreste aus Mittelsteiermark. Jahrb. Meyer. Verhandl. Geol. Reichanst., 1876/16, 363—366, Wien.
- Hoernes, R. (1881): Zur Kenntnis der mittelmiozänen Formen Steiermarks. Jahrb. Geol. Reichanst., 31, 479—482, Wien.
- Hoernes, R. (1892): Neue Schildkrötenreste aus steierischen Tertiärlagerungen. Verhandl. Geol. Reichanst., 1892/9, 242—246, Wien.
- Hummel, K. (1928): Allgemeine Ergebnisse von Studien über fossile Weichschildkröten (Trionychia). Palaeont. Zeitschr., 10/1, 52—58, Berlin.
- Kotsakis, T. (1977): Due nuovi *Trionyx capellinii* Negri (Testudinata, Trionychidae) dell'Eocene di Monte Bolca (Verona, Italia). Boll. Soc. Palaeont. Italiana, 16/2, 203—227, Modena.
- Kühn, O. (1946): Das Alter der Promina Schichten und der innereozänen Gebirgsbildung. Jahrb. Geol. Bundesanst., H. 1—2, 49—94, Wien.
- Meyer, H. v. (1853): *Anthracotherium dalmatinum* von Monte Promina. Jahrb. Geol. Reichanst., 4/1, 65, Wien.
- Mottl, M. (1967): Neue Schildkrötenreste aus dem Mittelmiozän SW-Österreichs. Carinthia II, Mitt. Naturwiss. Vereins Kärnten, 77, 169—182, Klagenfurt.
- Peters, K. (1855): Schildkrötenreste aus den österreichischen Tertiärlagerungen. Denkschr. math.-naturw. Kl. Akad. Wiss. Wien, IX, 1—20, Wien.
- Peters, K. (1868): Zur Kenntnis der Wirbeltiere aus den Miozänschichten von Eibiswald. I. Schildkrötenreste. Denkschr. mat.-naturw. Kl. Akad. Wiss. Wien, 29, 111—122, Wien.
- Peters, K. (1885): Wirbeltierreste von Monte Promina in Dalmatien. Jahrb. Geol. Reichanst., 6/1, 184—185, Wien.
- Portis, A. (1882): Les chéloniens de la molasse Vaudoise. Mém. Soc. Palaeont. Suisse, 9, 3—78, Genève.
- Richter, R. (1948): Einführung in die zoologische Nomenklatur, 252 S., Kramer Verlag, Frankfurt.
- Sacco, F. (1894): Trionici di M. Bolca. Atti Accad. Sci. Torino, 29, 654—662, Torino.
- Zupanič, J. (1969): Promina naslage planine Promine. Geol. vjesnik, 22 (1967), 477—498, Zagreb.

OSTATAK SLATKOVODNE KORNJAČE IZ
PROMINSKIH NASLAGA KOD VAROŠI (SIVERIĆ, HRVATSKA)

Prvi nalaz fosilnih slatkovodnih kornjača iz ugljenih slojeva prominskih naslaga na području Siverića koji se spominje u literaturi jest rod *Trionyx* (Peters 1855) i a priori postavljena vrsta *Trionyx austriacus* (Hoernes 1876), koju nakon ove kratke notice spominje Hoernes u svom radu iz 1881. godine, ali isto tako kao nomen nudum. Drugih podataka o toj vrsti u dostupnoj literaturi nema.

U svojim radovima H. v. Meyer (1853), Hoernes (1892), Heritsch (1909) i Kühn (1946) spominju nalaze slatkovodnih kornjača s tog područja, ali samo kao popratnu faunu vertebrata, bez specifične odredbe ili opisa.

U drugom ugljenom sloju »Dalmatinskih ugljenokopa« kod Varoši (Siverić) nađen je otisak leđnog oklopa slatkovodne kornjače. Ugljeni sloj je dio prominskih naslaga eocenske starosti (Kühn 1946, Zupanić 1969).

Na fragmentu se vidi otisak unutrašnjeg (trbušnog) dijela leđnog oklopa, te jako razlomljeni i deformirani dijelovi kosti u obliku neodredivih ivera. Sačuvane su kostalne pločice desne strane oklopa (1, 2, 3, 4, 5. i djelomično 6. i 7) s oštećenim rubovima i šavovima, te niz od prvih pet neuralnih. Lijeva polovica karapaksa slabije je sačuvana. Vidljive su samo prve tri kostalne pločice i mjestimično granulacija (skulptura) vanjske strane oklopa.

Kostalne pločice su podjednako široke, prve tri blago povijene prema nuhalnoj, a ostale prema kaudalnoj regiji. Izbočine rebara na pločicama dobro su vidljive na većem dijelu kostalija.

Sačuvan je niz od prvih pet neuralnih pločica, dok se šesta i sedma samo naziru. Niz je bio neprekinut (šesta i sedma pločica nisu rastavljene), s time da se pločice prema repnom dijelu oklopa smanjuju. U sredini pločica vidljivi su kralješčani ožiljci. Pločice su duguljaste, četverokutne, na šavovima s kostalnim uleknute.

Osmi par kostalnih pločica u tolikoj je mjeri oštećen da je kaudalni dio bilo moguće samo rekonstruirati.

Mjestimice se vidi i vanjska strana oklopa s granulacijom, koja jednakomjerno prelazi s jedne na drugu kostalnu pločicu.

Rebra na kostalnim pločicama proučavanog primjerka slabije su razvijena nego u recentnih adultnih trionicida (npr. *Trionyx euphraticus* — za komparaciju je upotrebljen materijal zbirke Zoološkog odjela Prirodoslovnog muzeja u Beču). Budući da su u adultnih individua rebra izraženija (Hummel 1928), sačuvani karapaks najvjerojatnije pripada mladoj kornjači.

Rubovi oklopa nisu sačuvani, pa su svi numerički podaci približni. Dužina sačuvanog karapaksa je oko 170 mm, a širina oko 185 mm, što ukazuje na oklop reda veličine 200 mm, odnosno na srednje veliku kornjaču.

Prilikom usporedbe s vrstama trionicida iz švicarske molase nije uočena sličnost, zajedničke karakteristike nisu prisutne (Portis 1882).

Rodovi odnosno vrste oligocenske i miocenske starosti iz Trobovlja, Eibiswalda itd. uglavnom pripadaju protringuidnom nizu, te po obliku oklopa i njegovim karakteristikama ne pokazuju bitnu sličnost s primjerkom iz Varoši (Peters 1855, 1868; Hoernes 1876, 1881, 1892; Heritsch 1909).

Nažalost, vrsta *Trionyx austriacus*, koja je nađena u prominskim naslagama, a spominje je Hoernes u svojim radovima iz 1876. i 1881. godine, nije detaljno opisana, crteži i slike nedostaju, nije poznato mjesto pohrane fosilnih ostataka, tako da usporedba nije bila moguća. Ipak, treba naglasiti mogućnost da se radi o ostacima kornjača koje pripadaju istoj vrsti.

Prva pojava trionicida s cjelovitim nizom od sedam neuralnih pločica vezana je uz vrste koje su nađene u donjoeocenskim naslagama Italije (Mottl 1967, Kotsakis 1977). U taj razvojni niz uklapa se i vrsta *Trionyx capellinii* Negri 1892. sa svojim varijetetima. Vrsta u miocenu izumire (Bergounioux 1934, 1954).

Rasprava u kojoj je vrsta *Trionyx capellinii* prvi put opisana nije bila dostupna, tako da je za uspoređivanje upotrijebljen rad F. Saccoa »Trionici di M. Bolca« iz 1894. godine, u kojem se nalazi detaljan opis te vrste iz smeđih eocensko-oligocenskih lignita: vrsta ima ovalno-kvadratičan oblik oklopa. Dimenzije najvećeg nađenog primjerka iznose: duljina 295 mm, širina 310 mm. Na unutrašnjoj strani oklopa kostalne pločice imaju relativno slabo izbočene nabore rebara. Sve kostalne pločice približno su jednako široke. Prva dva para kostalnih pločica blago se povijaju prema neuralnoj, a peti, šesti i sedmi par prema kaudalnoj regiji. Neuralne pločice su u jednom nizu, pravilnog duguljastog oblika. Neki varijeteti, kao npr. *Trionyx capellinii* var. *conjugens*, imaju četverouglaste neuralne pločice koje su u središnjem dijelu konkavne u odnosu na kostalne.

Karapaks slatkovodne kornjače koji je nađen u prominskim naslagama po svojim se karakteristikama najviše podudara s eocenskom vrstom *Trionyx capellinii* Negri 1892. Zbog deformacije karapaksa i njegove fragmentarnosti, zbog nedostatka dijelova koji

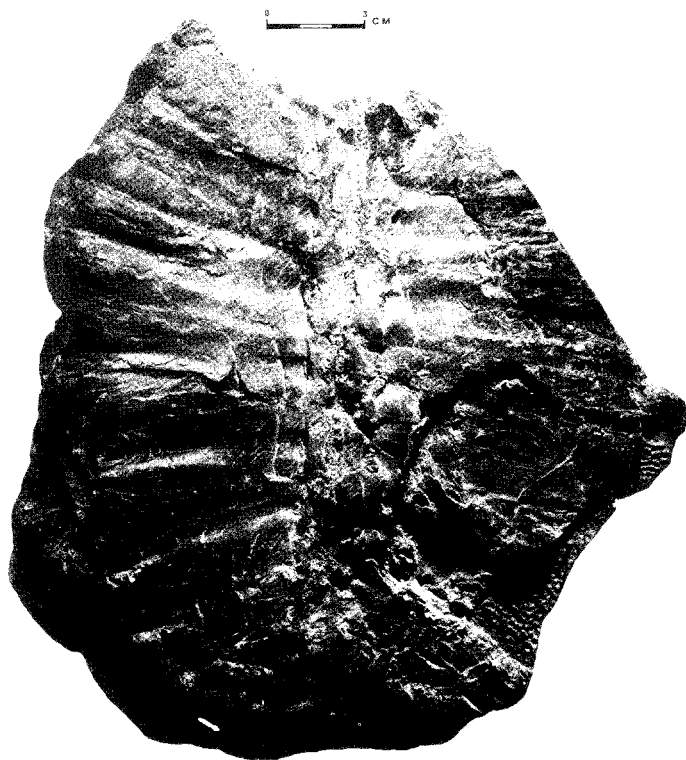
su bitni pri određivanju, kao i zbog teško dostupne specijalističke literature i komparativnog materijala fosilni se ostatak ne može sa sigurnošću odrediti. Stoga, prema pravilima internacionalne zoološke nomenklature (Richter 1948), ovaj fragmentarni karapaks treba označiti kao *Trionyx* cf. *capellinii*.

TAFEL — TABLA I

Trionyx cf. *capellinii* — Promina-Schichten bei Varoš (Siverić), Carapax-Innenseite Abdruck. (Prominski slojevi kod Varoši (Siverić), otisak unutrašnje strane leđnog oklopa).

Paunović: Süßwasserschildkrötenrenst...

TAFEL — TABLA I



RAD Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti	Knj. 411	17—34	Zagreb
<i>Razred za prirodne znanosti</i>	Knj. 20	4 tabele 2 sl.	1984.

UDK 159.07,159.938

*Izvorni znanstveni rad
Original Scientific Paper*

ZORAN BUJAS, ANTUN ROHAČEK, DRAGUTIN MAYER
& MARIJAN VODANOVIĆ*

NEKE METRIJSKE KARAKTERISTIKE METODE SKALIRANJA OSJETA NA OSNOVI PERCEPCIJE PORASTA PODRAŽAJA

*SOME METRIC CHARACTERISTICS OF THE PSYCHOPHYSICAL
SCALING METHOD BASED ON THE PERCEPTION OF STIMULUS
INTENSITY CHANGES IN THE COURSE OF TIME*

*Primljeno na sjednici Razreda za prirodne znanosti
Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, dne 26. 12. 1983.*

A relatively new method for sensory scaling, based on the perception of changes of stimulus intensity in the course of time, was used. The experiments were made in the field of brightness with the purpose to check some metric characteristics of the method.

It has been found that brightness grows as a power function of luminance with an exponent equal to 2.30, which gives a psychophysical relation $\psi = \phi^{0.434}$.

The results showed a fairly low variability of individual functions, a high correlation between responses of different observers, and a low correlation between exponents of the same subjects in the test-retest situations. Moreover, the exponent of the brightness function proved only slightly influenced by the range of luminance intensities and not at all by the procedure of stimuli presentation.

The data suggest that using this method the evaluations of observers are strongly determined by the psychophysical function and very little by the observer's individual criteria.

1. UVOD I PROBLEM

Intenzitetne karakteristike fizičkih procesa koji djeluju na naše osjetne organe kodiraju se prvenstveno u intenzitetnom aspektu

* Kabinet za proučavanje strukture i funkcije osjetnih organa Istraživačkog centra Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, Ul. A. Kovačića 5, YU-41000 Zagreb.

izazvanih osjeta. Ali kako između fizičkog »ulaza« i osjetnog »izlaza« postoji složen i promjenljiv medijacijski proces, to odnos između intenziteta podražaja i intenziteta osjeta nije jednostavno utvrditi.

Medijacijski lanac počinje na periferiji osjetnog organa transdukcijom fizičke energije u neurofiziološku, nastavlja se svojevrsnim prijenosom aferentnog uzbuđenja do mozgovnih struktura, a završni psihonervni učinak zavisi uz to i od većeg broja promjenljivih neuropsiholoških faktora, kao što su opći uvjeti opažanja, iskustvo, usmjerenost, očekivanje itd.

Odnos između podražaja i osjeta komplicira se i zbog sistema suđenja, koji predstavlja dodatnu intervenirajuću varijablu. U psihofizičkom pokusu ispitanik procjenjuje osjetne učinke podražaja, tj. vrednuje ih prema određenim referentnim uporištima koji predstavljaju kriterije suđenja.

Složene odnose između intenziteta podražaja i intenziteta osjeta mogli bismo sažeti u shemu

$$\psi = f(\Phi, \eta, m, s),$$

gdje ψ označuje procjenu osjetnog intenziteta, Φ intenzitet fizičkog podražaja, η neurofiziološku aferentnu aktivaciju, m uvijek opažanja i mozgovne iskustvene modele, a s osobitosti procesa suđenja.

Pretpostavimo li da su procesi transdukcije i aferentne aktivacije u danom osjetnom modalitetu jednaki za sve individuumne, pri traženju pravog odnosa između ψ i Φ potrebno je u što većoj mjeri stabilizirati, odnosno ukloniti utjecaj promjenljivih centralnih faktora m i s . Ali i onda kada je više ili manje uspješno izoliran predmet opažanja a stabilizirane prilike opažanja i centralni faktori, ostaje osnovni problem kako izmjeriti intenzitet osjeta, tj. postići da procjena bude valjana mjera intenziteta osjeta.

Povijest psihofizike uglavnom je povijest neuspjelih pokušaja da se dovoljno valjano i pouzdano odredi intenzitetni aspekt osjeta. Brojni pokušaji skaliranja osjeta, kao što su: kumuliranje najmanjih zamjetljivih razlika, subjektivno izjednačivanje intenzitetnih intervala, ekvisekcija, multiplikacija, frakcioniranje, uspoređivanje u parovima itd., nisu izdržali kritičko provjeravanje njihove valjanosti.

U tom pogledu nije se pokazao boljim ni noviji Stevensov pokušaj da izmjeri intenzitet osjeta s pomoću direktnih numeričkih procjena. Nakon brojnih provjera, koje su pokazale da se numeričke procjene ispitanika značajno mijenjaju prema broju, rasporedu i rasponu podražajnih intenziteta, prema položaju i numeričkoj vrijednosti modulusa, prema semantičkom značenju koje se pridaje brojevima, itd., jasno je da ni rezultati takvog pristupa ne mogu biti osnova za utvrđivanje psihofizičkog zakona.

Od svih do sada iskušanih psihofizičkih pristupa bitno se razlikuje metoda u kojoj se ne upotrebljavaju izolirani podražaji ili njihovi parovi, nego se intenzitet podražaja mijenja u funkciji vre-

mena. Porast intenziteta podražaja slijedi različite oblike uspona, a od ispitanika se traži da izjavi kako je percipirao intenzitetne promjene. Upotrebljavajući različite gradijente porasta (akcelerirani, linearni, decelerirani), moguće je utvrditi koji je objektivni porast ispitanik percipirao kao linearni porast i tako neposredno odrediti psihofizički odnos.

Postupak percepcije porasta podražaja (PPP) mogao bi imati u odnosu na druge psihofizičke pristupe nekoliko u metodološkom pogledu značajnih prednosti.

1. Postupak PPP uspješno zaobilazi do sada neriješen problem mjerenja psihičkih veličina. Direktno odmjeravanje percipiranog porasta intenziteta s porastom fizičkih intenziteta omogućuje da se bez kvantitativnih određenja psihičkog na nekoj mjernoj ljestvici utvrdi koji porast objektivnih intenziteta odgovara linearnom porastu psihičke veličine.

2. Postupak PPP ne traži upotrebu brojeva. Na taj način ne samo da je bez utjecaja različita numerička semantika ispitanika, nego je irelevantna i psihofizička funkcija koja povezuje »brojeve kao podražaje« s psihološkom veličinom brojeva.

3. Izjava se osniva neposredno na percepciji oblika porasta, čime su u velikoj mjeri izbjegnuti dodatni procesi valorizacije osjetnog učinka.

4. Percepcija globalnog porasta omogućuje da se izbjegne u pogledu valjanosti diskutabilna rekonstrukcija psihofizičkog odnosa na osnovi »mjerenja« diskontinuiranih osjetnih korespondencija.

5. Postupak se osniva na dinamičkom podraživanju, što uvjete ispitivanja približuje normalnim prilikama osjetnog kodiranja podražaja. Pod vidom evolucije percepcija porasta ili pada intenziteta podražaja mnogo je važnija od kodiranja intenziteta statičkih podražaja, jer se na tim dinamičkim promjenama temelji lokalizacija izvora podražaja u dubinu prostora.

6. Među »jedinicama« u kojima se izražavaju vrijednosti fizičke i psihičke varijable postoji bolja dimenzionalna ravnoteža nego što je to u drugim postupcima. U postupku PPP fizička i psihička događajna izražena su u istim terminima oblika uspona, dok se u većini drugih postupaka povezanost izražava u nekongruentnim jedinicama.

Usprkos svojim potencijalnim metodološkim prednostima do sada se postupak PPP veoma rijetko upotrebljavao.

L. Marks i W. Slawson (1966), primijenili su ga pri ispitivanju psihofizičkog odnosa u području glasnoće, P. Eskildsen (1967) upotrijebio ga je u taktilno-kinestetičkom području, pri procjenjivanju gustoće točaka i u vidnom području pri doživljavanju svjetlina. G. Borg (1970) sa suradnicima iskušao je taj novi postupak pri ispitivanju kako se mijenja percepcija napora u funkciji opterećenja. U našem laboratoriju izvršena su pre-

liminarna ispitivanja u području zamjedbe frekvencija zvučnih udaraca i svjetlina (Z. B u j a s, 1980 i 1983) te električki izazvanih fosfena (A. R o h a č e k, 1983).

Svrha većine spomenutih istraživanja bila je u prvom redu usporedba tako dobivenih psihofizičkih funkcija s onima koje su nađene s pomoću drugih postupaka skaliranja, pogotovu postupkom direktnih numeričkih procjena (DNP). Pritom, čini se, većina autora nije uočila metodološke prednosti novog pristupa i nije se, izuzev Eskildsena, posebno zanimala za njegove mjerne osobitosti.

Smatrajući da valjnost novog postupka nije opravdano procjenjivati na osnovi stupnja slaganja s rezultatima koji su dobiveni drugim postupcima sumnjive valjanosti, izvršili smo neka dodatna ispitivanja u području svjetlina. Cilj tih ispitivanja bio je utvrditi neke metrijske karakteristike postupka PPP za sebe i na taj način provjeriti njegovu upotrebljivost u psihofiziци.

2. POSTUPAK

Zbog tehničkih razloga intenzitet podražaja nije variran kontinuirano, nego diskontinuirano, u slijedu od sedam podražaja različite luminancije. Svaki je podražaj trajao 2 sekunde, a toliko je bio i vremenski razmak među njima. Kao podražaj služila je kružna površina od plastike, koja je sa stražnje strane bila osvijetljena iz izvora konstantne svjetlosti. Perceptivna veličina kružne površine na crnoj pozadini iznosila je, već prema udaljenosti ispitanika, u prosjeku 5°. Stupanj transducirane luminancije mijenjao se umetanjem ispred izvora svjetlosti neutralnih filtara različite propusnosti. U različitim nizovima promjene luminancije odgovarale su različitim progresijama potencijalnog tipa. Odlučili smo se za »gradijente« koji slijede potencijalne jednadžbe jer u jednadžbi tipa $\Phi = kt^n$ eksponent n jednostavno karakterizira oblik uspona. Objektivno decelerirani usponi imaju eksponent $n < 1$, a akcelerirani usponi $n > 1$. Nažalost, upotreba podražaja koji se mijenjaju samo u skladu s potencijalnom jednadžbom ima krupan nedostatak da prejudicira opći tip psihofizičke funkcije. Međutim, ako nas ne zanima toliko opći tip psihofizičkog odnosa (logaritamski, potencijalni, eksponencijalni i sl.) koliko stupanj disproporcionalnosti između ψ i Φ , onda se na startu ispitivanja ove vrste moglo početi s progresijama potencijalnog tipa. Pokaže li se u nekom daljem ispitivanju da ispitanici razlikuju matematski različite tipove porasta sličnog gradijenta, tada će biti potrebno istražiti i koji opći tip najbolje odgovara doživljaju linearnosti.

U standardnim pokusima intenzitet je podražaja varirao od 0,5 asb do 525 asb. Kao podražajni usponi upotrijebljeni su usponi s eksponentima n u geometrijskoj progresiji: 0,769, 1,00, 1,30, 1,69, 2,197, 2,856, 3,713 i 4,827. Kako se na osnovi pretpokusa moglo

očekivati da će psihofizička funkcija u području svjetlina biti izrazito kompresivna, to je među objektivnim usponima bio samo jedan negativne akceleracije a šest pozitivne akceleracije. Odabrane krajnje uspone svi su ispitanici uvijek percipirali kao decelerirani odnosno akcelerirani porast svjetline.

Pokus se vršio skupno na manjem broju ispitanika.

Nakon prikaza sekvencije podražaja određenog ispitanicima nepoznatog uspona, ispitanici su karakterizirali svoju »percepciju promjene« kao: deceleriranu, akceleriranu ili linearnu. Da ne bi pri odgovaranju došlo do zabune, ispitanici su svoje percepcije uspona označivali skicom krivulje i slovima D, A ili L. Osim toga, zbog stupnjevanja izrazitosti određenog oblika, oni su oznake D i A mogli obilježiti znakom — ili +, dok su uz oznake L morali dodatnim indeksom (D) ili (A) označiti kako bi odgovorili kad bi odgovori bili ograničeni samo na D i A.

Osam podražajnih sekvencija bilo je prezentirano u osam do deset serija, tako da su se odgovori mogli statistički obraditi ne samo skupno nego i za svakog pojedinog ispitanika.

Pri utvrđivanju koji je podražajni gradijent percipiran kao linearni porast, upotrijebljena je Spearmanova formula kojom se određuje n uspona uz koji je proporcija odgovora D i A u ravnoteži. Zbog toga što je interval među susjednim vrijednostima n u geometrijskoj progresiji, Spearmanova formula odgovara izrazu:

$$\log R_n = \log n_D + \frac{i}{2} + i \Sigma p_D,$$

u kojoj ant. $\log R_n$ označuje vrijednost n uz koju proporcije odgovora D i A iznose 0,5, n_D je vrijednost n uz koju su svi odgovori samo D, i je interval među logaritmima susjednih eksponenata, a Σp_D je zbroj proporcija odgovora D u rasponu podražajnih uspona iznad n_D .

Pri obradi rezultata o stupnju percipirane nelinearnosti nijansirani odgovori pretvoreni su u brojeve od 3 do 0,5 i izraženi u proporciji maksimalne vrijednosti D ili A, koja za deset serija mjerenja iznosi 30. U grafičkom prikazu tih vrijednosti sjecište nijansiranih procjena D i A predstavlja onaj podražajni gradijent koji perceptivno najmanje odstupa od linearnosti.

Računski i grafički određene vrijednosti linearnosti n gotovo su identične.

Do psihofizičke funkcije na osnovi rezultata upotrijebljenog postupka PPP dolazimo ovim razmatranjem:

Vremenski porast podražajnih intenziteta Φ koji odgovaraju upotrijebljenim progresijama potencijalnog tipa možemo izraziti formulom $\Phi = k_1 t^n$. Za onaj slijed podražajnih intenziteta Φ uz koji je slijed osjetnih intenziteta ψ percipiran kao linearan, vrijedi izraz $\psi = k_2 t$. Ako iz zadnjeg izraza izračunamo t i uvrstimo ga u

navedenu formulu, dobivamo $\Phi = k_1 (\psi/k_2)^n$. Transformiramo li zadnji izraz tako da ψ bude izražen s pomoću Φ , dobivamo $\psi = (k_2/k_1^{1/n}) \Phi^{1/n}$. Kako je $(k_2/k_1^{1/n})$ neka konstanta C , dobivamo da jednadžba psihofizičke funkcije odgovara izrazu:

$$\psi = C \Phi^{1/n}$$

Prema tome, primijenjeni postupak vodi do psihofizičke funkcije koja ima oblik potencijalne funkcije s eksponentom koji je jednak recipročnoj vrijednosti eksponenta n onog podražajnog niza koji je percipiran kao linearan.

3. REZULTATI

Kako je poznato, neki se mjerni postupak smatra valjanim ako dobiveni rezultati ne odstupaju od »pravih« vrijednosti predmeta mjerenja. U našem slučaju postupak PPP bio bi valjan kad bi nađena psihofizička funkcija odgovarala stvarnom psihofizičkom odnosu. Nažalost, kako nam pravi psihofizički odnos nije poznat, a nije opravdano pretpostaviti da drugi postupci skaliranja daju valjanije rezultate koji bi mogli poslužiti za usporedbu, to tako definiranu valjanost nije moguće izravno odrediti. Ali za indirektno provjeravanje valjanosti može poslužiti jedna opća karakteristika rezultata, a to je njihova invarijantnost kad se mijenjaju za psihofizičku funkciju različiti irelevantni faktori. Dakako, potreban je oprez pri apriornom određivanju koji su faktori irelevantni a koji to nisu.

3.1. Individualne psihofizičke funkcije

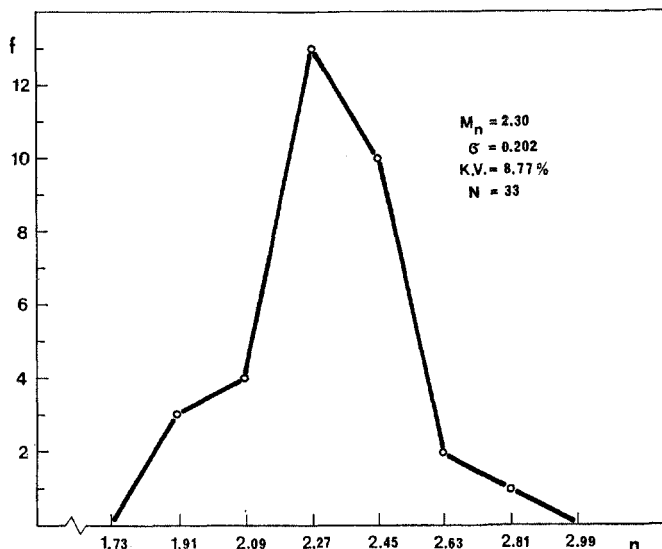
Uz opravdanu pretpostavku da u istom osjetnom području za sve ispitanike vrijedi jednak psihofizički odnos, posebne individualne karakteristike ispitanika morale bi biti od malog utjecaja na rezultate.

Provjera tog irelevantnog faktora izvršena je prezentacijom različitih uspona metodom konstantnih podražaja, pri čemu je redoslijed uspona variran u skladu s latinskim kvadratom. U pokusu su sudjelovala 33 ispitanika.

Distribucija individualnih vrijednosti n uspona koji su percipirani kao linearni usponi prikazana je na slici 1.

Varijabilnost individualnih n linearnosti relativno je malena, a iznosi 8,77 % od prosječne vrijednosti. Odnos ekstremnih vrijednosti je 1 : 1,47. Radi usporedbe, prema rezultatima J. C. Stevensa i M. Guiraoa (1964), varijabilnost eksponenta n u području glasnog, koji su određeni metodom direktnih numeričkih procjena, iznosi 29,7 % dok je odnos ekstremnih vrijednosti 1 : 2,75.

Pri postupku PPP nijedan ispitanik nije percipirao linearnost uz neki podražajni uspon deceleriranog ili linearnog tipa (svi su n



Sl. 1. — Raspodjela n uspona koje su ispitanici percipirali kao linearne promjene intenziteta. Individualne vrijednosti od 33 ispitanika.

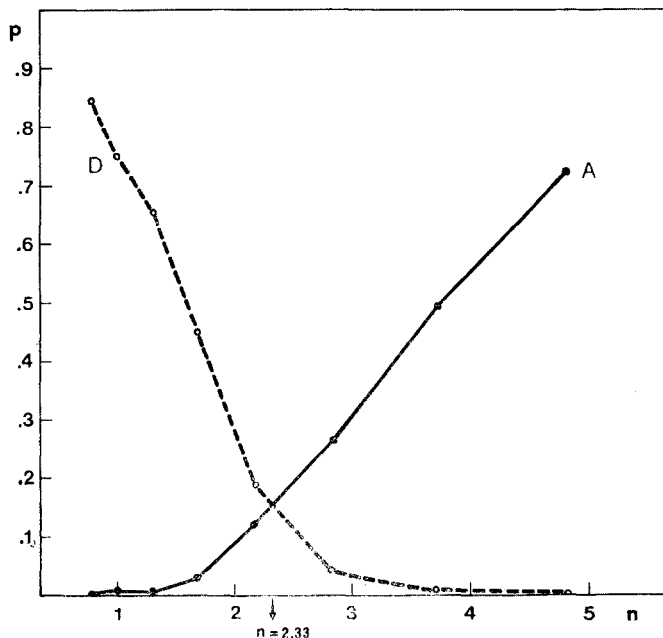
Fig. 1. Frequency distribution of luminance growth exponents corresponding to linear increment of apparent brightness.

iznad 1), a u spomenutom istraživanju u području glasnoće, u kojem bi psihofizički odnos trebao biti također kompresivnog tipa, individualni eksponenti variraju od kompresivnog preko linearnog do ekspanzivnog odnosa.

U našem pokusu prosječni uspon podražaja koji je percipiran kao linearan ima $n = 2.30$. Kako njegova recipročna vrijednost odgovara eksponentu u psihofizičkoj funkciji, to je u ovom slučaju $\psi = \Phi^{0.434}$ što ukazuje na to da percipirana svjetlina raste znatno sporije od objektivne luminancije.

Na slici 2 prikazani su rezultati nijansiranih odgovora ispitanika. Kako se vidi, gradijent uspona koji je u jednakoj proporciji procijenjen kao D i A dobro se slaže s onim koji je određen računski na osnovi dihotomnih odgovora D i A (2.33 : 2.30).

Za šest ispitanika koji su najviše sudjelovali u pokusima izračunane su korelacije između njihovih procjena uspona i objektivnih karakteristika uspona, kao i korelacije među njihovim procjenama istih objektivnih uspona (v. tabelu 1).



Sl. 2. — Proporcije nijansiranih odgovora D i A (ordinata) u funkciji eksponenta n podražajnih uspona (apscisa).

Fig. 2. — Degree of perceived deceleration (D) and acceleration (A) as the function of the slopes of luminance increments.

Tabela 1 — Table 1

Korelacije između procjena i podražajnih uspona (koeficijenti kontingencije)
Coefficients of correlation between the evaluations and the luminance increments.

S. S.	D. A.	M. V.	Z. V.	D. M.	Z. B.	
<u>.911</u>	.886	.883	.885	.831	.850	S. S.
	<u>.931</u>	.922	.923	.861	.875	D. A.
		<u>.923</u>	.890	.853	.887	M. V.
			<u>.931</u>	.824	.850	Z. V.
				<u>.868</u>	.815	D. M.
					<u>.915</u>	Z. B.

Stupanj slaganja između subjektivnih procjena i podražajnih uspona iznosi u prosjeku $\bar{K} = 0,913$, što pokazuje da ispitanici dovoljno pouzdano i uz malu intravarijabilnost reagiraju na podražaje. Prosječna interkorelacija od $\bar{K} = 0,869$ svjedoči da je i intervarijabilnost relativno malena. Na osnovi stupnja slaganja među procjenama različitih ispitanika od 0,869 slijedi da individualni faktor ispitanika sudjeluje u procjenama za oko jednu četvrtinu, dok tri četvrtine faktora zavisi od objektivnih karakteristika podražaja.

Da ispitanici nemaju poteškoća u percipiranju podražajnih uspona, svjedoči i količina prenesenih informacija. U prilikama našeg pokusa transmisija iznosi u prosjeku 1,79 bita, što znači da ispitanici mogu potpuno točno identificirati nešto više od tri kategorije uspona.

3.2. Utjecaj raspona podražajnih intenziteta na psihofizičku funkciju

Jedna od glavnih slabosti metode direktnih numeričkih procjena jest da su rezultati pod značajnim utjecajem raspona unutar kojeg se vrši procjenjivanje. Što je raspon uži, to je eksponent n u potencijalnoj jednadžbi veći i obrnuto. Utjecaj raspona na konstantu n , koja bi trebala ukazivati na način transdukcije fizičke energije u neurofiziološku, toliko je jak da ona više karakterizira raspon nego modalitetno područje ispitivanja.

Utjecaj raspona na rezultate dobivene postupkom PPP provjerili smo na skupini od šest ispitanika. Raspon podražajnih intenziteta bio je u širem rasponu od 0,5 asb do 525 asb, a u užem rasponu od 0,5 asb do 262 asb.

U tabeli 2 navedeni su individualni rezultati.

Tabela 2 — Table 2

Eksponenti ($1/n$) u individualnim psihofizičkim funkcijama za svjetlinu, u pokusu sa širim i užim rasponom podražaja

Exponents of individual psychophysical functions in the experiments with larger (Siri r.) and smaller (Uži r.) ranges of stimuli.

Ispitanik	Širi raspon	Uži raspon
S. S.	0.43	0.49
D. A.	0.47	0.48
M. V.	0.44	0.49
Z. V.	0.43	0.48
D. M.	0.38	0.41
Z. B.	0.49	0.47
M	0.44	0.47
σ	0.038	0.030
K. V.	8.62%	6.45%

Razlika između prosječnih vrijednosti n u širem i užem rasponu na granici je značajnosti. To potvrđuje i smjer pomaka: pet ispitanika ima viši n u užem rasponu, a samo jedan niži n .

Prema tome čini se da i na vrijednosti dobivene s pomoću postupka PPP raspon ima određeni utjecaj u smislu povećanja strmine psihofizičke funkcije. Ali u usporedbi s velikom osjetljivošću postupka DNP na raspon nađeni je pomak gotovo beznačajan.

3.3. Utjecaj vremenskog razmaka na stabilnost prosječne i individualne psihofizičke funkcije

Stupanj slaganja među rezultatima što ih postižu isti ispitanici u testu i retestu tretira se u psihometriji kao indikator pouzdanosti mjerenja. Stabilnost rezultata pri ponavljanju mjerenja nesumnjivo je pozitivna metrijska karakteristika, ali samo onda kad je mjerenje upravljeno na osobine u kojima se ispitanici razlikuju između sebe.

Pri određivanju psihofizičke funkcije, za koju je opravdano pretpostaviti da je jednaka za sve ispitanike, slaganje među individualnim vrijednostima istih ispitanika pri ponavljanju mjerenja ukazivalo bi na to da individualne osobine ispitanika značajno utječu na rezultate. Npr. korelacije među eksponentima individualnih funkcija u testu i retestu s pomoću postupka DNP kreću se između 0,5 i 0,8, što je nedostatak postupka jer očito omogućava da različiti kriteriji ispitanika prekriju konstantni psihofizički odnos. Naprotiv, ako su razlike među individualnim eksponentima učinak samo slučajnih faktora, korelacija bi među eksponentima u testu i retestu trebala biti oko ničice.

Kako je u prosječnoj vrijednosti neutralizirana individualna varijabilnost, to bi se pouzdanost mjerenja neke konstantne veličine trebala pri ponavljanju mjerenja očitovati u što stabilnijim prosjecima i u što manjoj korelaciji među individualnim rezultatima.

Provjeru te vrste za postupak PPP izvršili smo samo na skupini od 25 ispitanika testom i retestom u razmaku od 17 dana.

Rezultati su navedeni u tabeli 3.

Tabela 3 — Table 3

Prosječne vrijednosti, indeksi raspršenja i korelacija među individualnim eksponentima prvog i drugog mjerenja u razmaku od 17 dana. $N = 25$.
Mean values, variability indices and the coefficient of correlation between individual exponents, in the first and second sessions.

	Test	Retest	Korelacija
M	0,430	0,425	$r_{tt} = 0,346$
σ	0,0325	0,0424	
$K. V.$	7,54%	10,00%	
Raspon	1 : 1,35	1 : 1,49	

Usporedba prosječnih vrijednosti s prosjecima koji su nađeni na različito brojnim skupinama naših ispitanika (0,44, 0,43, 0,45, 0,43) ukazuje na vrlo veliku stabilnost tih vrijednosti. Zbog male varijabilnosti čini se da već skupine od šest ispitanika daju stabilne, a prema tome i pouzdane prosjeke.

Pri drugom mjerenju prosječni eksponent n nešto je niži od onog pri prvom mjerenju, ali razlika nije statistički značajna. Osim toga, pri drugom mjerenju raspršenost vrijednosti n nešto je veća kao i njihov raspon, što je možda u vezi sa smanjenim interesom ispitanika.

Koeficijent korelacije od 0,346 nije beznačajan. Ali i toliki koeficijent ukazuje na to da u ovom slučaju samo 12% faktora koji utječu na procjenu zavisi od ličnih osobina ispitanika, dok 88% faktora zavisi od objektivnih karakteristika uspona, tj. od realnog psihofizičkog odnosa.

Još nižu korelaciju (0,24) našao je jedan od nas između rezultata u testu i retestu pri ispitivanju s pomoću postupka PPP psihofizičkog odnosa u području električnih fosfena (A. Rohaček, 1983).

3.4. Utjecaj na rezultate psihofizičkog postupka prezentacije podražajnih nizova

Sva glavna mjerenja provedena su metodom konstantnih podražaja, tj. različiti usponi zadavani su u bilo kojem redu, a ispitanici su svaki podražajni uspon procjenjivali za sebe.

Zbog kontrole eventualnog utjecaja metode prezentacije na rezultate, na devet ispitanika izvršeno je ispitivanje s pomoću metode granica uz primjenu triju uzlaznih i triju silaznih serija. Početni uspon mijenjan je u različitim serijama za jedno mjesto.

U uzlaznim serijama, tj. u onima koje su počinjale od manjih vrijednosti n objektivnog uspona prema višim vrijednostima, nađeni $1/n$ linearosti sitsematski su viši od korespondentnih vrijednosti u silaznim serijama. Taj je podatak u skladu s rezultatima koje je dobio E s k i l d s e n s pomoću postupka PPP u istom modalitetnom području, ali u našem slučaju pomak je znatno manji.

Tabela 4 — Table 4

Prosječni eksponenti n u uzlaznim i silaznim serijama metode granica. $N = 9$.
Average exponent values in the ascending (Uzlaz.) and descending (Silaz.) series of the method of limits.

	Uzlaz.	Silaz.	Za prosjek
$M.$	0,54	0,46	0,50
σ	0,088	0,031	0,052
$K. V.$	16,3%	6,7%	10,4%

Uzmemo li prosjek vrijednosti koje su dobivene u uzlaznim i silaznim serijama za karakterističnu vrijednost n u psihofizičkoj funkciji, dobit ćemo eksponent koji je viši od onog koji je nađen metodom konstantnih podražaja ($0,50 : 0,44$).

Fenomen da je eksponent potencijalne psihofizičke funkcije redovito veći u uzlaznim nego u silaznim serijama nazvao je Stevens (1957) histerezom. Taj se fenomen obično pripisuje inhibiciji i ekscitaciji, koje imaju različit tok zavisno od smjera u kojem se mijenja intenzitet podražaja. Ali u našem pokusu nađena razlika vjerojatno je efekt specifične adaptacije na zakrivljenost. U uzlaznim serijama, koje započinju percepcijom jasne deceleracije, smanjuje se osjetljivost za taj oblik zakrivljenosti, te ispitanici uz niže vrijednosti gradijenta n doživljavaju linearnost, dok je kod silaznih serija, koje počinju percepcijom akceleracije, djelovanje obrnuto.

Razlika među eksponentima pri upotrebi metode granica i metode konstantnih podražaja uvjetovana je ne toliko metodom prezentacije koliko razlikom u objektivnim prilikama u kojima je provedeno mjerenje. U pokusima s metodom granica, koji su izvršeni u početku ovih ispitivanja, svjetlost je padala na kružnu plohu od mutnog stakla, koja nije tako dobro i jednolično raspršivala svjetlost kao naknadno upotrijebljeni zastor od plastike. Osim toga, ispitanici su raspolagali samo s tri vrste odgovora (D, A, L), a nemogućnost da se odgovori L preciznije označe kao (D) ili (A) znatno je smanjila osjetljivost mjerenja. U tim istim objektivnim prilikama, na jednoj drugoj skupini ispitanika, u pretpokusima s metodom konstantnih podražaja nađen je eksponent 0,50, dakle vrijednost koja je identična onoj koja je utvrđena s pomoću metoda granice.

Ipak metoda granica nije prikladna za ispitivanja ove vrste. Znanje ispitanika u kojem se smjeru mijenja zakrivljenost uspona i s tim povezano očekivanje može znatno utjecati na rezultate. Relativno mala raspršenost individualnih eksponenata samo je privid jer se kod metode granica ispitanici ubrzo navikavaju da nakon više ili manje jednakog broja uspona u seriji promijene vrstu odgovora.

4. OSVRT NA REZULTATE

U nabranjanju prednosti postupka PPP posebno je istaknuto da taj postupak omogućuje neposredno određivanje perceptivne reakcije ispitanika, bez upotrebe procesa suđenja i skaliranja prema nekim od perceptivne razine nezavisnim kriterijima.

Visoke korelacije među odgovorima ispitanika s obzirom na različite objektivne uspone interpretirali smo kao indicij da ispitanici mogu bez poteškoća na osnovi percepcije razlikovati razli-

čite objektivne uspone i da percepcija uspona zavisi od objektivnih karakteristika podražaja, a ne od kriterija procjene koji se mijenja od ispitanika do ispitanika.

Ipak je introspektivna analiza perceptivnog procesa pokazala da je percepcija zakrivljenosti podražajnog niza rijetko potpuno strukturirana i cjelovita reakcija, već da se pretežno gradi na usporedbi odnosa među percipiranim promjenama na početku niza i onima na završetku niza. Ako su promjene u intenzitetu među prvim podražajima u nizu perceptivno manje nego među podražajima na završetku, tada ispitanici ocjenjuju takav niz kao akceleriran, a u obrnutom slučaju kao deceleriran. Čak i više, kako je ispitanicima poznata završna intenzitetna razina, odgovor se može osnivati i samo na intenzitetnim odnosima među početnim podražajima. U prilikama u kojima smo radili nije tako bila dovoljno iskorištena glavna potencijalna odlika postupka PPP, koja bi imala biti globalna percepcija uspona, a ne rekonstrukcija na osnovi parcijalnih zamjedbi podražajnih odnosa. Zbog toga, pri daljem usavršavanju postupka PPP, najvažnije će biti utvrditi kakvo mijenjanje podražajnih intenziteta (kontinuirano ili diskontinuirano) i u kojem trajanju pogoduje globalnoj percepciji uspona.

U daljim ispitivanjima bit će potrebno za podražaje upotrijebiti i uspone koji nisu ograničeni samo na one koji slijede potencijalnu funkciju. Krivulje koje odgovaraju potencijalnim jednadžbama različitog eksponenta n razlikuju se između sebe najviše u svom početku, dok se njihov oblik u zoni jačih intenziteta približuje pravcima različitog uspona. Zbog toga je i shvatljivo da se percepcija oblika takvih uspona osniva u prvom redu na odnosima među početnim intenzitetima. Osim toga, kako je već spomenuto, upotreba uspona koji slijede potencijalnu funkciju prejudicira opći oblik psihofizičke funkcije, a usprkos Stevensu i njegovim sljedbenicima nema nikakvih čvrstih dokaza da se odnos između ψ i Φ može opisati samo tom vrstom jednadžbi. Tako npr. nema poteškoća da se podražajni usponi konstruiraju na osnovi niza simetrično zakrivljenih odnosa, koji će vjerojatno biti prikladniji za globalnu percepciju porasta. Za karakterizaciju takvih krivulja umjesto eksponenta n mogla bi se upotrijebiti lučna udaljenost od pravca koji povezuje početnu i završnu podražajnu razinu, ili odnos između podražajnih razlika u početku i na završetku uspona. Uostalom, u psihofiziци nesumnjivo je važnije utvrditi da li je u nekom osjetnom području psihofizički odnos kompresivnog, linearnog ili ekspanzivnog tipa kao i stupanj kompresije ili ekspanzije, nego svrstavanje takvog odnosa u neku matematsku formulu koja nužno ima samo deskriptivnu a ne interpretativnu vrijednost.

Usprkos spomenutim manjkavostima u postupku PPP kakav smo upotrijebili, dobiveni rezultati pokazuju da je opći metodološki pristup tog postupka opravdan. Invarijantnost psihofizičke funkcije od ispitanika do ispitanika, slab utjecaj raspona podra-

žaja na rezultate i velika stabilnost prosječne vrijednosti svjedoče da je postupak PPP do sada najbolji pristup u rješavanju problema perceptivnog kodiranja objektivnih intenziteta promjena i da je vrijedno dalje raditi na njegovu usavršavanju.

5. REFERENCIJE

- Borg, G., Edström & G. Marklund (1970): A new method to determine the exponent for perceived force in physical work — Report. Inst. Applied Psychol., 4, 1—6.
- Bujas, Z. (1980): Neposredno određivanje psihofizičke funkcije na osnovi zamjedbe općeg toka porasta intenziteta podražaja — Predavanje na proslavi zagreb. psihol. škole (neobjavljeno).
- Bujas, Z., A. Rohaček & D. Mayer (1983): Direktno određivanje psihofizičke funkcije na osnovu doživljene linearnosti objektivne progresije podražaja — Radovi VII. kongresa psihologa SFRJ, 1981, I. Psihologija osjeta i psihofizika, 45—56.
- Esildsen, P. (1967): Rate of change constancy as a method for psychophysical scaling — Dissert. University of Oregon, 1—90.
- Marks, L. & W. Slawson (1966): Direct test of the power function for loudness — Science, 154, 1036—1037.
- Rohaček, A. (1983): Psihofizički postupak globalnih procjena toka porasta intenziteta podražaja i njegove mjerne karakteristike — Disert., Sveučilište u Zagrebu, 1—160.
- Stevens, S. S. (1957): On the psychophysical law — Psychol. Rev., 64, 153—181.
- Stevens, J. C. & M. Guirao (1964): Individual loudness functions — J. Acoust. Soc. Amer., 36, 2210—2213.

ZORAN BUJAS, ANTUN ROHAČEK, DRAGUTIN MAYER
& MARIJAN VODANOVIĆ

SOME METRIC CHARACTERISTICS OF THE PSYCHOPHYSICAL SCALING METHOD BASED ON THE PERCEPTION OF STIMULUS INTENSITY CHANGES IN THE COURSE OF TIME

The psychophysical scaling procedure, in which the subject evaluates the form (accelerated, linear, decelerated) of stimulus changes in a course of time, has many advantages in comparison with other scaling techniques. This method includes no measurement of sensory intensity as the reaction to a discrete series of stimuli, and makes the use of unreliable numbers unnecessary. Furthermore, the evaluations are based directly on the perception of the form of the stimulus growth and are therefore not influenced by the observer's judgement anchored on extraneous criteria. Finally, this method makes it possible to relate psychical to physical magnitudes by more congruent denotations than is the case in other scaling procedures.

The aim of the present investigation was to check some metric characteristics of this unjustifiably neglected psychophysical approach.

The indirect control of the validity of the method was based on the degree of the »invariance« of the results under the influence of factors irrelevant to the psychophysical function.

The study was concerned with the relation between brightness and luminance. The luminance level of a 5° milk-plexiglas disc was changed by means of neutral density filters inserted between the white light source and the target. The observers were exposed to the eight different sequences, each composed of seven discrete stimuli growing in intensity from 0.5 to 525 asb. The duration of each of the seven stimuli was 2 sec, with a 2 sec interval between them. The stimulus gradients in the sequences corresponded to power functions with exponents: 0.769, 1.00, 1.30, 1.69, 2.197, 3.713 and 4.827.

The observers' task was to report, after each sequence, how they perceived the rate of change: decelerated or accelerated. The slope of the luminance increment, which was perceived as decelerated and accelerated in the same proportion (0.5) was taken

as the physical gradient which appeared linear to the observers. The reciprocal value of this slope is the exponent of the psychophysical power function relating brightness to luminance.

Individual brightness function

Under the legitimate assumption that in the same sensory system the same psychophysical function is valid for all subjects, the subject's individual influence should be an irrelevant factor.

The influence of this factor was tested in 33 observers, using the method of constant stimuli for sequence presentation. Each sequence was presented randomly ten times.

The frequency distribution of the exponents of individual power functions perceived as linear is shown in Fig. 1 (s. p. 23).

As Fig. 1 shows, the linear increase of apparent brightness is connected with the luminance gradient corresponding to $n = 2.30$, which gives a psychophysical function: $\psi = \phi^{0.434}$.

The variability of the individual exponents is low, especially if compared with the individual differences observed by the use of other scaling procedures. The relative variation amounts to 8.77% and the total range of exponents to 1 : 1.47.

The correlations (s. Table 1, p. 24) between the individual evaluations and luminance gradients are high (0.913), just as they were between the responses of different subjects (0.869). The correlation coefficient 0.869 signifies that the psychophysical function accounts for about 75% of the total variance.

The amount of information transmitted in our experimental conditions with eight alternative slopes averaged 1.79 bits, which means that the observers perfectly discriminated three categories of stimulus increment.

Range of stimuli

It is well known that the range of stimuli has a great influence on the exponent of the psychophysical function. When the ranges are small the exponents tend to be large, and vice versa.

As the psychophysical function ought not to change with the range of stimuli, the range effect must be considered as a serious procedure defect.

The influence of the range of stimuli on the results obtained with the »perception — stimulus change« procedure was controlled on six observers. The larger range extended from 0.5 asb to 525 asb and the smaller, with the same start point, ended at the 262 asb level.

The results are shown in Table 2 (s. p. 25).

The exponent of the psychophysical function is somewhat larger in the smaller range than in broader range of luminances. However, in comparison with the range effect in other scaling procedures, the difference is negligible.

Stability of the psychophysical function

The correlation between the results of the same subjects in two or more separated sessions is considered as the degree of reliability of the measurement. However, the within subject's stability is a positive metric characteristic only when the objects of measurement are the traits in which the subjects differ among themselves. Since it is unlikely that individual differences in the psychophysical function represent real differences in the function of their sensory systems, the stability within subject's evaluations would indicate that instead of the common psychophysical function the individual characteristics are the dominant factor.

As in the average exponent of the psychophysical function the observers' intervariability is neutralized, the reliability of measurement in our case would require the stability of the exponent mean value and a negligible correlation within the subject's assessments.

To determine the reliability interpreted in this manner, a test-retest procedure was applied to 25 observers at an interval of 17 days.

The results, presented in Table 3 (s. p. 26), show that in the second session the average slope-value is insignificantly lower than in the first session.

If one compares the average exponent-values obtained in different groups of our observers, it is clear that the average exponent of a group of not more than six observers is quite stable and reproducible.

The correlation coefficient of 0.346 between individual exponents in two sessions is significant. However, even the coefficient of this value implies that only 12% of the factors are attributable to individual differences, while about 88% depend on the common psychophysical function.

Influence of the presentation procedure on the psychophysical function

In 9 subjects the measurements were made by using the method of limits as the sequence presentation procedure.

The average exponent was identical to that obtained, under similar experimental conditions, with the method of constant stimuli.

All exponents obtained in the ascending series were higher than those in the descending ones. This »hysteresis effect« is probably

due to the subject's specific adaptation to the curvature form of the stimulus sequence, which is different in the ascending and the descending series.

Although the average result obtained with two presentation methods was the same, the method of limits is not suitable for similar research. The knowledge in which direction the curvature of sequences is changed and the associated expectancy must influence responses. Moreover, the observed variability is underestimated, because the observers, after a more or less equal number of sequences, are inclined to change their assessment category.

Conclusion

The »perception of the increment form of stimuli« as a psychophysical procedure seems to have only one serious weakness: the increment curvature is rarely perceived as a whole. In most cases the observer's evaluation is based on the comparison between the perceived differences in the stimulus growth at the beginning and at the end of the sequence. Therefore, to make this method really valid, it would be necessary to establish such experimental conditions as are favourable to a structural perception of the global form of the stimulus growth. This could be done by exploring which type of stimulus variation (continual, discontinual, saccadic) and which duration of the growth are more suitable to the perception of changes as a whole. In addition, it would be necessary to vary the end level intensity in different sequences and to use the increment gradients which follow different types of functions. Perhaps some stimulus increments which are not a power function might facilitate the perception of the global growth.

Evidently it is far more important to determine whether the psychophysical relation is of compressive, linear or expansive type and to establish the degree of nonlinearity than to force the psychophysical relation into a mathematical equation which forcibly can have only a descriptive value.

However, considering the results already obtained and many theoretical advantages of the »perception — stimulus increment« method, it seems that this method is a promising sensory scaling procedure and that it would be worth working on its improvement.

RAD Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti	Knj. 411	35—82	Zagreb
Razred za prirodne znanosti	Knj. 20	5 slika 7 tabela, 3 table	1984.

UDK 552.4(914.971.3)

*Izvorni znanstveni rad
Original Scientific Paper*

VLADIMIR MAJER*

METAMORFNE STIJENE U OFIOLITSKOJ ZONI BANIJE, JUGOSLAVIJA. I. METAPELITI

*METAMORPHIC ROCKS IN THE OPHIOLITE ZONE IN BANIJA,
YUGOSLAVIA. I. METAPELITES*

*Primljeno na sjednici Razreda za prirodne znanosti
Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, dne 7. 02. 1984.*

In the Banija ophiolite zone, in northwestern part of the Inner Dinarides, on the contacts with ultramafic masses or in their vicinity, a suite of the metamorphic rocks has been found. They belong mostly to the metapelites and matasandstones (i. e. mica schists and gneisses, containing andalusite, fibrolite, sillimanite, cordierite, staurolite and garnet), but in small volumes also calcifelses (Ca-hornfelses, marmors, skarns) and quartzites.

In presented paper the geologic position and relations, mineralogical and chemical compositions, and petrological characteristics of the metamorphic rocks are given, together with petrogenetical analysis of the condition of metamorphism, and explanation of their allochthonous emplacement together with ultramafic masses in the ophiolite zone.

1. UVOD

Prilikom istraživanja ofiolitnog kompleksa u Baniji potvrdio sam nalaze nekih poznatih pojava metamorfnih stijena i našao niz novih pojava, ali i nove, do sada nepoznate vrste metamorfnih stijena. Sve te stijene nalaze se ili neposredno uz kontakte ili u blizini ultramafitnih tijela, ali i u širem prostoru, udaljene od njih. Nalaz tih stijena i njihova pojava u okviru jednog tipičnog magmatsko-sedimentnog kompleksa kakav je ofiolitni kompleks po svojoj definiciji (odnosno ranija »dijabaz-rožnačka formacija«)

* Zavod za mineralogiju, petrologiju i ekonomsku geologiju, Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta, Pierottieva 6, YU-41000 Zagreb.

donekle su neobični, ali od bitnog značenja za tumačenje vrlo složene građe, geneze i evolucije cijelog ofiolitnog kompleksa i ofiolitne zone.

Metamorfne stijene u Baniji, odnosno u njenoj ofiolitnoj zoni, malo su istraživane, a i to do sada samo pregledno. Detaljnih studija nije bilo. Među ostalim, razlog tome je prvenstveno i to da se dugo vremena mislilo da metamorfnih stijena u sklopu ofiolitnih zona nema, ili pak da ne pripadaju njima i da su bez veze s ofiolitima. No istraživanja zadnjih dvadesetak godina pokazala su da su metamorfne stijene ne samo česte već uglavnom uvijek prisutne i neposredno vezane uz ofiolitne komplekse, te da imaju posebno značenje u tumačenju geneze, evolucije, geološkog položaja i konačne geološke pozicije ofiolitnih kompleksa ili njihovih pojedinih dijelova. Nakon pažljivijih pregleda do sada su se i u ofiolitnom pojasu Dinarida u Jugoslaviji našle metamorfne stijene gotovo na svim glavnim lokalitetima, od Banije na sjeverozapadu, sve do najjužnijih dijelova ofiolitne zone u Vardarskoj zoni. O njima, većinom, postoje samo opći informativni podaci ili tek jednostavna registracija nalaza. Izuzetak u tome čine metamorfne stijene u bazi ultramafita Brezovice (Majer, 1956; Karanata, 1968; itd.) i dijelom metamorfne stijene u ofiolitnoj zoni Banije (Raffaelli i Magdalenic, 1970; Majer, 1974; Majer i Winkler, 1976). Radi cjelovitosti bibliografskih podataka može se spomenuti da su u nekim radovima još iz prošlog stoljeća spomenuti, registrirani ili pregledno i makroskopski opisani metamorfnih stijena u Baniji (Stur, 1863; Tietze, 1871 i 1872; Pilar, 1871; Kišpatić, 1899). U jednom neobjavljenom radu opisali su L. Marić i B. Crnković (1960) metamorfne stijene između Gline i Vratnika, posebno među njima amfibolite i srodne stijene. O metamorfnim stijenama Banije ima podataka i u još neobjavljenim listovima osnovne geološke karte. I to bi bilo sve, bar što se tiče petrologije metamorfnih stijena u Baniji.

U sklopu dugogodišnjih sistematskih istraživanja ofiolitnog pojasa Jugoslavije, a posebno ofiolitne zone u Baniji, u području između rijeka Kupe i Une sve do prijelaza u Bosnu u području Pastireva, pored detaljnih istraživanja magmatskih članova ofiolitnog kompleksa i parcijalnih istraživanja sedimenata obavljena su i koliko je bilo moguće detaljna istraživanja metamorfnih stijena. Dio tih istraživanja, i to metapelita i drugih metaklastita, tj. parametamorfnih stijena, prikazan je u ovome radu.

2. GRAĐA, GEOLOŠKI POLOŽAJ I STAROST METAMORFITA

Geološka građa i struktura Banije, pa u okviru toga prostora i ofiolitne zone u njoj, nisu dovoljno jasno i sigurno istražene i poznate, iz jednostavnog razloga što su i stratigrafsko-regionalna,

tektonska i petrološka istraživanja svih stijenskih kompleksa ili formacija još nedovoljno ili nepotpuno obavljena.

Uska ofiolitna zona u Baniji ima generalno pružanje sjeverozapad—jugoistok. Ona počinje na sjeveru na rijeci Kupi u području Abez—Lasinja i završava na jugu u prostoru između Dvora i Kostajnice, odakle se dalje nastavlja u brdsko područje Pastireva i Kozare u Bosni i dalje na jugoistok. U okviru toga kompleksa nalazimo kao njegove dijelove seriju magmatskih stijena, zatim sedimente, među kojima dominiraju šejlovi i pješčenjaci, a podređeno i drugi klastiti, roznaci i još rjeđe nepovezani blokovi i mase karbonatnih sedimenata. Pored njih, kao netipične članove ili prema definiciji ofiolita »neobavezne« dijelove, nalazimo i razmjerno značajne mase metamorfnih stijena. Ta je ofiolitna zona duž svojeg sjeveroistočnog i južnog ruba transgresivno prekrivena terciarnim sedimentima, a duž jugozapadnog ruba dolaze veća ili manja tijela gotovo nemetamorfoziranih sedimenata mlade paleozojske starosti u Petrovoj i Trgovskoj gori, kao i trijaski sedimenti. Glavni dio ofiolitne zone nalazi se u prostoru između Gline i Stupnice, a tu su koncentrirane i pojave metamorfnih stijena.

Odnosi pojedinih dijelova ili članova ofiolitnog kompleksa su »hladni«, odnosno sekundarni, i imaju karakter tektonskog melanža ili lokalnih navlaka. Ono što se može zaključivati za cjelinu ofiolitnog kompleksa, tj. da je on u alohtonom položaju, vrijedi i za njegove pojedine dijelove. Blok ili masa metamorfnih stijena, zajedno s većim tijelima ultramafita, ima karakter nekog »lista« koji je kao navlaka guran preko drugih dijelova ofiolitnog kompleksa.

Metamorfne stijene u ofiolitnoj zoni Banije imaju, kako je rečeno, relativno znatno prostranstvo i nalaze se u prostoru između Klasnića, Muždeke i Sašave na sjeveru do Gvozdanskog na jugu, dakle na dužini od oko 20 do 25 km. Počinju u području Sašave uz cestu Glina—Obljaj i Gasnog brda kod Buzete, odnosno Gornjeg Klasnića na sjeveru, pa preko Perekovca, Blaništa, Buzete, Vladića, Pelera i Badernovca dodiruju izvorišno područje potoka Bojne. Odatle se preko Brezova Polja i Dangube nastavljaju u prostor Čavlovice i završavaju kod Gvozdanskog u području Male Rudine i Kopčić šume. Zbog Velike pokrivenosti terena nije sigurno da se radi o jednoj jedinstvenoj i cjelovitoj masi i posve je moguće da se radi o više manjih ili većih tijela, ne odviše odijeljenih, masa ili blokova nastalih raskidanjem jedne cjelovite mase. U prilog tome govore i snažni tektonski utjecaji koji se uvjerljivo dokumentiraju jasnim kataklastičnim sklopom metamorfnih stijena.

Skraćen prikaz geološke i petrografske građe Banije dao je Majer (1975, 1978) uz prikaz osnovnih problema ofiolita Banije. Osim u nekoliko pojedinačnih geoloških radova prikaz geologije Banije nalazi se u regionalnoj studiji M. Šparice (1981).

Metamorfne stijene ofiolitne zone u Baniji sastavljene su u osnovi od dvije grupe stijena. Jednu čine tzv. »metapeliti«, ili bolje reći metamorfne stijene koje su nastale metamorfozom različitih pelitnih glinovitih sedimenata i različitih glinovitih klastita u kojima su sigurno dominirali pješčenjaci i siliti. Iz takvih sedimenata, koji su očito bili različitog mineralnog i kemijskog sastava, razvili su se metamorfozom različiti tinjčevi škriljci, kvarcni škriljci i gnajsevi, no u okviru ove grupe posve rijetko dolaze i metamorfozirani rožnaci (kvarciti), te mjestimice ulošci mramora i kalkfelsi (kalcijem bogati metamorfiti). Drugu grupu metamorfnih stijena čine amfiboliti i amfibolni škriljci, rjeđe i druge »zelenec« njima srodne stijene, uglavnom dijaforitni amfibolni škriljci. To su bazični metamorfiti, koji su, za razliku od prve grupe koja čini tipične »paraškriljce«, pretežno, a vjerojatno i svi, ortometamorfne stijene ili »metabaziti«, nastali metamorfozom nekih bazičnih magmatskih stijena (dijabazi, gabroidne stijene). Prikaz istraživanja metamorfnih stijena ove druge grupe bit će predmet posebnog rada.

Odnos ove dvije grupe metamorfnih stijena nije uvijek vidljiv i jasan, ali opažanja na više mjesta pružaju osnovu za zaključak da amfiboliti čine gornji, »viši« dio metamorfnog bloka, a da parametamorfne stijene, odnosno »metapeliti«, tj. sada tinjčevi škriljci, gnajsevi i s njima udruženi metamorfiti, čine donji dio metamorfne serije ili tog velikog metamorfnog lista. Ukratko, amfiboliti leže na metapelitima. Nažalost, tome je opet razlog velika pokrivenost terena, a dodatno i činjenica da su navedene dvije grupe metamorfnih stijena različitih fizičkih svojstava i rezistentnosti prema trošenju, ni volumen ili udio pojedine grupe metamorfnih stijena nije moguće sa sigurnošću odrediti. Ipak, može se kvalitativno ocijeniti da je volumen udio amfibolita veći od metapelita, na što nas upućuje i činjenica postojanja jednog velikog cjelovitog amfibolitnog tijela južno od Šašave, Muždeke i Klasnića od oko 10 km². Ta činjenica određuje da geografski raspored pojedinih metamorfnih stijena unutar ofiolitne zone nije ravnomjeran. Općenito uzevši, amfiboliti dominiraju u sjevernom dijelu metamorfne mase, a metapeliti u južnijem dijelu.

Manje mase metapelita nalaze se na nekoliko odvojenih mjestima duž sjevernog ruba velikog amfibolitnog bloka Šašava—Klasnica, a zatim u obliku nekoliko stotina metara širokog izduženog ruba, koliko je to vidljivo na površini, duž južne granice amfibolitnog bloka, i to od Blazišta, preko Vilenjaka, Slatine i Brubna s izvorišnim područjem potoka Bojne. Glavna se njihova masa pruža iz područja Brezova Polja u predio Cavlovice do Male Rudine i Gvozdanškog, gdje se jasno nalazi u bazi ultramafitnog tijela Male Rudine. Kračće, dobro otkrivene profile tih stijena nalazimo duž zapadnih pritoka i jaruga rječice Maje u području Brezova Polja, a najbolje je otkriven i kompletan profil u području Male Rudine (sl. 1, u radu Majer i Winkler, 1976).

Opća geološka situacija vidi se na shematskoj geološkoj karti, sl. 1.

Metamorfne stijene ofiolitne zone u Baniji, jednako kao i magmatske stijene te zone, graniče s manje-više kaotičnim sedimentima ofiolitne zone ostrim granicama, i u odnosu na njih imaju u principu isti položaj alohtonih tijela ili masa kao i magmatske stijene. Metamorfne stijene tvore jedno veliko pločasto tijelo ili »list« s relativno blagim nagibom i s debljinom od nekoliko stotina metara, s izuzetkom amfibolita, čija je debljina oko 1 km ili nešto više. O njihovu položaju može se zaključivati iz petrostrukturnih elemenata i ravnina folijacije, kao i iz ostalih elemenata sklopa. No, u različitim dijelovima ti se elementi mijenjaju i imaju različite položaje i orijentacije, što očito govori u prilog zaključku da je cijela masa vjerojatno raskidana i odijeljena u manje mase koje su se diferencijalno kretale i pomicale, pri čemu su neki dijelovi i stijene doživjeli intenzivne kataklaze i deformacije, što se jasno vidi i na strukturama pojedinih stijena.

Kako je već rečeno, listovi osnovne geološke karte područja Banije su završeni, ali nisu štampani. U tom su se području također, za različite potrebe, vršila različita petrološka, geološka i tektonska kartiranja i postoji niz manuskriptnih karata i izvještaja u različitim fondovima. Što se tiče karte koja ima dominantno petrografski sadržaj i osnovu, treba spomenuti manuskriptnu kartu L. Marića 1:25.000, koja je izrađena 1960. god. uz suradnju B. Crnkovića. Prospekcijom i pregledom terena moglo se ustanoviti da toj karti gotovo i ne treba nekih bitnijih korekcija. Posebno su u njoj kartirani amfiboliti, kojima je Marić ocijenio debljinu od oko 2 km. U red tih nama poznatih fondovskih karata ide i karta glinske kotline M. Oluća 1:100.000, u kojoj je kao jedan blok izdvojena jedna masa amfibolita, amfibolitnih škriljaca, zelenih škriljaca i filita.

Što se tiče starosti metamornih stijena (mislim ovdje na vrijeme njihova stvaranja, odnosno geološku starost ili vrijeme njihova metamorfizma, a ne njihova smještanja u sadašnji alohtoni položaj), ona je jednostavnim geološkim metodama neodrediva. Zbog toga su obavljena određivanja starosti radiometrijskim metodama (tzv. »apsolutna starost«) i to K-Ar metodom na uzorcima amfibolita i na uzorcima tinjčevih škriljaca i gnajseva (Majer i dr., 1979). Ta preliminarna istraživanja dala su na svim uzorcima vrijednosti koje se kreću između 160 i 170 m. g., tj. ona bi bila srednjojurske starosti.

U toku višegodišnjih istraživanja i prospekcije, metamorfne stijene su na pogodnim lokalitetima i profilima detaljno uzorkovane. Obradeno je oko 200 uzoraka amfibolita i oko 300 uzoraka metapelita. Od njih su odabrani reprezentativni uzorci, koji su detaljno ispitani i analizirani. Moglo se ustanoviti da je velik broj stijena isti ili sličan, ali i da postoji veliki broj varijacija, odnosno varijeteta i subvarijeteta. U radu će biti prikazani samo osnovni tipovi, što iinako jedino za metamorfizam ima bitno značenje.

Na kraju ovoga pregleda još nekoliko riječi o sedimentima u ofiolitnoj zoni, i to radi komparacije sa sastavom metapelita. Kako je već rečeno, petrografska ispitivanja sedimenata su s obzirom na njihovo značenje veoma oskudna. Znamo da su daleko najčešći i najvažniji sedimenti pješčenjaci, siltiti i šejlovi, a podređeni roznaci i lokalno blokovi karbonatnih sedimenata. Pješčenjaci su najčešće sivih boja, pripadaju grauvakama i subgrauvakama, sitnozrni su do srednjozrni i s relativno visokim udjelom matriksa (i do 50%). Začuđuje ipak relativno visoka uniformnost u strukturi i mineralnom sastavu na jednom dosta širokom prostoru. Sličnog su sastava i siltiti. Dio pješčenjaka pokazuje znakove slabije ili jače rekristalizacije, ali uz dobro očuvane klastične strukture. Šejlovi su tamnije boje, gusti i homogeni. Samo radi usporedbe izrađene su kvantitativne kemijske analize jednog tipičnog pješčenjaka (anal. 1, tab. I), metapješčenjaka (anal. 2, tab. I) i šejla (anal. 3, tab. I). Kod šejla rendgenskim je putem ustanovljeno da su glavni mineralni sastojci kvarc i tinjci, te podređeno klorit.

3. PETROGRAFIJA METAMORFNIH STIJENA

3.1. Filiti

Filiti su stijene sive boje, svjetlije ili tamnije, sitnozrne i izražene škrljave teksture. Ima ih i laminiranih ili pak nalik na tinjčaste kvarcite. Strukture su lepidoblastične-granoblastične, kadkada i s prijelazom u mikroflazer strukture. Glavni sastojci su kvarc, muskovit, biotit, klorit, a akcesorni feldspati i turmalin. Analiza jednog standardnog filita nalazi se pod br. 4 u tab. I.

3.2. Tinjčevi škrljci

Među metapelitima to su najčešće stijene, i među njima ima najveći broj različitih tipova i varijeteta, s različitim tipičnim metamorfnim mineralima i s najrazličitijim kombinacijama. Razlog tome su nesumnjivo varijacije u kemizmu ishodnih sedimenata — pelita, pri čemu je moguće da već i manje razlike mogu imati odlučan utjecaj na pojavljivanje ili izostajanje pojedinog minerala ili parageneze. O tome će biti riječi kasnije u petrokemijskoj analizi. Vanjstinom, izuzev u slučaju škrljaca porfiroblastične strukture, gdje su porfiroblasti krupnijih dimenzija, oni su veoma slični i gotovo ih je nemoguće razlikovati, čemu doprinosi i relativno niska »kristaliničnost«, pa oni sliče običnim filitima ili slejtovima. Bio je potreban ogroman rad na mikroskopskom pregledu uzoraka da se ustanove sve strukturne i mineraloške varijacije i definiraju pojedini tipovi i njihovi varijeteti, bez čega bi, međutim, bila nemoguća i ispravna analiza geneze, tipa i uvjeta metamorfizma.

Obični tinjčevi škriljci su svjetlije do tamnije sive boje, sitnozrne, homogene, folijativne škriljave teksture. Zavisno od udjela i dimenzija mineralnih sastojaka liče katkada na tinjčaste pjesčenjake ili tinjčaste kvarcite. Strukture su lepidoblastično-granoblastične, katkada s prijelazom u mikroflazernu strukturu ili su mikroborane. Glavni su sastojci kvarc, muskovit i biotit. Ima tinjčevih škriljaca samo s muskovitom, ali su najčešće dvotinjčasti, a samo rjeđe biotit dominira nad muskovitom. Akcesorni su, ili u količinama ispod 5%, alkalni feldspati ili kiseli plagioklasi, rutil, cirkon, opaki minerali i grafit. Retrogradno je ponekad prisutan klorit.

Dvije analize tinjčevih škriljaca nalaze se pod br. 5 i 6, tab. I.

3.3. Andaluzitni tinjčevi škriljci

Ove su stijene tamnosive, gotovo crne boje, sitnozrne i s porfiroblastima andaluzita manjih ili većih dimenzija. Imaju folijativni sklop, ali je škriljavost slabije izražena. Struktura je porfiroblastično-lepidoblastična. Krupni porfiroblasti andaluzita, odnosno varijeteta hijastolita, dosežu katkada dimenzije dužine i do 25 mm i presjeka stupića od 0,5 do 5 mm. Porfiroblasti su pretežno usmjereni u ravnini škriljavosti. Neki su varijeteti trakasti, s trakama sivih boja, katkada ravnim, ali i izuvijanim. Neke su trake ili slojeći vrlo bogati andaluzitom sve do 30–40% vol., ali ima dijelova u stijeni i s vrlo malo andaluzita. Paralelno škriljavosti nalaze se katkada i trake kvarca, ravne ili izuvijane.

Bitni su sastojci kvarc, biotit i porfiroblastični andaluzit, a podređeno muskovit. Akcesorni su cirkon i grafit, rjeđe turmalin. Idioblasti andaluzita odnosno hijastolita imaju često lijepo razvijenu kvadratičnu jezgru s dijagonalnim granama crnkaste boje od finih uklopaka grafita. Obično su gotovo bezbojni ili vrlo blijede drap do putenaste boje, ali je jezgra nekih primjeraka intenzivno crvenkasto-putenaste boje. Andaluzit ima jasan pozitivni reljef, slab dvolom, a u smjeru izduženosti prutića optički je negativan. Mjereni kutovi optičkih osi variraju najčešće $2V_x = 82^\circ$ do 85° , ali oni primjerci koji su intenzivnije crvenkasto-putenaste boje i pleohroitični imaju $2V_x = 74^\circ$. Retrogradnom metamorfozom porfiroblasti andaluzita dijelom su izmijenjeni u muskovit, pa u krupnijim primjercima pored primarno uklopljenog kvarca i biotita nalazimo i retrogradno razvijene listiće muskovita. Biotit ima snažan crvenosmeđ do blijedosmeđ pleokroizam, što ukazuje na relativno visok sadržaj željeza i titana.

Važna je činjenica strukture, što dalje vrijedi i za većinu tinjčevih škriljaca, da su porfiroblasti, u ovom slučaju andaluzita, pretežnim dijelom tektonski jako deformirani. Zrna su raskinuta, razvučena, svinuta, a na poprečnim se presjecima vidi da su i rotirana i pri tome raskidana i razvučena, što predstavlja upravo klasičan slučaj postmetamorfne postkristalizacijske deformacije.

I sitnozrni lepidoblastični matriks je savijan i boran, što sve skupa dokazuje da su takve stijene poslije završene statične metamorfoze bile izložene snažnom dinamičnom tektonskom utjecaju, a ta činjenica dokazuje da su bile pokretane s prostora u kojem je bila izvršena metamorfoza. Kemijska analiza tipičnog andaluzitnog tinjčeva škriljca nalazi se pod br. 7 u tabeli I.

3.4. Andaluzitni kordijeritni tinjčevi škriljci

Ove su stijene vanjštinom jednake andaluzitnim tinjčevim škriljcima, bojom, teksturom i strukturom. Gotovo su masivna habita i slabo izražena folijativnog sklopa ili škriljavosti, te podsjećaju na onaj tip porfiroblastičnih škriljaca koji se ponekad nazivaju »čvorastim« ili »bobičastim« škriljcima (»Fleckenschiefer«). U porfiroblastičnoj neizrazitoj lepidoblastičnoj strukturi porfiroblasti kordijerita slabije su izraženi stoga što su puni uklopaka, koji zauzimaju katkada i više od polovice površine zrna, a dijelom su pinitizirani, što se u vanjštini odražava tako da porfiroblasti kordijerita liče na crnkaste pjege. Forma, dimenzije i svojstva idio-blasta andaluzita jednaki su kao i u andaluzitnim tinjčevim škriljcima bez kordijerita. Porfiroblasti kordijerita rijetko su idio-blastični i samo u jednom slučaju nađen je idealan sraslac sa šest individua heksagonalnog presjeka. Češće su ksenoblastični. I u ovoj su stijeni česte pojave kataklastičnih deformacija, i to naročito izraženih na porfiroblastima, ali i na sitnozrnom matriksu.

Bitni sastojci ove stijene su kvarc i biotit, koji grade grano-blastično-lepidoblastični matriks, i porfiroblasti andaluzita i kordijerita. Omjer ili udio andaluzita i kordijerita je varijabilan, pri čemu volumen pojedinih porfiroblasti andaluzita i kordijerita varira između 5 i 30%. Optička mjerenja andaluzita dala su za kut optičkih osi vrijednost $2V_x = 83^\circ$, a u kordijerita $2V_x = 80^\circ$. Biotit je intenzivno crvenkastosmeđe boje. Akcesorni odnosno sekundarni su turmalin, grafit, staurolit, cirkon, magnetit, klorit i muskovit.

Zbog velike varijabilnosti u modalnom sastavu i udjelu pojedinih bitnih sastojaka analizirano je 6 uzoraka. Njihove su analize navedene pod br. 8, 9, 10, 11, 12 i 13 u tabeli I.

3.5. Andaluzitni staurolitni tinjčevi škriljci

Ovi su škriljci veoma rijetki i nađeno je svega nekoliko uzoraka takvog sastava. Dolaze u seriji tinjčevih škriljaca s andaluzitom, kordijeritom i granatom kao tanji proslojci i njihov je nalaz gotovo slučajan, no svakako su rezultat posebnog sastava ishodnog stijenskog materijala iz kojeg su nastali. Identične su strukture i izgledaju kao i ostali tinjčevi škriljci, s time da u sastavu izostaje kordijerit, a javlja se staurolit, obično manjih dimenzija, i s udjelom koji u pravilu ne prelazi 10 vol. %. U nekim uzorcima akcesoran je granat. Analiza tog škriljca je pod br. 14 u tabeli I.

3.6. Andaluzitni kordijeritni staurolitni tinjčevi škriljci

Ova je stijena, može se reći, subvarijetet andaluzitnog staurolitnog tinjčeva škriljca, jednakih strukturnih i teksturnih svojstava i jednake vanjštine, s tom razlikom da se kao bitni sastojak javlja i porfiroblast kordijerita koji je većinom pinitiziran. Analize ove stijene navedene su pod br. 15 i 16 u tabeli I.

3.7. Andaluzitni kordijeritni granatni tinjčevi škriljci

I ovu stijenu treba shvatiti kao subvarijetet andaluzitnih kordijeritnih tinjčevih škriljaca u kojemu se kao ksenoblastični porfiroblast relativno sitnih dimenzija javlja i granat. On je često neravnih, gotovo skeletnih rubova, drap boje i pun uklopaka. Kao i u ostalim andaluzitnim ili kordijeritnim tinjčevim škriljcima pored bitnog kvarca tinjac je isključivo biotit, dok je pojava muskovita redovno rezultat retrogradnih metamornih procesa, tj. ne pripada primarnoj metamorfnoj paragenzi. Analiza ovog škriljca nalazi se pod br. 17 u tabeli I.

3.8. Andaluzitni granatni silimanitni (fibrolitni) tinjčevi škriljci

Tinjčev škriljac uobičajenog, već opisanog izgleda i svojstava, sadrži kao glavne minerale andaluzit i granat, ali se javlja i — za određivanja stupnja metamorfoza važan i ključni mineral — silimanit, i to njegova morfološka modifikacija vlaknasti fibrolit. On se beziznimno javlja uz rubove biotita i djelomice ga zamjenjuje, što je dobro poznata pojava i reakcija u metamornim stijenama takvih koegzistentnih parageneza i označava prijelaz u nešto viši stupanj metamorfizma. Analiza ove stijene navedena je pod br. 18 u tabeli I.

3.9. Staurolitni tinjčevi škriljci

I ovi su škriljci izuzetno rijetki i njihov je nalaz upravo slučaj jer se vanjstinom ne razlikuju od ostalih škriljaca bez staurolita. Njihov je nalaz bio moguć samo pregledom velikog broja uzoraka. Uzrok tome sigurno je i u tome što je za stvaranje staurolita potreban poseban, određeni kemizam stijene. Kao porfiroblast jedino je prisutan staurolit, i to u količini od oko 10 vol. %. Značajke ovih škriljaca su i u tome da obično sadrže i znatno više kvarca od biotita, pa se po tome nalaze na prijelazu u biotitne staurolitne kvarcite. Analiza jednog takvog škriljca je pod br. 19 u tabeli I.

3.10. Staurolitni granatni tinjčevi škriljci

Razlika od prethodno opisanog staurolitnog škriljca je u tome da stijena pored staurolita kao porfiroblasta sadrži i granate. U tim stijenama nalaze se najljepše razvijeni idioblasti staurolita, često i krupnijih dimenzija, i to kao tipični sraslaci dvojci tipa lastina repa. Boja staurolita je tipična žuta i redovito je posve svjež, odnosno potpuno neizmijenjen. U nekim uzorcima kao akcesoran se javlja i fibrolitni silimanit. Analiza jednog takvog škriljca navedena je u tabeli I pod br. 20.

Među subvarijetete ove stijene mogli bismo ubrojiti one u kojima količina fibrolita raste do količine po kojoj ga treba smatrati kao bitan mineralni sastojak. Zanimljiva pojedinost tih stijena jest to da su one vanjstinom gotovo crne, masivne i homogene, čvrste i podsjećaju na hornfelse. Kvarc i intenzivno crvenosmeđi biotit grade homogeni matriksi, a fibrolit se u njima nalazi koncentriran u svežnjastim vlasastim agregatima. Analiza takve stijene navedena je pod br. 21 u tabeli I.

3.11. Granatni tinjčevi škriljci

Iza andaluzitnih i kordijeritnih tinjčevih škriljaca ovi su škriljci najčešći. Stijene su sitnozrne i homogene, slabije izraženog folijativnog sklopa. U homogenom matriksu u kojem se nalaze varijabilne količine kvarca i biotita javlja se kao porfiroblast jedino granat. Zrna su granata izometrična, obično nepravilnih rubova i kadkada nepotpuno, gotovo skeletno, razvijena. Dimenzije im variraju od oko 0,2 do 2 mm. Boje su blijedo drap do blijedo putenaste, a nerijetko sadrže i brojne neodređene inkluzije. Kao i kod drugih škriljaca, i ovdje su česte deformacijske strukture. Analize tih škriljaca nalaze se pod br. 22 i 23 u tabeli I. Kao subvarijetet javlja se granatni škriljac u kojem se kao sporedan sastojak javlja staurolit. Analiza ove stijene navedena je pod br. 24 u tabeli I.

3.12. Granatni silimanitni tinjčevi škriljci

Stijena je tamnosive boje, homogena, sitnozrna i folijativnog sklopa. Sadrži mnogo granata i biotita i manje kvarca nego u drugim tinjčevim škriljcima. Kao bitni mineral u njoj se javlja silimanit, dijelom kao modifikacija fibrolit, ali i u formi igličastih ili sitnih prutića silimanita, koji se razvijaju uz rubove listića biotita. Analiza ove stijene navedena je pod br. 25 u tabeli I.

U zaključku se iz ovog pregleda tinjčevih škriljaca može reći da oni pokazuju vanjstinom i sklopom razmjerno veoma ujednačene karakteristike, u kojima su česte postkristalizacijske deformacije, ali zato imaju veoma varijabilan mineralni sastav i brojne kombinacije bitnih i kritičnih koegzistentnih metamorfnih minerala. Bez sumnje, dva su razloga za to. Prvo, utvrđeno je da su minerali kao što su kordijerit, staurolit i granat, u kombinaciji s Al_2SiO_5 mine-

ralnim fazama veoma osjetljivi već i na male razlike u kemizmu stijene, a to je kod pelitnih sedimenata iz kojih su nastajali obična pojava. Osim toga već i manji pomaci ili razlike u uvjetima metamorfizma uzrokovali su da su jedni minerali nastajali, a drugi izostajali ili se reakcijama transformirali u druge kombinacije. O tim uvjetima bit će riječi u genetskoj analizi.

3.13. Gnajsevi

Gnajsevi su općenito rjeđe metamorfne stijene i nalazimo ih gotovo isključivo u području Male Rudine. Obični gnajsevi su stijene sive do tamnije sive boje, srednjozrne, homogene, masivne teksture s jedva naznačenim folijativnim sklopom ili neizrazito trakaste teksture. Strukture su granoblastične, katkada i neizrazito okaste granoblastične strukture. Deformacijski efekti i kataklastični fenomeni u njih su slabije izraženi nego u tinčevih škrljaca, a i to se očituje najčešće samo kod zrna kvarca, pa samo iznimno nalazimo gnajseve s prijelazom u flazerne strukture.

Glavni mineralni sastojci običnih gnajseva su kvarc, plagioklasi i biotit, a samo izuzetno rijetko, a i to kao sporedan ili akcesoran sastojak i K-feldspat, ortoklas. Ni u jednom slučaju u gnajsevima nije kao bitni primarni sastojak utvrđen muskovit, no on se katkada javlja kao mineral dijaftoretske metamorfoze. Akcesorni su apatit, rutil, cirkon i magnetit.

Biotit je i u gnajsevima intenzivne crvenkastosmeđe boje. Plagioklasi su uvijek posve svježi, često jasno zonarni i sastavom odgovaraju kiselijem andezinu ili prijelazu u oligoklas. Na granici plagioklasa i kvarca ponekad se razvija mirmekit.

Analiza jednog reprezentativnog gnajsa navedena je pod br. 26 u tabeli I.

3.14. Kordijeritni gnajsevi

Vanjštinom i drugim svojstvima, habitusom i sklopom, kordijeritni gnajsevi su jednaki običnim gnajsevima i makroskopski ih je nemoguće razlikovati. Nešto je jače izražena jedino homogena tekstura, pa ponekad liče na zrnaste kornite. Razlikuju se od običnih gnajseva time da se kao bitni sastojak javlja kordijerit, i to u varijabilnim količinama, čiji volumni udio ide i sve do 30% stijene. Zrna kordijerita su izometrična, katkada gotovo ovalna i u njima se ponekad javljaju i za njih karakteristične sraslačke lamele. Uz rubove i duž pukotina dosta su često pinitizirani, ali ima slučajeva i da su gotovo sva zrna potpuno pinitizirana, izmijenjena u poznati gusti sitnolistićavi agregat zagasitozelenkaste boje, u kojem dominiraju sericit i klorit. Kordijerit katkada poikilitno uklapa kvarc, a i biotit. U nekim uzorcima kao akcesoran se javlja silimanit. Analiza jednog kordijeritnog gnajsa navedena je pod br. 27 u tabeli I.

Subvarijetet ove stijene je kordijeritni granatni gnajns, u kojemu

se kao sporadan sastojak javlja granat, a kao akcesoran silimanit i ortoklas. Analiza takve stijene je pod br. 28 u tabeli I.

Drugi subvarijetet kordijeritnog gnajsa je kordijeritni silimanitni gnajs. U njemu se kao sporedan sastojak javlja silimanit, koji se u obliku sitnih prutica ili iglica razvija uz granice listića biotita. Analize dvaju uzoraka takvih gnajseva navedene su pod br. 29 i 30 u tabeli I.

3.15. Kordijeritni granatni silimanitni gnajsevi

Uz obične gnajseve ovaj tip gnajseva je najčešći, a u pojedinim dijelovima gnajzne serije oni i dominiraju. Vanjstinom su posve jednaki kordijeritnim gnajsevima, a tako i sklopom i strukturnim karakteristikama. Karakterističan je visok udio po redoslijedu količina kordijerita, silimanita i granata, i razmjerno malo kvarca, te relativno visok udio plagioklasa. U nekima od njih akcesoran je K-feldspat. Vrlo točna mjerenja kuta optičkih osi kordijerita dala su vrijednosti $2V_x$ od 68° do 77° . Plagioklasi su svježiji i zonarni i često uklapaju iglice silimanita. Optička mjerenja plagioklasa dala su vrijednosti između oko 40 % an u jezgri zonarnih zrna do oko 20 % an na najkiselijim rubovima, što je u dobrom skladu s mjerenjima i analizama mikrosondom.

Zbog varijabilnog modalnog sastava gnajseva s takvom ključnom paragenezom izvršene su analize 7 uzoraka i one su navedene pod brojevima 31, 32, 33, 34, 35, 36 i 37 u tabeli I.

3.16. Ostale metamorfne stijene

Na više mjesta u seriji tinčevih škrljaca nađene su pojave i drugih metamorfnihi stijena u obliku tanjih proslojaka, traka ili izduženih lećastih uložaka. To su kalcitni mramori i kalkšisti, u pravilu izrazite deformacijske kataklastične strukture. Sasvim izuzetno nađene su i skarnu slične stijene u kojima je glavni mineral granat, i to u količinama i do oko 80 vol. %, pa čine prave granatite. U njima se kao sastojci javljaju kvarc i obilno opaki minerali, među njima i sulfidni rudni minerali. Poblje nisu istraživane. Na nekoliko mjesta nađeni su pravi Ca-hornfelsi. To su sitnozrne heteroblastične stijene, često proraštenih zrna, izvanredno varijabilnog mineralnog sastava, u kojima su nađeni kalcit, kvarc, plagioklasi, amfiboli, klinopirokseni, biotit i rjeđe granati, te relativno mnogo titanita. Sekundaran je u njima klorit. Samo na jednome mjestu nađen je granatni amfibolni kvarcni škrljac.

Analiza granatnog amfibolnog kvarcnog škrljca navedena je pod br. 38 u tabeli I, a četiri analize Ca-hornfelsa pod br. 39, 40, 41 i 42 u tabeli I.

4. MINERALI

4.1. Kvarc

Redovan je sastojak svih tinjčevih škriljaca i gnajseva. U sitnozrnim stijenama kakvi su tinjčevi škriljci zastupljen je kao alotriomorfna granoblastičan sastojak. U krupnijeznim gnajsevima alotriomorfna zrna kvarca pokazuju često optičke i mehaničke deformacije. Ponekad uklapa ostale sastojke, ali često je i sam uklopljen u porfiroblastima, npr. staurolita i andaluzita.

4.2. Plagioklasi

Redovni su i bitni sastojci gnajseva, i to u varijabilnim količinama. Zrna su hipidiomorfna do alotriomorfna, najčešće izometrična habitusa. U pravilu su uvijek svježii, imaju dobro razvijene sraslačke lamele i pravilnu zonarnu građu, s rjeđim deformacijama nego što je to kod kvarca. Katkada uklapaju iglice silimanita. Optička mjerenja teodolitnim stolićem pokazala su da plagioklasi pripadaju andezinu i oligoklasu, i to s bazičnijom jezgrom i kiselim rubom, pri čemu se najčešće varijacije kreću između 40% An i 25% An. Ti su podaci u odličnom skladu sa sastavom dobivenim analizom pomoću mikrosone (tab. IV). Njihova zonarna građa, što uostalom vrijedi i za sve zonarno građene minerale, ukazuje na to da su se uvjeti (P—T—X) za vrijeme metamorfizma brzo mijenjali, iako ne u većem, nego u ograničenom opsegu, pri čemu nije bila uspostavljena stabilna ravnoteža.

4.3. Muskovit

Kao bitni primarni mineral metamorfizma muskovit dolazi isključivo u tinjčevim škriljcima, rjeđe kao jedini tinjac, češće zajedno s biotitom u dvotinjčastim škriljcima. Normalnih je fiziografskih svojstava. Kemijske analize nekih muskovita izrađene mikrosone (tab. III) pokazuju vrlo ujednačen sastav, pri čemu je važno posebno istaći niski sadržaj FeO. To znači da je udio seladodonske komponente u »bijelom tinjcu« nizak i da je zato isključena pripadnost tinjcu fengitnog tipa, čijoj pojavi pogoduju viši pritisci. Muskovit koji se javlja u gnajsevima u pravilu je rezultat retrogradne metamorfoze.

4.4. Biotit

S malim iznimkama biotit je redovan i bitan sastojak gotovo svih tinjčevih škriljaca i svih gnajseva, a javlja se i u Ca-hornfelsima. Razvija se u listićima, koji su hipidiomorfni do alotriomorfni, gotovo bez iznimke snažnog smeđecrvenog do svijetložutog pleokroizma. U stijenama s jače naglašenim deformacijama listići su savijeni. U stijenama koje osim biotita sadrže i fibrolit, odnosno silimanit, vidi se da ta dva minerala uvijek graniče međusobno i

da se ovaj posljednji mineral razvija na račun biotita, čije fero-magnezijske komponente ulaze u tom slučaju u sastav drugih fero-magnezijskih minerala.

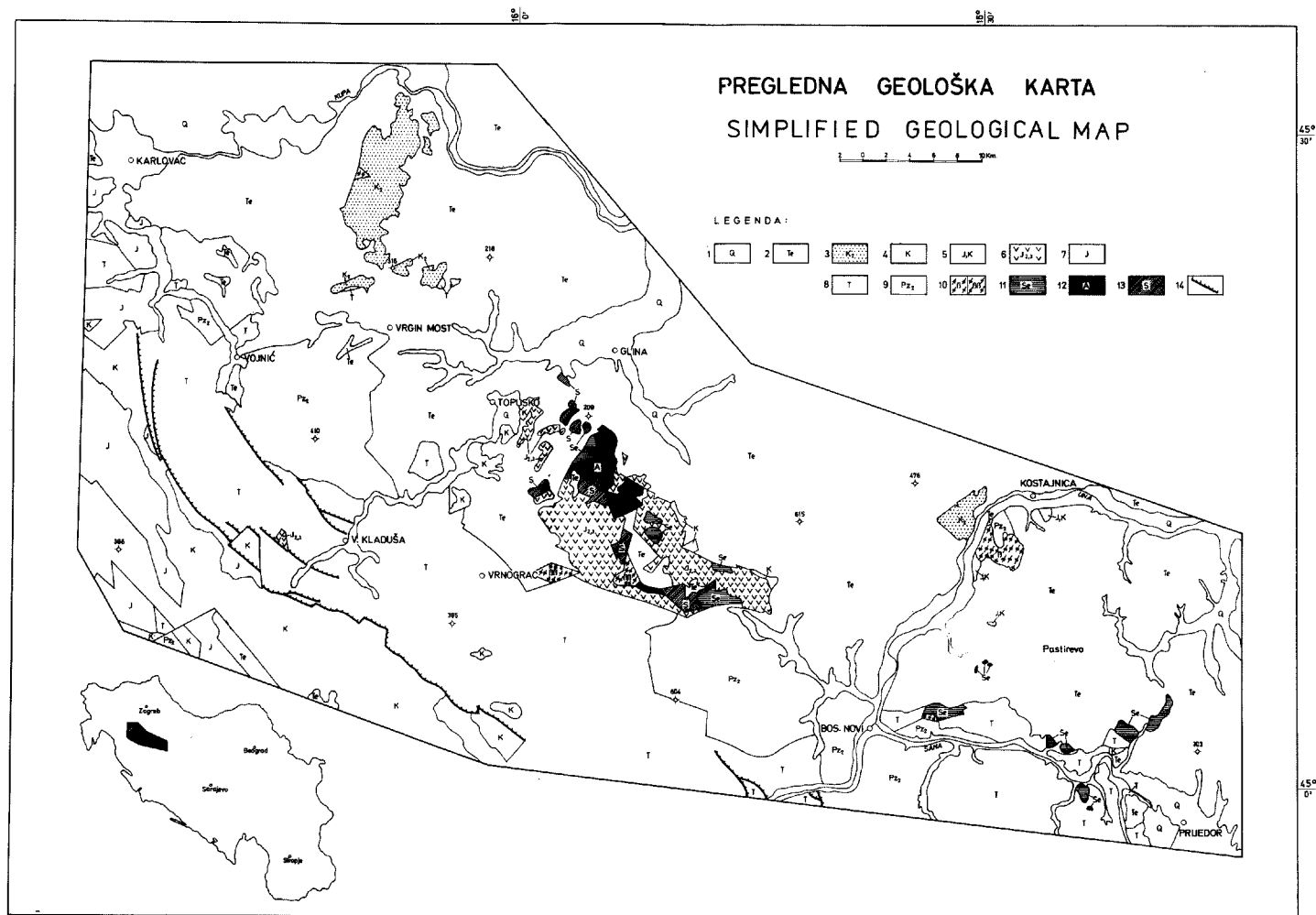
U tabeli II prikazane su kemijske analize biotita iz deset različitih stijena. Kemizam biotita pokazuje visoku ujednačenost sastava. Karakterističan je relativno visok sadržaj Ti, koji je pretežno veći od 3%. Visok sadržaj FeO, koji se najčešće kreće između 19 i 21%, pokazuje da je udio Fe-komponente (anitne) dominantan. Najveće su varijacije u sadržaju MgO (oko 6 do 10%), što se zajedno sa sadržajem željeza odražava u M-vrijednosti $Mg : (Mg + Fe)$. Varijacije sastava biotita u gnajsevima su neznatne, dok su u tinčevim škriljcima veće. Tome je uzrok funkcionalna zavisnost distribucije Fe i Mg u koegzistentnim feromagnezijskim mineralima (granat, kordijerit, staurolit), koja ovisi o veličini pritiska i temperature. Najviši sadržaj Mg i obrnuto najniži sadržaj Fe postoji u biotitima u tinčevim škriljcima sa staurolitom i granatom (uzorci 20, 24 i 27), koji imaju i maksimalne M-vrijednosti od 0,47 do 0,51. No u principu sadržaji Mg i Fe i njihovi odnosi zavisni su i od sastava ukupne stijene i sadržaja Fe-oksida i MgO u njima, odnosno njihovih M-vrijednosti, i oni imaju najčešće iste tendencije.

4.5. Andaluzit

Ovaj tipični i kritični metamorfni mineral dolazi isključivo u tinčevim škriljcima, i to beziznimno samo kao porfiroblast. Idiolblasti andaluzita predstavljaju u stvari morfološku modifikaciju hijastolit, budući da u najvećem broju slučajeva imaju karakteristične uklopke koji grade kvadratičnu jezgru i dijagonalne grane. Dijelom se javlja i kao običan andaluzit bez uklopaka, a također i u hipidiomorfnim stupičastim oblicima. Pojedina zrna andaluzita razlikuju se u boji, koja varira od zagasitožućkaste (drap) do crvenkaste boje, osobito u jezgri andaluzitnih zrna. Osim toga postoje i varijacije u kutu optičkih osi ($2V_x$ između 74° i 85°), no razlog tome nije pobliže ispitivan, jednako kao ni sadržaj Mn (viridinske komponente), koji utječe da se polje stabilnosti andaluzita mijenja, odnosno širi.

U nekim tinčevim škriljcima nalazimo pored andaluzita i koegzistentnu drugu Al_2SiO_5 modifikaciju, i to silimanit, odnosno preciznije rečeno njegovu morfološku modifikaciju fibrolit. Ta je pojava od izuzetnog značenja jer indicira uvjete metamorfizma koji su određeni prelaskom faze andaluzit—silimanit, odnosno pomicanje k višem stupnju metamorfizma.

Porfiroblasti andaluzita često su upravo klasični primjeri post-metamorfni deformacija, praćeni i naknadnom retrogradnom metamorfozom uz stvaranje muskovita.



Sl. 1. Pojednostavljena geološka karta područja Banije (prema M. Sparici)
Legenda: 1 = kvartar, 2 = tercijar, 3 = kreda, s dijelovima jurskog ofiolitnog kompleksa, 4 = kreda, 5 = neraščlanjena jura s kredom, 6 = jurski ofiolitni melanj, 7 = jura, 8 = trijas, 9 = mladi paleozoik, 10 = ofiolitni eruptivi, 11 = ultramafiti, 12 = amfiboliti, 13 = ostale metamorfne stijene, 14 = rasjedi.

Fig. 1. Simplified geological map of the Banija region (after M. Sparica).
Legend: 1 = Quaternary, 2 = Tertiary, 3 = Cretaceous, with locally dismembered parts of Jurassic ophiolite melange, 4 = Cretaceous, 5 = Jurassic and Cretaceous, undivided, 6 = Jurassic ophiolite melange, 7 = Jurassic, 8 = Triassic, 9 = Young Palaeozoic, 10 = Ophiolite eruptives, 11 = Ultramafics, 12 = Amphibolites, 13 = Metapelites, 14 = Thrusts.

4.6. Silimanit

U tinjčevim škriljcima javlja se morfološka vlasasta modifikacija silimanita — fibrolit, i to u pravilu uz rubove biotita. Tipičan silimanit u formi iglica ili prutića javlja se u gnajsevima, dijelom također uz rubove biotita, ali nerijetko i kao brojni uklopici u plagioklasu, pa i kordijeritu.

4.7. Staurolit

Javlja se isključivo u tinjčevim škriljcima u koegzistenciji s biotitom ili granatom, iznimno i s kordijeritom. Dolazi u zrnima različitih dimenzija i oblika, dijelom alotriomorfan ili hipidiomorfan, no dijelom i kao idioblast u formi sraslaca tipa lastina repa. Ima normalne fiziografske karakteristike s tipičnom žutom bojom.

Pojava staurolita, koji je u našim metamorfnim stijenama razmjerno rijedak mineral, strogo je zavisna od kemizma stijene u kojoj se razvija. Vezan je na sastave s niskom M-vrijednosti, tj. takve u kojima sadržaj Fe (ukupni) daleko dominira nad Mg, odnosno za njegovo je stvaranje pored određenih P—T uvjeta potreban i sasvim određen kemizam stijene. To se potvrđuje i u našem slučaju, gdje su M-vrijednosti niže od 0,30 i gdje je visok odnos $Al_2O_3 : (K_2O + FeO + MgO)$. U polifaznim sistemima s više feromagnezijskih faza njegova prisutnost može biti metastabilna, uvjetovana različitom distribucijom Fe i Mg u koegzistencijom feromagnezijskim fazama u toku progradnog metamorfizma.

4.8. Kordijerit

Kordijerit ima široko polje stabilnosti i javlja se u stijenama srednjeg i visokog stupnja metamorfizma. U metamorfnim stijenama Banije dolazi u tinjčevim škriljcima i u gnajsevima. U tinjčevim škriljcima je porfiroblast, najčešće hipidiomorfnih do alotriomorfnih oblika, a rijetko se javlja i kao idioblast sraslac-šesterac, s prizmatskim habitusom heksagonalnog presjeka. Često nosi brojne inkluzije, i u većoj ili manjoj je mjeri pinitiziran. Sudeći po optičkim svojstvima, u prvom redu kuta optičkih osi, koji varira $2V_x$ od 68° do 80° , to mora biti posljedica i njegova promjenljiva sastava i mogućeg utjecaja ugrađene H_2O . U gnajsevima kordijerit je bitan sastojak homeoblastične parageneze, u kojoj njegov volumni udio jako varira, no iznimno doseže i gotovo trećinu volumena stijene.

Kemijske analize kordijerita navedene su u tab. V. Imaju ujednačen sastav, pri čemu nešto znatnije variraju komponente FeO i MgO. Distribucija i udio Fe i Mg u kordijeritu u prisutnosti drugih feromagnezijskih minerala funkcionalno je zavisna od P—T, pa se distribucijski koeficijent Fe—Mg u koegzistencijom paru kordijerit—granat primjenjuje za određivanje P i T u toku metamorfoze. Iz

analiza proizlazi da je M-vrijednost, odnosno odnos $Mg : (Mg + Fe)$, ograničena na razmjerno uzak raspon, što je kvalitativni dokaz da su i P—T uvjeti bili u razmjerno uskom ograničenom polju.

4.9. Granat

Cest je sastojak i tinčevih škriljaca i gnajseva, ali redovno u malim količinama, koje rijetko prelaze 10%. Gradi izometrična zrna — porfiroblaste različitih dimenzija, nikad idiomorfnog oblika, već hipidiomorfnog do alotriomorfnog oblika, a nerijetko i nepotpune kristale poluskeletnog tipa. Na osnovi kemijskih analiza (tab. VI) vidi se da su granati zonarne građe, s promjenom sastava od jezgre prema rubu, ali je ta promjena razmjerno vrlo mala, što je uz dani kemizam stijene rezultat relativno uskog područja P—T u toku metamorfizma.

Iako su granati kritični minerali metamorfnih parageneza, zbog široke izomorfije pojedinih komponenata (u parametamornim stijenama to je kombinacija almandin—pirop—spesartin—grosular) područje P—T stabilnosti pojedinog granata nije moguće sigurno odrediti. S izuzetkom granata u stijeni br. Kl—11, koja predstavlja granatom bogati skarn, u svim ostalim stijenama granati imaju nizak sadržaj grosulara (3—9%) i nizak sadržaj piropa (8—14%). Sadržaj glavne komponente almandina varira od oko 62 do 69%. Najznačajniji je, međutim, relativno visok sadržaj spesartina od oko 14 do 22%. Takvi granati stvaraju se iz pelitnih sedimenata obogaćenih manganom. Ta je činjenica važna u objašnjavanju porijekla i geneze metamorfita. U toku metamorfoze prisutni se mangan gotovo u cijelosti ugrađuje u granate i samo u neznatnim količinama ulazi u sastav ostalih feromagnezijskih minerala. Prisutnost spesartinske komponente značajno utječe na granice stabilnosti almandina i omogućuje stvaranje almandinskih granata uz snižene pritiske.

Nizak sadržaj Mg odnosno piropske komponente utječe da je M-vrijednost $[Mg : (Mg + Fe)]$ niska i kod naših se granata kreće u granicama između 0,11 i 0,17. Kao i kod kombinacije kordijerit—granat, distribucijski koeficijent Fe i Mg u koegzistentnom paru granat—biotit funkcionalno je zavisao od P—T uvjeta i omogućuje da se odrede uvjeti pritiska i temperature koji su vladali za vrijeme metamorfizma. Relativno uske razlike u M-vrijednostima (jednako kao i kod biotita i kordijerita) kvalitativno upućuju na zaključak o relativno uskim granicama P—T uvjeta za vrijeme metamorfizma.

5. KEMIZAM METAMORFNIH STIJENA

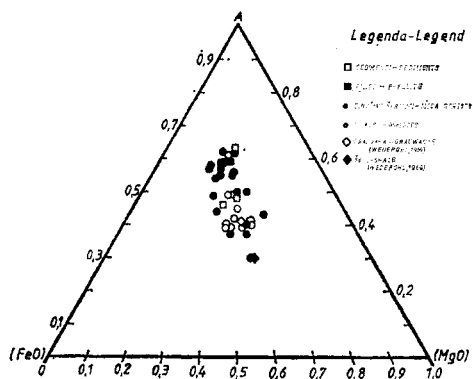
Da bi se što bolje moglo zaključivati o porijeklu metamorfnih stijena, odnosno o sastavu sedimentnih edukata, pelita i glinovitih klastita, urađen je razmjerno velik broj kvantitativnih kemijskih

analiza metamornih stijena, iako, kako smo vidjeli, one pripadaju pretežno samo tinjčevim škriljcima i gnajsevima, ali s velikim brojem varijeteta. Peliti često imaju velike raspone u svom sastavu odnosno sadržaju pojedinih komponenata, a taj kemizam bitno utječe na mogućnost stvaranja pojedinih bitnih mineralnih sastojaka, odnosno koegzistentnih parageneza, kao i na modalni sastav pojedinih metamornih stijena.

U tabeli I navedene su kemijske analize stijena. Iz njih se vidi da sadržaji SiO_2 u tinjčevim škriljcima variraju između 54 i 76% (pretežno 55 do 63%), Al_2O_3 11 do 27% (pretežno 16 do 22%), ukupni Fe-oksidi 2,5 do 7,5% (pretežno 4 do 5%), MnO je maksimalno 0,55% (pretežno 0,10 do 0,20%), MgO 1 do 3,7% (pretežno 1,5 do 2,5%), CaO 0,3 do 3,5% (pretežno 0,5 do 1%), Na_2O 1,0 do 3,5% (pretežno 1 do 2%) i K_2O 1,9 do 5% (pretežno 3 do 4%). Tinjčevi škriljci pokazuju, dakle, priličnu varijabilnost u sastavu, naročito u količini SiO_2 , što se odražava u veoma različitoj količini modalnog kvarca i u sadržaju Al_2O_3 , koji bitno utječe na pojavljivanje i količinu andaluzita i kordijerita, koji u modalnom sastavu čine ponekad i do 40 vol. %. Varira i sadržaj ukupnog željeza, koje ulazi u sastav više različitih minerala (Fe-kordijeritna komponenta, staurolit, granat, biotit), pa od njegove količine zavisi pojavljivanje pojedinih feromagnezijskih minerala i njihov udio. Iako je sadržaj MnO u stijenama nizak, on bitno utječe na pojavljivanje granata (odnosno spesartinske komponente u njemu), jer se sav ugrađuje u njega. Odnos željeza i magnezija relativno se malo mijenja, odnosno u istom smislu, što se vidi i po relativno ograničenoj varijaciji M-parametra. Alkalijski praktički svi ulaze u sastav tinjaca.

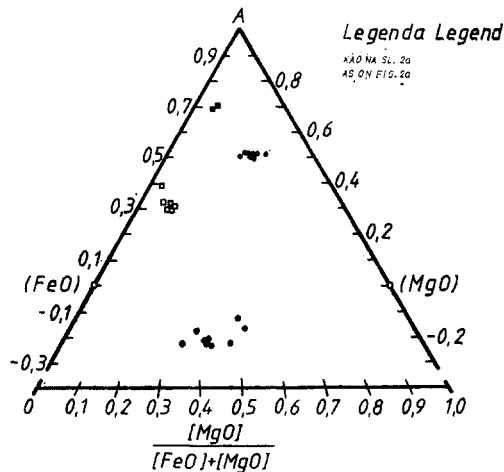
Gotovo identične karakteristike imaju varijacije pojedinih komponenata u gnajsevima, gdje su također najveće varijacije SiO_2 i Al_2O_3 . Sadržaji SiO_2 variraju od 57 do 75% (pretežno 65 do 70%), Al_2O_3 12 do 26% (pretežno 13 do 15%), ukupni Fe—O 3 do 5% (pretežno 3 do 4%), maksimalni MnO je 0,30% (pretežno oko 0,20%), MgO 1,8 do 3,4% (pretežno oko 2%), CaO 0,6 do 1,6% (pretežno 1 do 1,5%), Na_2O 1,3 do 3,4% (pretežno 1,5 do 2,5%) i K_2O 1,2 do 3,7% (pretežno 1,5 do 2,5%). Povećana količina kalcija i natrija u gnajsevima rezultat je pojavljivanja plagioklasa u njima. Ipak, varijacije u gnajsevima manje su nego u tinjčevim škriljcima, pa je razumljivo da ima i mnogo manje varijeteta gnajsnih stijena i s manjim oscilacijama u modalnom sastavu. U usporedbi s tinjčevim škriljcima gnajsevi sadrže više SiO_2 i manje aluminija. Otuda i mogući zaključak da su edukti tinjčevim škriljcima bile pelitne stijene, a gnajsevima glinoviti klastiti (grauvakni pješčenjaci). U oba slučaja, međutim, radi se o eduktima s povišenim sadržajem aluminija, obogaćenima feromagnezijskim komponentama, što je i omogućilo stvaranje metamornih stijena s više različitih »kritičnih« minerala.

Odgovarajući kemizmi tih stijena pregledno su prikazani na AKF dijagramima (sl. 2 i 3). Naročito je ilustrativan dijagram AFM, u



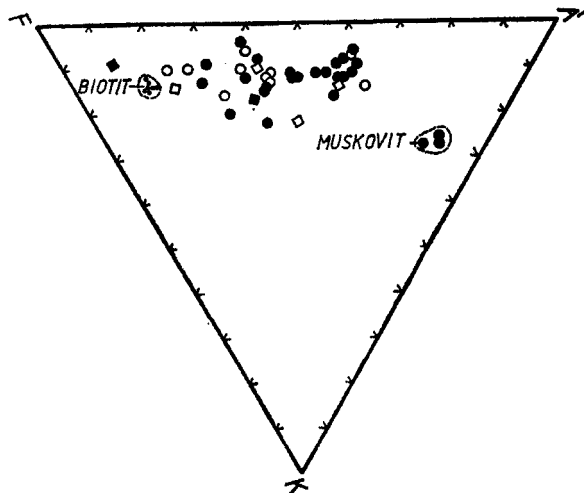
Sl. 2a. AFM dijagram stijena.

Fig. 2a. AFM diagramme of rocks.



Sl. 2b. AFM dijagram minerala.

Fig. 2b. AFM diagramme of minerals.



Sl. 3. AKF dijagram stijena i nekih minerala.

Fig. 3. AKF diagramme of rocks and some minerals.

Oznake (Symbols): kao na sl. 2a (as in the fig. 2a).

kojem se vidi da se sve metamorfne stijene, tj. i tinjčevi škriljci i gnajsovi, grupiraju u jedno razmjerno ograničeno polje, u kojemu najveću varijaciju ima Al_2O_3 . Na osnovi srednjeg sastava šejlova (pelita) i grauvaka po Wedepohlu (1969) može se reći da metamorfne stijene Banije vode porijeklo od pelita i grauvaka s nešto uvećanim sadržajem aluminija i nešto uvećanim sadržajem željeza, dijelom i mangana i magnezija, čiji izvor možemo vjerojatno tražiti u jednom, ne baš udaljenom, submarinskom magmatizmu. Sigurno je da se sedimenti takvog sastava i kemizma ne odlažu u nekim udaljenim dubokooceanskim prostorima (npr. oblasti srednjooceanskih grebena), već su karakteristični za perikontinentalne marinske prostore.

Popis analiziranih uzoraka stijena

List of analyzed specimens

1. Pješčenjak, Brđani, I—23a.
Sandstone, Brđani, I—23a.
2. Metapješčenjak, G. Klasnić, Kl—13
Metasandstone, G. Klasnić, Kl—13

3. Šejl, Brezovo Polje, III–0
Shale, Brezovo Polje, III–0
4. Filit, Brđani, I–7
Phyllite, Brđani, I–7
5. Tinjčev škriljac, Klasnić, Kl–3d
Mica schist, Klasnić, Kl–3d
6. Tinjčev škriljac, Klasnić, Kl–1a
Mica schist, Klasnić, Kl–1a
7. Andaluzitni tinjčev škriljac, Klasnić, Kl–5s
Andalusite mica schist, Klasnić, Kl–5s
8. Andaluzitni kordijeritni tinjčev škriljac, Brezovo Polje, III–4/4
Andalusite cordierite mica schist, Brezovo Polje, III–4/4
9. Andaluzitni kordijeritni tinjčev škriljac, Mala Rudina, MR–2
Andalusite cordierite mica schist, Mala Rudina, MR–2
10. Andaluzitni kordijeritni tinjčev škriljac, Brezovo Polje, BP–1d
Andalusite cordierite mica schist, Brezovo Polje, BP–1d
11. Andaluzitni kordijeritni tinjčev škriljac, Brezovo Polje, BP–1c
Andalusite cordierite mica schist, Brezovo Polje, BP–1c
12. Andaluzitni kordijeritni tinjčev škriljac, Klasnić, Kl–1s
Andalusite cordierite mica schist, Klasnić, Kl–1s
13. Andaluzitni kordijeritni tinjčev škriljac, Brđani, I–s2
Andalusite cordierite mica schist, Brđani, I–s2
14. Andaluzitni staurolitni tinjčev škriljac, Brezovo Polje, III–1/10
Andalusite staurolite mica schist, Brezovo Polje, III–1/10
15. Andaluzitni kordijeritni staurolitni tinjčev škriljac, Klasnić, Kl–9s
Andalusite cordierite staurolite mica schist, Klasnić, Kl–9s
16. Andaluzitni kordijeritni staurolitni tinjčev škriljac, Brđani, I–10a
Andalusite cordierite staurolite mica schist, Brđani, I–10a
17. Andaluzitni kordijeritni granatni tinjčev škriljac, Brezovo Polje, III–4/3
Andalusite cordierite garnet mica schist, Brezovo Polje, III–4/3
18. Andaluzitni granatni silimanitni tinjčev škriljac, Klasnić, Kl–3s
Andalusite garnet sillimanite mica schist, Klasnić, Kl–3s
19. Staurolitni tinjčev škriljac, Klasnić, Kl–4c
Staurolite mica schist, Klasnić, Kl–4c
20. Staurolitni granatni tinjčev škriljac, Klasnić, Kl–6
Staurolite garnet mica schist, Klasnić, Kl–6
21. Staurolitni granatni silimanitni tinjčev škriljac, Klasnić, Kl–1a
Staurolite garnet sillimanite mica schist, Klasnić, Kl–1a
22. Granatni tinjčev škriljac, Klasnić, Kl–1c
Garnet mica schist, Klasnić, Kl–1c
23. Granatni tinjčev škriljac, Klasnić, Kl–1d
Garnet mica schist, Klasnić, Kl–1d
24. Granatni (staurolitni) tinjčev škriljac, Klasnić, Kl–1e
Garnet (staurolite) mica schist, Klasnić, Kl–1e
25. Granatni silimanitni tinjčev škriljac, Klasnić, Kl–1b
Garnet sillimanite mica schist, Klasnić, Kl–1b
26. Gnajs, Brezovo Polje, BP–1e
Gneiss, Brezovo Polje, BP–1e
27. Kordijeritni gnajs, Brđani, I–18a
Cordierite gneiss, Brđani, I–18a
28. Kordijeritni granatni gnajs, Brđani, I–16b
Cordierite garnet gneiss, Brđani, I–16b
29. Kordijeritni silimanitni gnajs, Brđani, I–13
Cordierite sillimanite gneiss, Brđani, I–13

30. Kordijeritni silimanitni gnajs, Brđani, Ban—8
Cordierite sillimanite gneiss, Brđani, Ban—8
31. Kordijeritni, silimanitni granatni gnajs, Brđani, I—16
Cordierite sillimanite garnet gneiss, Brđani, I—16
32. Kordijeritni silimanitni granatni gnajs, Brđani, Br—4a
Cordierite sillimanite garnet gneiss, Brđani, Br—4a
33. Kordijeritni silimanitni granatni gnajs, Brđani, Br—8c
Cordierite sillimanite garnet gneiss, Brđani, Br—8c
34. Kordijeritni silimanitni granatni gnajs, Danguba, Dg—4d
Cordierite sillimanite garnet gneiss, Danguba, Dg—4d
35. Kordijeritni silimanitni granatni gnajs, Mala Rudina, MR—3a
Cordierite sillimanite garnet gneiss, Mala Rudina, MR—3a
36. Kordijeritni silimanitni granatni gnajs, Mala Rudina, MR—3b
Cordierite sillimanite garnet gneiss, Mala Rudina, MR—3b
37. Kordijeritni silimanitni granatni gnajs, Mala Rudina, MR—3c
Cordierite sillimanite garnet gneiss, Mala Rudina, MR—3c
38. Granatni amfibolski škriljac (kvarcit), Brđani, Br—8a
Garnet amphibole schist (quartzite), Brđani, Br—8a
39. Ca-hornfels, Brezovo Polje, III—2/2
Calc-hornfels, Brezovo Polje, III—2/2
40. Ca-hornfels, Brezovo Polje, III—2/4
Calc-hornfels, Brezovo Polje, III—2/4
41. Ca-hornfels, Klasnić, Kl—1g
Calc-hornfels, Klasnić, Kl—1g
42. Ca-hornfels, Klasnić, Kl—1n
Calc-hornfels, Klasnić, Kl—1n

6. PETROGENETSKA ANALIZA UVJETA METAMORFIZMA

Iz petrografskog prikaza vidi se da među metapelitima odnosno paraškriljcima dominiraju tinjčevi škriljci i gnajsevi. Tinjčevi škriljci pokazuju značajnu varijabilnost glavnih i kritičnih mineralnih sastojaka, među kojima su posebno važni andaluzit, silimanit (fibrolit), kordijerit, staurolit i granat, u kombinacijama s kvarcom, biotitom i muskovitom. Gnajsevi imaju male ili manje razlike u sastavu, a među glavnim sastojcima su kordijerit, silimanit i granat u kombinaciji s kvarcom, plagioklasom i biotitom, i vrlo rijetko, i to kao sa sporednim sastojcima, K-feldspatom (ortoklasom) i muskovitom.

Ovdje treba izričito naglasiti da u nekoliko stotina pregledanih mikroskopskih preparata uzoraka tinjčevih škriljaca i gnajseva disten nije nađen, već se kao Al_2SiO_5 -modifikacije javljaju isključivo andaluzit i silimanit.

Iz niza eksperimentalnih istraživanja koja se odnose na sve važnije »kritične« odnosno »dijagnostične« minerale metamorfnih parageneza, što je potvrđeno i u suglasnosti s uspoređivanjima s brojnim serijama metamorfnih stijena u prirodi, danas nam je poznata ravnotežna stabilnost, odnosno P–T uvjeti postanka pojedinih, za metamorfne stijene bitnih i kritičnih minerala, odnosno

Tabela I: Kemijske analize stijena
Table I: Chemical analyses of rocks

	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	74,29	80,18	54,06	81,74	65,19	76,31	56,74	60,77
TiO ₂	0,75	0,58	1,23	0,45	0,95	0,75	1,64	0,87
Al ₂ O ₃	10,58	10,12	25,08	8,02	16,32	11,70	26,02	22,52
Fe ₂ O ₃	1,70	0,64	1,23	0,20	1,68	0,52	0,05	0,97
FeO	3,05	1,10	4,21	1,81	3,52	1,99	5,20	4,35
MnO	0,07	0,04	0,03	0,03	0,11	0,03	0,07	0,09
MgO	1,30	0,57	2,36	0,82	2,45	1,10	1,93	1,70
CaO	1,22	1,22	0,60	1,62	0,35	0,96	0,58	0,59
Na ₂ O	1,65	2,16	1,51	2,51	1,85	3,26	1,82	2,23
K ₂ O	1,28	1,55	4,35	0,45	5,09	1,91	1,93	2,21
P ₂ O ₅	0,13	0,09	0,16	0,07	0,05	tr	tr	0,10
H ₂ O ⁺	2,77	1,43	4,55	1,34	2,30	1,49	3,10	2,09
H ₂ O [−]	0,55	0,03	0,44	0,22	0,23	0,21	0,18	0,27
C	0,21	0,19	0,64	0,17	—	—	0,49	1,19
	99,55	99,90	100,45	99,45	100,09	100,23	99,95	99,95
MgO/ (MgO + FeO)	0,30	0,34	0,36	0,31	0,41	0,36	0,27	0,28

	9	10	11	12	13	14	15	16	17
SiO ₂	67,10	62,89	53,72	62,50	63,39	61,31	58,31	62,35	55,10
TiO ₂	0,83	1,02	0,94	0,80	1,37	1,24	1,27	1,28	1,40
Al ₂ O ₃	16,80	20,02	23,95	19,78	20,24	20,56	22,02	20,74	25,77
Fe ₂ O ₃	1,89	0,06	2,18	1,05	0,04	tr	0,19	0,26	0,10
FeO	3,43	5,06	5,22	3,43	3,27	3,96	5,92	3,55	5,43
MnO	0,07	0,11	0,28	0,09	0,08	0,16	0,12	0,05	0,28
MgO	1,11	1,71	347	2,31	1,24	1,94	2,19	1,30	2,05
CaO	0,60	0,92	0,80	0,70	0,57	1,38	0,38	0,58	0,58
Na ₂ O	1,49	2,33	1,06	1,34	2,64	3,23	2,67	2,80	2,07
K ₂ O	2,41	2,82	4,03	2,80	3,37	2,35	3,37	2,71	2,97
P ₂ O ₅	0,15	0,09	tr	0,16	—	tr	0,07	0,04	tr
H ₂ O ⁺	3,00	2,80	4,03	3,42	3,46	2,66	2,87	3,20	3,42
H ₂ O [−]	—	0,46	0,47	1,12	0,70	0,83	0,47	0,96	0,45
C	0,59	n.o.	—	0,60	—	0,20	0,53	0,34	0,40
	99,47	100,29	100,15	100,10	100,37	99,82	100,33	100,16	99,92
MgO/ (MgO + FeO)	0,24	0,25	0,40	0,40	0,27	0,33	0,27	0,27	0,27

	18	19	20	21	22	23	24	25
SiO ₂	56,06	75,37	55,46	62,94	63,57	62,15	77,41	58,59
TiO ₂	1,40	0,98	0,83	1,18	1,01	0,91	0,81	1,11
Al ₂ O ₃	26,47	12,40	27,00	18,97	18,63	18,10	11,09	20,10
Fe ₂ O ₃	0,10	0,04	0,12	0,35	0,13	1,19	0,37	0,15
FeO	5,50	2,13	5,91	5,88	5,32	4,04	2,22	6,03
MnO	0,11	0,15	0,10	0,09	0,25	0,27	0,08	0,55
MgO	1,49	1,08	1,63	3,86	3,60	3,67	1,16	2,96
CaO	0,58	0,91	0,42	0,92	0,94	1,24	1,78	3,58
Na ₂ O	1,91	2,78	1,40	1,29	1,51	4,56	2,37	2,05
K ₂ O	3,34	1,60	3,03	2,56	3,52	2,08	0,36	3,25
P ₂ O ₅	tr	tr	0,17	0,02	tr	0,10	0,02	tr
H ₂ O ⁺	3,10	1,75	3,35	1,86	2,08	1,35	1,20	2,28
H ₂ O ⁻	0,44	0,38	0,44	0,25	0,30	0,08	0,05	0,17
C	—	0,11	0,47	—	—	—	—	—
	100,50	99,68	100,33	100,17	99,86	99,74	99,89	100,82
MgO/ (MgO + FeO)	0,21	0,34	0,22	0,40	0,40	0,48	0,34	0,33

	26	27	28	29	30	31	32	33
SiO ₂	68,06	63,10	74,52	69,99	67,17	70,66	68,76	68,30
TiO ₂	1,09	0,96	0,58	0,93	1,20	1,02	1,00	0,85
Al ₂ O ₃	16,04	16,99	12,01	14,35	16,37	13,31	14,84	15,85
Fe ₂ O ₃	0,12	0,19	0,79	0,11	0,07	0,18	1,11	0,54
FeO	3,73	4,77	3,67	3,20	3,92	4,11	3,19	3,47
MnO	0,26	0,28	0,30	0,16	0,14	0,24	0,20	0,15
MgO	1,82	3,40	2,57	1,73	2,11	2,46	1,80	1,73
CaO	0,76	1,24	0,67	1,44	1,18	1,53	0,72	1,28
Na ₂ O	2,40	4,89	1,32	2,73	3,43	2,55	2,71	2,68
K ₂ O	2,96	2,15	1,22	2,47	1,80	1,75	2,25	2,18
P ₂ O ₅	0,08	0,10	0,04	0,05	0,07	0,10	0,13	0,10
H ₂ O ⁺	2,61	2,23	1,62	1,88	2,62	1,87	2,43	2,23
H ₂ O ⁻	0,12	0,13	0,32	0,51	0,70	0,31	0,63	0,54
C	—	—	—	—	—	—	—	—
	100,05	100,53	99,69	99,55	99,78	100,06	99,67	99,90
MgO/ (MgO + FeO)	0,33	0,42	0,41	0,35	0,35	0,37	0,36	0,33

Tabela I: Kemijske analize stijena, nastavak
Table I: Chemical analyses of rocks

	34	35	36	37	38	39	40	41	42
SiO ₂	57,85	69,50	70,20	73,90	73,61	47,30	41,59	42,50	41,90
TiO ₂	1,38	0,67	0,65	0,52	0,68	2,95	3,05	1,67	2,71
Al ₂ O ₃	25,55	14,50	14,60	12,70	11,00	20,34	23,98	19,13	19,45
Fe ₂ O ₃	0,11	1,06	0,86	0,79	0,63	0,63	0,20	0,94	0,22
FeO	3,42	4,32	4,16	3,81	2,37	7,25	6,58	6,68	8,77
MnO	0,09	0,19	0,18	0,20	0,32	0,19	0,34	1,04	0,60
MgO	1,48	2,00	1,91	1,75	2,00	3,61	4,11	4,48	9,49
CaO	0,77	0,91	0,92	0,79	4,54	8,81	13,07	17,98	11,97
Na ₂ O	2,45	1,41	1,42	1,53	1,61	2,95	1,59	1,22	1,50
K ₂ O	3,70	2,30	2,33	1,92	0,94	3,36	2,07	1,03	1,02
P ₂ O ₅	0,10	0,09	0,10	0,06	0,04	0,29	0,06	0,10	0,21
H ₂ O ⁺	2,69	2,40	2,30	2,00	1,48	1,99	3,01	3,38	2,28
H ₂ O [–]	0,24	—	—	—	0,45	0,21	0,18	0,15	0,16
C	—	0,02	0,02	0,02	—	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.
	99,83	99,30	99,63	99,89	99,67	99,88	99,83	100,32	100,28
MgO/ (MgO+FeO)	0,30	0,32	0,31	0,31	0,46	0,33	0,38	0,40	0,52

njihovih koegzistencijalnih kombinacija ili parageneza, kao i izoreakcijske granične linije stabilnosti, na temelju čega se dadu relativno visokom točnošću odrediti uvjeti metamorfizma i njihov tip. Pri tomu su najvažniji temperatura (T) i pritisak (P), ali u ovisnosti od kemizma ishodnog materijala, parcijalnog pritiska vode (P_{H₂O} ili f_{H₂O}), oksidacijskog potencijala (f_{O₂}) i sastava aktivnih fluida.

Osnovnu petrogenetsku analizu uvjeta metamorfizma dijela metamorfnih stijena u ofiolitnoj zoni Banije prikazali su Majer i Winkler (1976), i to na osnovi utvrđenih koegzistencijalnih parageneza. Tu je analizu, na osnovi potpunijih podataka, kemizma stijena i minerala sada moguće sigurnije i nešto preciznije izvesti i odrediti.

Osnovna i bitna karakteristika parametamorfnih stijena u Baniji jest da u njima nema distena. Stabilnost distena je u P–T sistemu, bez obzira na određene razlike u nekih autora, dobro poznata i utvrđeno je da je on od svih Al₂SiO₅-modifikacija stabilan pri visokim pritiscima, odnosno višim nego je to kod andaluzita i silimanita. Odsutnost distena, kao i bilo kojeg drugog »kritičnog« minerala za visoke ili više pritiske, nedvojbeno potvrđuje da su sve metamorfne stijene u ofiolitnoj zoni u Baniji nastale pri nižim ili umjerenim pritiscima, čime je istovremeno isključeno jedno veliko polje područja metamorfizma. Ukratko, gornje gra-

Tabela II: Kemijske analize biotita
Table II: Microprobe analyses of biotites

	9	12	17	20	24	27	33	35	36	37
SiO ₂	37,4	35,3	34,5	36,5	37,0	36,8	35,9	35,9	36,2	35,8
TiO ₂	3,9	3,0	2,6	1,4	2,1	3,0	3,1	3,3	3,9	3,9
Al ₂ O ₃	20,6	20,5	20,5	20,8	20,8	20,4	20,7	20,2	20,2	20,2
+FeO	21,5	20,7	21,3	19,2	18,1	19,0	20,4	19,8	19,8	19,2
MnO	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,2	0,3	0,5
MgO	6,1	7,6	6,9	10,5	10,4	9,5	7,9	7,9	7,6	7,5
CaO	0,3	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Na ₂ O	0,6	<0,2	0,5	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,5	0,5	0,4
K ₂ O	9,0	9,0	8,6	8,3	8,8	9,2	9,1	9,1	9,0	8,7
	96,7	96,1	94,9	96,7	97,2	97,9	97,1	96,9	97,5	96,2

+FeO = sav Fe kao FeO

Broj atoma na bazi 0 = 11

Number of cations based on 0 = 11

	9	12	17	20	24	27	33	35	36	37
Si	2,63	2,66	2,65	2,70	2,71	2,70	2,67	2,68	2,68	2,68
Al ⁴	1,37	1,34	1,35	1,30	1,29	1,30	1,33	1,32	1,32	1,32
Z	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Al ⁶	0,47	0,48	0,51	0,51	0,51	0,46	0,48	0,46	0,45	0,46
Ti	0,22	0,17	0,15	0,08	0,12	0,17	0,17	0,19	0,22	0,22
Fe ²⁺	1,36	1,31	1,37	1,19	1,11	1,16	1,27	1,24	1,23	1,20
Mn	—	—	—	—	—	—	—	0,01	0,02	0,03
Mg	0,69	0,86	0,79	1,16	1,14	1,04	0,88	0,88	0,84	0,84
Y	2,74	2,82	2,82	2,94	2,88	2,83	2,80	2,78	2,76	2,75
Ca	0,02	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Na	0,09	—	0,07	—	—	—	—	0,07	0,07	0,06
K	0,87	0,87	0,84	0,78	0,82	0,86	0,86	0,87	0,85	0,83
X	0,98	0,87	0,93	0,78	0,82	0,86	0,86	0,94	0,92	0,89
Mg/Mg+Fe	0,34	0,40	0,37	0,49	0,51	0,47	0,41	0,42	0,41	0,41

Tabela III: Kemijske analize muskovita
Table III: Microprobe analyses of muscovites

	12	20	24
SiO ₂	46,6	46,9	46,5
TiO ₂	0,7	0,6	0,2
Al ₂ O ₃	34,1	36,3	36,6
FeO ⁺	2,7	0,7	0,7
MnO	<0,2	<0,2	<0,2
MgO	1,3	1,0	0,9
CaO	0,2	<0,2	<0,2
Na ₂ O	0,2	0,7	0,8
K ₂ O	9,5	9,0	9,5
	95,3	95,2	95,0

Broj atoma na bazi 0 = 11

Number of cations based on 0 = 11

	12	20	24
Si	3,10	3,08	3,08
Al ⁺	0,90	0,92	0,92
Z	4,00	4,00	4,00
Al ⁺	1,78	1,89	1,94
Ti	0,04	0,03	—
Fe ²⁺	0,15	0,04	0,04
Mn	—	—	—
Mg	0,13	0,10	0,05
Y	2,10	2,06	2,03
Ca	0,01	—	—
Na	0,01	0,04	0,05
K	8,81	0,75	0,80
X	0,85	0,83	0,79
Mg/(Mg + Fe)	0,46	0,71	0,56

Tabela IV: Kemijske analize plagioklasa
Table IV: Microprobe analyses of plagioclases

	35		36	
SiO ₂	55,9	61,3	58,6	62,5
Al ₂ O ₃	29,0	23,8	26,2	23,7
CaO	9,7	4,7	7,4	4,8
Na ₂ O	6,1	8,9	7,3	9,1
K ₂ O	0,2	0,2	0,3	0,3

Broj atoma na bazi 0 = 8

Number of cations based on 0 = 8

	35		36	
Si	2,49	2,75	2,62	2,76
Al	1,52	1,25	1,38	1,23
Z	4,01	4,00	4,00	3,99
Ca	0,46	0,23	0,36	0,23
Na	0,53	0,77	0,63	0,78
K	0,01	0,01	0,02	0,02
X	1,00	1,01	1,01	1,03

nice pritisaka (P_{tot}) omeđene su faznim granicama andaluzit/disten i silimanit/disten. Iz toga proizlazi da je glavni faktor metamorfizma bila temperatura uz relativno stabilan niži do umjereni pritisak.

Da razmotrimo sada uvjete metamorfizma na osnovi prisutnosti dijagnostičnih minerala andaluzita, kordijerita, staurolita, silimanita (odnosno dijelom fibrolita) i granata, uz prisutnost kvarca, biotita, plagioklasa, te izuzetno i K-feldspata i muskovita. Podaci o stabilnosti tih minerala nalaze se u brojnim radovima, no svi najvažniji sintetski su prikazani u djelu H. Winklera (1976).

Polje stabilnosti andaluzita ograničeno je na niske do umjerene pritiske, ali na širok temperaturni raspon, koji seže od niskog stupnja metamorfizma do u polje srednjeg stupnja metamorfizma sve do blizine granice visokog stupnja metamorfizma. Za određivanje temperature metamorfizma on je, dakle, nedovoljno kritična faza. Njegova prisutnost dokazuje, što se tiče sastava ishodnog materijala, da je on bio bogat aluminijem.

Donja granica stabilnosti kordijerita je $525^{\circ} \pm 10^{\circ} \text{C}/2 \text{ kbar}$ i $555^{\circ} \pm 10^{\circ} \text{C}/4 \text{ kbar}$, pri čemu ta granica nešto zavisi od kemizma kordijerita (odnosno Fe-kord. i Mg-kord. komponenti) i sadržaja vode u njemu, odnosno P_{H_2O} za vrijeme metamorfizma. Ali i njegovo polje stabilnosti s obzirom na temperaturu relativno je vrlo ši-

Tabela V: Kemijske analize kordijerita
Table V: Microprobe analyses of cordierites

	9	12	17	27	33	35	36	37
SiO ₂	47,7	48,6	48,1	49,3	48,0	48,7	48,1	48,4
TiO ₂	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Al ₂ O ₃	32,9	33,6	32,9	33,8	33,1	33,1	32,6	33,3
FeO ⁺	11,4	10,0	10,2	7,5	8,6	9,8	9,0	9,3
MnO	<0,2	0,4	0,9	0,4	0,8	0,9	0,9	1,0
MgO	6,3	7,2	6,4	8,4	7,6	7,1	7,4	7,1
CaO	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Na ₂ O	0,6	<0,2	0,6	<0,2	0,3	0,6	0,5	0,6
K ₂ O	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
	98,9	99,8	99,1	99,4	98,4	100,2	98,5	99,7

Broj atoma na bazi 0 = 18

Number of cation based on 0 = 18

	9	12	17	27	33	35	36	37
Si	4,98	4,97	5,00	5,00	4,97	5,00	5,00	4,98
Al ^t	1,02	1,03	1,00	1,00	1,03	1,00	1,00	1,02
Z	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Al ^a	3,03	3,02	3,03	3,04	3,01	3,00	3,00	3,02
Y	3,03	3,02	3,03	3,04	3,01	3,00	3,00	3,02
Fe ²⁺	0,99	0,86	0,89	0,64	0,75	0,84	0,77	0,80
Mn	—	0,03	0,08	0,03	0,07	0,08	0,08	0,09
Mg	0,98	1,10	0,99	1,27	1,17	1,09	1,15	1,09
X	1,97	1,99	1,96	1,94	1,99	2,01	2,00	1,98
Mg/Mg+Fe	0,50	0,56	0,53	0,66	0,61	0,56	0,60	0,58
Mg — cord.	49,7	55,3	50,5	65,5	58,8	54,2	57,5	55,1
Fe — cord.	50,3	44,7	49,5	34,5	41,2	45,8	42,5	44,9

Tabela VI: Kemijske analize granata
Table VI: Microprobe analyses of garnets

	17		20		24		33		36	37		KI—II	
	j	r	j	r	j	r	j	r		j	r	j	r
SiO ₂	37,6	37,7	36,6	37,1	37,2	27,2	37,0	37,1	36,8	37,9	37,6	36,1	36,7
TiO ₂	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Al ₂ O ₃	21,7	21,9	21,3	21,8	21,7	21,8	21,1	21,7	20,8	21,2	21,3	19,7	20,0
FeO ⁺	27,3	29,0	29,5	31,4	26,7	29,2	27,4	27,6	28,1	29,1	27,8	18,4	22,9
MnO	9,7	8,0	6,2	5,0	8,6	7,7	8,4	9,9	9,6	6,4	9,6	17,3	8,7
MgO	2,1	1,9	2,8	3,3	3,0	3,4	2,8	2,7	2,7	3,4	2,9	0,8	0,6
CaO	1,8	2,0	2,9	2,6	3,1	1,7	2,2	1,4	1,0	1,2	1,0	5,5	10,0
	100,2	100,5	99,3	101,2	100,3	101,0	98,9	100,4	99,0	100,0	100,2	97,8	98,9

Broj atoma na bazi 0 = 12

Number of cations based on 0 = 12

Si	3,01	3,01	2,97	2,95	2,97	2,96	3,00	2,98	3,00	3,02	3,01	3,00	3,00
Al ⁴	0,00	0,00	0,03	0,05	0,03	0,04	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Z	3,01	3,01	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,02	3,01	3,00	3,00
Al ⁶	2,05	2,06	2,00	1,99	2,01	2,00	2,02	2,03	2,00	2,03	2,01	1,93	1,93
Fe ³⁺	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,07
Y	2,05	2,06	2,00	2,00	2,01	2,00	2,02	2,03	2,00	2,03	2,01	2,00	2,00
Fe ²⁺	1,83	1,94	2,00	2,08	1,78	1,94	1,86	1,85	1,92	1,96	1,86	1,21	1,49
Mn	0,66	0,54	0,43	0,34	0,58	0,52	0,58	0,67	0,66	0,43	0,65	1,22	0,60
Mg	0,25	0,23	0,34	0,39	0,36	0,40	0,34	0,32	0,33	0,40	0,35	0,10	0,07
Ca	0,15	0,17	0,25	0,22	0,27	0,15	0,19	0,12	0,09	0,10	0,09	0,49	0,87
X	2,89	2,88	3,02	3,03	2,99	3,01	2,97	2,96	3,00	2,89	2,95	3,02	3,03
Mg/Mg+Fe	0,12	0,11	0,15	0,16	0,17	0,17	0,15	0,15	0,15	0,17	0,16	0,08	0,04
Py	8,7	8,0	11,3	12,9	12,1	13,3	11,5	10,8	11,0	13,8	11,9	3,3	2,3
Alm	63,3	67,4	66,2	68,6	59,5	64,4	62,6	62,5	64,0	64,8	63,0	40,1	49,2
Spes	22,8	18,7	14,2	11,2	19,4	17,3	19,5	22,6	22,0	14,9	22,0	40,4	19,8
Gros	5,2	5,9	8,3	6,8	9,0	5,0	6,4	4,1	3,0	3,5	3,1	12,7	25,2
Andr.	—	—	—	0,5	—	—	—	—	—	—	—	3,5	3,5

j = jezgra (core)
r = rub (margin)

Tabela VII: Kemijske probe staurolita
Table VII: Microprobe analyses of staurolites

	20	24
SiO ₂	27,6	27,8
TiO ₂	0,3	0,3
Al ₂ O ₃	53,4	54,3
FeO ⁺	12,2	13,4
MnO	<0,2	0,4
MgO	2,2	2,1
CaO	<0,02	<0,02
	96,9	97,1

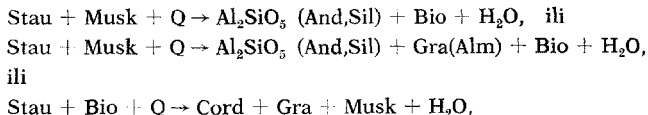
Broj atoma na bazi 0 = 23,5

Number of cations based on 0 = 23,5

	20	24
Si	3,94	3,94
Al ⁺	0,06	0,06
Z	4,00	4,00
Al ⁺	8,93	9,02
Ti	0,03	0,03
Fe ₃ ⁺	0,04	—
Y	9,00	9,05
Fe ²⁺	1,56	1,45
Mn	—	0,05
Mg	0,47	0,44
X	2,03	1,94
Mg/Mg + Fe	0,23	0,23

roko i zalazi iz polja srednjeg stupnja metamorfizma i u područje visokog stupnja metamorfizma. Ipak, njegova prisutnost jednoznačno definira da se nalazimo u području srednjeg stupnja metamorfizma, odijeljenog od područja niskog stupnja metamorfizma upravo izgradom kordijerita (»cordierite-in«).

Donja granica stabilnosti staurolita ide linijom izograde koju određuju uvjeti $520^{\circ} \pm 10^{\circ} \text{C}/2 \text{ kbar}$, $540^{\circ} \pm 15^{\circ} \text{C}/4 \text{ kbar}$ i oko $565^{\circ} \pm 15^{\circ} \text{C}/7 \text{ kbar}$. Polje stabilnosti staurolita znatno je uže i nalazi se samo u okviru područja srednjeg stupnja metamorfizma. Gornja granica stabilnosti staurolita prema Hoscheku (1969) ide linijom $575^{\circ} \pm 15^{\circ} \text{C}/2 \text{ kbar}$ i $675^{\circ} \pm 15^{\circ} \text{C}/5,5 \text{ kbar}$. Porastom temperature preko te linije, i to u prisutnosti kvarca i muskovita, nestaje staurolita, što se može prikazati ovim reakcijama:



pri čemu te reakcije teku u pravilu uz $P_{\text{H}_2\text{O}} - P_{\text{tot}} < 5$ kbar.

Pojava staurolita dokazuje, dakle, da se nalazimo u polju srednjeg stupnja metamorfizma, i donja granica njegove stabilnosti upravo i označuje početak polja srednjeg stupnja metamorfizma. Ta se izograda (»staurolite-in«) gotovo poklapa s donjom izogradom kordijerita, čime se dvostruko verificira područje srednjeg stupnja metamorfizma.

Relativno rijetko pojavljivanje staurolita uvjetovano je time što se taj mineral javlja u stijenama ograničenog kemizma, koje imaju visoki odnos $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{K}_2\text{O} + \text{FeO} + \text{MgO})$, uz limitirani odnos željeza i magnezija ($\text{Mg}/\text{Mg} + \text{Fe} < 0,3$) i određeni oksidacijski potencijal. Iz tih razloga općenito staurolit i kordijerit nisu koegzistentne faze, ali može biti prisutan granat (almandin), koji se također stvara u stijenama s nižim odnosom $\text{Mg}/\text{Mg} + \text{Fe}$ ukoliko je pritisak dovoljan da stabilizira granat. Te okolnosti u potpunosti su potvrđene u našim metamorfnim stijenama.

Time je čvrsto dokazano da parageneze s kordijeritom ili staurolitom, u kombinaciji s andaluzitom ili bez njega, moraju nastati kod minimalno $525^\circ \pm 10^\circ \text{C}/2$ kbar i $555^\circ \pm 15^\circ \text{C}/4$ kbar. Ukoliko bi $P_{\text{H}_2\text{O}}$ bio veći od 4 kbara, ta minimalna granica bila bi nešto viša. Ti podaci jednoznačno određuju da uvjeti metamorfizma i tinjčevih škrljaca i gnajsova po Winkleru minimalno odgovaraju »kordijeritnom srednjem stupnju«, no iz dalje analize vidjet ćemo da su oni viši.

Ipak, metamorfizam visokog stupnja metamorfizma nije dostignut, odnosno on je tek dodirnut. Granica odnosno prijelaz iz srednjeg u visoki stupanj metamorfizma određena je reakcijskom izogradom (»isoreactiongrade«) $\text{Musk} + \text{Q} \rightarrow \text{K-feldsp} + \text{Al}_2\text{SiO}_5 (\text{And, Sil}) + \text{H}_2\text{O}$, tj. pojavom K-feldspata kao bitnog minerala uz nestanak muskovita. Ta je reakcija praćena u stijenama odgovarajućeg sastava i kemizma i nestajanjem biotita (dijelom ili potpuno) i granata uz stvaranje silimanita, za što u nekim varijetetima gnajseva ima potvrde. U gnajsevima koji među metamorfnim stijenama u Baniji imaju najviši stupanj metamorfizma, K-feldspat i primarni muskovit dolaze vrlo rijetko i sasvim izuzetno. To znači da je navedena linija izograde visokog stupnja metamorfizma jedva dotaknuta, odnosno da se sve metamorfne stijene nalaze unutar polja srednjeg stupnja metamorfizma. Osim toga ni u jednom uzorku nisu nađeni bilo kakvi znakovi anatektnih mobilizata, koji također nastaju u području visokog stupnja metamorfizma.

Navedena izogradna reakcija koja definira granicu srednjeg i visokog stupnja metamorfizma ide linijom od oko $580^\circ \text{C}/1$ kbar i

670° C/3,5 kbar. Time je određena i maksimalna moguća temperatura metamorfizma od oko 670° C pri pritisku od 3,5 kbara. Svako povećanje pritiska snižava i maksimalnu granicu temperature metamorfizma, jer bi u protivnom došlo do anateksisa. Ukoliko je pritisak bio veći od 3,5 kbara može da egzistira i muskovit, ali uz pojavu anateksisa u gnajsevima i stijenama sličnog sastava. Ustanovljeno je, naime, da je parageneza muskovit + kvarc stabilna i pri višim pritiscima, ali samo ako u stijeni nema plagioklasa. Kako su plagioklasi prisutni u svim našim gnajsevima, to otklanja svaku neizvjesnost, tj. polje metamorfizma sigurno je ograničeno na polje srednjeg stupnja metamorfizma. Maksimalna moguća temperatura nastajanja tih gnajseva s kvarcom, plagioklasom, biotitom, kordijeritom i silimanitom s granatom ili bez njega ograničena je linijom granice početka anateksisa, odnosno kod 3 do 3,5 kbara uz temperaturu od oko 650° do 670° C.

U ne malom broju tinjčevih škrljaca javlja se kao zadnji produkt metamorfizma silimanit (odnosno vlaknasta modifikacija fibrolit), a u gnajsevima je gotovo uvijek prisutan normalno razvijen igličasti do prutičasti silimanit. Pojava silimanita, odnosno niz andaluzit—fibrolit—silimanit dokazuje progresivan porast temperature, kao i to da je dosegnuta ili prijeđena fazna granica modifikacija andaluzit/silimanit. Dalje preciziranje uvjeta metamorfizma omogućeno je, dakle, upravo prisutnošću polimorfnih faza andaluzit/silimanit, odnosno činjenicom da je ta fazna granica kod gnajseva prekoračena.

Srednje vrijednosti fazne granice andaluzit/silimanit prema Winkleru (1976) idu linijom preko pozicijskih točaka od oko 600° C/6 kbar i 650° C/2,6 kbar. Linija izogradne reakcije koja određuje granicu visokog stupnja metamorfizma, tj. $\text{Musk} + \text{Q} \rightarrow \text{K-feldsp.} + \text{Al}_2\text{SiO}_5 + \text{H}_2\text{O}$ siječe tu faznu granicu kod 645° C/2,8 kbar. Time je dokazano da pri umjerenim pritiscima, tj. manjima od 5–4 kbara, donja granica stabilnosti silimanita leži kod oko 630° C, dakle u graničnom T-području srednjeg stupnja metamorfizma. U slučaju gnajseva sa silimanitom, kordijeritom, granatom, biotitom, kvarcom i plagioklasom ova koegzistetna parageneza ograničena je na temperaturu krivulje početka anateksisa (s An od oko 30), uz maksimalnu temperaturu od oko 650° C i minimalni pritisak od oko 4 kbara. Područje gornje granice stabilnosti staurolita uz takve okolnosti jest kod oko 620° C/4,2 kbara. Minimalno mogući pritisak kod naših stijena bio bi, dakle, 2,8 kbara jer bismo se u protivnom nalazili kod parageneza sa silimanitom u polju visokog stupnja metamorfizma. Prisutnost staurolita u nekim paragenezama koje sadrže i fibrolit (silimanit), ma kako te parageneze bile rijetke, pokazuje da je u njima upravo dosegnuta točka sjecišta izograde stabilnosti staurolita i fazna granica andaluzit/silimanit, što se nalazi kod oko 620° C/4,2 kbar. Time bi bilo dokazano da se minimalni pritisak metamorfizma u metamorfnim stijenama Banije kretao od neke moguće vrijednosti od oko 4 kbara u tinjčevim

škriljcima s andaluzitom i kordijeritom, pa do vrijednosti od oko 4,2 kbara kod tinjčevih škriljaca sa staurolitom i granatom i kod silimanitnih kordijeritnih granatnih gnajseva.

Područje metamorfizma metamorfnih stijena Banije nalazi se, dakle, na temelju ove analize, u jednom uskom temperaturnom području raspona od oko 50° C, ne nižima od oko 580° C i ne višima od oko 645° C, i uz usko područje varijacija pritiska od oko 3,5 do 4,5 kbara, odnosno taj bi se metamorfizam kretao negdje oko srednje vrijednosti od $615 \pm 30^\circ \text{C}$ i $4 \pm 0,5$ kbara.

U ovom razmatranju nije uziman u obzir zadnji dijagnostički mineral granat. Stabilnost granata kao izomorfne smjese (u metamorfnim stijenama to su komponente pirop—almandin—spesartit—grosular) teško je precizirati i do danas nije sigurno određen. Pojava granata s pretežno almandinskom komponentom ukazuje na nešto viši pritisak u polju srednjeg stupnja metamorfizma, ali uvijek niži od fazne granice distena. Prema Hirschbergu i Winkleru (1968) almandinski granati stvaraju se na oko 500° C/4 kbar i 600° C/5 kbar. Uz prisutnost Mg u njima (tj. pirop-ske komponente) vrijednosti za to rastu, dok prisutnost Mn (tj. spesartinske komponente) utječe na to da su granice stabilnosti niže. Prisutnost Ca (tj. grosularske komponente) ima tu manji utjecaj.

Stvaranje i stabilnost granata ispitalo je više autora, no uslijed kompleksnosti sistema rezultati su dosta neodređeni. Prema Hsu u (1968) na pojavu i stabilnost čistog almandina i čistog spesartina, kao i njihovih izomorfni smjesa, utječu određeni kemizam edukta, P—T uvjeti u dosta širokom rasponu, a značajno i F_{O_2} , pri čemu u principu stabilnosti pogoduje reduktivno ili buferirano stanje. Gotovo stalna prisutnost grafita u našim stijenama, koji ima buferirajući karakter, govori u prilog tome da je sredina bila umjereno reduktivna, a da je eventualni porast oksidacijskog potencijala bio kompenziran ulaskom Mn u sastav granata. Slične su rezultate dobili Müller i Schneider (1971), pa Hensen i Green (1972) uz analizu koegzistentnog granata i kordijerita. Miyashiro i Shido (1973) ispitali su promjene sastava granata u metapelitima. Oni su utvrdili da s porastom temperature, a isti efekt ima i porast pritiska, progresivno opada sadržaj mangana u granatu i, obrnuto, sniženjem temperature on raste. No stvarni mogući sadržaj mangana u granatu zavisi od ukupnog njegova sadržaja u stijeni, pri čemu se gotovo sav mangan koncentrira u granatu.

Granati u tinjčevim škriljcima i gnajsevima Banije dominantno su almandinski s varijacijama od oko 60—70% Alm i uz relativno visok udio od 10—22% Spes, dok je sadržaj Py stabilan i kreće se oko 10% i uz varijaciju sadržaja Gros od 3—9%.

Gornja granica stabilnosti čistog almandina pri oko 630° C bila bi kod oko 5,5 kbara pritiska. Prisutnost relativno visokog sadržaja spesartina snizuje tu vrijednost za oko 1 do 1,5 kbara, tj. na

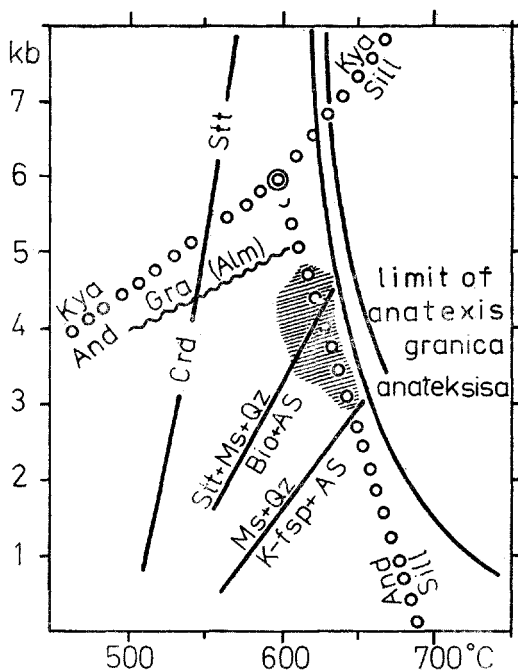
oko 4 do 4,5 kbara. To je u veoma dobrom skladu s rezultatima iz prethodne analize dijagnostičnih minerala i parageniza u srednjem stupnju metamorfizma. Inače, manganom bogatiji granati tipični su za regionalno-metamorfne serije tipa facijesa Abukuma.

No, značenje granata je izuzetno u slučaju koegzistencije s kordijeritom i/ili biotitom. U koegzistentnim parovima granat—kordijerit i granat—biotit dolazi u njima do pravilne funkcionalne zavisnosti i rasporeda Fe i Mg od temperature i pritiska, pa je poznavanje distribucijskog koeficijenta ($K_{\text{Fe-Mg}}$) omogućilo određivanje P—T uvjeta metamorfnih stijena u kojima se oni nalaze.

Ove činjenice iskorištene su pri izračunavanju temperature metamorfizma na osnovi koegzistencije para granat—biotit u stijenama br. 17, 20, 24, 33, 36 i 37 i koegzistencije para granat—kordijerit u stijenama br. 17, 33, 36 i 37. Modele za te proračune dalo je više autora, čiji se podaci dosta razlikuju jer su rađeni različitim metodama i aparaturama, s različitim materijalima (prirodnim i umjetnim) i uz različite uvjete. Iz parova granat—biotit dobivaju se po Perčuku (1968, 1976) temperature od 550° do 630° C, po Ferryju i Spearu (1978) između 560° i 770° C (pretežno 600—700° C), po Thompsonu (1976) između 570° i 685° C i po Goldmannu i Albeeu (1977) između 520° i 635° C. Na temelju parova granat—kordijerit temperature metamorfizma po Perčuku (1968, 1976) variraju od 600° do 630° C, a po Thompsonu (1976) između 580° i 675° C. Prema metodi i po dijagramu Curriea (1971) računani su odnosi FeO/(FeO + MgO) u koegzistentnim parovima granat—kordijerit i u ukupnoj stijeni (17, 33, 36 i 37). Kod kordijerita taj odnos varira od 0,53 do 0,59, kod granata od 0,91 do 0,94, a u ukupnoj stijeni od 0,67 do 0,73. Iz navedenog dijagrama izlazi da je pritisak metamorfizma u navedenim stijenama bio između 4 i 5 kbara (za fiksnu temperaturu od 700° C), što bi dovelo do malih razlika za izračunanu temperaturu metamorfizma od oko 630° C. Te su vrijednosti P i T, uzimajući u obzir ranije navedene razlike, u dobrom skladu s vrijednostima za T i P metamorfizma dobivenima analizom izograda dijagnostičnih minerala i parageniza.

P—T uvjeti metamorfizma za metamorfne stijene Banije s potrebnim izogradama i linijama stabilnosti pojedinih minerala ili reakcijskih parageniza s ucrtanim područjem metamorfizma prikazani su na sl. 4. Shematski položaj faza i mogućih koegzistentnih parageniza dijagnostičnih minerala za polje srednjeg stupnja metamorfizma u tinjčevim škriljcima i gnajsevima u AFM dijagramu prikazani su na sl. 5.

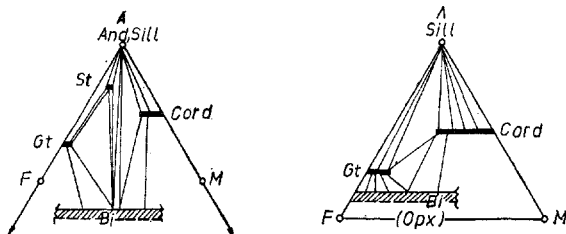
Kako je već rečeno, pri analizi kemizma metamorfnih stijena Banije glavni edukti su bili pelitni sedimenti obogaćeni aluminijem i željezom i dijelom magnezijem, te glinoviti grauvakni pjesčenjaci. Kroz koje su sve metamorfne faze prolazili ti edukti, nije moguće govoriti jer ne postoji jedna kontinuirana dovoljno debela serija u kojoj bismo mogli pratiti sve etape i reakcije u određenim stadi-



Sl. 4. P-T dijagram metamorfizma, s izogradama i šrafiranim područjem metamorfizma za metapelite Banije. Kratice: Kya = kyanit; And = andaluzit; Sil = sillimanit; Gra = granat; Alm = almandin; Crd = kordijerit; St = staurolit; Ms = muskovit; Qz = Kvarc; K-fsp = K-feldspat; As = aluminijski silikat, Al_2SiO_5 (andaluzit ili sillimanit).

Fig. 4. P-T diagramme of metamorphism, with isogrades, and marked field for metamorphism of metapelites of Banija. Abbreviations: Kya = kyanite; And = andalusite; Sil = sillimanite; Gra = garnet; Alm = almandine; Crd = cordierite; St = staurolite; Ms = muscovite; Qz = quartz; K-fsp = feldspar; AS = aluminium silicate, Al_2SiO_5 (andalusite or sillimanite).

jima progresivnog metamorfizma, pa bi svaki prikaz bio previše hipotetski i spekulativan. To je utoliko teže što u našem slučaju postoji velika varijabilnost postojećih dijagnostičkih minerala i parageneza, koje su osim toga često i vrlo kompleksne jer se sastoje od najmanje 4 pa sve do sedam mineralnih faza. Takav je kompliciran slučaj kordijeritnih silimanitnih granatnih gnajseva. Osim toga ima osnova za zaključivanje da se u pojedinim stijenama nisu ostvarili fiksni, stabilni i trajni uvjeti i po tome jedna



Sl. 5. Shematski položaj i odnosi faza u AFM dijagramu, za tinjčeve škriljce lijevo i za gnajsove desno.

Fig. 5. Schematic graph of mineral phases in AFM diagramme, for mica schists left, and for gneisses right.

ravnotežna parageneza, jer u njima nalazimo minerale s izrazitom zonarnošću, dakle promjenom sastava unutar jednog zrna minerala (zonarni granati, zonarni plagioklasi, andaluzit, skeletni rast granata). Ostaju nam i nedovoljno poznati i neki od faktora metamorfizma, i to F_{H_2O} i f_{O_2} , koje možemo samo približno i kvalitativno procjenjivati. A da su i ti faktori igrali važnu ulogu, govori nam i upravo navedeni slučaj vrlo kompleksne mineralne parageneze od sedam faza u gnajsovima, koje su stabilne samo uz sasvim određene uvjete, ne samo T i P već i P_{H_2O} , uz dani kemizam edukta.

Slične parageneze kakve postoje i u tinjčevim škriljcima i gnajsevima Banije zbog svoje »kritične« vrijednosti ispitivane su u brojnim metamorfnim serijama u svijetu. Gotovo identične parageneze nalaze se npr. u seriji Abukuma u Japanu, po kojoj je i definiran specifičan tip i uvjeti metamorfizma, tj. uz umjerene pritiske i relativno visoke temperature. Takve stijene i parageneze opisuju dalje Stephenson (1979), Lonker (1981), Hensen (1977), Currie (1974), Wood (1973), Thompson (1976), Saxena (1969), Büsch i dr. (1980), Hutcheon (1974) itd. O krusch (1971) je za slične stijene i kincigitne gnajseve odredio uvjete metamorfizma od oko 3,5 kbara pritiska i oko 600°C

temperature, no maksimalni uvjeti metamorfizma za takve stijene nisu prelazili 5 kbara i 680° C. Slične su vrijednosti dobili Seidl i dr. (1976, 1981), te Altherr i dr. (1967) za gotovo identične stijene na Kreti i u Grčkoj, i to u sistemu tektonskih navlaka koje u sebi sadrže pored ofiolitnog kompleksa i metamorfnu asocijaciju s amfibolitima i metapelitima, pa među njima i gnajseve s kordijeritom, silimanitom, granatom, biotitom, kvarcom, plagioklasom (An oko 40) uz sporedan K-feldspat.

7. DISKUSIJA O GEOLOŠKOM POLOŽAJU, PORIJEKLU I TIPU METAMORFIZMA

Iz svega što je do sada izloženo i dokumentirano proizlaze neke bitne činjenice za diskusiju o položaju i porijeklu metamorfnih stijena i mogućem tipu metamorfizma.

Iz brojnih profila koji su praćeni na pogodnim mjestima u prostoru od Bešlinca na jugu pa sve do Klasnića na sjeveru izlazi da u metamorfnoj seriji nema neke jasne zonarnosti. Sve stijene pripadaju metamorfizmu vrlo bliskih P–T uvjeta, i progresija u stupnju metamorfizma kretala se u intervalu od nekoliko desetaka stupnjeva C temperature. Sve stijene pripadaju bez izuzetka prema Winkleru srednjem stupnju metamorfizma, dodirujući na kraju područje visokog stupnja metamorfizma. Pritom su nešto nižeg stupnja metamorfizma tinjčevi škriljci, a nešto višeg stupnja metamorfizma gnajsevi. Na profilu koji se nalazi sjeveroistočno od Gvozdanskog u području Male Rudine (sl. 1, Majer i Winkler, 1976) vidi se da metamorfiti leže u bazi jedne lercolitne mase, pri čemu tinjčevi škriljci leže bliže uz kontakt s lercolitom, a gnajsevi nešto dalje od kontakta. Oni, uz nekoliko metara prijelaza graniče s posve nemetamorfiziranim sedimentima ofiolitnog kompleksa. To potpuno isključuje mogućnost tumačenja da bi te metamorfne stijene mogle nastati kontaktnom metamorfozom ultramafita »in situ«, jer bi u tom slučaju morala postojati jasna zonalnost padajućeg stupnja metamorfizma s udaljavanjem od kontakta, sa širim prijelazom u metamorfne stijene nižeg i niskog stupnja metamorfizma. Jedini je, dakle, mogući zaključak da se radi o alohtonoj masi metamorfita dinamično-termičnog tipa metamorfizma, koja je po svojim karakteristikama najbliža tipu serije Abukuma u Japanu. Osim toga, vrlo jasne kataklastične i druge deformacijske strukture i sklop potvrđuju da su ove metamorfne stijene postkristalizacijski (postmetamorfno) deformirane jednim dinamičnim, tektonskim aktom.

Danas je općeprihvaćena teorija da su peridotitna tijela alpinotipnog (ili orogenog) ofiolitnog kompleksa kao čvrste mase dovedena u viši nivo zemljine kore ili blizu površine. Kao čvrste mase, ukoliko su imale dovoljno toplinske energije, mogle su na okolnim

stijenama u kori izvršiti kontaktnometamorfne promjene. No, pri prodiranju i guranju kroz koru peridotitna pločasta tijela mogla su na svojim rubovima zahvaćati okolne metamorfne stijene, otkidati od njih tanje ili deblje »listove« i zajedno s njima kretati se do položaja na kojima se danas nalaze. Prema tome, i peridotitne mase i s njima pridružene metamorfne stijene, koje se u pravilu nalaze u njihovoj bazi, ukoliko nema jasno dokazanih kontaktnometamorfni stijena, moramo shvatiti kao alohtona tijela, koja su se i u daljoj evoluciji pri tektonskim utjecajima tako ponašala i pokretala kao navlake unutar pojedinih geotektonskih jedinica ili kompleksa. Lijep su dokaz za takvo tumačenje u našem slučaju na profilu Male Rudine tanji listovi serpentinita uklješteni unutar metamorfne serije i uz njenu granicu prema sedimentima.

Starost metamorfni stijena, dobivena radiometrijskim izotopnim analizama K—Ar metodom, gnajseva, tinjčevih škrljaca, a i amfibolita, kreće se od maksimalno 168 ± 3 m. god., do minimalno 163 ± 3 m. god., što je s obzirom na metodu i mogućnost analitičkih pogrešaka ili odstupanja praktički identična i odgovara srednjoj juri. Pritisak od oko 4 kbara odgovara pritom, uz pretpostavljeni »normalni« ili prosječni geotermički gradijent, dubina od oko 15 km. Njihovo »izvođenje« iz tih nivoa u pravcu površine moralo se odvijati kasnije od srednje jure, ali za neki određeni zaključak o tome za sada nema potrebnih geoloških podataka. U toj kasnijoj fazi pokretanja nastale su one već spomenute deformacije petrografskog sklopa na metamorfnim stijenama alohtog metamorfnog »lista«.

Na osnovi gotovo identične starosti peridotita u Baniji, indirektno određene na temelju starosti s njima genetski udruženih amfibolita, možemo zaključiti da je dovođenje tih ultramafita do onog nivoa u kori gdje su se nalazile metamorfne stijene Banije bilo u vrlo bliskom geološkom razdoblju. Budući da edukti metamorfnih stijena (pelitni i psamitni sedimenti) odgovaraju marinskim sedimentima perikontinentalnog tipa, a ne nekim dubokomorskim sedimentima kakve nalazimo u arcalima oko srednjooceanskih grebena, isključeno je tumačenje porijekla ultramafita formiranjem na srednjooceanskim grebenima daleko od rubova kontinenta odnosno kontinentalnih ploča. Njihovo prodiranje iz omotača u koru moralo je biti ograničeno na područja blizu rubova kontinentalnih ploča ili na područja uskih morskih bazena. Navedeni sedimenti imaju nešto povišeni sadržaj željeza i mangana, dijelom i magnezija, što možemo povezati sa submarinskom magnetskom aktivnošću u tim prostorima. Da je to bilo moguće, upućuje nas prisutnost metabazita (amfibolita) u metamorfnoj seriji, a takve okolnosti nalazimo i na drugim mjestima gdje su metamorfne stijene udružene s ultramafitima u ofiolitnim kompleksima.

8. KOMPARACIJA S DRUGIM OFIOLITNIM KOMPLEKSIMA U JUGOSLAVIJI

Kako je već spomenuto, metamorfnih stijena udruženih s ultramatifitima odnosno u ofiolitnoj zoni Jugoslavije ima, koliko do sada znamo, na većini lokaliteta, pri čemu se one najčešće nalaze ili u bazi ultramafitnih tijela ili u njihovoj blizini. To vrijedi ne samo za ofiolite Jugoslavije, već i za cio prostor istočnog Mediterana, u Grčkoj, Turskoj i Siriji.

Pored pojava metamorfnih stijena u Baniji, i već citiranih u području Brezovice, postoje nalazi u okolici Bosanske Kostajnice (Majer, 1983), u Bosni (Majer i Pamić, 1982), i to kod Vrbanje, Jošavke i Skatavice istočno od Banje Luke, na sjevernom rubu Borje, uz peridotitne mase Ljubić-planine i Čavke, u oblasti Blatnice, u bazi peridotitnog masiva Konjuh—Krivaje, kod Bosanske Jagodine istočno od Višegrada, zatim kod Zvornika, na sjevernom obodu Zlatibora, uz rubove ibarsko-kopaoničkog masiva, u melanžu vardarske zone itd. Izuzet metamorfnih stijena u Baniji i u Brezovici, navedene pojave nisu detaljno ispitane. Ipak, neku opću sliku možemo dati, na osnovi raspoloživih podataka i osobnog pregleda.

Metamorfne stijene vezane na »mercolitnu« ofiolitnu provinciju u centralnim Dinaridima od Banije u Bosni do jugozapadne Srbije imaju neke slične karakteristike. One sadrže pored amfibolita i njima srodnih »zelenih« stijena i metapelite (tinjčeve škriljce, gnajseve i druge škriljce), u kojima su ponekad nađeni andaluzit, silimanit, kordijerit, staurolit i granat, stijene koje očito pripadaju srednjem stupnju metamorfizma, nastale uz uvjete relativno visoke temperature i nižeg do umjerenog pritiska, dakle analogne onima u Baniji.

U metamorfnih stijena koje dolaze u okviru »harcburgitne« ofiolitne provincije, od granice Bosne (Zvornika) kroz Srbiju do vardarske zone, karakteristike su nešto drugačije. Među metamorfnim stijenama nalazimo i takve čiji su mineralni sastojci ili koegzistentne parageneze karakteristične za uvjete metamorfizma koji se razvija pod višim ili visokim pritiscima. Tako su npr. kod Zvornika uz serpentinite nađeni granatni distenski tinjčevi škriljci, a u metamorfnoj seriji Brezovice pored granatnog distenskog tinjčeva škriljca ima i parageneza s baroisitnim amfibolom, huveitom, ribekitni egrinski kvarciti i talkni fengitni škriljci. To ukazuje da su se takve metamorfne stijene razvijale uz nešto drugačije P—T uvjete i tipove metamorfizma, a za metamorfne stijene Brezovice ima osnova da se govori i o polifaznom odnosno politipnom metamorfizmu. Ipak, bez veoma detaljnih i kompleksnih istraživanja neće biti moguće izvršiti potpune uspoređivanje i zaključivanje o porijeklu, genezi i evoluciji tih metamorfnih stijena.

Metamorfne stijene asocirane s ofiolitima ili ultramafitnim masama poznate su na brojnim lokalitetima širom svijeta. Kao ilustraciju možemo navesti metamorfne stijene u bazi srednjojurskih ofiolita u Grčkoj (Spray i Roddick, 1980), uz Lizard-peridotit u Engleskoj, uz masiv Ronda u Španjolskoj (Loomis, 1972; Westerhof, 1977; Lundeen, 1978), u bazi pridotita Beni Bouchera u Maroku, u bazi ofiolita Newfoundlanda (Williams, 1973) itd. Te i takve pojave tumačene su različito, pa čak i iste pojave na jednom lokalitetu različiti autori tumače različito, najčešće ili kao kontaktnometamorfne stijene nastale »in situ« čistom termičnom metamorfozom, zatim kao regionalne metamorfne stijene nastale dinamično-termičnom metamorfozom, kao stijene polifaznog i politipnog metamorfizma, ili kao alohtone mase dovučene zajedno s čvrstim ultramafitima iz dubljih dijelova kore. Takve razlike dovoljno ilustriraju koliko je osjetljivo pitanje metamorfnih stijena vezanih uz ultramafite odnosno ofiolite. Toj nesigurnosti sigurno doprinose i nedovoljno detaljna i kompleksna istraživanja metamorfnih stijena, koje se najčešće nalaze u kompliciranim geološkim odnosima, kao i nedovoljno kompleksna istraženost cijelog ofiolitnog kompleksa. Stvar se komplicira ponekad i time da se uz već navedene tipove stijena s ofiolitima nerijetko nalaze i metamorfne stijene tipičnog facijesa »plavih« (glaukofanskih) škriljaca, za koje se smatra da nastaju uz vrlo visoke pritiske. Karanata (1979) ispravno zaključuje, dajući opći pregled metamorfnih stijena vezanih uz ofiolite u svijetu i Jugoslaviji, da je osnovni tip metamorfizma dinamično-termičan, ali može biti veoma varijabilan. Međutim, često kompliciran smještaj i odnosi ofiolita i mlađi tektonski poremećaji toliko mijenjaju ili razaraju primarne odnose da to dovodi do velikih teškoća, a i razlika u interpretaciji pojava metamorfnih stijena.

9. ZAKLJUČAK

Seriju metamorfnih stijena u ofiolitnoj zoni Banije tvore amfiboliti (metabaziti) i parametamorfne stijene nastale iz glinovitih pelita i psamita. Među parametamorfnim stijenama dominiraju tinjčevi škriljci i manje gnajsevi, dok se lokalno kao ulošci u malim količinama nalaze i mramori, te kalkfelsi i granatom bogati skarnovi. Postojeća geološka situacija i svi raspoloživi geološki podaci i odnosi među stijenama bez dvojbe potvrđuju da su navedene metamorfne stijene alohtone, tj. na sadašnji položaj dovučene iz dubljih dijelova kore, i tvore relativno tanak »list« rastrgan u manje dijelove. U principu, one su, kao i ostale stijene i dijelovi ofiolitnog kompleksa, elementi jednog tektonskog melanža. Starost tih metamorfnih stijena, odnosno vrijeme kada se odvijao metamorfizam, određena radiometrijskom K—Ar metodom

na uzorcima tinjčevih škrljaca i gnajsova, a i amfibolita, jest između 163 i 168 (± 3) milijuna godina, tj. odgovara srednjoj juri.

Tinjčevi škrljci zastupljeni su velikim brojem varijeteta s brojnim kombinacijama glavnih mineralnih sastojaka. Među tipičnim mineralnim sastojcima zastupljeni su andaluzit, kordijerit, staurolit, granat i silimanit (fibrolit) u kombinaciji s kvarcom, biotitom i muskovitom. Među gnajsevima najviše su zastupljeni oni koji sadrže kordijerit, silimanit i granat u kombinaciji s kvarcom, biotitom i plagioklasom. Među feromagnezijskim mineralima za biotit je karakterističan visok sadržaj željeza i titana, za granat da je on dominantno almandin-spesartinskog tipa, a za kordijerit da je odnos krajnjih komponenti Fe-kord. i Mg-kord. približno jednak.

Petrogenetska analiza uvjeta metamorfizma, izvedena na temelju poznatih stabilnosti pojedinih dijagnostičnih minerala i mineralnih koegzistentnih parageniza, odnosno na temelju izograda u P–T sistemu, dokazuje da sve metamorfne stijene pripadaju srednjem stupnju metamorfizma, i to njegovu višem dijelu, pri čemu se kao neka srednja vrijednost može uzeti $615^{\circ}\text{C} \pm 30^{\circ}\text{C}$ uz pritisak od $4 \pm 0,5$ kbara. Te su vrijednosti potvrđene i određivanjem T i P na temelju distribucijskih koeficijenata Fe i Mg u koegzistentnim parovima granat–biotit i granat–kordijerit. U definiranom uskom području metamorfizma nešto niži stupanj imaju tinjčevi škrljci, a nešto viši stupanj gnajsevi. Po svojem stijenskom sastavu i mineralnom sadržaju serija metamorfnih stijena u Baniji gotovo je identična onoj koja odgovara seriji i tipu metamorfizma u seriji Abukuma u Japanu, a jednako tako i seriji metamorfnih stijena s ofiolitima na Kreti.

Prema do sada raspoloživim podacima slične metamorfne stijene postoje ili treba očekivati, uz isti tip metamorfizma, i među metamorfitima koji su nađeni na drugim lokalitetima u »Iercolitnoj ofiolitnoj provinciji« Dinarida.

Temeljni zaključak za metamorfne stijene u ofiolitnoj zoni Banije jest da je isključena svaka mogućnost interpretacije za kontaktnu metamorfozu »in situ« i da nema nikakvih elemenata da je taj metamorfizam nastajao uz više ili visoke pritiske. Te se činjenice moraju uzimati u obzir u svakoj interpretaciji geološke evolucije užeg i šireg prostora Banije.

Z a h v a l a

Zahvalan sam svojem asistentu mr. inž. Bošku Lugoviću za veliku pomoć u izradi ovoga rada, osobito u raznim računanjima i izradi dijagrama. Zahvalan sam S. Karamati i M. Vragoviću što su pročitali rukopis i dali svoje kritičke opaske. Sredstva za ovaj rad pretežnim dijelom dobivena su od SIŽ-III Republičke zajednice za znanstveni rad SR Hrvatske, i korištena

su u toku više godina za sistematska i kompleksna istraživanja ofiolita Jugoslavije. Dio kemijskih analiza i sve analize mikrosomdom urađene su u suradnji s dr. E. Seidelom i dr. R. Altherrrom u institutima u Braunschweigu, Mainz i Karlsruheu, na čemu im hvala. Radiometrijska analiza starosti izvršena je u instituta za geoznanosti u Hannoveru u suradnji s dr. H. Kreuzerom. Za geološku skicu i podatke zahvalan sam dr. M. Sparici.

10. LITERATURA

- Altherr R., Seidel E., Okrusch M., Schliestedt M., Reinecke T., Kreuzer H., Harre W., Klein H. & Durr S. (1979): Metamorphic rocks associated with ophiolites in Greece: Petrology and geochronology. — *Int. ophiol. symp. Nicosia, Abstracts*, 9—10.
- Beccaluva L. & Passerini P. (1981): Ophiolites and actualism: Proposal for discussion. — *Ophioliti*, suppl. vol. 5, 4—8.
- Büsch W., Matthes S., Mehnerl K. R. & Schubert W. (1980): Zur genetische Deutung der Kinzigite im Schwarzwald und Odenwald-N. *Jb. Min., Abh.*, 137, 3, 223—256.
- Brookfield M. E. (1977): The emplacement of giant ophiolite nappes. I. Mesozoic-Cenozoic examples. — *Tectonophysics*, 37, 247—303.
- Čirić B. (1975): Ophiolite und Probleme der Melange in den Dinariden Jugoslawiens. — *Nachr. Geol. Ges.*, 13, 7—8.
- Coleman R. G. (1977): Emplacement and metamorphism of ophiolites. — *Ophioliti*, 2, 1, 41—73.
- Dimitrijević M. D. & Dimitrijević M. N. (1975): Ofiolitski melanz Dinarida i Vardarske zone: Geneza i geotektonsko značenje. — *II. god. skup Znan. savjeta za naftu*, A, 5, 39—46.
- Dimitrijević M. D. & Dimitrijević M. N. (1975): »Dijabaz-rožnačka formacija« ofiolitskog pojasa i Vardarske zone: Genetsko upoređenje. — *Acta geologica*, VIII, 347—358.
- Dorđević D. (1982): Novootkrivene pojave rodingita, granita i šelita u ofiolitnoj zoni Bosne. — *Zbornik radova X. jug. geol. kongr.*, I, 239—251.
- Ferry J. M. & Spear F. S. (1978): Experimental calibration of the partitioning of Fe and Mg between biotite and garnet. — *Contrib. Miner. Petrol.*, 66, 113—117.
- Goldman D. S. & Albee A. L. (1977): Correlation of Mg/Fe partitioning between garnet and biotite with $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ partitioning between quartz and magnetite. — *Am. J. Sci.*, 277, 750—761.
- Hensen, B. J. (1972): Cordierite-garnet equilibrium as a function of pressure, temperature and iron-magnesium ratio. — *Carnegie inst. Washington year book*, 71, 41—421.
- Hensen B. J. (1977): Cordierite-garnet bearing assemblages as geothermometers and barometers in granulite facies terranes. — *Tectonophysics*, 43:1—2, 73—88.
- Hensen B. J. & Geen D. H. (1973): Experimental study of the stability of cordierite and garnet in pelitic compositions at high pressure and temperature. III. Synthesis of experimental data and geological applications. — *Contrib. Miner. Petrol.*, 38, 151—166.
- Hietanen A. (1969): Distribution of Fe and Mg between garnet, staurolite, and biotite in aluminium-rich schists in various metamorphic zones north of the Idaho batholith. — *Am. J. Sci.*, 267, 422—456.
- Hirschberg A. & Winkler H. G. F. (1968): Stabilität der Almandin bei der Metamorphose. — *Contrib. Miner. Petrol.*, 18, 17—42.
- Holdway M. J. & Lee S. M. (1977): Fe-Mg cordierite stability in high-grade pelitic rocks based on experimental, theoretical and natural observations. — *Contrib. Miner. Petrol.*, 63, 175—198.

- Hoschek G. (1969): The stability of staurolite and chloritoid and their significance in metamorphism of pelitic rocks. — *Contrib. Miner. Petrol.*, 22, 208—232.
- Hsu L. C. (1968): Selected phase relationship in the system Al-Mn-Fe-Si-O-H: A model for garnet equilibria. — *J. Petrol.*, 9/1, 40—63.
- Hutcheon I., Froese E. & Gordon F. M. (1974): The assemblage quartz-sillimanite-garnet-cordierite as an indicator of metamorphic conditions. — *Contrib. Miner. Petrol.*, 44/1, 29—34.
- Karamata S. (1968): Zonality in contact metamorphic rocks around the ultramafic mass of Brezovica/Serbia, Yugoslavia. — XXII Int. geol. congr. Praha, 1, 197—207.
- Karamata S. (1974): Dynamo-thermal metamorphism related to emplacement of ultramafics on examples from the Dinarides. — *Ann. Soc. Geol. Belgrade*, T. 97, 541—545.
- Karamata S. (1980): Metamorphism beneath obducted ophiolite slabs. — *Ophiolites*, Proc. Int. ophiol. symp. Nicosia, 219—227.
- Karamata S. & Lovrić A. (1978): The age of metamorphic rocks of Brezovica and its importance for explanation of ophiolite emplacement. — *Bull. ASSA Beograd*, 11, 1—9.
- Kišpatić M. (1899): Nastavak bosanske serpentinske zone u Hrvatskoj. — *Rad JAZU*, 139, 44—73.
- Kretz R. (1964): Analysis of equilibria in garnet-biotite-sillimanite gneisses from Quebec. — *J. Petrol.*, 5, 1—20.
- Lanphere M., Coleman R. G., Karamata S. & Pamić J. (1975): Age of amphibolites associated with alpine peridotites in the Dinaride ophiolite zone, Yugoslavia. — *Earth and Planet. Sci. Lett.*, 26, 271—276.
- Lonker S. W. (1981): The P-T-X relations of the cordierite-garnet-sillimanite-quartz equilibrium. — *Am. J. Sci.*, 281, 1056—1090.
- Loomis T. P. (1972): Contact metamorphism of pelitic rocks by the Ronda ultramafic intrusion, Southern Spain. — *Geol. Soc. Am. Bull.*, 83, 2449—2474.
- Lundneen M. T. (1978): Emplacement of the Ronda peridotite, Sierra Bermeja, Spain. — *Geol. Soc. Am. Bull.*, 89/2, 172—180.
- Majer V. (1956): Petrografija i petrogeniza ultrabazičnih stijena Brezovice na sjevernoj strani Šar planine. — *Acta geologica*, 1, 89—148.
- Majer V. (1960): Bericht über den Fund von neuen Gesteinen in der s. g. »Serpentinzone« im Bereich von Bešlinac (Croatien). — *Bull. Sci. CASA Yug.*, A, 5/2, 42.
- Majer V. (1974): Contact metamorphic rocks connected with ultramafic masses in Banija. — *Bull. Sci. CASA Yug.*, A, 19, 5/6, 136—137.
- Majer V. (1975): Ultramafitski kompleks u području Pokuplja i Banije u Hrvatskoj i Pastireva u sjeverozapadnoj Bosni. — *Acta geologica*, 8/9, 149—202.
- Majer V. (1978): Mezozojski magmatizam unutrašnjih Dinarida (odnosno ofiolitne zone) u području Pokuplja i Banije u Hrvatskoj i njegovo petrološko i geološko značenje — prikaz i problemi. — *Geol. vjesnik*, 30/2, 699—709.
- Majer V. & Karamata S. (1981): Prilog poznavanju petrografskog sastava »melanža« Vardarske zone (Makedonija, Jugoslavija). — *Zap. SGD za 1980*, 61—65.
- Majer V., Kreuzer H., Harre W., Seidel E., Altherr R. & Okrusch M. (1979): Petrology and geochronology of metamorphic rocks from the Banija area, Yugoslavian ophiolite belt. — *Int. ophiol. symp. Nicosia, Abstracts*, 46—47.
- Majer V. & Pamić J. (1982): Novi nalazi metamorfih stijena u ofiolitnoj zoni u Bosni. — *Geol. vjesnik*, 35, 153—157.
- Majer V. & Winkler H. G. F. (1976): Kontaktmetamorphose um den Peridotit von Mala Rudina, Jugoslawien? — *N. Jb. Min., Mh.*, 6, 262—272.

- Maxwell J. (1973): Ophiolites — old oceanic crust or internal diapirs? Int. symp. ophiol. Moscow, preprint, 23 p.
- Miyashiro, A. & Shido, F. (1973): Progressive compositional change of garnet in metapelites. — *Lithos*, 6, 13–20.
- Müller, G., & Schneider, A. (1971): Chemistry and genesis of garnets in metamorphic rocks. — *Contrib. Mineral. Petrol.*, 31, 178–200.
- Okrusch M. (1971): Garnet-cordierite-biotite equilibria in the Steinach aureole, Bavaria. — *Contrib. Miner. Petrol.*, 32, 1–23.
- Oluić M. (1973): Principal characteristics of the tectonic structure of the Trgovska and Zrinska gora mountains, Banija. — *Bull. Sci. CASA Yug.*, A, 18, 229–231.
- Perčuk L. L., (1968): Ravnovesie biotita s granatom v metamorfičeskih porodah. — Eksperiment. i teoret. isl. min. ravnoves., Nauka, Moskva, 3–36.
- Perčuk L. L. & Rbčikov I. D., (1976): Fazovoe sootvestvie v mineralnih sistemah. — Izd. »Nedra« Moskva, 283 str.
- Pilar D. (1871): Trečegorje i podloga mu u glinskom Pokuplju. — *Rad JAZU*, XXV, 53–129.
- Raffaelli P. & Magdalenic Z. (1970): Metamorphic and magmatic rocks in the Gvozdansko-Brezovo Polje area (Banija). — *Bull. Sci. CASA Yug.*, A, 15/9–10, 313–314.
- Richardson S. W. (1968): Staurolite stability in a part of the system Fe-Al-Si-O-H. — *J. Petrol.*, 9, 467–488.
- Saxena S. K. & Hollander N. B. (1969): Distribution of iron and magnesium in coexisting biotite, garnet and cordierite. — *Am. J. Sci.*, 267, 210–216.
- Schreyer W. & Abraham K. (1977): Howelite and other high-pressure indicators from the contact aureole of the Brezovica, Yugoslavia, peridotite. — *N. Jb. Min., Abh.*, 130, 114–133.
- Seidel E., Okrusch M. & Kreuzer H. (1976): Eo-alpine metamorphism in the uppermost unit of the Cretan nappe system. — Petrology and geochronology. Part I. — *Contrib. Mineral. Petrol.*, 57, 259–275.
- Seidel E., Okrusch M., Kreuzer H., Rascka H. & Harre W. (1981): Eo-alpine metamorphism in the uppermost unit of the Cretan nappe system. — Petrology and geochronology, Part 2. — *Contrib. Mineral. Petrol.*, 76, 351–361.
- Spray J. G. & Roddick J. C. (1980): Petrology and ⁴⁰Ar/³⁹Ar geochronology of some Hellenic sub-ophiolite metamorphic rocks. — *Contrib. Mineral. Petrol.*, 72, 43–55.
- Stephenson N. C. N. (1979): Coexisting garnets and biotites from Precambrian gneisses of the south coast of Western Australia. — *Lithos*, 12, 73–87.
- Stur D. (1863): Bericht über die geologische Übersichtsaufnahme im mittleren Theile Kroatiens; ausgeführt im Sommer 1862. — *Jahrb. d. geol. Reichsanst. Wien*, 485–524.
- Sturt B. A. (1962): The composition of garnets from pelitic schists in relation to the grade of regional metamorphism. — *J. Petrol.*, 3, 181–191.
- Šparica M. (1981): Mezozoik Banije, Korduna i dodirnog područja Bosne. — Izd. »Nafta« Zagreb, 245 str.
- Thompson A. B. (1976): Mineral reactions in pelitic rocks. I. Prediction of P-T-X(Fe-Mg) phase relations. II. — Calculation of some P-T-X(Fe-Mg) phase relations. — *Am. J. Sci.*, 276, 401–424. i 425–454.
- Tietze E. (1871): Die Umgebung von Zirovac in Kroatien. — *Verhandl. d. geol. Reichsanst. Wien*, 221.
- Tietze E. (1981): Die Umgebung von Klasnić in Kroatien. — *Verhandl. d. geol. Reichsanst. Wien*, 238.
- Vernon R. H. & Flood R. R., (1977): Interpretation of metamorphic assemblages containing fibrolitic sillimanite. — *Contrib. Mineral. Petrol.*, 59, 227–235.

- Wedepohl K. H. (1969): Composition and abundance of common sedimentary rocks. — In Wedepohl, K. H. (Ed): Handbook of geochemistry, 1, Springer Verlag.
- Westerhof A. B. (1977): On the contactrelations of high-temperature peridotite on the Serrania de Ronda, south Spain. — Tectonophysics, 39/4, 579—591.
- Williams H. & Smith W. R. (1973): Metamorphic aureoles beneath ophiolite suites and alpine peridotites. Tectonic implications with West Newfoundland example. — Am. J. Sci., 273, 594—621.
- Winkler H. G. F. (1976): Petrogenesis of metamorphic rocks, 4th ed. — Springer Verlag New York, Berlin, 334 str.
- Wood B. J. (1973): Fe^{2+} — Mg^{2+} partition between coexisting cordierite and garnet. A discussion of the experimental data. — Contrib. Miner. Petrol., 40, 253—258.

VLADIMIR MAJER

METAMORPHIC ROCKS IN THE OPHIOLITE ZONE IN BANIJA, YUGOSLAVIA. I. METAPELITES

Within the ophiolite zone in the Banija region (NW part of Inner Dinarides) various metamorphic rocks have been found in contact with ultramafic rocks or in their vicinity. Namely, they are as follows: metamorphosed pelites and psammites (gneisses and mica-schists), calcfelses (cornites, marbles, skarns) and amphibolites.

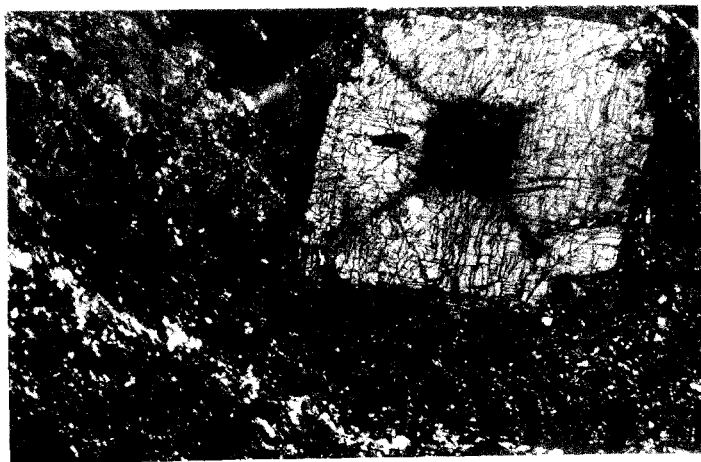
The narrow ophiolite zone in Banija, located on the outermost NW termination of the Yugoslav Dinarides' ophiolites belt, generally shows a NW—SE direction. Besides igneous rocks and sedimentary rocks (mostly represented by shales and graywackes), there are also significant masses of metamorphic rocks which are found in the base of ultramafic bodies as well as in their broader area. Along its eastern border this ophiolite zone is transgressively covered by Tertiary sediments, and on its western border we find greater masses of Triassic and Young-Palaeozoic sedimentary rocks. The simplified geological situation is shown in fig. 1.

The relations among the particular parts or members of the ophiolite complex are secondary and exhibit melange characteristics. The ophiolite complex as a whole, as well as its separate parts have an allochthonous position. The block or mass of metamorphic rocks shows characteristics of a spacious and dismembered »sheet«, that is, a local thrust within the ophiolite complex. Despite the fact that the field area of investigation is poorly covered and the primary relations between individual parts of the ophiolite complex are disarranged, it nevertheless, can be concluded that amphibolites (metabasites) create an upper part of a metamorphic series, being thicker and more spacious than the lower part of the series consisting of metapelites. The estimated thickness of the amphibolites block is approx. 1 km, as opposed to a few hundred meters of metapelites thickness. During the post-metamorphic tectonic evolution the metamorphic rocks have undergone strong deformations. This fact is clearly seen from their fabric.

The age of the metamorphic rocks, including gneisses, mica-schists and amphibolites (metabasites) obtained by the K—Ar radiometric method shows values of $163\text{--}168 \pm 3$ m. y., consequently, corresponding to the Mid-Jurassic.



Sl. 1. Porfiroblast hijastolita u tinjčevu škriljcu. N⁺, poveć. oko 30x.
Fig. 1. Porphyroblast of chiasolite in mica schist. N⁺, magn. 30x.



Sl. 2. Deformirani porfiroblast andaluzita u tinjčevom škriljcu. N⁺, poveć. oko 30x.



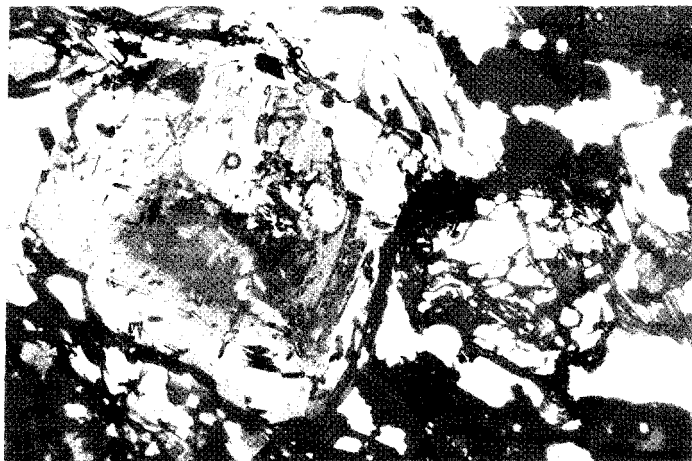
Sl. 3. Pinitiziran porfiroblast kordijerita u tinjčevu škriljcu. N +, poveć. oko 30x.

Fig. 3. Pinitized porphyroblast of cordierite, in mica schist. — N +, magn. 30x.



Sl. 4. Plagioklas sa silimanitom u kordijeritnom gnjasu. — N +, poveć. oko 30x.

Fig. 4. Plagioclase with sillimanite, in cordierite gneiss. — N +, magn. 30x.

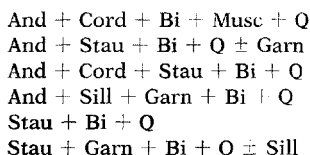


Sl. 5. Zonarni plagioklas u kordijeritnom silimanitnom gnajsu. — N +, poveć. oko 30x.
 Fig. 5. Cordierite sillimanite gneiss with zoned plagioclase. — N +, magn. 30x.

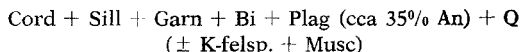


Sl. 6. Kordijeritni silimanitni gnajs, sa silimanitom uz biotit. — N +, poveć. oko 30x.
 Fig. 6. Cordierite sillimanite gneiss, with sillimanite on biotitic border. — N +, magn. 30x.

Mica-schists are the most abundant rocks present among the metapelites. Gneisses are rarely found as well as a quite insignificant amount of calcfelses and quartzites. Mica-schists are represented by numerous varieties containing diagnostic minerals: andalusite, cordierite, staurolite, sillimanite (fibrolite) and garnet, combined together with biotite, muscovite and quartz. These rocks exhibit a porphyroblastic-lepidoblastic texture with andalusite (chiastolite), cordierite, staurolite and garnet idioblasts or xenoblasts. Among the more numerous varieties the most important are following paragenesis:



Gneisses show significantly less variations of mineral content. Cordierite—sillimanite—garnet gneisses are found most abundantly and they contain critical mineral paragenesis:



The chemical analyses of certain minerals are shown in tab. II—VII. Plagioclases from gneisses are zonal and contain cca 25—40% an. Muscovite is not an abundant constituent and shows a low FeO content. Biotite has a relatively high Ti and Fe content and its M-parameter varies from 0,34 to 0,51 being mostly approx. 0,40. Andalusite is commonly represented as its morphologic modification chiastolite. In the mica-schists sillimanite occurs as a fibrolite modification, but in gneisses, sillimanite is developed in the form of needles or twigs. The chemical composition of cordierites is quite uniform showing a Fe—Cord and Mg—Cord ratio almost constant. Garnet is dominantly a almandinic one (62—69 mol. % Alm) but with a relatively high spessartite content ranging from approx. 14 to 22 mol. %.

Chemical analyses of the rocks are presented in tab. I. The chemical composition of mica-schists varies broadly but corresponds to marine shales enriched with aluminium, iron and manganese. The composition of gneisses varies less and corresponds to clay graywackes. The chemical data of these rocks are shown in AFM and AKF diagrams (figs. 2 and 3).

An analysis of the metamorphic conditions was done due to the presence of diagnostic minerals: cordierite, andalusite, sillimanite, staurolite and garnet combined with biotite and quartz in mica-

-schists and plagioclase in gneisses. According to the well known stability fields of particular minerals as well as to the isograds of particular coexistent paragenesis, it can be established that the temperature of metamorphism was a min. 580°C and a max. 645°C ($615 \pm 30^{\circ}\text{C}$) with a pressure of 3,5—4,5 kbars ($4 \pm 0,5$ kbars). Similar values have been obtained regarding the distribution coefficient, $K_D^{\text{Fe-Mg}}$, in coexistent pairs garnet—biotite and garnet—cordierite.

Schematic phases relations are shown in the diagrams in fig. 4, and the field of metamorphism in P—T diagram in fig. 5.

The rocks assemblage, their mineral content and the conditions of metamorphism are very similar to those of the Abukuma series in Japan.

The geological position of the metamorphic rocks in Banija, their mutual relations and relations with surrounding rocks, furthermore, their mineral composition and all other characteristics undoubtedly substantiate the following facts: metamorphic rocks are allochthonous masses which were uplifted (together with solid ultramafic masses) from lower crustal levels most probably during the Upper-Jurassic or Cretaceous. During the emplacement these masses were exposed to strong cataclastic deformations.

Analogous occurrences of metamorphic rocks are found in other localities within the lherzolitic ophiolite province of the Central Dinarides, but unfortunately they have not been sufficiently explored yet. This means that the occurrences of such metamorphic rocks have a more regular than casual character in the ophiolite belt of Dinarides.

RAD Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti	Knj. 411	83—91 1 slika 2 tabele	Zagreb 1984.
Razred za prirodne znanosti	Knj. 20		

UDK 552.4(497.17)

*Izvorni znanstveni rad
Original Scientific Paper*

VLADIMIR MAJER* & VERA IVANOVA**

VOLASTONITNI SKARN OD POBREGOVA U VARDARSKOJ ZONI (JUGOSLAVIJA)

WOLLASTONITE SKARN FROM POBREGOVO IN THE VARDAR ZONE,
YUGOSLAVIA

*Primljeno na sjednici Razreda za prirodne znanosti
Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, dne 7. 02. 1984.*

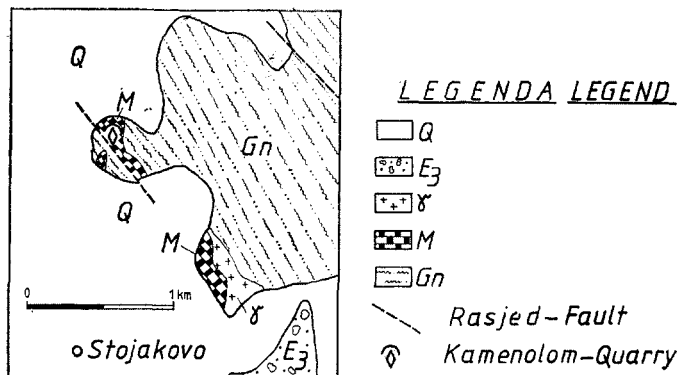
On the contact of granite with marmor occurring as lensoid layer in the Precambrian (? Latepalaeozoic) gneisses by Pobregovo near to village Stojakovo, marmor and contactmetamorphic skarn occur. Skarn has banded structure and is composed of wollastonite, diopside, vesuvianite and grossular-type garnet. In the presented paper the geological situation, physiography and chemism of main minerals as well as metamorphic grade of contact metamorphis is given.

Okolo 2 km istočno od sela Stojakova u Makedoniji, kod seoca Pobregova, u kraju između Dojrana i Đevdeliye nalazi se manja masa granita, koja probija kristalaste škrljce odnosno gnajseve, u kojima se nalaze ulošci odnosno gnijezda mramora. Na kontaktu granita i mramora razvili su se produkti kontaktne metamorfoze, i to, pored silikatnih mramora, na neposrednom kontaktu i trakasti skarnovi, mjestimice i s monomineralnim koncentracijama pojedinih kontaktnometamorfih minerala, osobito volastonita i granata. Budući da te pojave, a ni njima slične u širem području nisu istražene, istražena je detaljno pojava kod Pobregova. O samoj pojavi nalaze se oskudni podaci u disertaciji T. Ivanovskog, kao i u tumaču geološke karte za to područje.

* Zavod za mineralogiju, petrologiju i ekonomsku geologiju, Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta, Pierottieva 6, YU—41000 Zagreb.

** Geološki zavod, YU—91000 Skopje.

Navedena pojava situirana je na istočnom rubu Vardarske zone. Prema dosadašnjim poznavanjima gnajsevi s mramorima koje probijaju graniti bili bi pretkambrijske ili staropaleozojske starosti. To su stijene sive boje izrazito škrljava sklopa i često trakaste teksture, te granoblastične do porfiroblastične strukture. Često su jako kataklazirani. U sastavu gnajseva sudjeluju mikroklin, kiseli plagioklas (18—30% An), kvarc i biotit, a kao sporedni sastojci ponegdje se javljaju staurolit i silimanit, te kordijerit. Mjestimice u gnajsevima dolaze tanji proslojci ili izdužene leće amfibolno-piroksenskih škrljajaca, cipolina i mramora. Geološka situacija prikazana je na sl. 1.



Sl. 1. Geološka skica okolice Stojakova. Skarnovi se nalaze na rubu mramora.
Fig. 1. Geological sketch map of the neighbourhood of the village Stojakovo.
Skarns are on the border of marmors.

Legenda — Legend: Q = kvartar, Quartare, E₃ = eocen, Eocene, γ = graniti, Granites, M = mramor, Marmor, Gn = gnajsi, Gneiss.

Granit Pobregeva omanja je masa koja pripada, kao južni nastavak, u usku zonu granita Furke i Plauša, a istražili su ga V. Majer i S. Karamata (1958). Prema dosadašnjim saznanjima ti su graniti, jednako kao i oni sjevernije iz okoline Stipa, jurske ili donjokredne starosti. Stijena je svijetlosive boje, homogene masivne teksture i hipidiomorfne zrnate strukture s prosječnom dimenzijom zrna od oko 0,5 mm. Glavni sastojci granita su kvarc, zatim plagioklasi koji pripadaju oligoklasu (18,5 do 28% An) i zonarne su građe, te ortoklas, koji dolazi u nepravilnim zrnima i koji uklapa zrna plagioklasa i biotita. Od fero-

magnezijskih minerala zastupljen je biotit, koji je intenzivno smeđecrvenkaste boje i vrlo često pun uklopaka cirkona i rjeđe nekih opakih minerala oko kojih su razvijeni pleohroitni dvori. Na dodiru kvarca i plagioklasa, a i ortoklasa često se razvija mirmekit. Prema ocjeni količina plagioklasa i ortoklasa je podjednaka, što određuje pripadnost granita adamelitnom odnosno kvarcmonzonitnom tipu.

Tučan (1940) spominje također da gnajsevi toga područja sadrže mjestimice kordijerit. Po V. Simiću (1953) graniti Pobregova, Udova, Plauša i Furke bili bi sinorogeni plutoniti alpske orogeneze. Karakteristična za te granite (što indirektno dokumentira i njihovu relativnu starost) jest činjenica da žile granita i granitaplita na obodu plauške zone probijaju serpentinite i dijabaze (npr. u selu Cepeli, kod sela Iberli, u okolici Miravca i dr.), koji pripadaju jurskim ofiolitima Vardarske zone i po tome su nesumnjivo mlađi od njih. U nekim mramorima koji kao ulošci dolaze u gnajsu u blizini granita nađeni su forsterit, djelomice serpentiniziran, talk, granat, pargazit i spinel.

Skarnovi na kontaktu mramora i granita lijepo su otkriveni u tri manja kamenoloma kod Stojakova, odakle su i uzeti uzorci za ispitivanje.

Skarnovi su najčešće slojevito-trakaste građe, i u njima se mjestimice nalaze gnijezda gotovo čistih agregata bijelog prutičastog volastonita promjera od nekoliko cm do oko 15 cm. Mjestimice se također vide okupljanja manjih ili krupnijih zrna granata. Osnovna masa skarna je ponekad masivno homogena, ali se mjestimice u njoj izdvajaju i sitnije trake i slojići, radijalno zrakasti ili snopičasti, pa i poikiloblastični agregati pojedinih minerala. Osnovnu paragenezu skarna čine volastonit, diopsid, vezuvijan i granat, unutar koje se ponekad nalaze druze ili žilice kvarca, kalcita i pirita, koje treba svesti na naknadnu hidrotermalnu aktivnost. Akcesorni su mjestimice titanit i klorit.

Volastonit je lokalno najobilniji sastojak. Dolazi u krupnozrnim odnosno prutičastim radijalno zrakastim agregatima ili u sitnijim rozetama. Mliječno bijele je boje, izrazita staklasta sjaja i s dobro izraženom kalavošću u smjeru izduženosti prutića. U smjeru izduženosti prutića optički je pozitivan. Potamnjuje gotovo paralelno, odnosno pod kutom od 2° do 4°. Kod naizgled makroskopski čistih kristala volastonita vidi se u mikroskopu da oni često poikilотно uklapaju zrna i prutiće diopsida i vezuvijana.

Diopsid je blijedozelenkaste boje i prutičasta habitusa, a vezuvijan dolazi u izometričnim zrnima žućkasto-zelenkaste boje. U mikroskopu oba su minerala gotovo bezbojna. Vezuvijan u ovom skarnu rijetko pokazuje onu često vrlo karakterističnu sektorsku građu i anomalne interferencijske boje. Pojedini prutičasti kristali imaju gotovo idiomorfan habitus. Granati se najčešće javljaju u krupnim zrnima, nerijetko i dimenzija od po nekoliko cm. Imaju izometričan habitus i hipidiomorfne forme, rjeđe idio-

morfne. Izotropni su i samo sasvim rijetko pokazuju mjestimice slabu anizotropiju. I oni ponekad poikilitno uklapaju ostale mine-
rale skarna.

Volastonit i granat su, kao i svi ostali sastojci, ne samo optički već i rendgenski identificirani (tab. I). Na osnovi rendgenske ana-
lize granat pripada gotovo čistom grosularu. Volastonit je analiza-
ran kemijski standardnom gravimetrijskom mokrom metodom, pri čemu su dobivene vrijednosti preračunane na sumu 100% nakon odbijanja odgovarajuće količine CaO i CO₂, koji potječu od primjese kalcita u separiranom materijalu volastonita. Diopsid i vezuvijan analizirani su mikrosandom, i to na velikom broju

Tabela I. Podaci rendgenske analize volastonita i granata

Table I. X-ray data for wollastonite and grossularite

Volastonit — Wollastonite

Refleks	$d_{hkl}(\text{\AA})$	$d_{hkl}(\text{\AA})^2$	I_{rel}^1	I^2
100	7,681	21	7,687	16
101	5,444	3	5,459	1
200	3,837	100	3,844	31
201, 002	3,515	41	3,519	5; 39
102	3,314	69	3,323	55
102	3,089	30	3,089	42
120, 220	2,977	33	2,976, 2,981	99; 100
202	2,721	24	2,789	9
300	2,557	19	2,562	10
202	2,479	13	2,479	11
003	2,348	9	2,346	8
103	2,303	28	2,306	27

Grosular — Grossularite

400	2,969	35	2,964	36
420	2,655	100	2,651	100
332	2,534	9	2,527	8
422	2,428	22	2,420	17
431	2,332	15	2,325	16
521	2,170	13	2,164	15
611, 532	1,929	24	1,923	12; 11
620	1,8798	4	1,8744	2
444	1,7175	3	1,7111	15
640	1,6496	22	1,6440	27
642	1,5881	37	1,5842	44

¹ Približne, nekorrigirane vrijednosti iz rendgenograma dobivenog difrakcijom praha

² Prema lit.: Borg, I. Y., i Smith, V. (1969): Calculated X-ray powder patterns for silicate minerals. — Geol. Soc. Am., Inc., M. 122, 896 str.

zrna i točaka. Pokazalo se da vezuvijan ima veoma stabilan kemijski sastav uz male varijacije kemijskih komponenata. Formula vezuvijana izračunana iz srednjeg sastava iz 88 analiza jest: $\text{Ca}_{9.14}\text{Mg}_{0.06}\text{Fe}_{1.47}\text{Al}_{4.80}\text{Si}_{8.90}\text{O}_{36}$.

Diopsid pokazuje znatno veće oscilacije u sastavu, pri čemu najviše varira sadržaj FeO i MgO, te relativno manje CaO. Na temelju 26 analiza mikrosondom mogle su se izdvojiti tri grupe diopsida, i to prva sastava $\text{En}_{33}\text{Fs}_{17}\text{Wo}_{50}$, druga sastava $\text{En}_{41}\text{Fs}_9\text{Wo}_{50}$ i treća sastava $\text{En}_{43}\text{Fs}_7\text{Wo}_{50}$. Kako se vidi, sadržaj kalcijске komponente Wo je stalan, dok se mijenjaju udjeli komponenata En i Fs. To možemo tumačiti različitim sadržajem reaktanata, odnosno željeza i magnezija u pojedinim dijelovima karbonatne stijene iz koje su nastajali minerali skarna. Kemijske analize volastonita, diopsida i vezuvijana prikazane su u tabeli II.

Pokušat ćemo sada, na osnovi poznatih stabilnosti minerala ili koegzistentnih parageneza odrediti uvjete pod kojima se razvijao skarn.

Skarnovi nastaju metamorfozom iz karbonatnih sedimenata. Metamorfizam karbonatnih stijena, vapnenaca i dolomita, koje sadrže kao primjese kvarc, minerale glina i druge primjese, omogućuje stvaranje velikog broja različitih minerala i mineralnih parageneza. Te se pojave odvijaju svugdje gdje dođe do kontakta intruziva ili drugih magmatskih stijena i tih karbonatnih stijena, no slične se reakcije odvijaju i u okviru regionalnog metamorfizma.

Dok su stabilnost i uvjeti nastajanja volastonita kao mineralne faze jednostavnog kemizma dobro poznati i ispitani, za većinu ostalih kontaktnometamorfnih minerala to nije slučaj ili se podaci kreću u širim granicama. To se odnosi i na diopsid, a posebno grosular i vezuvijan, kao minerale kompliciranog kemizma. Stabilnost grosulara u raznim paragenazama ispitivao je Storre (1970), a diopsida Metz (1970). Teoretske osnove, a i sumarni prikaz metamorfizma karbonatnih sedimenata prikazani su u radu Winklera (1976).

Karbonatne stijene predstavljaju najčešće sistem u kojem sudjeluje 5 glavnih komponenata CaO, MgO, SiO_2 uz dvije plinovite komponente CO_2 i H_2O . U prirodi im se od mjesta do mjesta pridružuju još i Al_2O_3 i FeO. Broj mogućih minerala sastavljenih od tih komponenata je velik i iznosi više desetaka, no najčešći su volastonit, diopsid, tremolit, grosular, andradit, vezuvijan, forsterit, talk i anortit. Ti minerali nastaju zavisno od P—T—X uvjeta, pri čemu osobitu ulogu igraju plinovite komponente kod kojih je varijabilan ne samo udio (mol. %) već i parcijalni pritisci pod kojima se nalaze. Već u slučaju kad u sistemu imamo samo 5 komponenti (CaO—MgO— SiO_2 — CO_2 — H_2O) na osnovi zakona faza svaka od mogućih brojnih reakcija je bivarijantna. Činjenica

Tabela II. Analize volastonita, diopsida i vezuvijana
Table II. Chemical analyses of wollastonite, diopside i vesuvianite

	Vola- stonit	diopsid		vezuvijan		
		sred. iz 26 analiza	varijacije	sred. iz 88 analiza	varijacije	stand. dev.
SiO ₂	52,88	54,55	52,34—56,21	37,37	36,42—38,26	0,37
TiO ₂	—	0,01	0,00—0,09	1,47	0,42—2,40	0,57
Al ₂ O ₃	3,55	0,51	0,25—1,61	17,29	14,38—19,97	1,62
FeO	0,55	5,75	3,06—10,83	7,48	4,31—11,66	2,32
MgO	0,49	14,40	10,95—16,13	0,17	0,09—0,27	0,05
CaO	42,05	23,86	23,20—29,91	36,22	35,21—37,82	0,57
Na ₂ O	0,41	—	—	0,01	0,00—0,03	0,01
K ₂ O	0,04	—	—	—	—	—
	99,99	99,21		100,21		

da nam u većini slučajeva u prirodi udio i pritisak plinovitih komponenti (X_{CO_2, H_2O} i P_{CO_2, H_2O}) nije poznat te uvelike otežava analizu uvjeta metamorfizma.

Stvaranje čistog volastonita uz X_{CO_2} od 0,25 kod 1 kbara nastaje pri temperaturi od 580°, a kod 2 kbara pri temperaturi od 610° C. Za X_{CO_2} od 0,50 te su vrijednosti 630° C i 670° C, za X_{CO_2} od 0,75 $T = 660^\circ C$ odnosno 715° C, a za X_{CO_2} od 1,0, $T = 670^\circ C$ odnosno 730° C. Minimalna temperatura stvaranja volastonita bila bi dakle oko 550° C, a maksimalna oko 650° C uz pritisak od oko 1 kbara.

Diopsid nastaje iz dolomita u prisutnosti kvarca, i ta se reakcija u čistom sistemu odvija uz pritisak od oko 1 kbar na temperaturama između 500° C i 600° C zavisno od X_{CO_2} . Ta reakcija može u prisutnosti H₂O teći preko intermedijarne faze tremolita. U našim skarnovima tremolita nema, što znači ili da je transformacija intermedijarnog tremolita posve iscrpljena (uz prijelaz granice stabilnosti tremolita pri višim temperaturama) ili je sistem imao niski P_{H_2O} , što je sasvim moguće kod plitkih intruzija.

Stabilnost grosulara kreće se u širokom rasponu od oko 400° C do oko 700° C, zavisno od opetovano spominjanih uvjeta, tj. eventualno prisutnih komponenata ili mineralnih faza te uvjeta kao što su ukupni pritisak i $P-X$ uvjeti plinovitih komponenti. Grosular je stabilan uz prisutnost kvarca do oko 600° C, a iznad te temperature ta dva minerala reagiraju dajući volastonit i anortit. U našim skarnovima anortita nema, što bi limitiralo temperaturu na oko 600° C, a kod oko 2 kbara granica stabilnosti je na oko 630° C. Ta temperatura može biti nešto viša jedino uz niske do srednje sadržaje CO₂, odnosno X_{CO_2} .

Stabilnost vezuvijana najmanje je poznata i za to ne postoje nikakvi kvantitativni podaci. Opažanja u prirodi idu u prilog za-

ključku da se taj mineral javlja kod kontaktnog metamorfizma uz niske pritiske odnosno uz kontakte s plitkim intruzijama. Taj je mineral nađen i u regionalno metamorfnim stijenama uz koegzistentnu paragenezu s diopsidom, grosularom i epidotom (coisitom), i to kod metamorfizma srednjeg stupnja koji odgovara amfibolitnom facijesu. To bi također približno odgovaralo uvjetima uz oko 550° do 650° C.

Ovdje ne možemo ocjenjivati utjecaj Fe koji ulazi u sastav diopsida (kao Fs-komponenta) i grosulara (kao andraditna komponenta). No, ti su sadržaji relativno niski, pa i očekivani utjecaj na P—T uvjete svakako nije bitan.

U slučaju skarna kod Pobregova važno je istaći da se radi o kontaktu s plitkim plutonom. Da je granit odnosno adamelit Pobregova bio intruzijom doveden u plitki nivo govore neke okolnosti kao što je prisutnost zonarnih plagioklasa koji se formiraju uz bržu kristalizaciju i podjednak odnos plagioklasa i ortoklasa s mirmekitom, koji upućuje na nisku temperaturu eutektične kristalizacije. U tom slučaju možemo očekivati relativno nizak ukupni pritisak od oko 1 do 1,5 kbara, pri čemu je i P_{H_2O} morao biti nizak, a X_{CO_2} vjerojatno ne veći od 0,50. Prema Winkleru stvaranje volastonita kod plitkih intruzija na dubinama od oko 2 km (500 bara) odvija se na oko 600° C, a na dubinama od oko 4 km (1 kbar) na oko 650° stupnjeva.

U zaključku možemo utvrditi da je formiranje skarna Pobregova bilo na oko 600° C, i to u jednom poluotvorenom sistemu.

Prema Koržinskom (1955) piroksenski granatni skarnovi pripadaju tzv. visokotemperaturnom stadiju odnosno facijesu.

Skarnovi, odnosno kontaktnometamorfne stijene poznate su u Jugoslaviji na više mjesta. Diopsidni skarn opisan je iz Grčkog Tora u Prokuplju (Karamata, 1966), vezujući je nađen u skarnu Potoj Čuke u istočnoj Srbiji (Talić, 1957), a volastonit u kontaktnometamorfnoj oreoli kopaoničkog granitoida (Misirlić i Radukić, 1972). Ti skarnovi nisu detaljnije ispitani, pa o uvjetima kontaktnog metamorfizma nema kvantitativnih podataka.

Kratak prikaz kontaktnometamorfnihi mramora iz okolice Udova u Makedoniji s oboda plauškog granita dao je Majer (1960). Sudeći po tome što ti mramori sadrže forsterit, pargazit, granat i spinel nesumnjivo je da su oni nastajali pri višim temperaturama.

Zahvala

Analize minerala mikrosandom uradene su u Institutu za meteorite geološkog odjela Univerziteta New Mexico u Albuquerqueu. Prof. K. Keilu autori zahvaljuju što je omogućio rad na mikrosondi i izradu oko 115 analiza. Autori zahvaljuju prof. S. Karamati na čitanju rukopisa i korisnim sugestijama, a mr. B. Lugoviću na pomoći.

LITERATURA

- Ivanova, V. & Musović, G. (1983): Volastonit iz skarnova kod sela Stojakova, Gevgelija. X. kong. geol. jug. Budva, u štampi.
- Ivanovski, T. (1971): Tektonski sklop na terenu pomegu r. Vardar, Strumičko pole i jugoslavensko-grčkata granica, kako prilog na poznavanje na Vardarska zona. Disertacija, Skopje, 33 str.
- Ivanovski, T. & Rakičević, T. (1970): Tumač osnovne geološke karte K—34—106, Gevgelija.
- Karamata, S. (1966): Diopside skarn in the Grčki Tor locality environs of Prokuplje. Bull. sci. CASA Yug., A, 11/1—2, 1—2.
- Koržinski, D. S. (1955): Skarnovje mestorođenija. — U: Genezis endogenih rudnih mestorođenij. Moskva.
- Majer, V. (1960): Bilješka o nekim stijenama iz okoline Udova (Makedonija). Trudovi, sv. 7, 123—131, Skopje.
- Majer, V. & Karamata, S. (1958): Granit Pobregova kod sela Stojakovo u Makedoniji, Vesnik, knj. XVI, 117—124, Beograd.
- Metz, P. (1970): Experimentelle Untersuchung der Metamorphose von kieselig dolomitischen Sedimenten. Contr. Mineral. Petrol., 28, 221—250.
- Misirlić, M. & Radukić, G. (1972): Mineraloško ispitivanje volastonita iz kontaktno-metamorfno oreola kopaoničkog granitoida. Zapisn. SGD, 73—88.
- Simić, V. (1953): Magmatizam i metalogenija naših granitoidnih stena u vezi sa volframovim orudnjenjem. Vesnik, knj. X, 191—253, Beograd.
- Storre, B. (1970): Stabilitätsbedingungen Grossular-führender Paragenesen im System $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-CO}_2\text{-H}_2\text{O}$. Contr. Mineral. Petrol., 29, 145—162.
- Talić, R. (1957): Vezuvijan u skarnu Potoj Čuke. Zbornik radova RG-fak., sv. 5, 45—55, Beograd.
- Tučan, F. (1940): Izveštaj o mineraloško-petrografskom istraživanju u Južnoj Srbiji. God. Geol. inst. Kr. Jug., 25—33, Beograd.
- Winkler, H. G. F. (1976): Petrogenesis of metamorphic rocks, 4 Ed. Springer Verlag New York, Heidelberg, Berlin, 334 p.

WOLLASTONITE SKARN FROM POBREGOVO IN THE
VARDAR ZONE, YUGOSLAVIA

At the contact of young Mesozoic granite (adamellite) with marble occurring as a lensoid layer in the Precambrian (? Late-palaeozoic) gneiss near Pobregovo, a wollastonite, diopside, vesuvianite and grossularite-bearing skarn occurs. This area belongs to the eastern border of the Vardar zone in Macedonia. The skarn is a thin to medium bandend, consisting of all mentioned skarn minerals, but locally pure accumulations of wollastonite and coarse-grained grossularite may also be found. The main skarn minerals were determined by X-ray (Tab. I) and microprobe analyses (Tab. II). Vesuvianite has a very limited variation in composition and the formula calculated from the average composition is $\text{Ca}_{9.14}\text{Mg}_{0.06}\text{Fe}_{1.47}\text{Al}_{4.80}\text{Si}_{8.80}\text{O}_{38}$. Three groups of diopside exist: one $\text{En}_{33}\text{Fs}_{17}\text{Wo}_{50}$, then $\text{En}_{41}\text{Fs}_9\text{Wo}_{50}$, and $\text{En}_{43}\text{Fs}_7\text{Wo}_{50}$. Garnet is almost a pure grossularite.

Based on the stability of the skarn minerals the temperature of the contact metamorphism was about 600°C through a half-open system with limited $P_{\text{H}_2\text{O}}$, and X_{CO_2} as low as 0.50. The pressure was probably not greater than about 1 kbar because the intrusion of granite was shallow-seated. The unusual complex skarn assemblage with wollastonite, polytype diopside, vesuvianite and grossularite is a result of the contact metamorphism of Al_2O_3 , FeO-bearing siliceous dolomite, therefore seven component systems exists: Al_2O_3 —FeO—CaO—MgO— SiO_2 — CO_2 — H_2O and it is the only such occurrence with so complex a mineral assemblage in Yugoslavia.

RAD Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti	Knj. 411	93—104 1 slika 1 tabla 2 tabele	Zagreb 1984.
<i>Razred za prirodne znanosti</i>	Knj. 20		

UDK 552.4(914.971.3)

*Izvorni znanstveni rad
Original Scientific Paper*

JAKOB PAMIĆ, DOMAGOJ JAMIČIĆ &
JOSIP CRNKO*

PETROLOŠKI PRIKAZ ULTRAMAFITA IZ METAMORFNOG KOMPLEKSA SREDIŠNJIH DIJELOVA PSUNJA

*THE PETROLOGY OF ULTRAMAFIC ROCKS FROM THE PSUNJ
METAMORPHIC COMPLEX IN SLAVONIA (NORTHERN CROATIA,
YUGOSLAVIA)*

*Primljeno na sjednici Razreda za prirodne znanosti Jugoslavenske akademije
znanosti i umjetnosti, dne 7. 02. 1984.*

Newly discovered occurrences of ultramafic rocks are found in a Precambrian (?) metamorphic complex in the central parts of the Psunj Mountain. The ultramafics are represented by strongly to completely serpentinized cortlandite and amphibole wehrlite containing predominantly antigorite. The ultramafic body is underlain by quartz amphibolite schist, and is overlain by monomineralic amphibole (pargasite-edenite) schist. The primary cortlandite and amphibole wehrlite originated due to fractional crystallization and the processes of serpentinization took place subsequently under PT-conditions of amphibolite facies of the regional metamorphism which gave rise to the formation of the entire Psunj metamorphic complex.

1. UVOD

Premda magmatsko-metamorfni kompleks Psunja nije dosad prikazan kao jedinstvena geološko-petrološka cjelina, o njemu postoji veći broj objavljenih radova, koji daju opću sliku o njegovoj petrološkoj raznovrsnosti (Kišpatić, 1892; Koch, 1919; Tajder, 1969 i 1970; Marci, 1965, 1970, 1973, 1976 i 1979). Vrlo je važno istaći da je Jamičić (1981) utvrdio da se stijene psunjskog magmatsko-metamornog kompleksa produžavaju od Psunja dalje na istok južnim padinama Papuka i Krndije. Na

* Geološki zavod, Sachsova 2, YU—41000 Zagreb.

temelju svih dosad raspoloživih objavljenih podataka može se zaključiti da je psunjski metamorfni kompleks izgrađen pretežno od dvotinčastih škrljavaca i gnajseva. U njima se dosta često javljaju kilometarska tijela amfibolita i amfibolitnih škrljavaca, te manja i veća tijela, u pravilu intenzivno milonitiziranih i flazeriranih granita. U psunjskom magmatsko-metamorfnom kompleksu sreću se i kloritni sericitni škrljavci s proslojcima grau-vaka, grafitičnih metagrau-vaka s kloritoidom, te pojave spilitiziranih dijabaza.

Prilikom izrade osnovne geološke karte središnjih dijelova Psunja u 1981. godini prvi put su u psunjskom magmatsko-metamorfnom kompleksu otkrivene pojave ultramafitnih stijena. Kako one dosad nisu bile poznate unutar ovog metamorfnog kompleksa, to je cilj ovog rada da se prikažu njihove petrološke karakteristike. Ultramafiti, koji se javljaju zajedno s amfibolitnim škrljavcima, predstavljeni su uglavnom serpentinitima, uz koje su djelomice sačuvane i primarne kortlanditne i amfibolne verlitne stijene.

2. OSNOVNI GEOLOŠKI PODACI

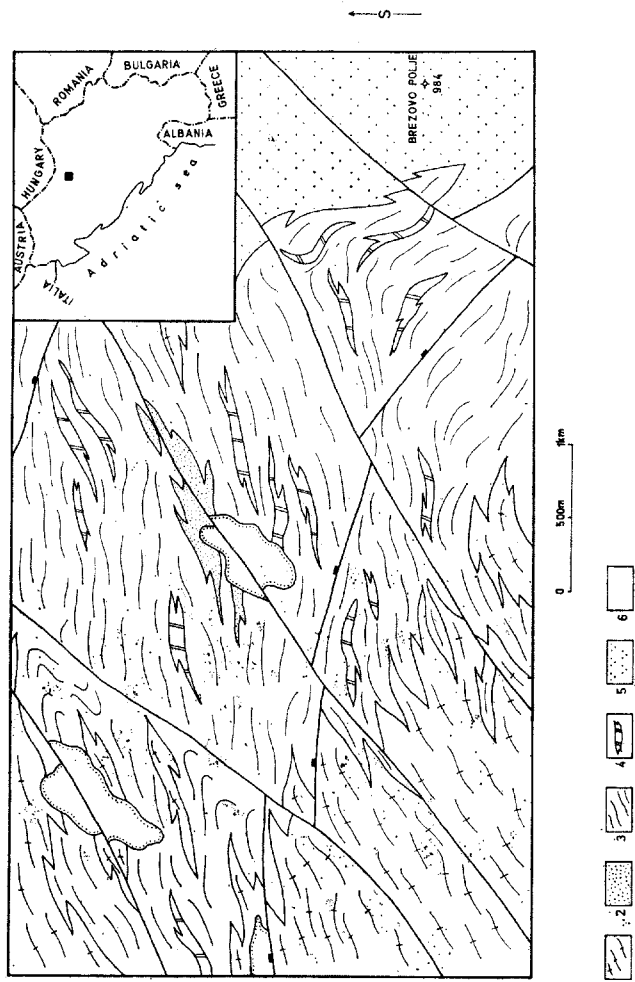
Iz priložene geološke karte (slika 1) vidi se da se dva ultramafitna tijela javljaju u središnjim dijelovima Psunja, sjeveroistočno od Brezova polja (kota 984 m). Veće ultramafitno tijelo dužine je oko 1.600 metara, a širine oko 300 metara; pruža se približno sjeveroistok—jugozapad i jasno prati strukture okolnih metamorfita psunjskog metamorfnog kompleksa. Ono je u svojim sjeveroistočnim dijelovima razdvojeno poprečnim rasjedima, koji presijecaju središnje bilo Psunja. Jugozapadno od njega javlja se manje, hektametarsko tijelo serpentinita.

Okolne stijene psunjskog magmatsko-metamorfnog kompleksa u širem području pojavljivanja ultramafita predstavljene su pretežno paraškriljancima, uglavnom dvotinčastim mikašistima s granatom, staurolitom i distenom, a rjeđe gnajsevima. Unutar njih dolaze leće amfibolita i amfibolitnih škrljavaca, koji su vjerojatno nastali pretežno iz magmatskih stijena. Sve su te metamorfne stijene produkt progresivnog regionalnog metamorfizma u P—T uvjetima amfibolitnog facijesa. Također se sreću i flazerirani graniti, koji predstavljaju dijelove relativno veće mase gra-

Slika 1. Geološka karta središnjih dijelova Psunja sa skicom koja pokazuje položaj istraživanog terena.

Fig. 1. Geological map of central parts of Mt. Psunj with index map showing the location of the area investigated.

1. flazerirani graniti (*flaser granite*); 2. serpentinizirani ultramafiti (*serpentinized ultramafics*); 3. biotit-muskovitni škrljavci (*biotite-muscovite schist*); 4. amfibolitni škrljavci (*amphibolite schist*); 5. kloritni škrljavci (*chlorite schist*); 6. miocenski sedimenti (*Miocene sediments*).



nita zapadnog Psunja utisnute konkordantno, djelimice i diskordantno u okolne metamorfne stijene. Graniti su najvjerojatnije kasnokinematski (Marci, 1973).

Spomenuti paraškriljavci u okolici Brezova polja prelaze postupno (?) u stijene koje pripadaju facijesu zelenih škriljavaca. Tu dolaze pretežno kloritni sericitni kvarcni škriljavci s lećama i proslojcima metagrauvaka, koje se na pojedinim mjestima javljaju i u većim masama. Uz njih se sreću i grafitične metagrauvake, koje često sadrže kloritoid, a također i filiti, spilitizirani dijabazi i metadijabazi.

Ultramafitno tijelo jedino je lijepo otkriveno na novoizgrađenom šumskom putu u dolini Rogoljice. Treba objektivno istaći da je u tom području teren toliko pokriven da se na umjetno otvorenim profilima u zasjeku ceste jedino i nailazi na izdanke ultramafita. U zasjeku ceste lijepo je otkriven direktan kontakt s podinskim amfibolitnim škriljancima; pad kontakta 155/42°. Kontakt je normalan, neporemećen i bez ikakvih znakova zrobljenja u podinskim amfibolitima. Radi se o relativno tankoj zoni amfibolitnih škriljavaca, koja se nije mogla kartografski prikazati.

Veće ultramafitno tijelo u zasjeku ceste gotovo je u potpunosti otkriveno po padu. Unutar njega se u pojedinim dijelovima zapažaju metarske zone škriljavog serpentinita, a pad škriljavih zona uglavnom je konkordantan s padom kontakta podinskih amfibolita. U najvišim dijelovima ultramafitnog tijela vide se tanke žilice hrizotilnog azbesta.

Kontakt s krovinskim amfibolnim škriljancima je pokriven. U prikontaktnom području zapažaju se iskomadani blokovi i komadi dosta krupnozrnih, izrazito zelenih monomineralnih amfibolnih (pargazit-edenitnih) škriljavaca, čija se debljina može ocijeniti na nekoliko metara. Oba ultramafitna tijela djelomice su zaplavljena miocenskim sedimentima.

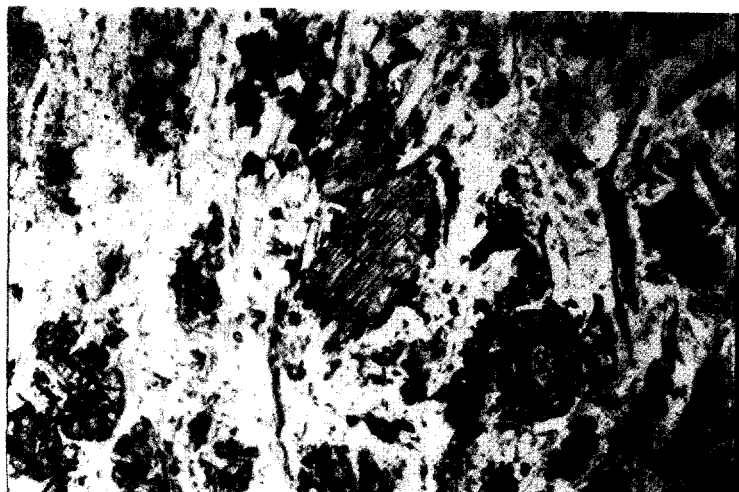
3. PETROLOŠKI PRIKAZ

Petrološkim ispitivanjem obuhvaćeni su ultramafiti i okolni amfibolni škriljavci.

Ultramafiti

Promatrano makroskopski, ultramafiti su izrazito melanokratne sitnozrne stijene sivkastozelene boje. Većinom su potpuno serpentinizirane, tako da se rijetko zapažaju relikti primarnih feromagnezijskih minerala.

U izbrusku pod mikroskopom struktura je alotriomorfno do hipidiomorfno zrnasta, reliktna zbog znatne izmijenjenosti. Veličina reliktnih primarnih sastojaka rijetko prelazi 1 mm; tekstura je masivna. Od primarnih feromagnezijskih minerala u stijeni do-



Slika 2. Mikrofotografija serpentiziranog kortlandita.

Fig. 2. Microphotograph of serpentized cortlandite.

1. antigorit (*antigorite*); 2. pargazit-edenitna hornblenda (*pargasitedenite hornblende*); 3. reliktna olivina (*olivine relic*).

laze olivin, klinopiroksen i amfibol, a od sekundarnih serpentin i klorit; akcesorno se javlja magnetizirani spinel (slika 2).

Najčešći primaran mineral jest olivin, koji se pojavljuje u nepravilnim reliktnim zrnima. Prema podacima kemijske analize dobivene mikrosandom (kemijska analiza 1, tabela 1), olivin sadrži 13,5% Fa, odnosno 86,5% Fo. Klinopiroksen je mnogo podređeniji i u nekim uzorcima uopće ne dolazi; većinom je sporedan sastojak, obično u količini od oko 5%. Prema podacima kemijske analize dobivene mikrosandom (kemijska analiza 2, tabela 1) u njemu je odnos između enstatitne, ferosilitne i volastonitne komponente ovaj: $\text{En}_{51}\text{Fs}_8\text{Wo}_{43}$. Amfibol je također podređen sastojak, no dolazi u gotovo svim iole svježijim uzorcima ultramafita. Javlja se idiomorfan do hipidiomorfan, prizmatičan, a u izbrusku je bezbojan, optički je pozitivan s kutovima potamnjenja najčešće 18—20°. Radi se o pargazit-edenitnoj hornblendi u kojoj je, na osnovi podataka kemijske analize (kemijska analiza 3, tabela 1), izračunan ovaj odnos glavnih komponenti: $\text{Ed}_{56}\text{Ho}_{26}\text{Pa}_{12}\text{Ts}_6$.

Navedeni primarni feromagnezijski sastojci uronjeni su kao relikti u dominantnoj masi serpentina, koji je nastao uglavnom na račun olivina. U izbrusku se jasno odvajaju dva serpentina minerala — dominantan listićavi antigorit i sasvim podređen mrežasti lizardit. U toj serpentinskoj masi sreću se podređeno krupni listovi bezbojnog klorita. Vrlo je vjerojatno da predstavlja pseudomor-

Tabela 1. Kemijski sastav petrogenih minerala dobiven mikrosandom
Table 1. Microprobe chemical composition of rock-forming minerals

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO ₂	40,44	53,37	48,04	31,85	42,44	47,90	54,96	64,55	45,10
TiO ₂	0,07	—	0,35	0,05	—	0,30	0,21	—	1,20
Al ₂ O ₃	0,59	1,85	10,04	18,32	0,81	9,52	2,21	22,61	8,84
Cr ₂ O ₃	0,03	0,82	0,85	—	—	0,71	0,39	—	—
FeO*	11,88	3,18	3,62	6,27	2,36	5,90	7,23	0,33	17,22
NiO	0,34	0,04	0,08	—	0,15	0,10	—	—	—
MnO	0,11	0,11	0,18	0,20	0,14	0,27	0,25	—	0,27
MgO	46,11	18,09	19,39	31,17	41,43	17,96	17,84	0,10	12,56
CaO	0,22	21,53	12,97	0,51	0,15	12,86	12,81	2,62	11,61
Na ₂ O	0,06	0,46	2,53	0,09	0,03	2,76	1,50	9,86	1,27
K ₂ O	—	—	0,11	0,03	—	0,10	0,07	0,03	0,44
	99,85	99,45	98,16	88,49	87,51	98,38	97,47	100,10	98,51

Ultramafiti (*ultramafics*): 1. olivin (*olivine*); 2. klinopiroksen (*clinopyroxene*); 3. edenit-pargazit (*edenite-pargasite*); 4. klorit (*chlorite*); 5. antigorit (*antigorite*)

Amfiboliti (*amphibolites*): 6. edenit-pargazit (*edenite-pargasite*); 7. aktinolit (*actinolite*); 8. oligoklas (*oligoclase*); 9. zelena hornblend (green hornblende)

foze primarnog klinopiroksena, odnosno amfibola. To dokazuje i priložena kemijska analiza dobivena mikrosandom (tabela 1, analiza 4), u kojoj se ističe jako visok odnos $MgO : FeO$, koji iznosi oko 5.

Potpuno serpentinizirani uzorak ultramafita ispitivan je i rendgenografski,¹ na temelju čega je određeno da u njemu dolaze antigorit i podređenije lizardit, klorit i magnetit. Indikativne linije $D\ 16,01 = 2,53\ \text{\AA}$ i $D\ 24,30 = 1,56\ \text{\AA}$ ukazuju, istina, dvosnačno na prisutnost i antigorita i klorita. Međutim, ako se uzme u obzir intenzivnost maksimuma i pritom ima u vidu da je klorit u stijeni podređen sastojak, onda se prisutnost antigorita može uzeti kao sasvim sigurna. Kemijska analiza 5 u tabeli 1 prikazuje kemijski sastav listićavog antigorita koji je dobiven mikrosandom.

Mineralni sastav ultramafita varira od uzorka do uzorka. Najčešće se sreće serpentinit s podređenim kloritom, u kojem uopće nema relikata primarnih feromagnezijskih sastojaka. Znatno su podređeniji serpentinizirani ultramafiti, u kojima na primarne feromagnezijske sastojke otpada maksimalno do 1/3 stijene. Na osnovi prisutnosti primarnih reliktnih minerala može se zaključiti da su prvotni ultramafiti bili izgrađeni pretežno od olivina s manjom količinom pargazit-edenitne hornblende i da su pripadali amfibolnim dunitima, odnosno kortlanditima (Johannsen, 1939). Varijetetima u kojima, pored dominantnog olivina i podređenog amfibola, dolazi i nešto klinopiroksena (diopsida) najviše bi odgovarao naziv verlitna hornblenda.

Kemijski sastav, Nigglijeve vrijednosti i normativni CIPW sastav ultramafitnih stijena sa Psunja prikazan je na priloženoj tabeli 2; analiza 1 odnosi se na jako serpentinizirani kortlandit (amfibolni dunit), analiza 2 na serpentinizirani amfibolni verlit, a analiza 3 na serpentinit. Važno je istaći da je navedeni kemijski sastav u skladu s prikazanim mineralnim sastavom.

Ultramafiti s amfibolom rijetko se susreću među ultramafitnim stijenama. No, i pored toga, oni su već ranije utvrđeni u našoj zemlji. Amfibolni peridotiti s prijelazima u kortlandit otkriveni su na Medvednici, gdje se javljaju sasvim podređeno u tijesnoj prostornoj vezi s gornjokrednim sedimentima (Crnković, 1963). Pamić (1973) utvrdio je identične stijene na Vijencu, u okolici Banovića (Bosna) u centralnoj ofiolitnoj zoni Dinarida; tamo se one javljaju sasvim podređeno s ostalim ofiolitnim stijenama jurske starosti. Važno je istaći da su serpentiniti već dosta dugo poznati i unutar susjednog papučkog metamorfnog kompleksa (Poljak, 1940), a nedavno su obuhvaćeni i preliminarnim petrološkim ispitivanjima (Vragović & Majer, 1979).

¹ Rendgenografsko određivanje izvršila je dr. G. Sijarić, na čemu joj ovdje najtoplije zahvaljujem.

Tabela 2. Kemijski sastav ultramafita
Table 2. Chemical composition of ultramafic rocks

	1	2	3
SiO ₂	39,60	40,34	38,58
TiO ₂	0,18	0,12	0,17
Al ₂ O ₃	2,55	2,42	3,06
Fe ₂ O ₃	6,86	7,29	7,20
FeO	2,08	2,69	2,84
MnO	0,12	0,12	0,09
MgO	35,92	34,07	35,68
CaO	1,71	3,36	0,14
Na ₂ O	0,24	0,54	—
K ₂ O	0,06	0,08	0,01
P ₂ O ₅	0,06	—	0,01
H ₂ O	10,69	8,72	11,82
	100,07	99,75	99,60
C	—	—	2,8
ab	0,8	1,5	—
an	6,6	5,4	0,6
wo	0,6	4,0	—
en	30,8	28,9	39,2
fo	41,2	39,4	35,1
mt	6,6	8,7	9,0
hm	2,3	1,3	1,0
il	0,3	0,2	0,3
ap	0,1	—	—
Cr	525	312	301
Ni	185	167	167
Cu	14	14	23
Ba	7	7	8

1. serpentinizirani kortlandit (*serpentinizide cortlandite*); 2. serpentinizirani amfibolni verlit (*serpentinized amphibole wehrlite*); 3. serpentin (*serpentine*)

Amfibolitni škrljanci

Prikazani ultramafiti javljaju se u tijesnoj vezi s amfibolitnim škrljancima. U užem području pojavljivanja ultramafita sreću se monomineralni amfibolni škrljanci (u krovini), te kvarcni amfibolni škrljanci (u krovini).

Amfibolni (pargazit-edenitni) škrljanci su tamnozeleno melankratne stijene slabio izražene paralelne teksture koja se ogleda u folijaciji.

U izbrusku stijena ima granoblastičnu strukturu s veličinom zrna od 1 do 5 mm. U njoj dolazi amfibol kao jedini bitni sastojak,

krupnija zrna (oko 5 mm) su hipidiomorfna, a sitnija (oko 1—2 mm) obično su izrazito idiomorfna i prizmatična. U oba je slučaja to u izbrusku bezbojna hornbleda s optički pozitivnim karakterom i izraženim kutom kalavosti od 124°. Sitnija idiomorfna zrna amfibola su idealno svježa, dok su krupnija malo do umjereno potisnuta kloritom i vlaknastim aktinolit-termolitom. U stijenji dolazi još kao akcesoran sastojak i metalni mineral, najvjerojatnije magnetit.

Kemijski sastav tog amfibola prikazuje analiza broj 6 u tabeli 1; iz nje se vidi da se kemizam amfibola podudara sasvim lijepo s kemizmom već opisane pargazit-edenitne hornblende iz okolnih ultramafita. Veća je razlika samo u sadržaju MgO i FeO, tako da ovdje odnos $\text{MgO} : \text{FeO}$ iznosi oko 3, dok je taj isti odnos u pargazit-edenitnoj hornblendi kortlantida oko 5.

Kvarcni amfibolitni škriljanci iz podine ultramafita sasvim su drukčiji. To su poliminerale sive, sitnozrne i mezokratne stijene paralelne teksture koja se ogleda u tankovrpčastim izdvojenjima i folijaciji.

U izbrusku je struktura granoblastična, djelomice nematoblastična s veličinom zrna od 0,2 do 1 mm. Bitni sastojci stijene su plagioklas i amfibol, sporedan je kvarc, dok akcesorno dolaze titanit, apatit i metalni mineral.

Kemizam plagioklasa prikazuju kemijske analize 8 u tabeli 1; po tim podacima plagioklas pripada oligoklasu, koji je u izbrusku dosta često zamućen i nehomogen. Amfibol je predstavljen zelenom hornblendom s jasnim pleohroizmom u žutoj i zelenoj boji; ima mali put potamnjavanja i kut kalavosti od 124°. Zelena hornblenda je najčešće svježa, a samo se u nekim izbruscima zapaža da je ona manjim dijelom, obično po rubovima zrna, prešla retrogradno u biotit. Kemijski sastav zelene hornblende prikazuje kemijska analiza broj 9 u tabeli 1; njezin se kemizam u sadržaju mnogih glavnih komponenti jasno razlikuje od prikazanog pargazit-edenita, i on uglavnom odgovara kemizmu zelenih hornblendi, koje najčešće dolaze u amfibolitnim škriljancima metamorfnih kompleksa (Deer et al., 1963).

Prikazani kvarcni amfibolitni škriljanci ne sadrže nikakve karakteristične kritične metamorfne minerale. No, kao što je naprijed navedeno, amfibolitni škriljanci pšunjskog magmatsko-metamornog kompleksa uloženi su konkordantno u tinjčastim škriljancima i paragnajsevima, koji na mnogim mjestima sadrže granat, staurolit, rjeđe i disten, po čemu odgovaraju amfibolitnom facijesu regionalnog metamorfizma. Prema tome i prikazani kvarcni amfibolitni škriljanci također odgovaraju istom metamorfnom facijesu, što potvrđuje i sastav njihove mineralne parageneze — oligoklas + zelena hornblenda (Winkler, 1974).

4. DISKUSIJA

Novootkrivena pojava ultramafita u središnjim dijelovima Psunja predstavlja nov doprinos boljem poznavanju psunjskog magmatsko-metamorfnog kompleksa jer upotpunjuje sliku o njegovoj petrološkoj složenosti. Naime, prema dosad raspoloživoj petrografskoj faktografiji (Marci, 1973 i 1976), na Psunju su među magmatskim stijenama najrasprostranjeniji graniti, uz koje je utvrđena i jedna pojava spilitiziranog dijabaza. Naprijed navedeni geološki podaci pokazuju da dva utvrđena ultramafitna tijela jasno prate strukture okolnih metamorfita, tako da su ona, to je sasvim sigurno, normalni članovi psunjskog magmatsko-metamorfnog kompleksa.

Opće je poznata stvar da su ultramafiti inače najkarakterističniji članovi ofiolitnih kompleksa, koji se, u pravilu, javljaju u unutrašnjim jedinicama orogenetskih pojasova (Steinmann, 1927; Coleman, 1977). No, u ofiolitnim asocijacijama ultramafiti su redovno udruženi s gabrima, dijabazima i spilitima, uz koje se karakteristično sreću i radiolaritni sedimenti. Budući da se ultramafiti središnjih dijelova Psunja javljaju u sasvim drukčijem geološkom ambijentu, to je očito da u konkretnom slučaju prikazani psunjski ultramafiti ne pripadaju nekom ofiolitnom kompleksu.

Kako se psunjski ultramafiti javljaju zajedno s kvarcnim amfibolnim škriljalcima, koji najvjerojatnije predstavljaju uglavnom ortometamorfne stijene (Marci & Raffaelli, 1981), to se onda može pretpostaviti da kortlanditi i amfibolni verliti predstavljaju normalne frakcijskokristalizacijske diferencijate nastale iz neke primarne magme čiji se kemijski karakter zasad ne može pobliže definirati jer dosad nije petrološki izučena cjelokupna magmatska asocijacija psunjskog metamorfnog kompleksa.

Zbog znatne do potpune serpentiniziranosti psunjskih ultramafita u njima nisu sačuvane primarne magmatske strukture i tekture. No, važno je istaći da na reliktnim primarnim mineralima nisu zapažene deformacije zrna (undulatorna potamnjenja i tlačni sraslaci u olivinu, te »kink-bending« u piroksenu) koje su karakteristične za tektonitne ultramafite. Na magmatske procese, odnosno frakcioniranu kristalizaciju, ukazuje i kemizam psunjskih olivina jer je on nešto »kiseliji«, tj. on sadrži nešto inanije forsteritne komponente na račun fajalitne, po čemu se također razlikuje od tektonitnih peridotita ofiolitnih kompleksa (Coleman, 1977).

Mi dakle smatramo da su ultramafiti Psunja nastali frakcionirano kristalizacijom iz zasad nedefinirane primarne magme i da su se konsolidirali u sedimentima prvotno nemetamorfiziranog prekambrijskog (?) psunjskog kompleksa kao kortlanditi i amfibolni verliti. Ovaj primarni magmatsko-sedimentni kompleks regionalnim je metamorfizmom progresivno izmijenjen, najvje-

rojatnije za vrijeme bajkalske orogeneze (Jamičić, 1981), u rasponu koji odgovara facijesu zelenih škrljavaca do amfibolitnog facijesa. Pri tom regionalnom metamorfizmu izvršena je znatna do potpuna serpentinizacija primarnih kortlandita i amfibolnih verlita. Istina, serpentinizacija ultramafita odvija se obično na oko 400° C i pritom najčešće nastaju, od serpentinskih minerala, klinohrizotil i lizardit. Noviji podaci eksperimentalne petrologije (Faust & Fahey, 1961; Iishi & Saito, 1973) pokazuju, međutim, da je antigorit stabilan i iznad 500° C, pa bi se onda moglo pretpostaviti da je antigoritni serpentinit sa Psunja nastao u P—T uvjetima amfibolitnog facijesa (Coleman, 1971; Trommsdorff & Evans, 1972). Prema tome je moguće uzeti kao vjerojatno i u našem konkretnom slučaju da se postanak psunjskih antigoritnih serpentinita odvijao u P—T uvjetima amfibolitnog facijesa regionalnog metamorfizma, pod kojima je formiran cjelokupan psunjski metamorfni kompleks.

5. LITERATURA

- Coleman, R. G., (1977): *Ophiolites. Minerals and Rocks*, 12, Springer Verlag, Berlin—Heidelberg—New York.
- Coleman, R. G., (1971): Petrological and geophysical nature of serpentinites. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 82, 897—918, Washington.
- Crnković, B., (1963): Petrografija i petrogeniza magmatita sjeverne strane Medvednice. *Geol. vjes.*, 16, 63—160, Zagreb.
- Deer, W. A., Howie, R. A., & Zussman, J., (1962): *Rock-forming minerals*. Vol. 3, Longmans, London.
- Faust, G. T., & Fahey, J. J., (1962): The serpentine-group minerals. *U. S. Geol. Surv. Prof. Papers*, 384—A, 1—91, Washington.
- Iishi, K., & Saito, M., (1973): Synthesis of antigorite. *Amer. Mineralogist*, 58, 915—919, Washington.
- Jamičić, D., (1981): Strukturni sklop metamorfnih stijena Krndije i južnih padina Papuka. Magistarski rad, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
- Johannsen, A. A., (1939): *A descriptive Petrography of the Igneous Rocks*. Vol. 4, University of Chicago Press, Chicago.
- Kišpatić, M., (1892): Prilog geološkom poznavanju Psunja. *Rad JAZU*, 109, 124—182, Zagreb.
- Koch, F., (1919): Grundlinien der Geologie von West-Slavonien. *Glas. Hrvat. prir. društva*, 31, 217—237, Zagreb.
- Marci, V., (1979): Niskometamorfne mineralne asocijacije sjeverozapadnog dijela Psunja. *Geol. vjes.*, 31, 241—252, Zagreb.
- Marci, V., (1976): Splitizirani dijabazi s Trešnjava brda (Psunj). *Ibid.*, 29, 237—242, Zagreb.
- Marci, V., (1973): Geneza granitnih stijena Psunja. *Acta geol.*, 7, 195—231, Zagreb.
- Marci, V., (1970): Metasomatski procesi u kontaktnim zonama granita i amfibolita u području Donje Rašaške (Psunj). *Geol. vjes.*, 24, 123—131, Zagreb.
- Marci, V., (1965): Petrografija zapadnog dijela Psunja. *Acta geol.*, 4, 315—322, Zagreb.
- Marci, V., & Raffaelli, P., (1981): Kemijske karakteristike amfibol-skih stijena sjeverozapadnog dijela Psunja. Razlikovanje orto i paravarijeteta. *Geol. vjes.*, 33, 133—144, Zagreb.

- Pamić, J., (1973): Amphibole peridotite (cortlandite) from the Vijenac amphibolite-ultramafic mass in the ophiolite zone of Bosnia, Yugoslavia. Bull. Scie., Sec. A, 18 (4—6), 72—73, Zagreb.
- Poljak, J., (1940): Izvještaj o terenskom radu na listu »Slatina—Voćin«. Godišnjak Geol. inst. Kralj. Jugoslavije za 1939., 2, 106—110, Beograd.
- Steinmann, G., (1927): Die ophiolitischen Zonen in dem mediterranen Kettengebirge. 14th Intern. Geol. Congr., 2, 638—667, Madrid.
- Tajder, M., (1970): Noviji pogledi sastava i geneze eruptiva i metamorfita Papučko-psunjskog gorja, Slavonija. Zbor. rad. I. znan. sabora Slavonije i Baranje, 107—126, Osijek.
- Tajder, M., (1969): Geneza blastoporfirnog epidot-amfibolita na području Omanovca u Psunju. Acta geol., 6, 5—16, Zagreb.
- Trommsdorff, V., & Ewans, B. W., (1972): Progressive metamorphism in antigorite schist in the Bergell Tonalite Aureole (Italy). Amer. J. Scie., 272, 423—437, Washington.
- Vragović, M., & Majer, V., (1979): Prilozi za poznavanje metamorfnih stijena Zagrebačke gore, Moslavačke gore i Papuka (Hrvatska, Jugoslavija). Geol. vjes., 31, 295—308, Zagreb.
- Winkler, H. G. F., (1974): Petrogenesis of Metamorphic Rocks. 3rd Edit., New York — Heidelberg — Berlin.

JAKOB PAMIĆ, DOMAGOJ JAMIČIĆ &
JOSIP CRNKO

THE PETROLOGY OF ULTRAMAFIC ROCKS FROM THE PSUNJ
METAMORPHIC COMPLEX IN SLAVONIA
(NORTHERN CROATIA, YUGOSLAVIA)

Ultramafic rocks have been found for the first time in the metamorphic complex of the central parts of the Psunj Mountain. Two ultramafic bodies are included within the series of alternating micaschists and gneisses containing garnet, staurolite and kyanite as index minerals. The schists are frequently interlayered by various amphibolite schists and invaded by commonly milonitized flaser granite.

Ultramafic rocks are represented by cortlandite and amphibole wehrlite containing predominant olivine with 86.5% Fo, and subordinate, microscopically colourless hornblende ($\text{Ed}_{56}\text{Ho}_{26}\text{Pa}_{12}\text{Ts}_6$) and quite subordinate clinopyroxene ($\text{En}_{51}\text{Fs}_8\text{Wo}_{43}$). The ultramafic rocks are for the most part strongly to completely serpentinized. The predominant serpentine mineral is antigorite and it is accompanied by lizardite as well as by chlorite. The microprobe chemical composition of the rock-forming minerals of the ultramafic rocks is presented in Table 1, and the bulk chemical composition of the cortlandite, amphibole wehrlite and serpentinite in Table 2.

Ultramafic rocks are underlain and overlain by amphibolite schists (Figure 1). The underlying country rocks are quartz amphibolite schists containing oligoclase and green hornblende as major constituents and subordinate quartz. Monomineralic amphibole schist containing pargasite-edenite hornblende overlies the ultramafic body. The microprobe chemical composition of the amphibolite rock-forming minerals is also included in Table 1.

The primary cortlandite and amphibole wehrlite originated probably by fractional crystallization from a primary magma of an unknown composition. The differentiated cortlandite and amphibole wehrlite solidified in sediments of the primarily unmetamorphosed Psunj metamorphic complex. The subsequent antigorite serpentinite on account of the cortlandite and amphibole wehrlite took place during the main metamorphic event under PT-conditions of amphibolite facies of the regional metamorphism which gave rise to the formation of the entire Psunj metamorphic complex.

RAD Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti	Knj. 411	105—119 1 slika 2 tabele	Zagreb 1984.
Razred za prirodne znanosti	Knj. 20		

UDK 597.08

*Izvorni znanstveni rad
Original Scientific Paper*

RADOSNA MUŽINIĆ*

OSLIC (*MERLUCCIIUS MERLUCCIIUS* (L.)),
UGOTICA DUBINKA (*MICROMESISTIUS*
POUTASSOU (RISSE)) I UGOTICA MALA
(*TRISOPTERUS MINUTUS CAPELANUS* (LAC.))
U ŠIREM PODRUČJU PALAGRUŽE

THE HAKE (*MERLUCCIIUS MERLUCCIIUS* (L.)), THE BLUE WHITING
(*MICROMESISTIUS POUTASSOU* (RISSE)) AND THE POOR COD
(*TRISOPTERUS MINUTUS CAPELANUS* (LAC.)) IN THE WIDER
PALAGRUŽA AREA

*Primljeno na sjednici Razreda za prirodne znanosti
Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, dne 7. 02. 1984.*

The poor cod was best represented. Although present in all the catches the hake was less frequent. Its numbers in the most abundant catches were much smaller than those in the most abundant catches from the wider Jabuka Pit area. The numbers of hake and poor cod in the catches from the further south-eastern waters were small. The blue whiting occurred in a much smaller number of catches, with very variable, mostly insignificant numbers. In the Palagruža area two or all three fishes were sometimes represented by large numbers in the same catches.

Juveniles of all three fishes occurred in the study area. The blue whiting and the poor cod were generally young. In the north-eastern channels a separate, dwarf population of the poor cod might be present.

The blue whiting and the hake preferred in the study area and in the entire »Hvar« expedition area bottom depths exceeding 150 m. However, the hake appeared, in the expedition area, at less than 100 m also. The poor cod preferred bottom depths between 100 and 200 m; in the expedition area it was most frequent between 150 and 200 m.

In the wider Palagruža area and in the entire expedition area the three fishes were most frequently found above a muddy bottom.

* Institut za oceanologiju i ribarstvo, YU—58000 Split

1. UVOD

Razmotreni su neobjavljeni potpuni podaci Ribarstveno-biološke ekspedicije »Hvar«, 1948. i 1949. o demerzalnim lovinama oslića, ugotice dubinke i ugotice male u širem području Palagruže. Izučavana je brojčana zastupljenost i dužina riba te njihov odnos prema dubini i vrsti dna. Rezultati su uspoređeni s onima za cijelo područje ekspedicije koji su dijelom dobijeni pri ovom izučavanju, na osnovi nepotpunih podataka O. Karlovca (1959) (nedostaju oni o ribama iz lovina težine manje od 500 g) i njegovih neobjavljenih potpunih podataka.

Potpune podatke o lovinama u širem području Palagruže iz ostavštine prof. dra Otmara Karlovca ustupila mi je dr Jožica Karlovac, na čemu joj lijepo zahvaljujem.

2. PODRUČJE, MATERIJAL I METODIKA

Potdatke o lovu ekspedicije vučom dao je O. Karlovac (1956, 1959). Uvjeti u kojima su izvršene lovine promatranih riba u istraživanom području dani su u tablici I i na slici 1. Razmotreno je 13 lovina iz područja Palagruže, 15 iz susjednih voda i 7 iz daljih jugoistočnih voda. U tri poteza lovina je zbog oštećenja mreže bila malena. Položaj postaja i smjer poteza na slici 1 preneseni su iz karte II O. Karlovca (1959). Potezi su izvršeni u svibnju (13), lipnju (1), srpnju (4), rujnu (5) i studenom 1948. (7) te u veljači 1949. (5). Trajali su jedan sat, a samo oni između postaja 90 i 85 dva sata.

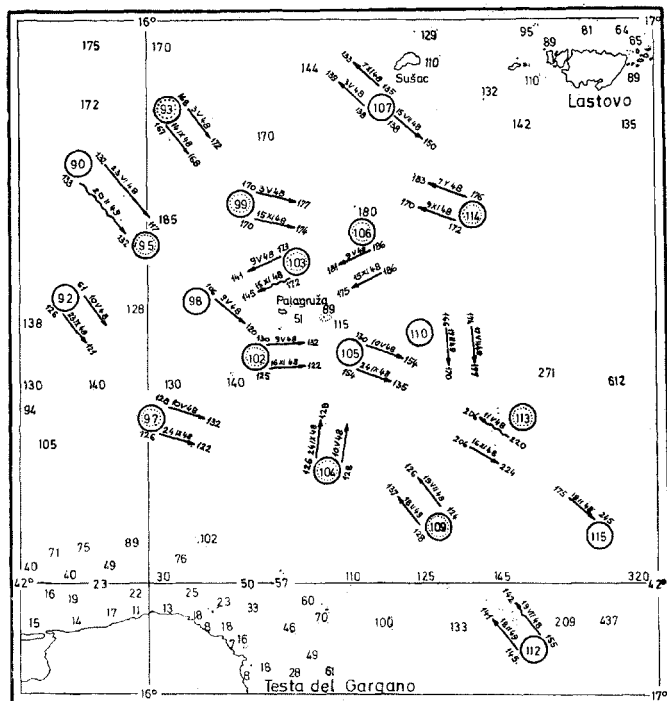
Upotrijebljene su srednje vrijednosti između početnih i završnih dubina poteza. Dubina se kretala od 113 do 215 m, s izuzetkom od 61 m. Između užih područja postojale su male razlike u dubini. Gotovo 90% lovina ekspedicije uopće ostvareno je iznad dubina dna manjih od 200 m.

Prema Morovićevim (1951) podacima, 13 lovina iz istraživanog područja izvršeno je iznad pjeskovita (pijesak, glinasti i ilovastoglinasti pijesak), 20 iznad muljevita (glina, ilovasta glina, ilovača, glinasti i glinastopjeskoviti ilovača), a 2 iznad pjeskovito-muljevita dna.

Temperatura iznad dna kolebala je od 11,6 do 15,0° C, a na površini od 13,2 do 22,4° C. Salinitet iznad dna kretao se u vrlo uskim granicama, tj. od 38,35 do 38,78‰, a na površini u nešto širim (37,83—38,69‰).

Ekstremne totalne dužine bile su na raspolaganju za sve lovine iz istraživanog područja, kao i za sve lovine oslića iz područja ekspedicije. One se odnose na donje granice centimentarskih razreda.

Radosna Mužinić: Osljć (*Merluccius merluccius* (L.)), ugotica dubinka (*Micromesistius poussou* /Risso/) i ugotica mala (*Trisopterus minutus capelanus* /Lac.) u širem području Palagruže.
Rad JAZU, 411, 105—119, Zagreb 1984.



Sl. 1. Potezi vuče u širem području Palagruže, izvršeni u toku Ribarstveno-biološke ekspedicije »Hvar«, 1948. i 1949. (prema O. Karlovcu, 1959). Mljevito dno označeno je točkastom kružnicom.

Fig. 1. Trawl hauls in the wider Palagruža area made during the »Hvar« Fishery biological expedition, 1948 and 1949 (according to O. Karlovac, 1959). The muddy bottom is marked by dotted circle.

Tablica 1. Podaci o potezima vuče Ribarstveno-biološke ekspedicije »Hvar«, 1948. i 1949, u širem području Palagruže (prema podacima O. Karlovca, 1959).

I. — područje Palagruže, II. — susjedne vode, III. — dalje jugoistočne vode.

Table 1. Data on trawl hauls of the »Hvar« Fishery biological expedition, 1948. i 1949, in the wider Palagruža area (according to data of O. Karlovac, 1959).

I — Palagruža area, II — Adjacent waters, III — Further south-eastern waters.

Područje Area	Postaja Station	Datum Date	Dubina m — Depth			Vrsta dna Type of bottom	T Om	°C Dno Bottom
			Početna Initial	Završna Final	Srednja Mean			
I.	98	9. 5. 1948	106	120	113,0	P	16,6	12,8
	99	3. 5. 1948	170	177	173,5	G	15,9	11,8
	99	15. 11. 1948	170	174	172,0	G	18,4	12,5
	102	9. 5. 1948	130	132	131,0	GPI	16,5	12,4
	102	16. 11. 1948	125	122	123,5	GPI	17,8	13,8
	103	9. 5. 1948	173	141	157,0	G	16,5	11,7
	103	15. 11. 1948	172	145	158,5	G	18,3	12,3
	105	10. 5. 1948	130	154	142,0	P	17,1	12,6
	105	24. 9. 1948	154	135	144,5	P	21,9	12,8
	106	9. 5. 1948	186	181	183,5	G	16,2	11,8
	106	15. 11. 1948	186	175	180,5	G	18,3	12,6
	110	17. 7. 1948	174	177	175,5	P	21,5	14,4
	110	17. 2. 1949	166	170	168,0	P	13,5	13,2
II.	*90—95	23. 6. 1948	132	117	124,5	GP-G	19,9	12,8
	*90—95	20. 2. 1949	133	132	132,5	GP-G	13,2	12,8
	92	10. 5. 1948	61	61	61,0	P	16,3	13,7
	92	23. 9. 1948	126	121	123,5	P	22,4	12,6

	93	3. 5. 1948	168	172	170,0	IG	15,3	11,6
	93	14. 9. 1948	167	168	167,5	IG	22,4	(13,9)
	97	10. 5. 1948	128	132	130,0	G	16,4	12,0
	97	24. 9. 1948	126	122	124,0	G	22,3	12,6
	104	10. 5. 1948	128	128	128,0	IG	18,9	11,8
	104	24. 9. 1948	126	128	127,0	IG	22,4	13,0
	107	3. 5. 1948	138	139	138,5	GP	15,6	14,2
	107	15. 7. 1948	138	150	144,0	GP	—	—
	107	7. 11. 1948	135	133	134,0	GP	20,1	15,0
	114	7. 5. 1948	176	183	179,5	IG	16,0	14,4
	114	9. 11. 1948	172	170	171,0	IG	19,6	14,6
III.	109	19. 7. 1948	124	126	125,0	GI	21,9	—
	109	18. 2. 1949	128	137	132,5	GI	13,7	12,2
	112	19. 7. 1948	155	142	148,5	IGP	20,9	14,4
	112	18. 2. 1949	145	141	143,0	IGP	13,5	12,8
	113	11. 5. 1948	220	206	213,0	I	16,8	12,0
	113	16. 11. 1948	206	224	215,0	I	18,0	13,9
	115	18. 2. 1949	175	245	210,0	GP	14,2	13,7

* Dvosatni potez — *Two hour haul*

P Pijesak — *Sand*

GP Glinasti pijesak — *Clayey sand*

IGP Ilovastoglinasti pijesak — *Loamy clayey sand*

G Glina — *Clay*

IG Ilovasta glina — *Loamy clay*

I Ilovača — *Loam*

GI Glinasta ilovača — *Clayey loam*

GPI Glinastopjeskovita ilovača — *Clayey sandy loam*

2.1. Oslić (*Merluccius merluccius* /L./)

Od 28 ulova iz područja Palagruže i susjednih voda samo je jedan, dobiven uz oštećenje mreže, sadržavao manje od 10 primjeraka, 16 ih je uključivalo između 10 i 39 primjeraka, a 5 (4 iz područja Palagruže) više od 100 primjeraka, najviše 157 (tab. II). Broj oslića u 7 lovina iz daljih jugoistočnih voda bio je manji od 40, dijelom i od 10. Naprotiv, broj lovina s manje od 10 primjeraka iz cijelog područja ekspedicije dosegao je 19,6%. Od ukupno 291 lovine ekspedicije njih 180 (61,9%) sadržavalo je manje od 40, a 20 (6,9%) više od 157 primjeraka, među kojima 13 izvršenih jednosatnim potezima (prema neobjavljenim potpunim podacima O. Karlovca). Od tih 13 lovina, koje su sve potjecale iz istočnog dijela šireg područja Jabučke kotline, 7 ih je sadržavalo više od 400 primjeraka.

Dužina ribe kretala se od 3 do 86 cm, a u svih primjeraka ekspedicije od 2 do 86 cm (Mužinić i O. Karlovac, 1975). U svim lovinama iz područja Palagruže i susjednih voda te u nekima iz daljih jugoistočnih voda nađeni su i sasvim mladi primjerci, dužine od 3 do 12 cm, najčešće od 5 do 7 cm, zajedno s većima. Prema O. Karlovcu (1958), oslić se mrijesti potkraj jeseni i početkom zime, dok je prema Zupanoviću (1968) njegovo mriješćenje znatno duže. Larve i postlarve ustanovljene su od listopada do lipnja, s maksimumom u siječnju i veljači (J. Karlovac, 1965).

Oslić je zabilježen iznad dna dubine od 61 m i od 113 do 215 m, a s više od 100 primjeraka na dubinama od 167,5 do 183,5 m. U toku ekspedicije uopće oslić je ustanovljen iznad dna dubina od 20 do 382 m i srednje dubine od 125,7 m (Mužinić i O. Karlovac, 1975). Ali, gotovo sve lovine s više od 100 ulovljenih primjeraka (40 do 43) izvršene su na dubinama između 100 i 249 m, dobrim dijelom (25) između 150 i 199 m.

Lovine su izvršene pretežno iznad muljevita dna. Nešto više lovina ekspedicije uopće, a uglavnom i one s više od 100 primjeraka, potjecale su iz voda s muljevitim dnom (prema neobjavljenim Morovićevim (1951) podacima i potpunim podacima O. Karlovca).

2.2. Ugotica dubinka (*Micromesistius poutassou* /Risso/)

Ugotica dubinka ustanovljena je samo u 17 lovina, s vrlo različitim brojem primjeraka (2—1.036) (tab. II). I u 47 lovina ekspedicije uopće (broj je morao biti znatno veći) postojale su vrlo znatne razlike u broju primjeraka (4—1.111) (prema nepotpunim podacima O. Karlovca, 1959). Ipak, najveći broj lovina (38) sadržavao je manje od 100 primjeraka, a među njima je bilo više (24) onih s manje od 50 primjeraka.

Radosna Mužinić: Oslić (*Merluccius merluccius* [L.]), ugotica dubinka (*Micromesistius poutassou* [Risso]) i ugotica mala (*Trisopterus minutus capelanus* [Lac.]) u širem području Palagruže.
Rad JAZU, 411, 105—119, Zagreb 1984.

Tablica 2. Podaci o osliću (*Merluccius merluccius* (L.)), ugotici dubinki (*Micromesistius poutassou* [Risso]) i ugotici maloj (*Trisopterus minutus capelanus* [Lac.]) iz lovina vuče Ribarstveno-biološke ekspedicije »Hvar«, 1948. i 1949. u širem području Palagruže (iz neobjavljenih podataka O. Karlovca).

I. — područje Palagruže, II. — susjedne vode, III. — dalje jugoistočne vode.

Table 2. Data on hake (*Merluccius merluccius* [L.]), blue whiting (*Micromesistius poutassou* [Risso]) and poor cod (*Trisopterus minutus capelanus* [Lac.]) from the trawl catches of the »Hvar« Fishery-biological expedition, 1948 and 1949, in the wider Palagruža area (from unpublished data of O. Karlovac).

I — Palagruža area, II — Adjacent waters, III — Further south-eastern waters.

Područje Area	Postaja Station	Datum Date	<i>Merluccius merluccius</i> (L.)		<i>Micromesistius poutassou</i> (Risso)		<i>Trisopterus minutus capelanus</i> (Lac.)	
			n	cm	n	cm	n	cm
I.	98	9. 5. 1948	14	12—32	—	—	10	10—16
	99	3. 5. 1948	32	8—48	66	7—22	67	5—17
	99	15. 11. 1948	145	6—51	11	15, 17	347	5—14
	102	9. 5. 1948	34	5—42	—	—	19	11—16
	102	16. 11. 1948	61	9—37	—	—	21	9—13
	103	9. 5. 1948	27	5—44	2	7, 21	51	11—16
	103	15. 11. 1948	17	7—34	3	16, 17	45	7—12
	105	10. 5. 1948	27	5—32	—	—	8	11—14
	105	24. 9. 1948	10	10—32	2	15, 16	16	6—17
	106	9. 5. 1948	114	3—81	228	7—22	76	6—17
	106	15. 11. 1948	101	6—81	52	14—18	164	6—14
	110	17. 7. 1948	127	5—70	1036	11—16	229	5—17
	110	17. 2. 1949	35	8—41	—	—	61	9—14
II.	*90—95	23. 6. 1948	53	7—40	—	—	252	6—15
	*90—95	20. 2. 1949	6	5—24	—	—	55	7—13
	92	10. 5. 1948	28	4—44	—	—	83	10—16
	92	23. 9. 1948	55	5—44	—	—	97	4—16
	93	3. 5. 1948	53	5—43	12	9—22	68	3—16
	93	14. 9. 1948	157	5—61	2	17	51	8—17
	97	10. 5. 1948	10	6—68	1	26	95	4—15
	97	24. 9. 1948	19	7—32	—	—	254	4—19
	104	10. 5. 1948	36	4—45	6	8, 12	80	6—15
	104	24. 9. 1948	16	7—38	—	—	95	5—13
	107	3. 5. 1948	38	8—41	—	—	7	12—15
	107	15. 7. 1948	77	6—45	1	23	84	5—17
	107	7. 11. 1948	10	7—74	—	—	—	—
	114	7. 5. 1948	63	6—58	14	7, 8	9	5—16
	114	9. 11. 1948	30	6—86	—	—	24	7—11
III.	109	19. 7. 1948	34	7—57	—	—	36	6—14
	109	18. 2. 1949	27	19—47	—	—	76	8—13
	112	19. 7. 1948	32	5—43	—	—	4	8—15
	112	18. 2. 1949	2	30—32	—	—	13	10—13
	113	11. 5. 1948	6	6—71	6	8—11	5	14—18
	113	16. 11. 1948	7	26—66	2	16	10	10—13
	115	18. 2. 1949	18	9—37	181	16—22	3	13—16

* Dvosatni potez — Two hour haul

Dužina ribe kretala se od 7 do 26 cm, ali je izuzetno prelazila 22 cm. Primjerci od 7 do 9 cm zabilježeni su u 7 lovina iz svibnja, najčešće zajedno s većima. Froglija i Gramitto (1981) u siječnju su ustanovili spolno zrele ženke ugotice dubinke u zapadnom dijelu Jabučke kotline. Gualini (1938) navodi da se u Đenovskom zaljevu ona mrijesti od siječnja do svibnja. Matta (1959) smatra da njezino mriješćenje u vodama Toskanskog otočja pada u proljeće, iako se prvi spolno zreli primjerci susreću već u prosincu. Froglija i Gramitto našli su da ugotica dubinka na kraju prve godine, u siječnju, doseže srednju dužinu od 21 cm i prvu spolnu zrelost te da je na kraju druge godine duga oko 27 cm. Prema tome, najveći primjerci iz šireg područja Palagruže bili bi u drugoj godini. Ti su autori često nalazili primjerke od 10 cm u svibnju i lipnju. Naprotiv, Lucena i Crespo (1981) pretpostavljaju da pri dužini manjoj od 11 cm vrsta nije, zbog batipelagičnog života, dostupna lovu u mediteranskim vodama Španjolske. Froglija i Gramitto zapazili su u riba iz Jabučke kotline znatno veću maksimalnu totalnu dužinu, tj. 39 cm, ali izuzetno (< 3%) iznad 30 cm. Prema Soljanu (1975), ona u Jadranu doseže 50 cm.

Riba je ustanovljena iznad dna dubina od 128 do 215 m, pretežno većih od 150 m, s najznatnijim brojem primjeraka na dubinama od 175,5, 183,5 i 210,0 m. Lovine ekspedicije u cjelini izvršene su na dubinama od 140,5 m do 382,0 m, većinom (38) u intervalu od 150 do 249 m i na srednjoj dubini od 200,9 m (prema nepotpunim podacima O. Karlovca, 1959). Najveći dio ulova s više od 50 primjeraka (18 do 23) dobiven je također u istom intervalu dubine. Iznad dna dubina većih od 200 m ekspedicija je izvršila ukupno 27 lovina, od kojih su 23 sadržavale ovu vrstu.

Od 17 lovina 14 ih je ostvareno nad muljevitim dnom. Od 47 lovina ekspedicije u cjelini 41 je potjecala s muljevita dna (prema Morovićevim podacima, (1951), i nepotpunim podacima O. Karlovca (1959). Veći dio lovina s više od 50 primjeraka izvršen je također nad takvim dnom.

2.3. Ugotica mala (*Trisopterus minutus capelanus* /Lac./)

Od 34 lovine 29 je sadržavalo manje od 100 primjeraka, a među njima je bilo podjednako onih s manje od 50 i onih s više od 50 primjeraka (tab. II); u 4 od preostalih 5 lovina nađeno je više od 200 primjeraka. Broj primjeraka u lovinama iz daljih jugoistočnih voda bio je, s jednim izuzetkom, manji od 40, većinom i od 15. Nešto veći dio od 121 lovine ekspedicije uopće (58,7%) sadržavao je manje od 100 primjeraka, a među njima je bilo više (41,3%) onih s preko 50 primjeraka; mali dio lovina (1,7%) uključivao je više od 200 primjeraka (prema nepotpunim podacima O. Karlovca, 1959).

Najmanji primjerci, od 3 do 6 cm u svibnju i od 4 do 8 cm u rujnu, ulovljeni su zajedno s većima. Najveća dužina ribe iznosila je 19 cm, u rujnu. Froglija i Zoppini (1981) navode da se ugotica mala u zapadnom dijelu srednjeg Jadrana mrijesti od kraja siječnja do početka svibnja i da dostiže prvu spolnu zrelost s oko 13 cm. Juvenilni su primjerci bili vrlo česti od svibnja. Autori su također našli da riba doseže oko 14 cm na kraju prve i oko 18 cm na kraju druge godine. Prema tome, najveći primjerci iz šireg područja Palagruže bili bi u drugoj godini. Froglija i Zoppini zabilježili su veću maksimalnu dužinu ribe, tj. 30 cm, ali izuzetno ($< 3\%$) iznad 20 cm.

Riba je ulovljena iznad dna dubine od 61 m i od 113 do 215 m. Lovine s više od 100 primjeraka ostvarene su na dubinama od 124,0 do 180,5 m. U cijelom području ekspedicije riba je zabilježena na dubinama od 45,5 do 258,0 m, većinom (71,9% lovina) između 100 i 199 m, i na srednjoj dubini od 139,7 m (prema nepotpunim podacima O. Karlovca, 1959). Najveći dio lovina s preko 100 primjeraka (43 od 50) izvršen je u intervalu od 100 do 199 m, a više (29) njih bilo je u onome od 150 do 199 m.

Lovine su ostvarene pretežno iznad muljevita dna. U cijelom području ekspedicije lovine uopće, kao i one s više od 100 primjeraka, bile su također češće iznad takva dna prema Morovićevim podacima (1951), i prema nepotpunim podacima O. Karlovca (1959).

3. DISKUSIJA

Sudeći prema obilnijim lovinama, ugotica dubinka izrazito je u području ekspedicije preferirala dubine od 150 do 249 m. Takvu preferenciju pokazala je ona i u širem području Palagruže. Pri lovu strukovima u južnom Jadranu Kirinčić i Lepetić (1955) našli su samo jedan primjerak ove vrste (23 cm), iznad dna dubine od 300 m, što je prema njima mogla biti posljedica selektivnosti strukova.

U vodama Baleara Massuti (1953) ustanovio je slabu zastupljenost ugotice dubinke iznad dna dubina većih od 300 m. Prema njemu, ona je tipična za dubine od 200 do 300 m. Bas (1959) navodi da je vrsta u mediteranskim vodama Španjolske stalan stanovnik kontinentnog slaza. Raitt (1968) smatra je tipičnim stanovnikom voda izvan ruba kontinentne podine, kojih dubine prelaze 180 m. Zapadno od Sicilije, iznad dna dubina između 235 i 265 te 500 i 650 m, Arena i Li Greci (1973) zabilježili su ugoticu dubinku u razredima od 20 do 38 cm (veća u dubljim vodama), sa zastupljenošću od 2%. Ehrenbaum (1936), međutim, navodi da ona preferira dubine dna od 150 do 200 m i više, ali da se susreće i na dubinama od 30 do 50 m. Zei (1949) dosta ju je zabilježio u Kvarneriću, 1938. i 1940. U sjeveroistočnim kanalima, iznad dna dubina od 50,5 do 90,0 m, ova vrsta je usta-

novljena 1956. i 1957. na nekoliko postaja (svega 15 primjeraka ukupne težine 850 g) (prema Crnkovićevim podacima, 1959, 1970). Naprotiv, u srednjodalmatinskim kanalima nisu je našli ni Zei i Sabioncello (1940), ni Županović (1961), a ni Lepetić (1965) u Bokokotorskom zaljevu.

U istraživanom području obilni ulovi oslića dobiveni su iznad dna dubina između 150 i 199 m. Raspon dubine u kojemu su u području ekspedicije zabilježeni obilni ulovi oslića (100—249 m) bio je širi od onog koji je ustanovljen za obilnije ulove ugotice dubinke (150—249 m). Oslić je bio najbolje zastupljen u istočnom dijelu šireg područja Jabučke kotline, iznad dna dubina između 150 i 199 m. Ipak, u području ekspedicije 33,7% lovina oslića izvršeno je na dubinama manjim od 100 m (prema neobjavljenim potpunim podacima O. Karlovca). Uostalom, on se lovi i u kanalskim i užim obalnim vodama (Kotthaus i Zei, 1938; Zei, 1940, 1949; Zei i Sabioncello, 1940; Crnković, 1959, 1970; Županović, 1961, 1968; Lepetić, 1965; Šoljan i Vuković, 1971; Jukić, 1972, 1975). Čini se da je oslić euribatska vrsta s preferencijom većih dubina u području ekspedicije.

Iako su lovine ugotice male s više od 100 primjeraka u istraživanom području ostvarene na dubinama od 124,0 do 180,5 m, a u području ekspedicije u cjelini najvećim dijelom između 100 i 199 m, češće između 150 i 199 m (prema nepotpunim podacima O. Karlovca, 1959), ipak je ona česta i u plitkim unutarnjim vodama istočnog Jadrana (Kotthaus i Zei, 1938; Zei, 1940, 1949; Zei i Sabioncello, 1940; Crnković, 1959, 1970; Županović, 1961; Jukić, 1975).

Sve su četiri lovine sa znatnim brojem individua dviju ili svih triju vrsta riba iz područja Palagruže, s dubina dna od 172,0 do 183,5 m, sadržavale oslića, dvije ugotice dubinku, a tri ugotice malu. Njihova dobra, dijelom i istovremena zastupljenost mogla bi se objasniti činjenicom da su sve one preferirale dubine između 150 i 199 m.

Kod ugotice male iz sjeveroistočnih kanala ustanovljena je 1938. i 1940. dužina od 10 do 20 cm i od 3 do 26 cm te srednja dužina od 15 i od 13 do 14 cm, a zapaženo je i spolno sazrijevanje već pri dužini od 8 do 10 cm (Kotthaus i Zei, 1938; Zei, 1940). U tom području zabilježena je 1956. i 1957. dužina od 4,5 do 24,5 cm i srednja dužina od 15,1 cm (Crnković, 1959). Razlika između dužine pri kojoj riba prvi put spolno sazrijeva u sjeveroistočnim kanalima i one zabilježene u zapadnom dijelu srednjeg Jadrana (oko 13 cm /Frogia i Zoppini, 1981/) mogla bi ukazivati na zasebnu, patuljastu populaciju u sjeveroistočnim kanalima.

Sve tri vrste ribe ulovljene su u istraživanom području pretežno iznad muljevita dna. Oslić i ugotica mala bili su prisutni u svim,

odnosno gotovo u svim lovinama (lovine općenito većinom nad muljevitim dnom). Oslić je ustanovljen i u gotovo svim lovinama ekspedicije (Mužinić i O. Karlovac, 1975), a one su u većoj mjeri izvršene iznad muljevita dna (prema Morovićevim podacima, 1951). Ulovi ugotice dubinke i ugotice male uopće, kao i oni obilniji dobiveni su u području ekspedicije većinom nad takvim dnom. Ugotica dubinka preferirala je općenito dubine dna veće od 150 m, a ugotica mala one između 100 i 199 m. U tom području dno je već na srednjoj dubini od 150 do 199 m, s vrlo malo izuzetaka, muljevito, dok je na dubini od 100 do 149 m nešto češće pjeskovito, a prema tome na dubini od 100 do 199 m češće muljevito (prema Morovićevim podacima, 1951). Stoga bi se bolja zastupljenost promatranih riba nad muljevitim dnom možda mogla objasniti samo njihovom preferencijom dubine, ne pretpostavljajući nužno njihovu preferenciju prema takvu dnu.

4. ZAKLJUČCI

Ugotica mala bila je bolje zastupljena (34 lovine s 2.515 primjeraka) nego oslić (35 lovina s 1.521 primjerkom). I u području Palagruže i u susjednim vodama ona je bila zastupljena dobro, a u daljim jugoistočnim vodama vrlo slabo. Oslić je u području Palagruže bio zastupljen nešto bolje nego u susjednim vodama, a u daljim jugoistočnim vodama vrlo slabo. Broj primjeraka oslića u najobilnijim ulovima iz istraživanog područja mnogo je zastajao za onim u najobilnijim ulovima iz šireg područja Jabučke kotline. Ugotica dubinka ustanovljena je u znatno manjem broju ulova, s vrlo različitim, većinom neznatnim brojem primjeraka, od kojih je jedan, iz voda Palagruže, bio izuzetno obilan.

Amplituda dužine oslića bila je gotovo jednaka onoj za područje ekspedicije »Hvar« u cjelini. Ulovljeni su i juvenilni primjerci svih triju vrsta riba. Sasvim mali primjerci oslića (3–12, većinom 5–7 cm) nađeni su gotovo u svim lovinama, zajedno s većima. Ugotica dubinka i ugotica mala bile su predstavljene dosta mladim primjercima, od kojih bi najveći, prema podacima za zapadni dio srednjeg Jadrana (Froglija i Gramitto, 1981; Froglija i Zoppini, 1981), bili u drugoj godini. Razlika dužine pri prvoj spolnoj zrelosti između ugotice male iz sjeveroistočnih kanala (Kotthaus i Zei, 1938; Zei, 1940) i one iz zapadnog dijela srednjeg Jadrana (Froglija i Zoppini, 1981) mogla bi govoriti o zasebnoj, patuljastoj populaciji u sjeveroistočnim kanalima.

Sudeći prema obilnim ulovima, ugotica dubinka i oslić preferirali su dubine dna veće od 150 m i u širem području Palagruže i u cijelom području ekspedicije. Međutim, dok se u području ekspedicije oslić nalazio i iznad dna dubina manjih od 100 m, dotle je ugotica dubinka ulovljena samo na većim dubinama (pre-

ma nepotpunim podacima O. Karlovca, 1959). Ipak, ugotica dubinka zabilježena je i u plitkim sjeveroistočnim kanalima (Zei, 1949; Crnković, 1959, 1970). Obilni ulovi ugotice male postignuti su u istraživanom području i u cijelom području ekspedicije većinom na dubinama između 100 i 200 m, u području ekspedicije češće između 150 i 200 m.

Dobra zastupljenost dviju ili svih triju vrsta riba u četiri lovine iz područja Palagruže bila je vjerojatno određena činjenicom da su sve one preferirale dubine dna između 150 i 200 m.

I u širem području Palagruže i u cijelom području ekspedicije ulovi triju vrsta riba, uključujući i obilne, ostvareni su pretežno iznad muljevita dna. Međutim takav odnos prema dnu mogao je biti određen njihovom preferencijom razmjerno velikih dubina dna.

5. LITERATURA

- Arena, P. & F. Li Greci, 1973: Indagine sulle condizioni faunistiche e sui rendimenti di pesca dei fondali batiali della Sicilia occidentale e della bordura settentrionale dei banchi della soglia Siculo-Tunisina, Quaderni Lab. Technol. Pesca, 1(5):157—201.
- Bas, C., 1959: Some characteristics of the biological and dynamical properties of the fish species of the deep sea (Mediterranean area), Proc. Gen. Fish. Coun. Medit., 5:215—218.
- Crnković, D., 1959: Contribution to the study of economically valuable benthonic species of the channels of the north-eastern Adriatic, Proc. Gen. Fish. Coun. Medit., 5:355—363.
- Crnković, D., 1970: Prilog biološkoj i ekonomskoj problematiki kočarske u kanalskom području sjeveroistočnog Jadrana, Thalass. Jugosl., 6:90.
- Ehrenbaum, E., 1936: Handbuch der Seefischerei Nordeuropas, 2:329 p. Stuttgart.
- Frogia, C. & Gramitto, M. E., 1981: Observations on growth of *Micromesistius pouassou* (Risso) (Pisces, Gadidae) in the central Adriatic Sea, Rapp. Comm. int. Mer Médit., 27(5):49—53.
- Frogia, C. & Zoppini, A. M., 1981: Observations on growth of *Trisopterus minutus capelanus* (Risso) (Pisces, Gadidae) in the central Adriatic Sea, Rapp. Comm. int. Mer Médit., 27(5):57—60.
- Gualini, D., 1938: Prime osservazioni su la biologia e la morfologia di *Gadus pouassou* Duben, Boll. Mus. Lab. Zool. Anat. comp. Genova, 18 (107):119—124.
- Jukić, S., 1972: Ishrana oslića (*Merluccius merluccius*), bukve (*Boops boops*), trlje (*Mullus barbatus*) i arbuna (*Pagellus erythrinus*) u Kaštelanskom zalivu, Acta Adriat., 14 (4):40.
- Jukić, S., 1975: Kočarska područja u srednjem Jadranu, Acta Adriat., 17 (1):86.
- Karlovac, J., 1965: Contribution à la connaissance de l'écologie du merlu, *Merluccius merluccius* L., dans le stade planctonique de sa vie en Adriatique, Rapp. Comm. int. Mer Médit., 18 (2):461—464.
- Karlovac, O., 1956: Station list of the m. v. »Hvar« Fishery-biological cruises 1948—1949, Izvješća, Ribarstveno-biološka ekspedicija m/b »Hvar«, 1948—1949, 1 (3):177.
- Karlovac, O., 1958: Oslić, Pomorska enciklopedija, 5: p. 677.
- Karlovac, O., 1959: Istraživanja naselja riba i jestivih beskralježnjaka vučom u otvorenom Jadranu, Izvješća, Ribarstveno-biološka ekspedicija m/b »Hvar«, 1948—1949, 5 (1):203.

- Kirinčić, J. & Lepetić, V., 1955: Recherches sur l'ichthyobenthos dans les profondeurs de l'Adriatique méridionale et possibilité d'exploitation au moyen des palangres, *Acta Adriat.*, 7 (1):113.
- Kotthaus, A. & Zei M., 1938: Izvještaj o pokusnom ribarenju kočom u Hrvatskom primorju, *God. Oceanogr. inst.*, 1:125–140.
- Lepetić, V., 1965: Sastav i sezonska dinamika ihtiobentosa i jestivih avertebrata u Bokokotorskom zaljevu i mogućnosti njihove eksploatacije, *Stud. Mar.*, (1):127.
- Lucena, J. & Crespo J., 1981: Quelques données sur la biologie du merlan bleu, *Micromesistius poutassou*, de la Méditerranée occidentale, *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 27 (5):55–56.
- Massuti, M. O., 1953: Bionomia de los fondos de 300 a 600 metros en el sur y suroeste de Mallorca, *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.*, (63):21.
- Matta, F., 1959: La pesca a strascico nell'Arcipelago Toscano, *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.*, 13 (1–2):23–365.
- Morović, D., 1951: Composition mécanique des sédiments au large de l'Adriatique, *Izvješća, Ribarstveno-biološka ekspedicija m/b »Hvar«*, 1948–1949, 3 (1):18.
- Mužinić, R. & O. Karlovac, 1975: On food preferences of the Adriatic hake, *Merluccius merluccius* (L.), *Acta Adriat.*, 17 (7):47.
- Raitt, D. F. S., 1968: Synopsis of biological data on the blue whiting *Micromesistius poutassou* (Risso, 1810), *FAO Fish. Synops.*, (34) Rev. 1, pag. var.
- Soljan, T., 1975: I pesci dell' Adriatico, 523, p. Arnoldo Mondadori, Milano.
- Soljan, T. & T. Vuković, 1971: Über die Saisondynamik der marinen Grundfischpopulationen im Malostonski kanal und seiner Bucht Neum-Klek (östliche Adria), *Thalass. Jugosl.*, 7 (1):393–400.
- Zei, M., 1940: Pregled rezultata dosadašnjeg ribarstveno-biološkog istraživanja Oceanografskog instituta u kanalima Hrvatskog primorja, *God. Oceanogr. inst.*, 2:137–147.
- Zei, M., 1949: Raziskovanje s travlom na ribolovnem području vzhodnega Jadrana, *Razprave SAZU*, 4:89–119.
- Zei, M. & Sabioncello, I., 1940: Prilog poznavanju naselja bentonskih riba u kanalima srednje Dalmacije, *God. Oceanogr. inst.*, 2:103–115.
- Zupanović, Š., 1961: Kvantitativno-kvalitativna analiza ribljih naselja kanala srednjeg Jadrana, *Acta Adriat.*, 9 (3):147.
- Zupanović, Š., 1968: Study of hake (*Merluccius merluccius* L.) biology and population dynamics in the central Adriatic, *Stud. Rev. Gen. Fish. Coun. Médit.*, (32):24.

THE HAKE (*MERLUCCIIUS MERLUCCIIUS* /L./),
THE BLUE WHITING (*MICROMESISTIUS POUTASOU*
/RISSO/) AND THE POOR COD (*TRISOPTERUS MINUTUS*
CAPELANUS /L.A.C./) IN THE WIDER PALAGRUŽA AREA

Three teleosts, i. e. hake, blue whiting and poor cod, from the outer trawl catches of the »Hvar« Fishery biological expedition, 1948 and 1949, taken in the wider Palagruža area, were studied as to the numbers caught and their lengths, and the relation to the bottom depth and type.

Data on the »Hvar« expedition trawling were published by O. Karlovac (1956, 1959) and those on the bottom types by Morović (1951). Of the 35 catches from the study area 13 were made in the Palagruža area, 15 in the adjacent waters and 7 in the further south-eastern waters (Table I, Fig. 1). Most hauls lasted one hour. The means between the initial and final depths at hauling were used.

Only extreme total lengths for each fish from the catches were available. Length data for all the expedition area were available only for the hake. Lower limits of the cm classes were used.

The results were compared with those for the entire expedition partly obtained during these investigations by use of the incomplete data of O. Karlovac (1959) and his unpublished complete data.

The hake and poor cod were recorded in all or nearly all of the catches from the study area, although the poor cod was more abundant (2,515 specimens) than the hake (1,521 specimens) (Table II). The poor cod was well represented in the Palagruža area and adjacent waters, but very poorly in the further south-eastern waters. In the Palagruža area the hake was somewhat better represented than in the adjacent waters and very poorly in the further south-eastern waters. The numbers of hake from the most abundant catches in the study area were much smaller than those from the most abundant catches in the wider Jabuka Pit area. The blue whiting catches mostly contained insignificant numbers (one, from the Palagruža area, was exceptionally abundant).

The length range for hake was nearly equal to that recorded in the whole expedition area. Juvenils of all three fishes were

caught. In nearly all the hake catches quite small individuals (3–12, mostly 5–7 cm) were present, together with larger ones.

Blue whiting and poor cod were represented by rather young individuals, the largest ones being probably in their second year judging from the data for the western central Adriatic (Froglia and Gramitto, 1981; Froglia and Zoppini, 1981). The difference in the length at their first sexual maturity between the poor cod from the north-eastern channels (Kotthaus and Zei, 1938; Zei, 1940) and that from the western central Adriatic (Froglia and Zoppini, 1981) might point to a separate, dwarf population in the former area.

The blue whiting and the hake preferred waters where bottom depths exceeded 150 m in the study area and in all the expedition area as shown by the abundant catches. While hake also appeared in the expedition area at less than 100 m, the blue whiting was recorded only at greater depths (according to the incomplete data of O. Karlovac, 1959). However, the blue whiting was recorded in the shallow north-eastern channels (Zei, 1949; Crnković, 1959, 1970). Abundant catches of the poor cod were taken in the study area and in all the expedition area, mostly at depths ranging from 100 to 200 m, in the latter one more frequently between 150 and 200 m.

The abundant occurrence of the three fishes or two of them in four catches from the Palagruža area was probably due to their preferring bottom depths between 150 and 200 m.

Most catches for the three fishes in the study area and in the entire expedition area, including the abundant ones, were taken above a muddy bottom. However, such a relation to the bottom might have been due to their preference for relatively great bottom depths.

RAD Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti	Knj. 411	121—149	Zagreb
Razred za prirodne znanosti	Knj. 20	16 slika 2 tabele	1984.

UDK 599.735.591.08(497.13)

*Izvorni znanstveni rad
Original Scientific Paper*

BRANKA BEČEJAC,* JAN BRNA,**
JÓZSEF MIKUŠKA* & JOSIP VALTER*

VELIČINA ROGOVLJA
JELENA OBIČNOG (*CERVUS ELAPHUS* L., 1758)
NA PODRUČJU BARANJE I SJEVEROZAPADNE
BAČKE S OBZIROM NA STAROSNU DOB

SIZE OF RED DEER ANTLERS IN THE AREA OF BARANJA AND
NORTHWESTERN BAČKA ACCORDING TO AGE

*Primljeno na sjednici Razreda za prirodne znanosti
Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, dne 23. 04. 1984.*

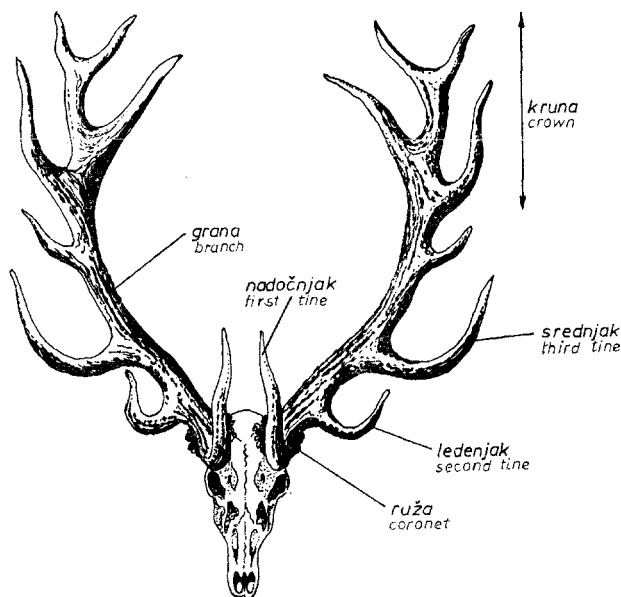
The estimation of the branch length, the first tine and third tine, as well as the circumference of the coronet, circumference of the branch under and over the third tine, the weight of antlers and C. I. C. points of 1,932 antlers of the Red deer, (*Cervus elaphus* L., 1758), at an age of three to fifteen years from the hunting area of LSG »Jelen« shows that antlers significantly increase in all elements to the ninth year. In the tenth year the growth of the branch length, of the circumference of the coronet and of the branch under the third tine ends. The average Red deer at an age of ten to fourteen years has the length of branch of 104.349 cm, of the first tine — 37,629 cm, of the third tine — 37,714 cm, a circumference of the coronet — 25,625 cm, a circumference of the branch under the third tine — 15,499 cm, a circumference of the branch over the third tine — 13,819 cm, the antlers weigh 6,775 kg with 194.699 C. I. C. points.

1. UVOD

Jelen obični (*Cervus elaphus* L., 1758) autohtoni je predstavnik faune sisavaca Jugoslavije, koji naše područje naseljava od srednjeg pleistocena. Spolni dimorfizam je izrazit, posebno u pogledu tjelesne težine i rogovlja. Jeleni su teški od 140 do 250 kg i imaju

* Pedagoški fakultet, Ul. Jože Vlahovića 9, YU-54000 Osijek.

** Lovno-šumsko gazdinstvo »Jelen«, YU—54327 Bilje.



Sl. 1 Jelenje rogovlje.
 Fig. 1. Red deer antlers.

na glavi lijepo formirano rogovlje (sl. 1). Nasuprot tome košute su teške od 70 do 140 kg i nikada nemaju rogovlje.

S obzirom na veliku količinu kvalitetnog mesa, kože i rogovlja jelen obični je uvijek bio predmet lova od paleolita do danas. Dok su u početku ljudi lovili jelene u prvom redu zbog mesa i kože, danas ga love uglavnom zbog rogovlja koje predstavlja trofej, a samo sekundarno zbog mesa, kože i drugih dijelova.

Veličina rogovlja ocjenjuje se prema međunarodnom dogovoru po formuli koju je odredio Conseil International de la Chasse (C. I. C.). Mjeri se i subjektivno ocjenjuje 16 elemenata kod rogovlja. Rezultat se izražava u bodovima na temelju čega se vrši ekonomsko vrednovanje ili naplata vrijednosti rogovlja.

Posljednjih godina na tržištu vrijednost rogovlja kao trofeja čini oko 70% ukupne vrijednosti jelenske divljači. Uzimajući te činje-

nice u obzir, ne treba se čuditi da je danas uzgoj jelenske divljači u lovištima usmjeren na uzgoj što većeg broja primjeraka s lijepo razvijenim i velikim rogovljem. U tim nastojanjima osjeća se velika potreba za što boljim upoznavanjem biologije jelena običnog, a posebno razvoja rogovlja.

2. OBRAZLOŽENJE TEME

Uzgoj jelenske divljači s ciljem da se u lovištu odgoji što više primjeraka s kvalitetnim rogovljem zahtijeva puno znanja. Zbog toga su u posljednje vrijeme istraživanja usmjerena u tom pravcu, posebno na upoznavanje rogovlja. Unatoč tome, rast rogovlja jelena običnog s obzirom na starosnu dob do sada nije detaljno istražen iz više razloga. Prvi je taj što je metoda točnog određivanja starosti jelena donedavno bila nepoznata, a drugi što je teško doći do većeg broja ulovljenih jelena za obradu.

Budući da su se u razdoblju od 1967. do 1976. g. uspjeli sakupiti mjerni podaci rogovlja za 1.932 primjerka jelena običnog s područja sjevernog Podunavlja u Jugoslaviji, čija je starost brušenjem zubâ M_1 bila točno određena, odlučeno je da se to obradi. Zeljeo se dobiti odgovor na ova pitanja:

- I. Kolika je srednja vrijednost, minimalna i maksimalna vrijednost dužine grane, nadočnjaka, srednjaka, opseg ruže, opseg grane između nadočnjaka i srednjaka i između srednjaka i krune, težina rogovlja i broj C. I. C. bodova od treće do petnaeste godine života za svaku godinu posebno?
- II. Kada se završava signifikantni rast pojedinih clemenata rogovlja?
- III. Kakva je prosječna veličina rogovlja jelena običnog u populaciji od treće do petnaeste godine života za svaku godinu posebno?

2.1. Materijal i metode

U ovom radu obrađeno je rogovlje 1.932 primjerka jelena običnog. Svi jeleni potječu iz lovišta Lovno-šumskog gazdinstva »Jelen«, koje se nalazi djelomično na području Baranje, a djelomično na području sjeverozapadne Bačke uz rijeku Dunav od jugoslavensko-mađarske granice do Bogojeva. Cjelokupno lovište obuhvaća gotovo 50.000 ha gdje živi matični fond od 4.000 do 6.000 grla jelena običnog.

Jeleni su bili ulovljeni u razdoblju od 1967. do 1976. godine (tabela 1). Starost je određena pomoću brušenja prvoga donjeg kutnjaka M_1 , a rogovlje je izmjerila službena komisija koja je ovlaštena za ocjenjivanje trofeja. Svi podaci mjerenja (sl. 2) uzeti

Branka Bećejac, Jan Brna, Jozsef Mikuska & Josip Valter: Veličina rogovlja jelena običnog (*Cervus elaphus* L., 1758) na području Baranje i sjeverozapadne Bačke s obzirom na starosnu dob. Rad JAZU, 411, 121–149, Zagreb 1984.

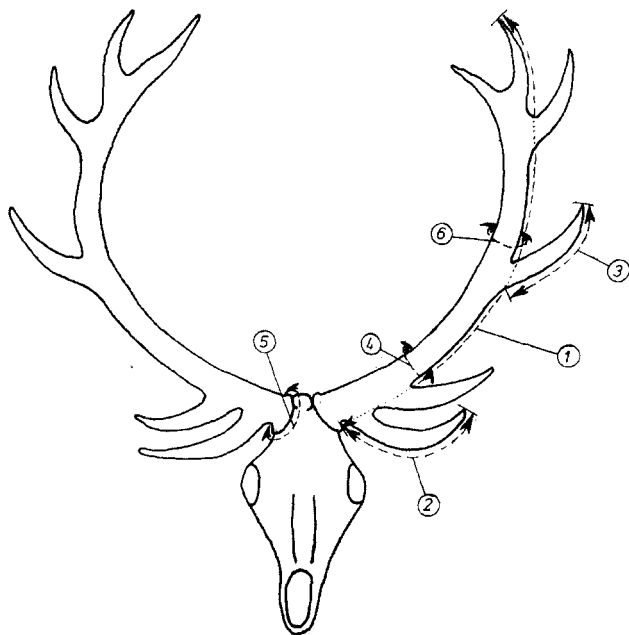
Tabela 1. Pregled broja izmjerenih jelenjih rogovlja po godištim i godinama
Table 1. The number of measured antlers to age and year

God. starosti Age	Godina mjerenja — Year										Sve- ukupno Summe
	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	
3	1	7	13	28	7	7	16	6	2	4	91
4	4	19	44	30	27	32	25	24	19	22	246
5	13	19	34	22	35	44	22	16	24	21	250
6	11	34	33	31	35	45	27	15	23	21	275
7	25	29	33	36	31	31	33	17	19	15	269
8	18	18	22	28	44	22	18	15	17	23	225
9	34	24	26	22	28	24	17	11	13	21	220
10	25	22	22	17	14	8	7	3	6	4	128
11	10	19	12	7	9	3	5	1	2	7	75
12	17	13	19	10	8	2	3	2	1	1	76
13	3	5	12	7	10	3	0	1	0	1	42
14	2	5	5	2	1	0	0	0	0	1	16
15	7	3	5	0	2	1	1	0	0	0	19
Ukupno: Summe:	170	217	280	240	251	222	174	111	126	141	1.932

su prema pravilima za ocjenjivanje jelenjeg rogovlja po zaključku komisije stručnjaka Međunarodnog lovačkog savjeta (Coinseil International de la Chasse — skraćeno C. I. C.), i to:

1. Dužina grane je mjerena s vanjske strane, najkraćim putem od donjeg dijela ruže do vrha najdužeg paroška.
2. Dužina nadočnjaka je mjerena vanjskim rubom od mjesta gdje se nadočnjak vidljivo odvaja od grane do vrha nadočnjaka.
3. Dužina srednjaka je mjerena također vanjskom stranom od mjesta gdje se on vidljivo odvaja od grane pa do njegova vrha.
4. Opseg ruže je mjeran na najdebljem mjestu.
5. Opseg grane između nadočnjaka i srednjaka mjeran je na najtanjem dijelu između dva spomenuta paroška.
6. Opseg grane između srednjaka i krune je mjeran na najtanjem mjestu između spomenutih dijelova rogovlja.
7. Težina rogovlja mjerena je vagom s točnošću ± 10 g.
8. Broj C. I. C. bodova izračunat je na temelju svih navedenih mjera i subjektivnih ocjena prema C. I. C. formuli.

Sve dužinske mjere su uzete čeličnom trakom s točnošću ± 1 milimetar. Iz obrade su isključeni oni elementi koji su bili mehanički oštećeni ili polomljeni.



Sl. 2. Elementi mjerenja rogovlja.

Fig. 2. Parameters for antler's measuring.

1. dužina grane (Length of branch), 2. dužina nadočnjaka (Length of first tine), 3. dužina srednjaka (Length of third tine), 4. opseg, grane između nadočnjaka i srednjaka (Circumference of the branch under the third tine), 5. opseg ruže (Circumference of the coronet), 6. opseg grane između srednjaka i krune (Circumference of the branch over the third tine).

U ovom radu nisu obrađeni podaci o broju parožaka jelenjeg rogovlja, o pojavi ledenjaka ni subjektivne ocjene boje, ikričavosti, raspona rogovlja, oblika krune itd.

Dobiveni mjerni podaci su obrađeni na računalu IBM 370/135 u programskom jeziku PL/I standardnim statističkim metodama.

3. REZULTATI

3.1. Rast dužine rogovlja jelena običnog s obzirom na starosnu dob

Rezultati analize rasta dužine 1.932 komada rogovlja jelena običnog prikazani su u tabeli 2. Vidimo da u 91 komada rogovlja trogodišnjih jelena srednja dužina lijeve grane iznosi 72,271 cm, minimum 57,000 cm, maksimum 97,700 cm, koeficijent varijacije 10,0441%. Srednja dužina desne grane iznosi 71,810 cm, minimum 57,000 cm, maksimum 94,600 cm, a koeficijent varijacije 9,5362%. Srednja dužina obje grane iznosi 72,041 cm.

U četverogodišnjih jelena je izmjereno 246 komada rogovlja. Srednja dužina lijeve grane iznosi 79,152 cm, minimum 60,400 cm, maksimum 103,200 cm, a koeficijent varijacije 9,2404%. Srednja dužina desne grane iznosi 79,233 cm, minimum 61,600 cm, maksimum 105,800 cm, a koeficijent varijacije 9,5578%. Srednja dužina obje grane iznosi 79,192 cm.

U petogodišnjih je izmjereno 248 komada rogovlja za lijevu granu (dvije grane su bile slomljene) i 250 za desnu granu. Srednja dužina lijeve grane iznosi 84,702 cm, minimum 65,400 cm, maksimum 108,000 cm, a koeficijent varijacije 9,9206%. Srednja dužina desne grane iznosi 84,653 cm, minimum 61,400 cm, maksimum 109,200 cm, a koeficijent varijacije 9,7279%. Srednja dužina obje grane iznosi 84,677 cm.

U šestogodišnjih je izmjereno 275 komada rogovlja. Srednja dužina lijeve grane iznosi 91,031 cm, minimum 67,000 cm, maksimum 108,000 cm, koeficijent varijacije 8,2763%. Srednja dužina desne grane iznosi 91,288 cm, minimum 64,200 cm, maksimum 111,700 cm, a koeficijent varijacije 8,2157%. Srednja dužina obje grane iznosi 91,159 cm.

U sedmogodišnjih je izmjereno 269 komada rogovlja. Srednja dužina lijeve grane iznosi 95,516 cm, minimum 64,000 cm, maksimum 118,300 cm, a koeficijent varijacije 8,9409%. Srednja dužina desne grane iznosi 96,263 cm, minimum 64,500 cm, maksimum 119,000 cm, koeficijent varijacije 8,7728%. Srednja dužina obje grane je 95,889 cm.

U osmogodišnjih je izmjereno 225 komada rogovlja. Srednja dužina lijeve grane iznosi 100,494 cm, minimum 79,600 cm, maksimum 121,600 cm, a koeficijent varijacije 7,4223%. Srednja dužina desne grane iznosi 100,598 cm, minimum 77,700 cm, maksimum 119,700 cm, a koeficijent varijacije 7,3073%. Srednja dužina obje grane je 100,546 cm.

U devetogodišnjih je izmjereno 220 komada rogovlja. Srednja dužina lijeve grane iznosi 102,888 cm, minimum 85,300 cm, maksimum 123,000 cm, a koeficijent varijacije 6,9366%. Srednja dužina desne grane iznosi 102,909 cm, minimum 81,000 cm, maksimum 120,000 cm, a koeficijent varijacije 6,9109%. Srednja dužina obje grane iznosi 102,898 cm.

U desetogodišnjih je izmjereno 128 komada rogovlja. Srednja vrijednost lijeve grane iznosi 103,932 cm, minimum 74,500 cm, maksimum 120,000 cm, koeficijent varijacije 7,0478%. Srednja vrijednost desne grane je 104,932 cm, minimum 82,200 cm, maksimum 121,200 cm, a koeficijent varijacije 6,6577%. Srednja dužina obje grane iznosi 104,034 cm.

U jedanaestogodišnjih je izmjereno 75 komada rogovlja. Srednja dužina lijeve grane iznosi 105,112 cm, minimum 83,800 cm, maksimum 122,600 cm, a koeficijent varijacije 7,3473%. Srednja vrijednost desne grane je 105,237 cm, minimum 82,500 cm, maksimum 122,200 cm, a koeficijent varijacije 7,4698%. Srednja dužina obje grane iznosi 105,174 cm.

U dvanaestogodišnjih je izmjereno 76 komada rogovlja. Srednja dužina lijeve grane iznosi 103,721 cm. Minimum je 74,700 cm, maksimum 121,000 cm, a koeficijent varijacije 7,1297%. Srednja vrijednost desne grane iznosi 102,721 cm, minimum 76,300 cm, maksimum 123,200 cm, koeficijent varijacije 7,1590%. Srednja dužina obje grane je 103,292 cm.

U trinaestogodišnjih su izmjerena 42 komada rogovlja. Srednja dužina lijeve grane iznosi 105,307 cm, minimum 83,400 cm, maksimum 118,500 cm, a koeficijent varijacije 6,8570%. Srednja dužina desne grane iznosi 104,597 cm, minimum 84,000 cm, maksimum 119,700 cm, koeficijent varijacije 7,4600%. Srednja dužina obje grane iznosi 104,952 cm.

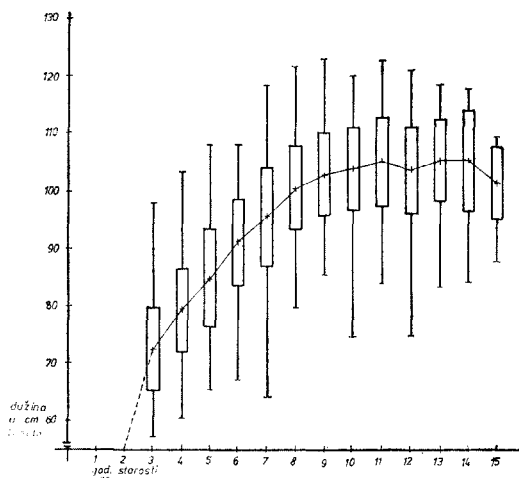
U četrnaestogodišnjih je izmjereno 16 komada rogovlja. Srednja dužina lijeve grane iznosi 105,312 cm, minimum 84,000 cm, maksimum 117,600 cm, koeficijent varijacije 8,2896%. Srednja dužina desne grane je 107,556 cm, minimum 82,000 cm, maksimum 119,300 cm, a koeficijent varijacije 9,0241%. Srednja dužina obje grane iznosi 106,434 cm.

U petnaestogodišnjih je izmjereno 19 komada rogovlja. Srednja dužina lijeve grane iznosi 101,489 cm, minimum 87,700 cm, maksimum 109,400 cm, koeficijent varijacije 6,3021%. Srednja dužina desne grane iznosi 102,278 cm, minimum 87,400 cm, maksimum 111,800 cm, a koeficijent varijacije 6,3552%. Srednja dužina obje grane iznosi 101,884 cm.

Analizom je ustanovljeno da nema signifikantne razlike između dužine lijeve i desne grane od trogodišnjih do petnaestogodišnjih jelena.

Daljom analizom je utvrđeno da dužina grane jelenjeg rogovlja signifikantno raste do desete godine (sl. 3 i 4). Od jedanaeste do četrnaeste godine nema signifikantnog rasta. U petnaestoj godini rast pokazuje negativnu tendenciju i signifikantno opada.

Tempo rasta dužine grane poslije treće godine iznosi 7,151 cm, poslije četvrte 5,485 cm, poslije pete 6,482 cm, poslije šeste 4,730 cm, poslije sedme 4,657 cm, poslije osme 2,352 cm, poslije devete



Sl. 3. Dužina lijeve grane.

Fig. 3. Length of the left branch.

1,136 cm. Od desete do četrnaeste rast varira u opsegu od 2 cm s obzirom na prethodne godine. Nakon četrnaeste godine dužine grane signifikantno se smanjuje.

3.2. Rast dužine nadočnjaka

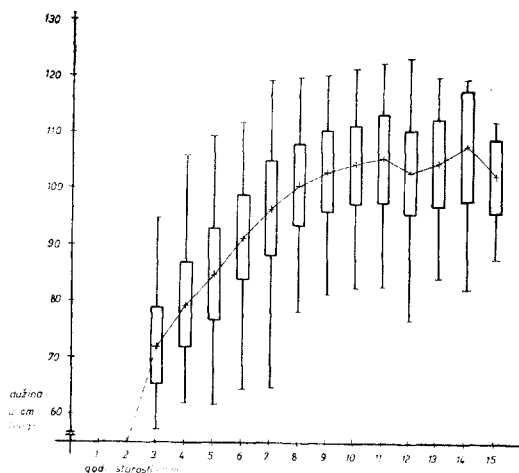
U trogodišnjih jelena srednja dužina lijevog nadočnjaka iznosi 26,149 cm, minimum 13,000 cm, maksimum 35,500 cm, koeficijent varijacije 18,8687% (tabela 2). Srednja dužina desnog nadočnjaka je 25,638 cm, minimum 8,500 cm, maksimum 33,400 cm, koeficijent varijacije 20,6841%. Srednja dužina oba nadočnjaka je 25,893 cm.

U četverogodišnjih srednja dužina lijevog nadočnjaka iznosi 28,605 cm, minimum 3,000 cm, maksimum 41,000 cm, koeficijent varijacije 18,2240%. Srednja dužina desnog nadočnjaka je 28,708 cm, minimum 7,000 cm, maksimum 42,500 cm, a koeficijent varijacije 16,1522%. Srednja dužina oba nadočnjaka je 28,657 cm.

U petogodišnjih srednja dužina lijevog nadočnjaka iznosi 31,678 cm, minimum 9,000 cm, maksimum 44,000 cm, koeficijent varijacije 15,5439%. Srednja dužina desnog nadočnjaka iznosi 31,210 cm, minimum 3,500 cm, maksimum 43,600 cm, a koeficijent varijacije 15,9692%. Srednja dužina oba nadočnjaka je 31,443 cm.

Tabela 2. Prosječna veličina rogovlja jelena običnog, *Cervus elaphus* L., 1758, starih od 3 do 15 godinaTable 2. Average dimensions of the antlers of red deer, *Cervus elaphus* L., 1758, in the age from 3 to 15 years

Mjere Measures	Starost Age Broj primjera Numbers of specimens	3 god. years n = 91	4 god. years n = 246	5 god. years n = 250	6 god. years n = 275	7 god. years n = 269	8 god. years n = 225	9 god. years n = 220	10 god. years n = 128	11 god. years n = 75	12 god. years n = 76	13 god. years n = 42	14 god. years n = 16	15 god. years n = 19
Dužina grane u cm Length of branch in cm		72,401	79,192	84,677	91,159	95,889	100,546	102,898	104,034	105,174	103,292	104,952	106,434	101,884
Dužina nadočnjaka u cm Length of first tine in cm		25,893	28,675	31,443	33,432	35,125	36,380	37,229	37,732	37,909	37,849	38,534	37,078	38,044
Dužina srednjaka u cm Length of third tine in cm		24,519	26,550	28,610	32,305	33,735	35,256	37,199	38,043	37,432	38,330	39,421	36,923	37,000
Opseg ruže u cm Circumference of coronet in cm		19,007	20,518	21,753	22,610	23,572	24,513	24,822	25,461	25,602	25,644	25,773	26,640	25,531
Opseg između nadočnjaka i srednjaka u cm Circumference of the branch under the third tine in cm		10,930	11,938	12,768	13,622	14,196	14,956	15,255	15,500	15,511	15,355	15,621	15,971	15,352
Opseg između srednjaka i krune u cm Circumference of the branch over the third tine in cm		9,490	10,416	11,266	12,121	12,683	13,396	13,727	13,891	13,891	13,815	13,886	14,171	13,700
Težina rogovlja u kg Weight of antlers in kg		2,622	3,265	4,068	4,853	5,494	6,239	6,683	6,796	6,866	6,650	6,891	7,082	6,274
Ukupno C. I. C. bodova C. I. C. points		129,050	143,231	155,437	168,259	176,914	187,585	193,048	195,301	195,858	194,556	198,407	199,683	193,370



Sl. 4. Dužina desne grane.

Fig. 4. Length of right branch.

U šestogodišnjih srednja dužina lijevog nadočnjaka iznosi 33,731 cm, minimum 14,000 cm, maksimum 45,200 cm, a koeficijent varijacije 14,0345%. Srednja dužina desnog nadočnjaka iznosi 33,133 cm, minimum 15,700 cm, maksimum 48,200 cm, a koeficijent varijacije 14,3935%. Srednja dužina oba nadočnjaka iznosi 33,432%.

U sedmogodišnjih srednja dužina lijevog nadočnjaka iznosi 35,111 cm, minimum 9,500 cm, maksimum 51,000 cm, koeficijent varijacije 15,0408%. Srednja dužina desnog nadočnjaka iznosi 35,139 cm, minimum 17,100 cm, maksimum 68,400 cm, a koeficijent varijacije 15,8968%. Srednja dužina oba nadočnjaka iznosi 35,125 cm.

U osmogodišnjih srednja dužina lijevog nadočnjaka iznosi 36,303 cm, minimum 23,000 cm, maksimum 51,000 cm, koeficijent varijacije 13,9850%. Srednja dužina desnih nadočnjaka iznosi 36,457 cm, minimum 20,000 cm, maksimum 54,500 cm, koeficijent varijacije 14,1289%. Srednja dužina oba nadočnjaka iznosi 36,380 cm.

U devetogodišnjih srednja dužina lijevog nadočnjaka iznosi 37,263 cm, minimum 22,200 cm, maksimum 55,000 cm, koeficijent varijacije 13,4190%. Srednja dužina desnog nadočnjaka iznosi 37,189 cm, minimum 24,300 cm, maksimum 56,000 cm, a koeficijent varijacije 13,6895%. Srednja dužina oba nadočnjaka iznosi 37,229 cm.

U desetogodišnjih srednja dužina lijevog nadočnjaka iznosi 38,097 cm, minimum 22,500 cm, maksimum 51,300 cm, koeficijent varijacije 14,8148%. Srednja dužina desnog nadočnjaka iznosi 37,379 cm, minimum 11,500 cm, maksimum 53,000 cm, koeficijent varijacije 15,1689%. Srednja dužina oba nadočnjaka je 37,732 cm.

U jedanaestogodišnjih srednja dužina lijevog nadočnjaka iznosi 38,206 cm, minimum 26,200 cm, maksimum 50,500 cm, koeficijent varijacije 14,6128%. Srednja dužina desnog nadočnjaka je 37,612 cm, minimum 22,200 cm, maksimum 50,000 cm, koeficijent varijacije 15,8061%. Srednja dužina oba nadočnjaka je 37,909 cm.

U dvanaestogodišnjih srednja dužina lijevog nadočnjaka iznosi 37,977 cm, minimum 16,800 cm, maksimum 52,100 cm, a koeficijent varijacije 15,9017%. Srednja dužina desnog nadočnjaka iznosi 37,721 cm, minimum 27,300 cm, maksimum 52,400 cm, a koeficijent varijacije 13,8066%. Srednja dužina oba nadočnjaka je 37,849 cm.

U trinaestogodišnjih srednja dužina lijevog nadočnjaka iznosi 38,692 cm, minimum 20,500 cm, maksimum 51,700 cm, koeficijent varijacije 16,7114%. Srednja dužina desnog nadočnjaka iznosi 38,376 cm, minimum 23,800 cm, maksimum 55,500 cm, koeficijent varijacije 17,2633%. Srednja dužina oba nadočnjaka iznosi 38,534 cm.

U četrnaestogodišnjih srednja dužina lijevog nadočnjaka iznosi 37,012 cm, minimum 13,000 cm, maksimum 46,200 cm, a koeficijent varijacije 20,6635%. Srednja dužina desnog nadočnjaka iznosi 37,143 cm, minimum 16,000 cm, maksimum 47,500 cm, a koeficijent varijacije 19,2687%. Srednja dužina oba nadočnjaka iznosi 37,078 cm.

U petnaestogodišnjih srednja dužina lijevog nadočnjaka iznosi 37,463 cm, minimum 24,300 cm, maksimum 54,400 cm, koeficijent varijacije 19,0321%. Srednja dužina desnog nadočnjaka iznosi 38,626 cm, minimum 18,200 cm, maksimum 60,000 cm, a koeficijent varijacije 24,5922%. Srednja dužina oba nadočnjaka je 38,044 cm.

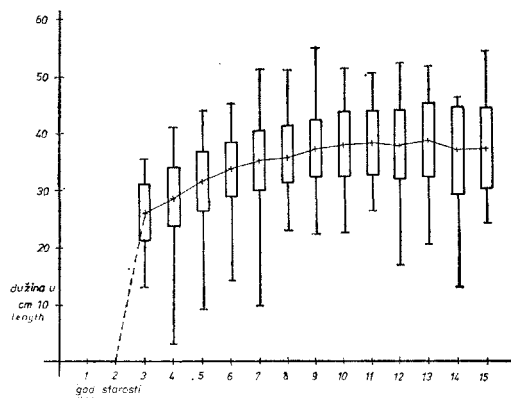
Prema rezultatima analiza nema signifikantnih razlika između dužine lijevog i desnog nadočnjaka.

U običnog jelena nadočnjaci signifikantno rastu do devete godine života (sl. 5 i 6). Od desete do petnaeste godine u rastu nadočnjaka nema signifikantnih razlika.

Tempo rasta dužine nadočnjaka poslije treće godine iznosi 2,764 cm, poslije četvrte 2,786 cm, pete 1,989 cm, šeste 1,693 cm, sedme 1,255 cm i poslije osme 0,849 cm. Od devete do petnaeste godine rast varira unutar opsega 1,456 cm.

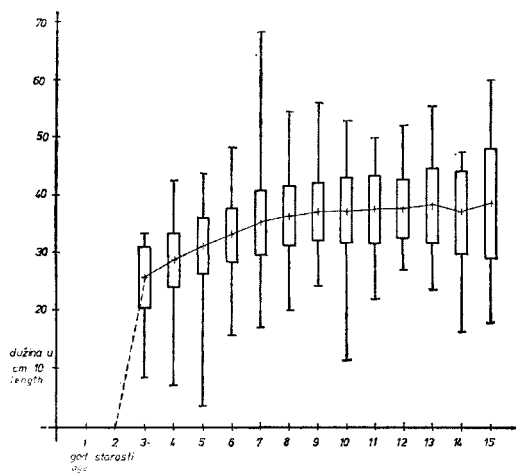
3.3. Rast dužine srednjaka

U trogodišnjih jelena srednja dužina lijevog srednjaka iznosi 24,516 cm, minimum 6,000 cm, maksimum 45,000 cm, koeficijent varijacije 27,1863% (tabela 2). Srednja dužina desnog srednjaka iznosi 24,522 cm, minimum 4,000 cm, maksimum 41,500 cm, a koeficijent varijacije 25,0632%. Srednja dužina oba srednjaka iznosi 24,519 cm.



Sl. 5. Dužina lijevog nadočnjaka.

Fig. 5. Length of the left first tine.



Sl. 6. Dužina desnog nadočnjaka.

Fig. 6. Length of the right first tine.

U četverogodišnjih srednja dužina lijevog srednjaka iznosi 26,315 cm, minimum 5,000 cm, maksimum 45,000 cm, koeficijent varijacije 21,4934%. Srednja dužina desnog srednjaka iznosi 26,788 cm, minimum 6,000 cm, maksimum 43,500 cm, a koeficijent varijacije 22,0770%. Srednja dužina oba srednjaka je 26,550 cm.

U petogodišnjih srednja dužina lijevog srednjaka iznosi 28,472 cm, minimum 5,200 cm, maksimum 43,100 cm, koeficijent varijacije 22,5835%. Srednja dužina desnog srednjaka iznosi 28,748 cm, minimum 8,000 cm, maksimum 43,600 cm, a koeficijent varijacije 21,1771%. Srednja dužina oba srednjaka iznosi 28,610 cm.

U šestogodišnjih srednja dužina lijevog srednjaka iznosi 32,114 cm, minimum 4,000 cm, maksimum 55,800 cm, koeficijent varijacije 19,6051%. Srednja vrijednost desnog srednjaka iznosi 32,498 cm, minimum 15,400 cm, maksimum 52,300 cm, a koeficijent varijacije 18,9427%. Srednja dužina oba srednjaka iznosi 32,305 cm.

U sedmogodišnjih srednja dužina lijevog srednjaka iznosi 33,645 cm, minimum 11,000 cm, maksimum 50,700 cm, koeficijent varijacije 19,6165%. Srednja dužina desnog srednjaka iznosi 33,825 cm, minimum 7,800 cm, maksimum 53,000 cm, a koeficijent varijacije 20,2158%. Srednja dužina oba srednjaka iznosi 33,735 cm.

U osmogodišnjih srednja dužina lijevog srednjaka iznosi 35,180 cm, minimum 4,000 cm, maksimum 56,400 cm, a koeficijent varijacije 19,3661%. Srednja dužina desnog srednjaka iznosi 35,333 cm, minimum 4,500 cm, maksimum 51,300 cm, a koeficijent varijacije 19,2086%. Srednja vrijednost oba srednjaka iznosi 35,256 cm.

U devetogodišnjih srednja vrijednost lijevog srednjaka iznosi 37,328 cm, minimum 19,300 cm, maksimum 56,000 cm, a koeficijent varijacije 17,2417%. Srednja vrijednost desnog srednjaka iznosi 37,071 cm, minimum 13,000 cm, maksimum 65,700 cm, a koeficijent varijacije 18,2002%. Srednja vrijednost oba srednjaka je 37,199 cm.

U desetogodišnjih srednja dužina lijevog srednjaka iznosi 37,892 cm, minimum 23,200 cm, maksimum 57,800 cm, a koeficijent varijacije 16,7977%. Srednja dužina desnog srednjaka iznosi 38,194 cm, minimum 24,300 cm, maksimum 52,700 cm, a koeficijent varijacije 15,0939%. Srednja dužina oba srednjaka je 38,043 cm.

U jedanaestogodišnjih srednja dužina lijevog srednjaka iznosi 36,972 cm, minimum 18,000 cm, maksimum 56,500 cm, a koeficijent varijacije 18,300%. Srednja vrijednost desnog srednjaka iznosi 37,898 cm, minimum 24,600 cm, maksimum 58,000 cm, a koeficijent varijacije 17,9455%. Srednja vrijednost oba srednjaka iznosi 37,432 cm.

U dvanaestogodišnjih srednja dužina lijevog srednjaka iznosi 38,596 cm, minimum 21,000 cm, maksimum 52,000 cm, koeficijent varijacije 18,9320%. Srednja dužina desnog srednjaka iznosi 38,064 cm, minimum 23,500 cm, maksimum 56,000 cm, a koeficijent varijacije 18,0380%. Srednja dužina oba srednjaka je 38,330 cm.

U trinaestogodišnjih srednja dužina lijevog srednjaka iznosi 39,478 cm, minimum 25,400 cm, maksimum 57,500 cm, koeficijent varijacije 18,4431%. Srednja dužina desnog srednjaka iznosi 39,364 cm, minimum 29,500 cm, maksimum 59,500 cm, a koeficijent varijacije 18,2273%. Srednja dužina oba srednjaka iznosi 39,421 cm.

U četrnaestogodišnjih srednja dužina lijevog srednjaka iznosi 36,666 cm, minimum 14,500 cm, maksimum 57,200 cm, koeficijent varijacije 25,8850%. Srednja dužina desnog srednjaka iznosi 37,180 cm, minimum 12,500 cm, maksimum 51,300 cm, a koeficijent varijacije 24,1608%. Srednja dužina oba srednjaka je 36,923 cm.

U petnaestogodišnjih srednja dužina lijevog srednjaka iznosi 37,310 cm, minimum 21,000 cm, maksimum 60,000 cm, koeficijent varijacije 28,2819%. Srednja vrijednost desnog srednjaka iznosi 36,689 cm, minimum 20,300 cm, maksimum 57,500 cm, a koeficijent varijacije 25,5171%. Srednja vrijednost oba srednjaka je 37,000 cm.

U jelena običnog nema signifikantne razlike između dužine lijevog i desnog srednjaka.

U jelena običnog srednjaci signifikantno rastu do devete godine (sl. 7 i 8). Nakon toga od desete do petnaeste godine nema signifikantnih razlika u rastu srednjaka.

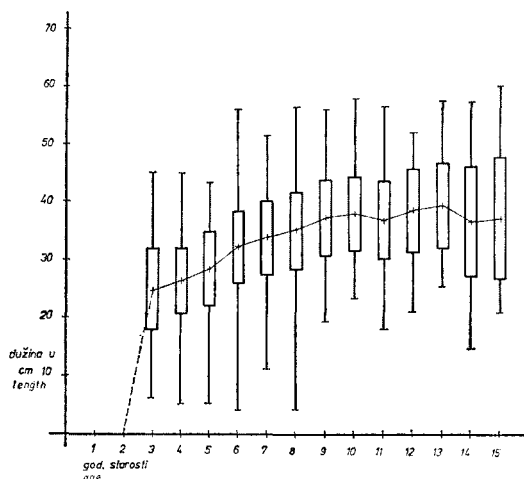
Tempo rasta dužine srednjaka poslije treće godine iznosi 2,031 cm, četvrte 2,060 cm, pete 3,695 cm, šeste 1,430 cm, sedme 1,521 cm i poslije osme 1,943 cm. Od devete do petnaeste godine varira uglavnom unutar jednog centimetra osim u trinaestoj godini kada to iznosi —2,498 cm s obzirom na prethodnu godinu.

3.4. Rast opsega ruže

U trogodišnjih jelena srednja vrijednost opsega lijeve ruže iznosi 19,029 cm, minimum 14,300 cm, maksimum 22,800 cm, koeficijent varijacije 9,6747%. Srednja vrijednost opsega desne ruže je 18,985 cm, minimum 14,200 cm, maksimum 22,800 cm, a koeficijent varijacije 9,4601%. Srednja vrijednost opsega obiju ruža je 19,007 cm (tabela 2).

U četverogodišnjih srednja vrijednost opsega lijeve ruže iznosi 20,510 cm, minimum 16,000 cm, maksimum 26,400 cm, koeficijent varijacije 8,7957%. Srednja vrijednost opsega desne ruže iznosi 20,526 cm, minimum 16,100 cm, maksimum 26,500 cm, a koeficijent varijacije 8,7157%. Srednja vrijednost opsega obiju ruža iznosi 20,518 cm.

U petogodišnjih srednja vrijednost opsega lijeve ruže iznosi 21,755 cm, minimum 16,900 cm, maksimum 28,800 cm, a koeficijent varijacije 8,6141%. Srednja vrijednost opsega desne ruže iznosi 21,751 cm, minimum 16,700 cm, maksimum 28,300 cm, a koeficijent varijacije 8,1789%. Srednja vrijednost obaju ruža iznosi 21,753 cm.



Sl. 7. Dužina lijevog srednjaka.

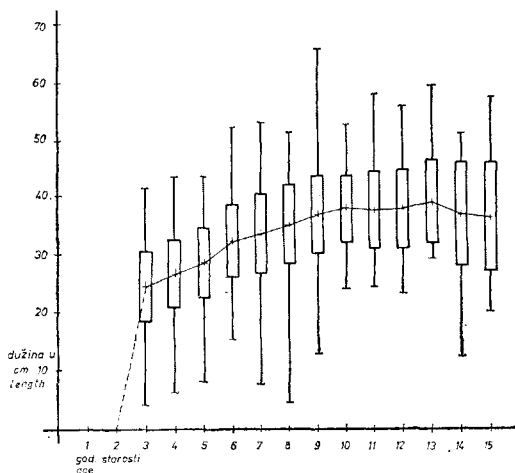
Fig. 7. Length of the left third tine.

U šestogodišnjih srednja vrijednost opsega lijeve ruže iznosi 22,554 cm, minimum 15,900 cm, maksimum 30,600 cm, koeficijent varijacije 9,1025%. Srednja vrijednost opsega desne ruže iznosi 22,666 cm, minimum 15,800 cm, maksimum 31,500 cm, a koeficijent varijacije 9,1105%. Srednja vrijednost obiju ruža iznosi 22,610 cm.

U sedmogodišnjih srednja vrijednost opsega lijeve ruže iznosi 23,549 cm, minimum 14,500 cm, maksimum 29,400 cm, koeficijent varijacije 8,6118%. Srednja vrijednost opsega desne ruže iznosi 23,594 cm, minimum 18,200 cm, maksimum 31,000 cm, a koeficijent varijacije 8,3453%. Srednja vrijednost obiju ruža iznosi 23,572 cm.

U osmogodišnjih srednja vrijednost opsega lijeve ruže iznosi 24,468 cm, minimum 19,800 cm, maksimum 32,000 cm, koeficijent varijacije 7,6835%. Srednja vrijednost opsega desne ruže iznosi 24,558 cm, minimum 19,300 cm, maksimum 32,000 cm, a koeficijent varijacije 7,9118%. Srednja vrijednost obiju ruža iznosi 24,513 cm.

U devetogodišnjih srednja vrijednost opsega lijeve ruže iznosi 24,832 cm, minimum 20,200 cm, maksimum 31,800 cm, koeficijent



Sl. 8. Dužina desnog srednjaka.

Fig. 8. Length of the right third tine.

varijacije 8,4729%. Srednja vrijednost opsega desne ruže iznosi 24,811 cm, minimum 20,200 cm, maksimum 32,200 cm, a koeficijent varijacije 8,2664%. Srednja vrijednost obiju ruža iznosi 24,822 cm.

U desetogodišnjih srednja vrijednost opsega lijeve ruže iznosi 25,432 cm, minimum 19,500 cm, maksimum 31,200 cm, koeficijent varijacije 8,4460%. Srednja vrijednost opsega desne ruže iznosi 25,491 cm, minimum 20,700 cm, maksimum 30,200 cm, a koeficijent varijacije 7,7988%. Srednja vrijednost obiju ruža iznosi 25,461 cm.

U jedanaestogodišnjih srednja vrijednost opsega lijeve ruže iznosi 25,548 cm, minimum 21,500 cm, maksimum 30,700 cm, koeficijent varijacije 8,2863%. Srednja vrijednost opsega desne ruže iznosi 25,656 cm, minimum 20,900 cm, maksimum 32,000 cm, a koeficijent varijacije 8,4658%. Srednja vrijednost obiju ruža iznosi 25,602 cm.

U dvanaestogodišnjih srednja vrijednost opsega lijeve ruže iznosi 25,634 cm, minimum 20,700 cm, maksimum 32,600 cm, koeficijent varijacije 8,4263%. Srednja vrijednost opsega desne ruže

iznosi 25,653 cm, minimum 21,100 cm, maksimum 32,400 cm, a koeficijent varijacije 8,7592%. Srednja vrijednost opsega obiju ruža iznosi 25,644 cm.

U trinaestogodišnjih srednja vrijednost opsega lijeve ruže iznosi 25,800 cm, minimum 19,300 cm, maksimum 31,700 cm, koeficijent varijacije 9,4379%. Srednja vrijednost opsega desne ruže iznosi 25,747 cm, minimum 19,00 cm, maksimum 31,700 cm, a koeficijent varijacije 9,6477%. Srednja vrijednost opsega obiju ruža iznosi 25,773 cm.

U četrnaestogodišnjih srednja vrijednost opsega lijeve ruže iznosi 26,637 cm, minimum 23,400 cm, maksimum 30,900 cm, koeficijent varijacije 8,9649%. Srednja vrijednost opsega desne ruže iznosi 26,643 cm, minimum 22,500 cm, maksimum 31,400 cm, a koeficijent varijacije 9,6122%. Srednja vrijednost opsega obiju ruža iznosi 26,640 cm.

U petnaestogodišnjih srednja vrijednost opsega lijeve ruže iznosi 25,515 cm, minimum 20,900 cm, maksimum 32,100 cm, koeficijent varijacije 9,9235%. Srednja vrijednost opsega desne ruže iznosi 25,547 cm, minimum 21,800 cm, maksimum 32,200 cm, a koeficijent varijacije 9,7506%. Srednja vrijednost obiju ruža iznosi 25,531 cm.

Između opsega i rasta opsega lijeve i desne ruže signifikantne razlike nema.

U jelena običnog ruža signifikantno raste do desete godine (sl. 9 i 10). Od jedanaeste do petnaeste godine nema signifikantnih razlika u rastu ruže.

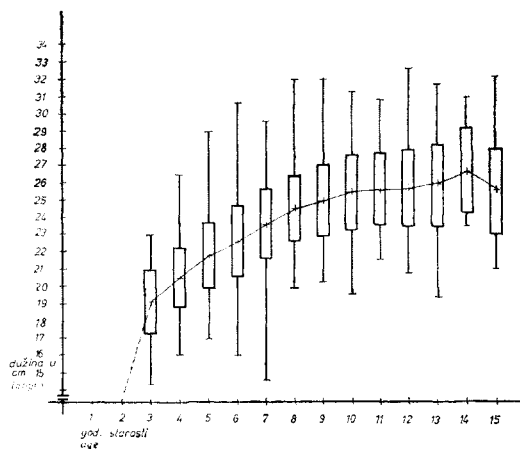
Tempo rasta opsega ruže poslije treće godine iznosi 1,511 cm, četvrte 1,235 cm, pete 0,857 cm, šeste 0,962 cm, sedme 0,941, osme 0,309 i poslije devete 0,639 cm. Od desete do petnaeste godine rast varira unutar 0,1 cm, izuzev trinaestu i četrnaestu kada ta vrijednost dosegne čak —1,109 cm.

3.5. Rast opsega grane između nadočnjaka i srednjaka

U trogodišnjih jelena srednja vrijednost opsega lijeve grane između nadočnjaka i srednjaka, odnosno donjeg opsega, iznosi 10,925 cm, minimum 8,200 cm, maksimum 13,200 cm, koeficijent varijacije 10,2608%. Srednja vrijednost donjeg opsega desne grane iznosi 10,935 cm, minimum 8,200 cm, maksimum 13,600 cm, koeficijent varijacije 10,7636%. Srednja vrijednost donjeg opsega obiju grana iznosi 10,930 cm.

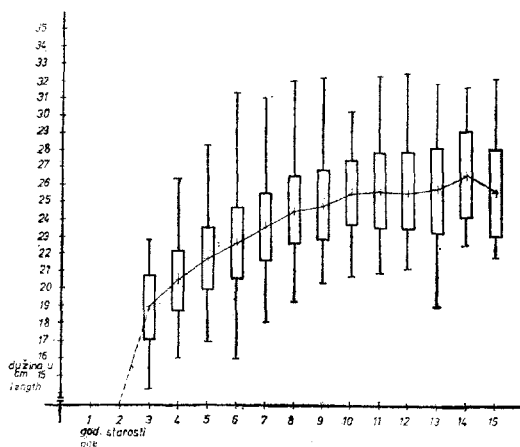
U četverogodišnjih srednja vrijednost donjeg opsega lijeve grane iznosi 11,930 cm, minimum 9,100 cm, maksimum 15,500 cm, koeficijent varijacije 9,1785%. Srednja vrijednost donjeg opsega desne grane iznosi 11,945 cm, minimum 9,300 cm, maksimum 15,700 cm, a koeficijent varijacije 9,3930%. Srednja vrijednost opsega obiju grana iznosi 11,938 cm.

Branka Bečejac, Jan Brna, Jozsef Mikuška & Josip Valter: Veličina rogovića jelena običnog (*Cervus elaphus* L., 1758) na području Baranje i sjeverozapadne Bačke s obzirom na starosnu dob.
Rad JAZU, 411, 121–149, Zagreb 1964.



Sl. 9. Opseg lijeve ruže.

Fig. 9. Circumference of the left coronet.



Sl. 10. Opseg desne ruže.

Fig. 10. Circumference of the right coronet.

U petogodišnjih srednja vrijednost donjeg opsega lijeve grane iznosi 12,777 cm, minimum 9,800 cm, maksimum 17,100 cm, koeficijent varijacije 9,5092%. Srednja vrijednost donjeg opsega desne grane iznosi 12,760 cm, minimum 9,800 cm, maksimum 16,200 cm, a koeficijent varijacije 9,4905%. Srednja vrijednost donjeg opsega obiju grana iznosi 12,768 cm.

U šestogodišnjih srednja vrijednost donjeg opsega lijeve grane iznosi 13,592 cm, minimum 10,300 cm, maksimum 17,400 cm, koeficijent varijacije 10,1603%. Srednja vrijednost donjeg opsega desne grane iznosi 13,652 cm, minimum 10,300 cm, maksimum 18,200 cm, a koeficijent varijacije 9,7934%. Srednja vrijednost donjeg opsega obiju grana iznosi 13,622 cm.

U sedmogodišnjih srednja vrijednost donjeg opsega lijeve grane iznosi 14,167 cm, minimum 10,100 cm, maksimum 19,000 cm, koeficijent varijacije 9,4162%. Srednja vrijednost donjeg opsega desne grane iznosi 14,224 cm, minimum 10,000 cm, maksimum 18,900 cm, a koeficijent varijacije 9,2800%. Srednja vrijednost donjeg opsega obiju grana iznosi 14,196 cm.

U osmogodišnjih srednja vrijednost donjeg opsega lijeve grane iznosi 14,952 cm, minimum 10,600 cm, maksimum 20,000 cm, koeficijent varijacije 10,0321%. Srednja vrijednost donjeg opsega desne grane iznosi 14,960 cm, minimum 10,600 cm, maksimum 19,900 cm, a koeficijent varijacije 9,2713%. Srednja vrijednost donjeg opsega obiju grana iznosi 14,956 cm.

U devetogodišnjih srednja vrijednost donjeg opsega lijeve grane iznosi 15,276 cm, minimum 10,700 cm, maksimum 21,500 cm, koeficijent varijacije 9,2694%. Srednja vrijednost donjeg opsega desne grane iznosi 15,235 cm, minimum 11,000 cm, maksimum 20,000 cm, a koeficijent varijacije 8,6380%. Srednja vrijednost donjeg opsega obiju grana iznosi 15,255 cm.

U desetogodišnjih srednja vrijednost donjeg opsega lijeve grane iznosi 15,444 cm, minimum 12,500 cm, maksimum 19,800 cm, koeficijent varijacije 8,3657%. Srednja vrijednost donjeg opsega desne grane iznosi 15,555 cm, minimum 12,800 cm, maksimum 20,000 cm, a koeficijent varijacije 8,7753%. Srednja vrijednost donjeg opsega obiju grana iznosi 15,500 cm.

U jedanaestogodišnjih srednja vrijednost donjeg opsega lijeve grane iznosi 15,466 cm, minimum 12,600 cm, maksimum 18,000 cm, koeficijent varijacije 7,7848%. Srednja vrijednost donjeg opsega desne grane iznosi 15,556 cm, minimum 12,100 cm, maksimum 20,000 cm, a koeficijent varijacije 9,2761%. Srednja vrijednost donjeg opsega obiju grana iznosi 15,511 cm.

U dvanaestogodišnjih jelena srednja vrijednost donjeg opsega lijeve grane iznosi 15,388 cm, minimum 12,300 cm, maksimum 19,100 cm, koeficijent varijacije 9,4359%. Srednja vrijednost donjeg opsega desne grane iznosi 15,322 cm, minimum 12,200 cm, maksimum 19,100 cm, a koeficijent varijacije 10,2532%. Srednja vrijednost donjeg opsega obiju grana iznosi 15,355 cm.

U trinaestogodišnjih srednja vrijednost donjeg opsega lijeve grane iznosi 15,626 cm, minimum 11,600 cm, maksimum 18,200 cm, koeficijent varijacije 9,0490%. Srednja vrijednost donjeg opsega desne grane iznosi 15,616 cm, minimum 11,800 cm, maksimum 22,600 cm, a koeficijent varijacije 11,2064%. Srednja vrijednost donjeg opsega obiju grana iznosi 15,621 cm.

U četrnaestogodišnjih srednja vrijednost donjeg opsega lijeve grane iznosi 16,256 cm, minimum 13,300 cm, maksimum 22,200 cm, koeficijent varijacije 13,8533%. Srednja vrijednost donjeg opsega desne grane iznosi 15,687 cm, minimum 12,600 cm, maksimum 20,400 cm, a koeficijent varijacije 12,3988%. Srednja vrijednost donjeg opsega obiju grana iznosi 15,971 cm.

U petnaestogodišnjih srednja vrijednost donjeg opsega lijeve grane iznosi 15,426 cm, minimum 13,100 cm, maksimum 20,400 cm, koeficijent varijacije 10,8777%. Srednja vrijednost donjeg opsega desne grane iznosi 15,278 cm, minimum 13,600 cm, maksimum 19,000 cm, a koeficijent varijacije 9,9489%. Srednja vrijednost donjeg opsega obiju grana iznosi 15,352 cm.

Između opsega i rasta donjeg opsega lijeve i desne grane nema signifikantne razlike.

U jelena običnog opseg grane između nadočnjaka i srednjaka signifikantno raste do desete godine (sl. 11 i 12). Od jedanaeste do petnaeste godine u rastu nema signifikantnih razlika.

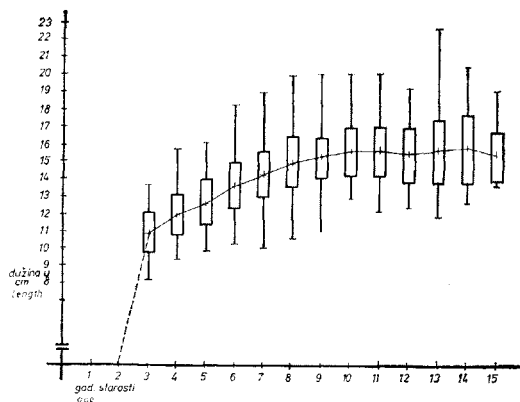
Tempo rasta opsega grane između nadočnjaka i srednjaka poslije treće godine iznosi 1,008 cm, četvrte 0,830 cm, pete 0,850 cm, šeste 0,574 cm, sedme 0,760 cm, osme 0,299 cm i poslije devete 0,245 cm. Nakon toga od desete do petnaeste godine varira od 0,011 do —0,619 cm.

3.6. Rast opsega grane između srednjaka i krune

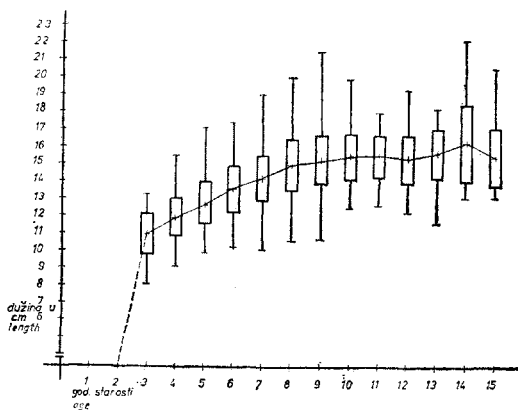
U trogodišnjih jelena srednja vrijednost opsega lijeve grane između srednjaka i krune, odnosno gornji opseg iznosi 9,478 cm, minimum 7,400 cm, maksimum 11,700 cm, koeficijent varijacije 10,0970%. Srednja vrijednost gornjeg opsega desne grane iznosi 9,501 cm, minimum 6,500 cm, maksimum 14,300 cm, koeficijent varijacije 11,6724%. Srednja vrijednost gornjeg opsega obiju grana iznosi 9,490 cm (tabela 2).

U četverogodišnjih srednja vrijednost gornjeg opsega lijeve grane iznosi 10,383 cm, minimum 7,800 cm, maksimum 13,700 cm, koeficijent varijacije 9,9778%. Srednja vrijednost gornjeg opsega desne grane iznosi 10,449 cm, minimum 8,200 cm, maksimum 13,600 cm, a koeficijent varijacije 10,0488%. Srednja vrijednost gornjeg opsega obiju grana iznosi 10,416 cm.

U petogodišnjih srednja vrijednost gornjeg opsega lijeve grane iznosi 11,229 cm, minimum 8,900 cm, maksimum 14,400 cm, koeficijent varijacije 9,8316%. Srednja vrijednost gornjeg opsega desne



Sl. 11. Opseg lijeve grane između nadočnjaka i srednjaka.
Fig. 11. Circumference of left branch under the third tne.



Sl. 12. Opseg desne grane između nadočnjaka i srednjaka.
Fig. 12. Circumference of right branch under the third tne.

grane iznosi 11,302 cm, minimum 9,000 cm, maksimum 17,000 cm, a koeficijent varijacije 10,0955%. Srednja vrijednost gornjeg opsega obiju grana iznosi 11,265 cm.

U šestogodišnjih srednja vrijednost gornjeg opsega lijeve grane iznosi 12,134 cm, minimum 8,900 cm, maksimum 16,100 cm, koeficijent varijacije 10,3345%. Srednja vrijednost gornjeg opsega desne grane iznosi 12,108 cm, minimum 8,700 cm, maksimum 15,600 cm, koeficijent varijacije 10,3815%. Srednja vrijednost gornjeg opsega obiju grana iznosi 12,121 cm.

U sedmogodišnjih srednja vrijednost gornjeg opsega lijeve grane iznosi 12,637 cm, minimum 8,800 cm, maksimum 17,000 cm, koeficijent varijacije 10,1210%. Srednja vrijednost gornjeg opsega desne grane iznosi 12,729 cm, minimum 9,000 cm, maksimum 22,600 cm, a koeficijent varijacije 11,2970%. Srednja vrijednost gornjeg opsega obiju grana iznosi 12,683 cm.

U osmogodišnjih srednja vrijednost gornjeg opsega lijeve grane iznosi 13,365 cm, minimum 10,000 cm, maksimum 17,200 cm, koeficijent varijacije 10,0860%. Srednja vrijednost gornjeg opsega desne grane iznosi 13,427 cm, minimum 9,900 cm, maksimum 17,300 cm, a koeficijent varijacije 9,9128%. Srednja vrijednost gornjeg opsega obiju grana iznosi 13,396 cm.

U devetogodišnjih srednja vrijednost gornjeg opsega lijeve grane iznosi 13,725 cm, minimum 10,300 cm, maksimum 17,500 cm, a koeficijent varijacije 9,3916%. Srednja vrijednost gornjeg opsega desne grane iznosi 13,729 cm, minimum 10,700 cm, maksimum 16,800 cm, a koeficijent varijacije 8,8353%. Srednja vrijednost gornjeg opsega obiju grana iznosi 13,727 cm.

U desetogodišnjih srednja vrijednost gornjeg opsega lijeve grane iznosi 13,852 cm, minimum 11,500 cm, maksimum 16,600 cm, koeficijent varijacije 8,0710%. Srednja vrijednost gornjeg opsega desne grane iznosi 13,930 cm, minimum 11,300 cm, maksimum 16,800 cm, a koeficijent varijacije 8,0976%. Srednja vrijednost gornjeg opsega obiju grana iznosi 13,891 cm.

U jedanaestogodišnjih srednja vrijednost gornjeg opsega lijeve grane iznosi 13,877 cm, minimum 10,900 cm, maksimum 16,500 cm, a koeficijent varijacije 8,8203%. Srednja vrijednost gornjeg opsega desne grane iznosi 13,905 cm, minimum 11,100 cm, maksimum 16,900 cm, a koeficijent varijacije 9,3347%. Srednja vrijednost gornjeg opsega obiju grana iznosi 13,891 cm.

U dvanaestogodišnjih srednja vrijednost gornjeg opsega lijeve grane iznosi 13,717 cm, minimum 11,200 cm, maksimum 17,100 cm, koeficijent varijacije 9,4116%. Srednja vrijednost gornjeg opsega desne grane iznosi 13,914 cm, minimum 11,200 cm, maksimum 17,800 cm, a koeficijent varijacije 11,0967%. Srednja vrijednost gornjeg opsega obiju grana iznosi 13,815 cm.

U trinaestogodišnjih srednja vrijednost gornjeg opsega lijeve grane iznosi 13,930 cm, minimum 11,100 cm, maksimum 18,500

cm, koeficijent varijacije 11,0265%. Srednja vrijednost gornjeg opsega desne grane iznosi 13,842 cm, minimum 10,800 cm, maksimum 16,300 cm, a koeficijent varijacije 9,3700%. Srednja vrijednost gornjeg opsega obiju grana iznosi 13,886 cm.

U četrnaestogodišnjih gornji opseg lijeve grane iznosi 14,231 cm, minimum 12,100 cm, maksimum 17,100 cm, koeficijent varijacije 9,2052%. Srednja vrijednost gornjeg opsega desne grane iznosi 14,112 cm, minimum 11,600 cm, maksimum 16,200 cm, a koeficijent varijacije 9,2899%. Srednja vrijednost gornjeg opsega obiju grana iznosi 14,171 cm.

U petnaestogodišnjih srednja vrijednost gornjeg opsega lijeve grane iznosi 13,694 cm, minimum 10,500 cm, maksimum 17,200 cm, koeficijent varijacije 9,8364%. Srednja vrijednost gornjeg opsega desne grane iznosi 13,705 cm, minimum 10,900 cm, maksimum 15,800 cm, a koeficijent varijacije 7,4790%. Srednja vrijednost gornjeg opsega obiju grana iznosi 13,700 cm.

Između opsega i rasta gornjeg opsega lijeve i desne grane nema signifikantnih razlika.

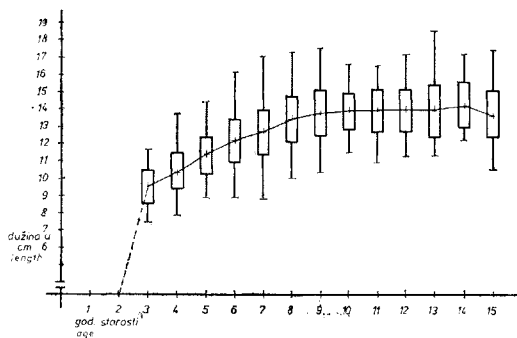
U jelena običnog opseg grane između srednjaka i krune signifikantno raste do devete godine (sl. 13 i 14). Od desete do petnaeste godine nema signifikantnih razlika u rastu.

Tempo rasta opsega grane između srednjaka i krune poslije treće godine iznosi 0,926 cm, četvrte 0,850 cm, pete 0,855 cm, šeste 0,562 cm, sedme 0,713 cm i poslije osme 0,331 cm. Nakon toga od devete do petnaeste godine rast varira od 0,285 do —0,471 cm.

3.7. Rast težine rogovlja jelena običnog

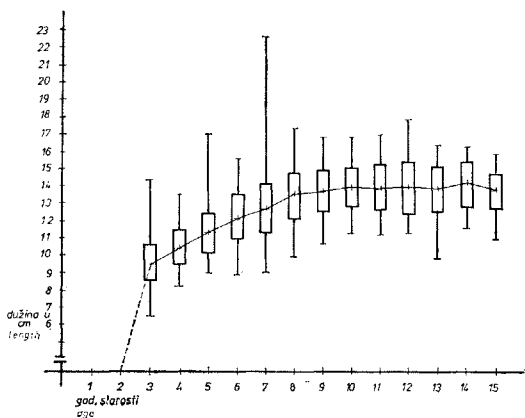
U trogodišnjih jelena srednja vrijednost težine rogovlja iznosi 2,662 kg, minimum 1,000 kg, maksimum 4,700 kg, a koeficijent varijacije 24,6055% (tabela 2), u četverogodišnjih 3,365 kg, minimum 1,600 kg, maksimum 5,500 kg, a koeficijent varijacije 22,4665%, u petogodišnjih 4,068 kg, minimum 1,950 kg, maksimum 7,250 kg, a koeficijent varijacije 21,9518%, u šestogodišnjih 4,853 kg, minimum 2,200 kg, maksimum 8,410 kg, a koeficijent varijacije 22,4191%, u sedmogodišnjih 5,494 kg, minimum 2,200 kg, maksimum 9,720 kg, a koeficijent varijacije 21,1503%, u osmogodišnjih 6,239 kg, minimum 3,140 kg, maksimum 9,560 kg, a koeficijent varijacije 19,7467%, u devetogodišnjih 6,683 kg, minimum 4,100 kg, maksimum 11,200 kg, a koeficijent varijacije 18,9435%, u desetogodišnjih 6,796 kg, minimum 4,300 kg, maksimum 10,100 kg, a koeficijent varijacije 16,9658%, u jedanaestogodišnjih 6,866 kg, minimum 4,000 kg, maksimum 11,400 kg, a koeficijent varijacije 20,6670%, u dvanaestogodišnjih 6,650 kg, minimum 3,700 kg, maksimum 9,150 kg, a koeficijent varijacije 17,8195%, u trinaestogodišnjih 6,891 kg, minimum 4,300 kg, maksimum 10,500 kg, a koeficijent varijacije 18,1831%, u četrnaestogodišnjih 7,082

Branka Bečejac, Jan Brna, Jozsef Mikuška & Josip Valter: Veličina rogovlja jelena običnog (*Cervus elaphus* L., 1758) na području Baranje i sjeverozapadne Bačke s obzirom na starosnu dob. Rnd JAZU, 411, 121–149, Zagreb 1984.



Sl. 13. Opseg lijeve grane između srednjaka i krune.

Fig. 13. Circumference of the left branch over the third time.



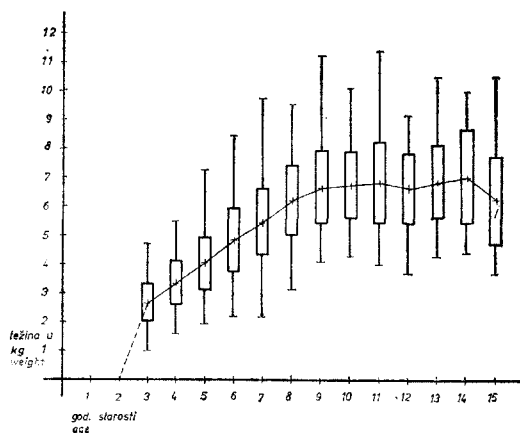
Sl. 14. Opseg desne grane između srednjaka i krune.

Fig. 14. Circumference of the right branch over the third time.

kg, minimum 4,410 kg, maksimum 10,000 kg, a koeficijent varijacije 22,8607%, u petnaestogodišnjih 6,274 kg, minimum 3,700 kg, maksimum 10,500 kg, a koeficijent varijacije 23,7328%.

U jelena običnog težina rogovlja signifikantno raste do devete godine (sl. 15). Od desete do petnaeste godine nema signifikantnih razlika u rastu težine rogovlja.

Tempo rasta težine rogovlja nakon treće godine iznosi 0,703 kg, četvrte 0,703 kg, pete 0,785 kg, šeste 0,641 kg, sedme 0,745 kg i poslije osme 0,444 kg. Od devete do petnaeste godine težina varira između 0,241 i —0,808 kg.



Sl. 15. Težina rogovlja.
Fig. 15. Weight of the antlers.

3.8. Jačina rogovlja jelena običnog po C.I.C. bodovima s obzirom na starosnu dob

U trogodišnjih jelena srednja vrijednost broja bodova iznosi 129,050, minimum 76,890 bodova, maksimum 167,030 bodova, koeficijent varijacije 10,4587%, u četverogodišnjih 143,231, minimum 104,950 bodova, maksimum 179,370 bodova, a koeficijent varijacije 8,7851%, u petogodišnjih 155,437, minimum 105,640 bodova, maksimum 193,870 bodova, koeficijent varijacije 8,9701%, u šestogodišnjih 168,259, minimum 122,120 bodova, maksimum 208,260 bodova, a koeficijent varijacije 8,5386%, u sedmogodišnjih 176,914, minimum 119,620 bodova, maksimum 225,360 bodova, a koeficijent

varijacije 8,7839%, u osmogodišnjih 187,585, minimum 145,170 bodova, maksimum 224,650 bodova, a koeficijent varijacije 7,7308%, u devetogodišnjih 193,048, minimum 144,730 bodova, maksimum 234,690 bodova, a koeficijent varijacije 7,2577%, u desetogodišnjih 195,301, minimum 145,980 bodova, maksimum 237,730 bodova, a koeficijent varijacije 7,3435%, u jedanaestogodišnjih 195,858, minimum 158,680 bodova, maksimum 241,670 bodova, a koeficijent varijacije 7,9041%, u dvanaestogodišnjih 194,556, minimum 150,180 bodova, maksimum 223,270 bodova, koeficijent varijacije 7,2421%, u trinaestogodišnjih 198,407, minimum 159,890 bodova, maksimum 233,690 bodova, a koeficijent varijacije 7,1640%, u četrnaestogodišnjih 199,683, minimum 155,520 bodova, maksimum 233,400 bodova, a koeficijent varijacije 10,2352%, u petnaestogodišnjih 193,370, minimum 166,780 bodova, maksimum 238,950 bodova, a koeficijent varijacije 8,5426%.

U jelena običnog broj C. I. C. bodova signifikantno se povećava do devete godine (sl. 16). Od devete do petnaeste godine nema signifikantnog povećanja ili smanjenja u broju C. I. C. bodova.

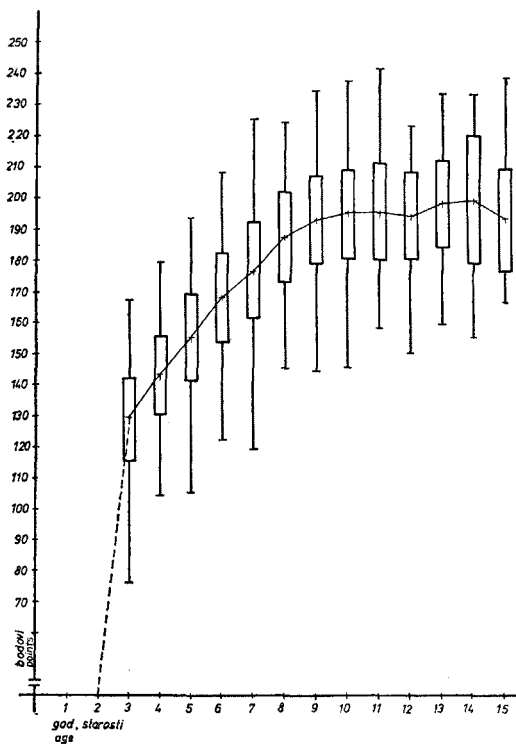
Povećanje broja bodova nakon treće godine života jelena običnog u prosjeku iznosi 14,181 bodova, nakon četvrte 12,206, pete 12,822, šeste 8,655, sedme 10,671 i nakon osme godine 5,463 bodova. Poslije, od devete do petnaeste godine broj bodova u prosjeku varira od 3,851 do —6,313 bodova.

4. INTERPRETACIJA REZULTATA ISTRAŽIVANJA I ZAKLJUČCI

Analizirajući iznesene podatke, vidimo da u običnog jelena rogovlje u svim elementima signifikantno raste do devete godine. U desetoj godini prestaje signifikantni rast dužine grane, opsega ruže i opsega grane između nadočnjaka i srednjaka. To se moglo očekivati jer se zna da i tjeleseni rast jelenske divljači traje do devete godine.

Signifikantni rast opsega ruže i opsega grane između nadočnjaka i srednjaka u desetoj godini najvjerojatnije je u vezi s činjenicom da se sa starošću jelena masa rogovlja od gornjeg dijela seli prema bazi rogovlja. Ta činjenica je već davno poznata na temelju istovrsnog promatranja.

Prvi znakovi signifikantnog smanjenja rasta dužine grane primijećeni su u petnaestoj godini života jelena. Nažalost, ne raspoložemo statistički dovoljno velikim uzorkom jelenâ starijih od petnaeste godina da bi se moglo utvrditi kada nastupa opadanje ostalih mjernih elemenata rogovlja. Međutim, dosta niske srednje vrijednosti gotovo u svim ostalim elementima, kao i granične vrijednosti u izračunavanju signifikantnosti daju nam naslutiti da to najvjerojatnije nastupa već u šesnaestoj godini.



Sl. 16. Broj bodova.
Fig. 16. Number of points.

Daljom analizom može se konstatirati da prosječni trogodišnji jelen ima dužinu grane 72,041 cm, nadočnjaka 25,893 cm, srednjaka 24,519 cm, opseg ruže 19,007 cm, donji opseg 10,930 cm, gornji opseg 9,490 cm, težinu rogovlja 2,662 kg i 129,050 bodova.

Prosječni četverogodišnji jelen ima dužinu grane 79,192 cm, nadočnjaka 28,657 cm, srednjaka 26,550 cm, opseg ruže 20,518 cm, donji opseg 11,938 cm, gornji opseg 10,416 cm, težinu rogovlja 3,365 kg i 143,213 C. I. C. bodova.

Prosječni petogodišnji jelen ima dužinu grane 84,677 cm, nadočnjaka 31,443 cm, srednjaka 28,610 cm, opseg ruže 21,753 cm, donji opseg 12,768 cm, gornji opseg 11,266 cm, težinu rogovlja 4,068 kg i 155,437 C. I. C. bodova.

Prosječni šestogodišnji jelen ima dužinu grane 91,159 cm, nadočnjaka 33,432 cm, srednjaka 32,305 cm, opseg ruže 22,610 cm, donji opseg 13,622 cm, gornji opseg 12,683 cm, težinu rogovlja 4,853 kg i 168,259 C. I. C. bodova.

Prosječni sedmogodišnji jelen ima dužinu grane 95,889 cm, nadočnjaka 35,125 cm, srednjaka 33,735 cm, opseg ruže 23,572 cm, donji opseg 14,196 cm, gornji opseg 13,396 cm, težinu rogovlja 5,494 kg i 176,914 C. I. C. bodova.

Prosječni osmogodišnji jelen ima dužinu grane 100,546 cm, nadočnjaka 36,380 cm, srednjaka 35,256 cm, opseg ruže 24,513 cm, donji opseg 14,956 cm, gornji opseg 13,727 cm, težinu rogovlja 6,239 kg i 187,585 C. I. C. bodova.

Nakon završetka rasta prosječni odrasli jelen od desete do četrnaeste godine ima dužinu grane 104,349 cm, nadočnjaka 37,629 cm, srednjaka 37,714 cm, opseg ruže 25,625 cm, donji opseg 15,499 cm, gornji opseg 13,819 cm, težinu rogovlja 6,775 kg i 194,699 C. I. C. bodova.

Iznesene vrijednosti nisu bitne samo u ekonomskom planiranju lovnog gospodarenja nego i u izvršavanju izlovljavanja jelena. U pravilu od treće do devete godine ne bi se smio loviti jelen čije trofejne vrijednosti odgovaraju tim prosjecima ili su čak veće od njih. Uzgojnim izlovom treba obuhvatiti jedinke koje su dosta ispod navedenih prosjeka. Lov na jelena zbog trofeja trebao bi se provoditi tek od devete godine, s tim da izuzetno vrijedna grla treba sačuvati do trinaeste pa i četrnaeste godine.

Na kraju ovi rezultati potvrđuju da je za jelena običnog lovno-gospodarska starost 12 godina. Time se može postići ne samo maksimalan razvoj rogovlja nego i mogućnost da uzgojno vrijedna grla ostavljaju dovoljan broj potomaka.

6. LITERATURA

- Anghi, Cs., (1978): Adatok a gímszarvaságancs értékmérőinek korrelációjához, Nímrod fórum, 6:6–7, Budapest.
Dubajić, M., (1964): Uticaj veštačke selekcije na kvalitetni razvoj jelenske divljači na Belju, Jelen, 1:67–92, Beograd.

BRANKA BEČEJAC, JAN BRNA,
JÓZSEF MIKUŠKA & JOSIP VALTER

SIZE OF RED DEER ANTLERS IN THE AREA OF BARANJA AND NORTHWESTERN BAČKA ACCORDING TO AGE

Breeding of the Red deer with the intention to obtain as many specimens as possible with antlers of high quality requires a great expertise. For this reason, we aim present investigations in this direction, with particular interest in deer antlers.

In this paper the antlers of 1932 specimens of Red deer are studied. All of the deer originate from the hunting area of LSG »Jelen«, which is situated partially in Baranja, and partially in northwestern Bačka, across the Danube River. The entire hunting area includes about 50 000 ha, where 4000 to 6000 Red deer are living. The deer were shot in a period from 1967 to 1976 (Tab. 1) having an age of three to fifteen years. The age was determined by the grinding of the first molar tooth M_1 . The lengths of branch, first tine and third tine, as well as circumferences of branch under and over the third tine and coronet, weight and C.I.C. points have been measured for each set of antlers. All obtained data were analysed on computer (IBM 370/135) with the language program PL/I according to standard statistical methods.

The results are shown on Table 2.

It is clear that the mean length of branch of three year old deer amounts to 72.041 cm. Continuously, the length of antlers increases significantly to the tenth year and in the period from the tenth to fourteenth year having an of average 104.349 cm. In the fifteenth, the mean length decreases significantly to 101.884 cm.

The mean length of the first tine at an age of three years amounts to 25.893 cm. It increases significantly every year to the ninth. There are no further significant increases to the fifteenth year, and the mean length is 37.714.

The mean length of the third tine in the third year is 24.519, and increases significantly to the ninth year. After this age no significant increase is noted and the mean value amounts to 37.714 cm.

The circumference of the coronet of three year old deer amounts in average to 19.007 cm. It increases significantly to the tenth year. Thereafter, to the fifteenth there is no significant increase, and the mean length is 25.625 cm.

The circumference of the branch under the third tine for three years old deer amounts to 10.930 cm. It increases to the ninth year significantly and then stops with a mean value of 15.499 cm.

The circumference of the branch over the third tine is in average 9.490 cm for three years old deer. It increases significantly to the ninth year, and afterwards stops with a mean value of circumference of 13.819 cm until fifteen.

The antlers of three years old deer weigh 2,662 kg on the average. The weight increases significantly to the ninth year, when it stops with a mean value of weight of 6.775 kg.

Three year old Red deer have on the average 129.050 C. I. C. points. The points increase to the ninth year, when they stop with a mean value of 194.699 C. I. C. points.

According to the obtained results it can be concluded that deer at an age of three to nine years should be taken by selective hunting only. Trophy hunting should continue from the ninth year on, while extra valuable specimens should be protected from killing to the thirteenth or even fourteenth year.

RAD Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti	Knj. 411	151—156	Zagreb 1984.
Razred za prirodne znanosti	Knj. 20		

UDK 92,55,(929)

Stručni rad
Professional Paper

VANDA KOCHANSKY-DEVIDÉ*

GEOLOG FRANZ KOSSMAT I NJEGOVO PORIJEKLO

GEOLOGE FRANZ KOSSMAT UND SEINE ABSTAMMUNG

Primljeno na sjednici Razreda za prirodne znanosti
Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, dne 29. 05. 1984.

Geologist Franz Kossmat and his origin. The famous Viennese geologist Franz Kossmat, later professor in Leipzig, many times pointed out his Slovenian origin. Now it has been found, that his father Georg, joiners man in Vienna, originated from the village Pustodol near Donja Stubica in Hrvatsko Zagorje (Croatia), not far from Slovenia.

Na sjednici Matematičko-prirodoslovnog razreda JAZU od 12. 1. 1937, kojoj je predsjedao Vladimir Varičak, pročitani su posmrtni govori S. Škreba Andriji Mohorovičiću, M. Salopeka Dragutinu Gorjanoviću-Krambergeru, izabran je dotadašnji izvanredni pravi član Marijan Salopek redovnim pravim članom — vjerojatno zato i nije Salopek prisustvovao sjednici — i usvojen pismeni prijedlog M. Salopeka da se dr. Franjo Kossmat, sveuč. profesor u Leipzigu, izabere za člana dopisnika. U istom Ljetopisu JAZU, u kojem je izvještaj s te važne sjednice, priopćen je i zbijeni, ali informativni prikaz rada dr. Franje Kosmata. Zanimljivo je da Salopek uvijek piše pohrvaćeno ime Franza Kossmata.

Franz Kossmat, jedan od najznačajnijih evropskih geologa svoga vremena, rođen 22. 8. 1871. u Beču, školovao se u Beču, bio je od 1897. geolog Državnog geološkog zavoda, od 1900. docent i izvanredni profesor u Beču, imenovan je 1911. redovnim profesorom u Grazu, a 1913. postaje redoviti profesor u Leipzigu, gdje je 1. 12. 1938. umro.

* Geološko-paleontološki zavod Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta, Ul. Soc. revolucije 8/II, YU—41000 Zagreb.

Počevši kao paleontolog (Cephalopoda), stratigraf (osobiti poznavalac krede), kartirajući geolog (od njega su geološke karte Ajdovščina—Postojna, 1905. i Skofja Loka—Idrija, 1909), već se početkom stoljeća obraća tektonici i paleogeografiji, osobito Slovenije, općenito Alpa i Dinarida, te unosi tada najmodernija shvaćanja u geologiju naših krajeva. Za vrijeme I. svjetskog rata radio je kao geolog u Makedoniji i Staroj Raškoj. Rezultat je prikaz geologije centralnog Balkanskog poluotoka (1924). Razumljivo je da je i u geologiju Saske nakon dolaska u Leipzig unio novi duh. Salopek je u svom prijedlogu naglasio važnost Kossmatovih istraživanja za geologiju jugoslavenskog područja, kojem je posvetio najveći broj svojih radova.

Kako je Kossmat umro samo godinu dana nakon imenovanja za člana Jugoslavenske akademije, u 67. godini, nije mu u Ljetopisu napisan nekrolog.

Prezime F. Kossmata pokazuje da je bez sumnje bio slovenskog porijekla. Osim toga ostalo je u sjećanju nekih prvih Salopekovih zagrebačkih učenika (Donate Devidé i Vande Kochansky) da je Salopek, koji je Kossmata veoma cijenio, a s njim je radio i na terenu, spominjao da mu je Kossmat rekao da je slovenskog porijekla. Ja sam na to upozorila akademika I. Rakovca iz Ljubljane.

Nejljepše zahvaljujem prof. dr. Ivanu Rakovcu, redovnom članu Slovenske akademije znanosti i umjetnosti i dopisnom članu JAZU, kao i prof. Nadi Gspan, tajnici uredničkog odbora za Biografski leksikon Slovenije, koji su mi posredovali ključne podatke za istraživanje o porijeklu F. Kossmata. N. Gspan je uspjela iz Beča pribaviti podatak da je Franz Kossmat rođen u bečkoj župi Margareten (W od Südbanhofa) dne 22. 8. 1871. od oca Georga (rođenog 30. 12. 1827. u Stubici — Agram), stolarskog pomoćnika i majke Therese (rođ. 2. 10. 1831) u Mittergrabenu bei Hollabrunn (oko 40 km NW od Beča). Majčino djevojačko ime nije navedeno.

Naš Leksik prezimena SRH (1976: 318) daje nam podatke da je prezime Kosmat danas najčešće u Pustodolu kod Donje Stubice (30 osoba u 6 porodica), Strmcu kod Donje Stubice (8 u 2), Milekovo kod Donje Stubice (4 u 1), u Laduču kod Zagreba (22 u 4) te nešto raseljenih u Zagrebu i okolici i Petrinji.

U Maticnoj knjizi krštenih župe Donja Stubica (tada Ztubicza) od 1801. do 1840, za koju zahvaljujem Državnom arhivu Hrvatske koji mi ju je dao na uvid, na str. 336. stoji podatak: Puztodol, 30. (Mense Decembri 1827) baptus est Georgius, filius leg. Joannis Evang. Koszmathi et Barbara conj. L. L. Georgio et Ana Bivol. Per Jac. Jambrechakia.

Iz gornjeg napisa saznajemo da je otac geologa bio rođen u ovcem selu Pustodol, koje leži jugozapadno od Donje Stubice, na putu za vrh Sljeme na Medvednici. U vrijeme rođenja Jurja Kosmata selo je imalo oko 40 porodica. Zanimljiva su starim

pravopisom pisana prezimena, neka zajednička za više porodica: Anshelich, Barich, Bellinich, Bezik, Breber, Bivoll, Chajko, Chuk, Czeszarecz, Dollenecz, Frankovich, Gergecz, Glavach, Hubjak, Humljak, Jellinich, Juranijak, Klucharichek, Kossmat, Laczkovich, Lendrecz, Lukecz, Matusha, Novoszel, Pagadur, Sellichelich, Stulijak, Suhicek, Szukalich, Vierssich, Zrinzkij. God. 1827. bile su tri porodice Kosmata u Pustodolu, dok ih u samoj Stubici nije bilo. Baka našeg geologa bila je iz porodice Frankovich (Frainkovich), iz istog sela, što je ubilježeno uz podatke o krštenju ostale djece. Djed geologa Ivan Ev. Kosmat i Bara Franković imali su petero djece (za Zagorje malo!): Eva (11. 12. 1818), Lucas (14. 10. 1822), Valentinus (11. 2. 1825), Georgius (30. 12. 1827) i Barbara (27. 8. 1831). Očito je Luka ili Valent ostao na gruntu, a najmlađi sin, Juraj, učio zanat te nakon definitivnog ukinuća kmetstva 1860. smio otići s kmetškog selišta u 33. godini, a možda već i ranije, jer su prve nove uredbe izašle već 1848. Donjostubičanci i seljaci bliže okolice bili su kmetovi obitelji Sermage. Juraj je još u 44. godini bio stolarski kalfa, kad mu se rodio sin Franz.

Prof. dr. Ljudevit Barić sjeća se Kosmata iz vremena svoje mineraloške specijalizacije (1930) u Leipzigu. Kosmat je bio veoma malen i slabašan, bolestan čovjek. Mučila ga je malarija koju je dobio negdje na terenu. Bio je odličan predavač i veoma uvažen znanstveni radnik. Na svojoj katedri održavao je zanimljive kolokvije, koje su posjećivali studenti raznih smjerova, pa i svršeni geolozi, te ih je i Barić polazio. Jednom je Kosmat pozvao u Leipzig i svog prijatelja, glasovitog geologa D. J. Mušketova, s kojim je zajedno kartirao u Pamiu. Mušketov je bio Rus Sibirjak, golema ljudeškara, uz koga se Kosmat činio kao patuljak, ali stručno su bili na istoj visini. Prof. Bariću najljepše zahvaljujem za podatke.

Posve je danas neprotumačivo kako to da je geolog Franz Kosmat živio u uvjerenju da je slovenskog porijekla. Da li je kajkavski dijalekt svog oca smatrao slovenskim jezikom, s kojim se na svojim mnogim istraživanjima u Sloveniji morao upoznati? Ili se nije nikad potrudio da pogleda na kartu gdje leži Stubica, što je upravo nevjerojatno. Nećemo saznati, ali sada znamo da je jedan od najistaknutijih evropskih geologa svoje generacije potekao od iseljenika iz Hrvatskog zagorja.

IZVORI — QUELLENNACHWEIS

- Hammer, W.: Franz Kosmat †. — Mitt. Geol. Ges. Wien, 30—31, 211—214, Wien 1939.
Izvodj iz razrednih, odborskih i skupnih sjednica. Matem.-prirod. razr., 12. siječnja 1937. — Ljetopis JAZU za g. 1936/37, 50, 25—30, Zagreb 1938.
Leksik prezimena Socijalističke republike Hrvatske. — Inst. za jezik, Nakl. zav. Matice Hrvatske, 773 str., Zagreb 1976.
Magaš, B. & Kochansky-Devidé, V.: Geološka bibliografija SR Hrvatske. 1528—1944. — Geol. zavod i Hrv. geol. dr. Poseb. izd. 2, Kosmat, F. str. 100, 8 radova. Zagreb 1983.

- Matična knjiga krštenih župe Stubica (Ztubicza) od g. 1801—1940. Str. 336.
Državni arhiv Hrvatske, Zagreb.
- Matritzen der Pfarre Margarethen in Wien für das Jahr 1871. Magistratsab-
teilung 8, Wien, Stadtsbürgerschaft-Ewidenzstelle.
- Milojević, S.: Geološka bibliografija Jugoslavije od XIV. veka do 1944.
godine. — Bibliogr. inst. FNRJ. Kosmat str. 153—155, 40 radova. Beo-
grad 1952.
- Salopek, M.: Dr Franjo Kosmat. — Ljetopis JAZU za g. 1936/37, 50, Novi
članovi, 114—115. Zagreb 1938.

GEOLOGE FRANZ KOSSMAT UND SEINE ABSTAMMUNG

Der berühmte Geologe Franz K o s s m a t, einer der hervorragendsten Geologen seiner Zeit, wurde am 22. August 1871 in Wien geboren, wo er auch geschult wurde. Seit dem J. 1897 war er Geologe der Geologischen Reichsanstalt in Wien, gleichzeitig, seit 1900 auch Dozent und ausserordentlicher Professor in Wien. Im J. 1911 wurde er in Graz zu ordentlichen Professor ernannt. In den Jahren 1912 u. 1913 war er Direktor der Geologischen Reichsanstalt. Im Jahre 1913 wurde er zum ordentlichen Professor in Leipzig ernannt, wo er am 1. Dezember 1938 starb.

Beginnend als Paläontologe (Cephalopoden), Stratigraphie (hervorragender Kenner der Kreide), kartierender Geologe (Geologische Karten Haidenschaft—Adelsberg, 1905 und Bischoflack—Idria, 1909) wendete er sich schon am Anfang des Jahrhunderts der Tektonik und der Paläogeographie zu; besonders von Slowenien und allgemein von Alpen und Dinariden, wie auch der zentralen Balkanhalbinsel. Er hat die damals modernsten Gesichtspunkte in die Geologie unserer Gebiete hineingebracht. Er hat 40 Arbeiten verfasst, die sich an das Gebiet des heutigen Jugoslawiens beziehen. Aus diesem Grund hat ihn Professor M. S a l o p e k im J. 1937. zum korrespondierenden Mitglied der Jugoslawischen Akademie der Wissenschaften und Künste vorgelegt; das Mitglied dieser Akademie war er nur 1 Jahr, da er bereits im nächsten Jahr im 67. Lebensjahr gestorben ist.

Der Familienname von F. K o s s m a t beweist, dass er unzweifelhaft slawischer Herkunft war (kosmat heisst kroatisch und slowenisch haarig, struppig, zottig).

Es wurde nun festgestellt, dass er in Wien in der Pfarre Margareten vom Vater Georg (geborenen am 30. 12. 1827. in Stubica bei Zagreb, damals Agram), Tischlergeselle und Mutter Therese (geborene am 2. 10. 1831. in Mittergraben bei Hollabrunn) geboren wurde. Mutter's Mädchen-Familienname ist nicht erwähnt. Die Matrikeln der Pfarre Donja Stubica (damals Ztubicza) vom J. 1801—1840 bestätigen die Geburtsangabe des Vaters Georg. Daraus ist weiter ersichtlich, dass sein Geburtsdorf Pustodol ist (SW von Donja Stubica, am Weg nach Sljeme, dem Hauptgipfel des Zagreber oder Medvednica Gebirges). Sein Vater hies Joannes Evang.

K o s m a t, die Mutter Barbara F r a n k o v i ć. Joannes war der jüngste Sohn von den 5 Kindern und lernte Gewerbe. Da die Einwohner von Pustodol Frohnbauer waren, konnten sie ihren Bauernsitz erst nach der Abschaffung des Frohndienstes in Kroatien im J. 1860 verlassen. Deshalb war Georg K o s m a t im J. 1871, als sein Sohn Franz geboren wurde, nur noch Geselle.

Es ist interessant, dass der Geologe K o s m a t zu Professor S a l o p e k sagte, er sei slowenischer Herkunft. Die slowenische Sprache und das Dialekt von Stubica sind wahrlich ähnlich, es ist aber merkwürdig, dass der Geologe niemals an der Karte nachsah wo sich Stubica befindet. Noch heute gibt es in diesem Gebiet viele Familien, die K o s m a t heissen. So erfahren wir erst jetzt, dass der Geologe ein direkter Nachkomme eines Aussiedlers aus Kroatien war.

RAD Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti	Knj. 411	157—196	Zagreb
Razred za prirodne znanosti	Knj. 20	8 slika 8 tabela 9 tabla	1984.

UDK 571(119),569.9,616.314(497.13)

*Izvorni znanstveni rad
Original Scientific Paper*

MIRKO MALEZ & HELENA PERCAČ*

PALEOSTOMATOLOŠKA PROUČAVANJA
ENEOLITSKE POPULACIJE
IZ VELIKE PECINE NA RAVNOJ GORI
(SZ HRVATSKA, JUGOSLAVIJA)

PALAOSTOMATOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN
DER AENEOLITHISCHEN POPULATION DER HÖHLE
VELIKA PECINA IN RAVNA GORA
(NW-KROATIEN, JUGOSLAWIEN)

*Primljeno na sjednici Razreda za prirodne znanosti
Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, dne 29. 05. 1984.*

During many years of systematic excavations in Velika Pećina on Ravna Gora in the NW part of Croatia, a great number of the skeleton remains of the prehistoric man has been collected. All anthropologic findings lay in the stratum »b₃« along with numerous finds of the eneolithic material culture. The paleostomatologic research was made on the collected material and the morphometric characteristics of maxillae, mandibles and single teeth were ascertained. 24 persons in the age of 5 to 40 years are present in the skeleton material, and 17,6 years is their average age of dying. Metric characteristic of the teeth and jaws refer to the manifestation of gracilization in relation to the geologically older human population of the mesolithic and the Upper Paleolithic. The gracilization is more distinct on mandibles and permanent teeth. The skeleton remains from Velika Pećina belong to the human population of the eneolithic, i.e. Retz-Gajary culture, that existed in these parts from approximately 2300 to 1900 B. P.

1. UVOD

Velika pećina na Ravnoj gori vrlo je značajan kvartarnogeološki, paleontološki i prethistorijski lokalitet u sjeverozapadnoj Hr-

* Zavod za paleontologiju i geologiju kvartara Istraživačkog centra Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, Ulica A. Kovačića 5, YU—41000 Zagreb.

vatskoj.¹ Unutrašnjost ove spilje ispunjena je preko 10 m debelim kvartarnim naslagama nataloženim od interglacijala Riss/Würm do holocena. Svi stratumi tog lokaliteta bogati su skeletnim ostacima brojnih vrsta pleistocenskih i holocenskih životinja, predmetima materijalnih kultura od srednjeg paleolitika do mezolitika i osobito nalazima iz neolitika, eneolitika, brončanog i željeznog doba. Osnovni podaci o položaju, morfologiji i speleogenezi Velike pećine, nadalje njezino sedimentno ispunjenje, stratigrafsko raščlanjivanje naslaga, paleontološki i paleolitički nalazi te određivanje starosti radiometrijskim metodama, objavljeno je u više rasprava (M. Malez, 1951, 1963, 1965, 1967, 1971, 1974, 1978; M. Malez & J. C. Vogel, 1970).

Predmet razmatranja i proučavanja u ovoj raspravi su brojni odontološki i osteološki čovječji ostaci koji su sabrani tijekom višegodišnjih iskopavanja u humusnom kompleksu naslaga na sjevernim i sjeveroistočnim kvadrantima te spilje. Svi antropološki nalazi ležali su u stratumu »b₂«, a uz njih su sabrani brojni predmeti eneolitske materijalne kulture. Te nalaze, koji su se pretežno sastojali iz fragmenata raznih keramičkih posuda, a manjim dijelom od koštanih i kamenih rukotvorina, proučio je S. Dimitrijević (1975, 1979). On sve te nalaze iz Velike pećine označava kao »Višnjica-tip« (po obližnjem mjestu Višnjica) i navodi da je ta spilja najbogatije nalazište tzv. Retz-Gajarske kulture na tlu Jugoslavije. Prema S. Dimitrijeviću (1979: 346) bila je ta kultura u eneolitiku rasprostranjena u perifernim područjima Karpatske kotline s jačim akcentom na prisutnost u istočnoalpskom prostoru, pa je dosada ustanovljena u Austriji, kontinentalnoj Sloveniji, sjevernoj Hrvatskoj (Velika pećina, Vindija, Hrnjevac kod Kutjeva, Satnica kod Đakova), u Moravskoj, zapadnoj Mađarskoj, jugozapadnoj Slovačkoj i Erdelju u Rumunjskoj. Nalazišta su smještena uvijek na brdovitim i brežuljkastim terenima, a tipološke karakteristike retz-gajarskih naselja i staništa upućuju da se radi o polunomadskoj, lako pokretljivoj stočarskoj populaciji, koja je često mijenjala boravište krećući se perifernim brežuljkastim obodom Panonske nizine. Vremenski gledano, retz-gajarska kultura egzistirala je od 2300. do 1900. godine prije sadašnjosti. Na brojnim nalazištima u panonskom prostoru uz predmete materijalne kulture vrlo su rijetki ili čak posve nedostaju skeletni ostaci ljudi, pa osteološki i odontološki nalazi iz Velike pećine omogućuju bar djelomično uvid u antropološke i stomatološke karakteristike te ljudske populacije uz koju je vezana retz-gajarska kultura eneolitika.*

¹ Velika pećina poznata je još pod nazivom Mačkova spilja, zatim kao Peleñjska ili Dupljenjska spilja (vidi kod M. Malez, 1951, str. 118).

* Ovaj rad načinjen je u okviru znanstvenog zadatka »Paleontološka proučavanja kvartara u SR Hrvatskoj« kao dijela projekta »Istraživanje mineralnih sirovina u SR Hrvatskoj«, financiranog od SIZ-e III.

2 ANTROPOLOŠKI NALAZI I NJIHOV STRATIGRAFSKI POLOŽAJ

Već je u uvodu navedeno da su tijekom višegodišnjih sistematskih iskopavanja kvartarnih naslaga u Velikoj pećini sakupljeni brojni antropološki nalazi. Svi su oni ležali na kvadrantima u sjevernom udubljenju i uz sjeveroistočnu bočnu stijenu početne dvorane nasuprot spiljskom ulazu (sl. 1). Iz položaja skeletnih ostataka može se zaključiti da je pokapanje umrlih vršeno samo u naznačenom dijelu spiljske unutrašnjosti. U tom dijelu spilje bila je i najveća koncentracija fragmenata keramičkih posuda, rukotvorina od kosti i kamena, ljuštura potočne školjke lisanke te velika količina nagorenih kostiju, ugljenog trunja i pepela.

U sakupljenom osteološkom i odontološkom materijalu zastupljeni su ovi dijelovi čovječjeg skeleta: 1 maksilarni dio lubanje s P⁴M² sin. i P⁴M² dext.; 1 lijeva maksila s P²; 2 lijeve maksile s M¹; 1 desna maksila s P⁴M²; 2 mandibule bez lijevih krunskih nastavaka s M¹-M³ dext. i M¹ i M² sin.; 1 frag. mandibula s M¹ sin. et dext.; 1 juv. frag. mandibula s P³-M¹ dext. i M¹ sin.; 2 frag. mandibule s P³ sin.; 1 frag. mandibula s M¹ sin.; 1 frag. mandibula s M¹-M³ dext.; 3 frag. mandibule bez zubi i desnog krunskog nastavka; 1 lijevi i 1 desni krunski nastavak; 1 lijevi i 1 desni I¹; 1 lijevi I¹; 2 lijeva I₂; 2 desna i 2 lijeva C inf.; 2 desna i 2 lijeva P₃; 2 desna P₃; 1 lijevi P₄; 1 lijevi P₄; 1 lijevi M¹; 1 desni M²; 11 frag. os frontale; 22 frag. os parietale; 2 lijeve i 2 desne os temporale; 1 os occipitale; 6 frag. os occipitale; 2 atlasa; 6 epistropheja; 19 raznih kralješaka; 1 desni kuk; 2 desne i 1 lijeva lopatica (frag.); 6 lijevih i 5 desnih klavikula (5 juv., 4 frag.); 1 proksimalni dio lijevog humerusa; 1 lijevi humerus bez proksimalne epifize; 4 distalna dijela humerusa; 1 lijevi i 1 desni juv. humerus bez epifize; 3 lijeve i 2 desne ulne bez distalnog okrajka; 2 desne juv. ulne; 2 lijeva i 2 desna radijusa s proksimalnim epifizama; 1 lijeva i 1 desna distalna epifiza radijusa; 3 lijeva juv. radijusa; 2 desna i 1 lijevi femur bez distalne epifize; 1 proksimalni okrajak lijevog femura; 1 lijevi juv. femur; 1 desna tibija bez proksimalnog okrajka; 2 frag. dijafize desne tibije; 1 distalni okrajak lijeve fibule; 7 dijafiza od fibula; 1 lijevi i 1 desni kalkaneus; 1 Mc I; 2 Mc II; 3 Mc III; 1 Mt I; 6 Mt II; 4 Mt V; 10 prvih falanga; 7 drugih falanga i 1 treća falanga.

Iz ovog popisa je vidljivo da je najveći broj čovječjih skeletnih ostataka sakupljen u fragmentarnom stanju, jer su razbijene sve lubanje, donje čeljusti i cjevanice. Jedino su cijele bile pojedinačne zapešćajne i zastopalne kosti, a na kralješcima uglavnom su oštećeni šiljasti i poprečni nastavci. Neke čovječje kosti opaljene su vatrom, a neke su i posve pougljenjene. Na osnovi svih prikupljenih podataka može se pretpostaviti da su prvobitno umrli bili plitko pokopani uz bočnu stijenu spilje i obloženi kamenjem, a kasnije su ti grobovi razoreni, skeletni dijelovi razbacani, većinom razbijeni, a mnoge kosti i posve uništene.

Cjelokupni sakupljeni antropološki materijal obrađen u ovoj raspravi ležao je u najdonjem dijelu naslage »b«, točnije u gornjem dijelu stratuma »b₅« (sl. 2). Naslaga »b« podijeljena je na pet stratuma, koji se međusobno razlikuju po boji, sedimentnom sastavu, habitusu i nalazima različitih materijalnih kultura. Najkraći opis pojedinih stratuma:

Stratum »b₁«, debljine 30—35 cm, predstavlja kamenje s vrlo malo zemlje; rubovi kamenog kršja većinom su zaobljeni od korozivnog djelovanja sedimenta i vode nakapnice. Boja zemlje u prostoru među kamenjem je svijetlosiva, a po Munsellu (1954) ima u suhom stanju oznaku 10 YR 5/1.

Ispod tog stratuma uložen je samo mjestimice 3—5 cm debeli proslojak žućkastog pijeska sa sitnim kamenjem i označen je kao stratum »b₂«. Dublje leži siva kompaktna zemlja s vrlo malo kamenja; debljina tog stratuma »b₃« varira od 15 do 20 cm.

Stratum »b₄« najdeblji je u sedimentnom kompleksu naslage »b« i njegova debljina varira od 25 do 35 cm. Predstavljen je izrazito sivom humoznom zemljom s malo korozivno izjedenoj kršja. U suhom stanju oznaka za njegovu boju je 10 YR 6/1 (prema Munsellu, 1954).

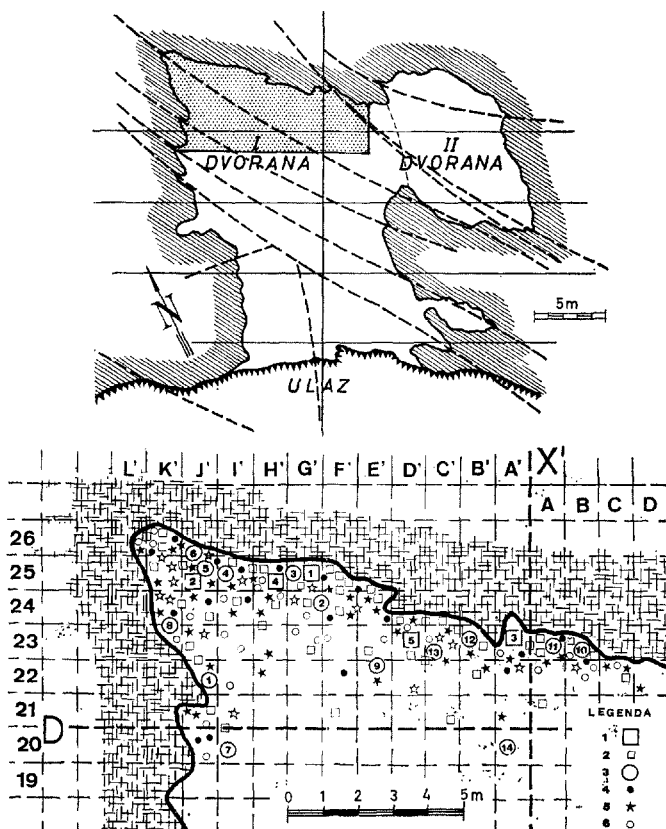
Najdonji stratum »b₅« predstavljen je sivom kompaktnom zemljom bez kamenja, odnosno stanovita količina kamenja ležala je uglavnom uz bočnu stijenu početne dvorane nasuprot spiljskom ulazu (dislocirani grobovi?). Debljina stratuma varira od 20 do 30 cm, a u suhom stanju ima oznaku za boju 10 YR 5/1.

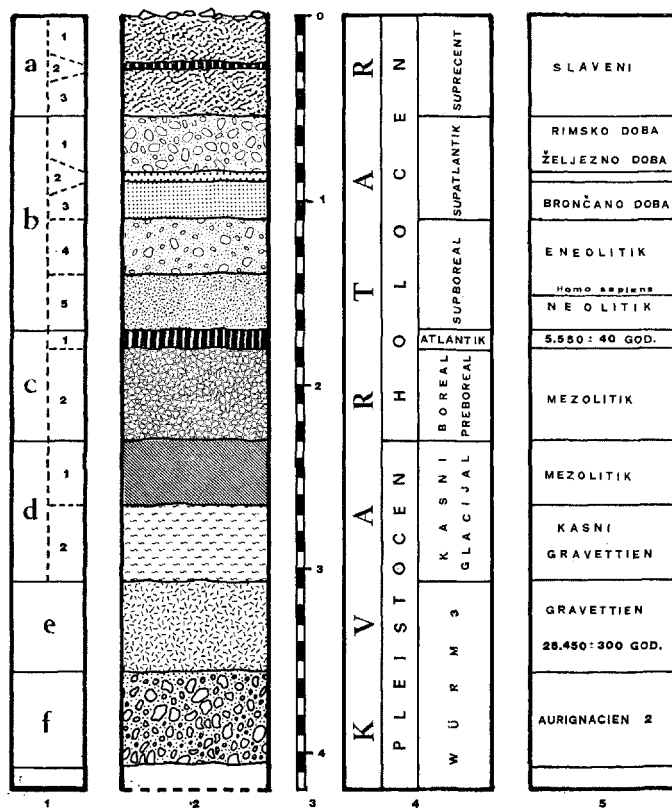
Spomenuti najdonji stratum »b₅« leži direktno na naslazi »c«, koja se sastoji iz krioklastičnog sipara (»c₁«). Najgornji dio tog kršja infiltriran je i čvrsto povezan i pokriven sigom (stratum »c₁«), a primjenom radiometrijskog datiranja ustanovljeno je izlučivanje te sige prije 5.500 ± 40 godina, tj. u atlantskoj fazi (M. Malez & J. C. Vogel, 1970).

U najdonjem dijelu stratuma »b₅« sabrano je više nalaza, kao što su brušene i polirane sjekire iz serpentina, s rupom i bez nje, zatim fragmentarne keramičke posude, itd., što upućuje na prisutnost neolitske materijalne kulture na tom lokalitetu. Znatno boga-

Sl. 1. Tlocrt Velike pećine (gore) s projekcijom tektonskih pukotina koje su uvjetovale postanak spilje (crtkane linije). Na točkastoj površini otkriveni su skeletni ostaci eneolitskih ljudi (vidi detalj niže). Tlocrt sjevernih i sjeveroistočnih kvadranta uz bočnu stijenu prve dvorane Velike pećine (dolje) s položajem pojedinih skeletnih ostataka eneolitskih ljudi. X' — glavna os spilje, D — pomoćna poprečna os udaljena 15 m od spiljskog ulaza. Legenda: 1 = položaj maksila, 2 = fragm. kranijalne kosti, 3 = mandibule, 4 = pojedinačni zubi, 5 = kosti ruke, 6 = kosti noge.

Abb. 1. Grundriß der Höhle Velika Pećina (oben) mit Projektion der tektonischen Spalten durch welche die Höhle entstanden ist (gestrichelte Linien). Auf der gepunkteten Fläche wurden Skelettreste von äneolithischen Menschen gefunden (siehe das Detail weiter unten). Grundriß der nördlichen und nordöstlichen Quadranten entlang der Seitenwand des ersten Saales der Velika Pećina (unten), mit Lage der einzelnen Skelettreste äneolithischer Menschen. X' = Hauptachse der Höhle, D = Behelfsquerachse, 15 m vom Höhleneingang entfernt. Legende: 1 = Lage der Maxilla, 2 = Fragment eines kranialen Knochens, 3 = Mandibeln, 4 = einzelne Zähne, 5 = Armknochen, 6 = Bein-knochen.





Sl. 2. Stratigrafska korelacijska shema najgornjeg dijela kvartarnih naslaga u Velikoj pećini. 1 = oznaka stratuma, 2 = profil naslaga, 3 = dubina u metrima, 4 = geološka kronologija, 5 = pojava materijalnih kultura s rezultatima određivanja starosti pomoću radioaktivnog ugljika (^{14}C) i položajem skeletnih ostataka čovjeka (*Homo sapiens*) u gornjem dijelu stratuma »b₅«.

Abb. 2. Stratigraphisches Korrelationsschema des obersten Teils der Quartärablagerungen in Velika Pećina. 1 = Bezeichnung des Stratum, 2 = Profil der Ablagerungen, 3 = Tiefe in Metern, 4 = geologische Chronologie, 5 = Auftreten materieller Kulturen mit Ergebnissen der Altersbestimmung durch die Radiocarbonmethode (^{14}C) und der Lage der Skelettreste äneolithischer Menschen (*Homo sapiens*) im oberen Teil des Stratum »b₅«.

tije prethistorijske nalaze sadrži gornji dio stratuma »b₅«, u kojem je uz već spomenute čovječeje skeletne ostatke sabrano mnogo fragmentarnih keramičkih posuda s izrazitim karakteristikama Retz-Gajary kulture eneolitika. Uz keramiku pronađeno je više koštanih šiljaka, kremenih nožića, ukrasa od pečene gline, kamena, kostiju, zuba i školjaka.

Nadalje je u ovom stratumu, kao i u višem »b₄«, sakupljena velika količina kostiju raznih životinja. Brojem rodova i vrsta to je najbogatija fauna starijeg holocena u sjevernoj Hrvatskoj, a čine je ovi predstavnici: *Talpa europaea*, *Crocidura russula*, *Eriaceus europaeus*, *Rhinolophus ferrumequinum*, *Rh. hipposideros*, *Rh. cf. euryale*, *Myotis mystacinus*, *M. emarginatus*, *M. bechsteinii*, *M. myotis*, *Pipistrellus pipistrellus*, *Eptesicus serotinus*, *Plecotus auritus*, *Mintopterus schreibersii*, *Chiroptera* gen. et sp. indet., *Lepus europaeus*, *Glis glis*, *Clethrionomys glareolus*, *Microtus arvalis*, *Arvicola terrestris*, *Pitymys subterraneus*, *Apodemus sylvaticus*, *Rattus* sp., *Sciurus vulgaris*, *Castor fiber*, *Canis familiaris palustris*, *C. familiaris* cf. *intermedius*, *C. cf. aureus*, *Vulpes vulpes*, *Ursus arctos*, *Mustela erminea*, *Putorius putorius*, *Martes foina*, *Lutra* sp., *Meles* sp., *Felis silvestris*, *Sus scrofa*, *Cervus elaphus*, *Capreolus capreolus*, *Bos primigenius*, *B. taurus primigenius*, *Capra hircus*, *Ovis* cf. *musimom*, *Ovis aries*, *Accipiter nisus*, *Phasianus colchicus*, *Lyrurus tetrax*, *Tetrao urogallus*, *Scolopax rusticola*, *Strix aluco*, *Bubo* sp., *Nyctea* sp., *Asio otus*, *Picus canus*, *Dendrocopos medius*, *Turdus pilaris*, *T. merula*, *Lanius* sp., *Pica* sp., *Garrulus glandarius*, *Sturnus vulgaris*, *Emberiza cirius*, *Passer* sp., *Galerida cristata*, *Aves* indet., *Salamandra maculosa*, *Pelobates* sp., *Bufo viridis*, *Rana agilis*, *R. cf. esculenta*, *R. temporaria*, *Lacerta viridis*, *Coluber* cf. *longissimus*, *Elaphe* cf. *quatuorlineatus*, zatim više vrsta kopnenih puževa i potočna lisanka (*Unio crassus*).

Navedena fauna u cjelini iz stratuma »b₅« i »b₄« upućuje na subborealnu klimatsku fazu u našim krajevima. U toj fauni još su prisutni neki predstavnici iz kasnog glacijala, te preborealne i borealne klimatske faze, kao što su vrste *Eptesicus serotinus*, *Castor fiber*, *Ursus arctos*, *Mustela erminea*, *Bos primigenius*, *Lyrurus tetrax*, *Tetrao urogallus*, *Nyctea* sp., itd. U kasnijoj klimatskoj fazi (supatlantiku) i ove vrste (osim zerdava) nestaju s područja sjeverozapadne Hrvatske.

Posebno treba istaći da je u gornjem dijelu stratuma »b₅« sabrana velika kolekcija razbijenih i opaljenih skeletnih dijelova životinja, koje su služile za prehranu nosiocima retz-gajarske kulture. Najbrojniji su ostaci ovih vrsta: *Sus scrofa*, *Cervus elaphus*, *Capreolus capreolus*, *Bos primigenius*, *B. taurus primigenius*, *Capra hircus* i *Ovis aries*. U tom stratumu ustanovljeno je i više ognjišta, smještenih pretežno u središnjem i prednjem dijelu spilje. Na osnovi svega iznijetog dobije se dojam da se eneolitska stočarsko-nomadsko populacija služila spiljom samo povremeno za

sklonište i kratki boravak, i to uglavnom njezinim početnim dijelom, a udaljeniji nutarnji dijelovi spilje služili su za pokapanje umrlih. Sličnih primjera — da je neka spilja služila istovremeno za stanovanje i nekropolu — poznato je više, a najzorniji primjer u našim krajevima je pećina Bezdanjača kod Vrhovina u Lici (M. Malez, 1980; R. Drechsler-Bižić, 1980).

3. PALEOSTOMATOLOŠKA PROUČAVANJA

3.1. MATERIJAL I RADNA METODA

Za paleostomatološka proučavanja izdvojene su samo dobro sačuvane čeljusti i pojedinačni zubi. Ukupno su za obradu pripremljene 24 čeljusti, i to 7 maksila i 17 mandibula. Od maksila samo je jedna sačuvana parna. Na čeljustima nalazi se 38 zuba II. denticije, i to 26 donjih i 12 gornjih, te 4 zuba I. denticije (2 gornja i 2 donja). Postupkom serijacije stupnja istrošenosti okluzalnih ploha zubi kao funkcije kronološke starosti određena je starosna dob osoba kojima su čeljusti pripadale.

Određivanje starosti individuuama na temelju trošenja okluzalnih ploha zubi prvi je razradio A. E. W. Miles (1963), a modificirao za analizu zubi južnoafričkih australopitecina A. E. Mann (1975). Tu je metodu također primijenio M. H. Wolpoff (1979) za određivanje starosne dobi krapinskih neandertalaca.

Za ovaj način utvrđivanja starosne dobi upotrebljavaju se čeljusti s mješovitom denticijom. Nekompletno iznikle denticije koriste se radi postavljanja kriterija za broj godina koliko je određen zub u funkcionalnoj okluziji, s time da je funkcionalna okluzija određena prisutnošću okluzalnog trošenja na molarima. Jednom utvrđeni kriterij zatim se primjenjuje na sve čeljusti tog nalazišta.

Koristeći se tom metodom polazi se od pretpostavke da je redoslijed vremena nicanja zubi isti za cjelokupni uzorak. Istovjetna vremena probijanja zubi primijenjena su kod svakog nezrelog individuuama, a isto tako se pretpostavlja da je brzina trošenja za svaki zub neovisna o stvarosti, a konzistentna u svakoj zubnoj klasi.

Erupcijska vremena dobivena su na temelju prosjeka nicanja zubi u živućih populacija na širokom geografskom području (M. H. Wolpoff, 1979). Pri tome se zanemaruje pretpostavka da su istraživane populacije (fosilne ili prethistorijske) imale ili ne, za nas neuobičajena, brza erupcijska vremena. Populacijske razlike u erupcijskom rasporedu zubi uglavnom su odraz genetskih varijacija (J. S. Friedlander & H. L. Bailit, 1969; S. M. Garn et al., 1973). Međutim, M. H. Wolpoff (1979) navodi da genetske razlike nisu postojane na širokom geografskom području i više su populacijske nego »rasne« naravi.

Prema tome utvrđivanjem prosjeka erupcijskih vremena zubi živućih populacija na širokom geografskom području dobivaju se podaci koji su odraz prosječnog genoma za vrstu *Homo sapiens*. Prosječno erupcijsko vrijeme prvog trajnog molara je u šestoj godini života, drugog trajnog molara u jedanaestoj, a trećeg u sedamnaestoj godini života.

U svim slučajevima gdje je kost bila intaktna ili tolerantno oštećena izvršene su klasične metričke analize čeljusti te analize zubnih lukova u sve tri dimenzije: transverzalnoj, sagitalnoj i vertikalnoj (R. Martin & K. Saller, 1959; J. Kallay, 1970; G. Heberer et al., 1970; G. Hensel, 1972; V. Lapter, 1979; H. Percač, 1978; M. H. Wolpoff et al., 1981). Za mjerenje se upotrebljavala namjenska klizna mjerka »Mauser« s mikrometerskim kazalom, a za mjerne analize zubnih lukova upotrebljavalo se još i transparentno mjerilo po Schmithu te trodimenzionalni šestar po Korkhausu.

Sve čeljusti snimljene su rendgenski. Za svaku je napravljena pregledna sumacijska snimka u dva smjera, i to AP (anteriorno-posteriorna) i LL (latero-lateralna). Snimanje je izvršeno na aparatu tvrtke »Siemens«, a upotrijebljeni su filmovi »Fotokemike« (Sanix R 90). Jačina zračenja bila je od 45 do 90 kv, vrijeme ekspozicije 0,020 sekundi s 8, 9 ili 10 mAs. Filmovi su razvijani u automatskom aparatu tvrtke »3 M«.

Sva klasična mjerenja izvršena su također i na zubima. Duljina krune (MD) definirana je kao maksimalna mezio-distalna dimenzija, odonsno sagitalno horizontalna distancija na okluzalnoj plohi zuba. Ta je distancija mjerena uvijek na najizbočenijem dijelu krune zuba mezio-aproksimalno i disto-aproksimalno (A. Hrdlička, 1924; R. Martin, 1928; P. Pedersen, 1949; M. H. Wolpoff, 1971a, b). Mezio-distalni dijametar krune zuba može se mjeriti i na kontaktnoj točki mezio-aproksimalno i disto-aproksimalno kod zubi u nizu (E. Schuman & L. C. Brace, 1954; M. H. Wolpoff, 1971a, b, c). Razlika između ove dvije metode je neznatna te iznosi 0,5 mm ili 1–3% i manje za posteriorne zube ako su zubi neabradirani ili posve lagano abradirani (D. V. Frayer, 1978). Ta razlika dakle nije veća od razlike koja nastaje kada isti zub mjere dvije osobe. Međutim, dimenzije zubi smanjuju se kod jače izražene abrazije, i to aproksimalno i okluzalno (M. H. Wolpoff, 1971a, b, c), pa nastaje i znatno veća razlika između mezio-distalnog dijametara zuba mjenjenog na kontaktnim točkama (plohama) ili na najvećoj mezio-distalnoj distanciji. Iz tog je razloga na našem materijalu duljina krune mjerena na najvećoj mezio-distalnoj distanciji.

Širina krune (BL) definirana je kao maksimalna buko-lingvalna dimenzija okomita na duljinu. Kao i kod duljine, i za širinu je također izmjeren maksimalni buko-lingvalni dijametar, okomito prema mezio-distalnom dijametru. Ta je dimenzija zuba standardizirana u stručnoj literaturi te je upotrebljava većina autora (A.

Hrdlička, 1924; F. Weidenreich, 1937; P. Pedersen, 1949; E. Schuman & L. C. Brace, 1954; M. H. Wolpoff, 1971a, b; P. E. Mahler, 1973; D. W. Frayer, 1978; i drugi).

Karijes na zubima je dijagnosticiran, registriran i klasificiran uobičajenom metodom (H. Euler, 1939a, b; V. Krušić, 1954; F. Twiesselmann & H. Brabant, 1967; H. Percač, 1978).

Osim morfometrijskih opažanja zabilježene su i patološke promjene na maksilama, mandibulama i pojedinačnim zubima.

3.2. ANALIZA OSTEOLOSKOG I ODONTOLOSKOG MATERIJALA

3.2.1. Gornje čeljusti (*maxillae*)

V. p. br. 5: Maxilla lateris dextri

Od ove gornje čeljusti ostao je sačuvan dio desnog korpusa s dijelom palatinalnog i alveolarnog nastavka. Na prednjoj strani, ispod orbitalnog ruba, a iznad i u sredini između korjenova m^1 i m^2 nalazi se foramen infraorbitale, ispod kojeg se nazire fossa canina. Na alveolarnom grebenu nalaze se dva mliječna molara, čija je okluzalna ploha lagano istrošena. Distalno od mliječnih molara vidi se napola iznikla kruna prvog trajnog molara, na kojoj je prisutan tuberculum Carabelli. Na LL rendgenogramu opaža se potpuno mineralizirana kruna prvog trajnog molara i njegov je korijen mineraliziran do druge trećine. Kruna prvog premolara mineralizirana je preko jedne trećine, kanina do prve trećine, a drugog premolara manje od jedne trećine. Maksila pripada djetetu starom oko 7 godina.

V. p. br. 6: Maxilla lateris sinistri

Na tom primjerku prisutan je dio korpusa s dijelom palatinalnog i alveolarnog nastavka. Na alveolarnom nastavku nalazi se samo jedan zub — M^1 — te mezijalno od njega pet praznih alveola. Kost je odlomljena distalno od prvog molara. Na okluzalnoj plohi vidljiva je lagana istrošenost mezipalatinalne kvržice. Tuberculum Carabelli nije istaknut. Na rendgenogramu dobro se vidi prvi trajni molar i njegov je rast korijena završen. Medijalno od M^1 nalaze se dvije plitke alveole od P^1 i P^2 . Prema izgledu alveola premolara rast korjenova tih zubi bio je u toku. Nešto je više postavljena alveola očnjaka. Maksila pripada djetetu starom oko 12 godina.

V. p. br. 7: Maxilla lateris sinistri

Od kosti je sačuvan djelomično corpus maxillae, processus palatinus, processus zygomaticus te, jednim dijelom, processus alveolaris. Na alveolarnom nastavku nalazi se prvi trajni molar. Dis-

talno od tog zuba je široka prazna alveola drugog trajnog molara. Septa interradicularia nisu formirana, mineralizacija korijena kod tog zuba negdje je na prvoj polovini. Distalni septum interalveolare, koji dijeli alveolu M^2 od alveole M^3 , odlomljen je u donjoj trećini, a distalnije od tog septuma se vidi lakuna zametka trećeg trajnog molara. Mezijalno od M^1 , na alveolarnom grebenu, nazire se okluzalna ploha krune drugog premolara koji je pred nicanjem. Alveole P^1 , C^1 , I^2 i I^1 su prazne. Na rendgenogramu vidi se potpuno razvijen i pravilno postavljen, sa završenim rastom korijena, prvi trajni molar. Drugi premolar je okluzalnom plohom dosegao gornji rub alveolarnog nastavka i nalazi se u fazi pred nicanjem. To je maksila djeteta starog oko 11 godina.



Sl. 3. Lijeva maksila djeteta (V. p. br. 8) s dva infraorbitalna otvora. A = sprijeda; b = detalj s infraorbitalnim otvorima. 1/1.

Abb. 3. Linke Maxilla eines Kindes (V. p. Nr. 8) mit zwei infraorbitalen Öffnungen. A = von vorne, b = Detail mit infraorbitalen Öffnungen. 1/1.

V. p. br. 8: *Maxilla lateris sinistri* (sl. 3; tab. II, sl. 2)

Taj primjerak kosti relativno je dobro sačuvan. Na corpusu maxillae nalaze se processus frontalis, processus zygomaticus, processus alveolaris i processus palatinus. Na facies anterior corpora nalazi se ispod orbitalnog ruba, a iznad alveole mezijalnog korijena m^1 , jedan veći ovalni otvor, foramen infraorbitale, a medijalno i nešto više nalazi se još jedan manji foramen. Prema tome ta maksila imade dva infraorbitalna otvora, što je dosta rijetka pojava. Fossa canina je dobro izražena. Na alveolarnom nastavku nema zubi, već se nalaze samo prazne alveole. To su alveole od i^1 , i^2 , c^1 , m^1 , m^2 , M^1 i M^2 . Alveole mliječnih zubi relativno su plitke, s dobro izraženim i sačuvanim interalveolarnim i interradikularnim septumima. Alveole trajnih molara postavljene su nešto više,

dno im je široko i zaobljeno, a interradičularna septa još nisu formirana. Na rendgenogramu vide se zamci trajnih sjekutića, u kojih je potpuno završena mineralizacija krune i dijela korijena. Trajni oćnjak je položen visoko, a krana mu je mineralizirana do trećine. Mineralizaciju prve trećine krune pokazuju i oba premo-lara. To je maksila djeteta starog oko 6 godina.

V. p. br. 16: Maxilla lateris dextri et sinistri (tab. I, sl. 1a–c)

To je jedini primjerak gornje ćeljasti gdje su obje strane ostale saćuvane i spojene na suturi medijani palatini. Corpus maxillae, processus palatinus i processus alveolaris gotovo su u potpunosti saćuvani. Ostali nastavci su oštećeni ili samo djelomićno saćuvani. Na facies anterior korpusa ispod margo infraorbitale nalazi se ovalni foramen infraorbitale. Niže od njega dobro je oćrtana fossa canina. Incisura nasalis takoder je pravilno oćrtana, a spina nasalis anterior je odlomljena. Facies infratemporalis je dijelom saćuvana. Tuber maxillae je dobro izražen. Facies orbitalis nedostaje. Facies nasalis je oštećen, saćuvan je prednji dio na kojem se vidi vrlo dobro izražen sulcus nasolacrimalis. S obzirom na to da nedostaje facies infraorbitalis i dijelom facies nasalis, otvoren je i dobro prikazan sinus maxillaris. Na alveolarnom nastavku nalazi se pet zubi: P², M¹ i M² lijeve strane te P² i M² desne strane. Ostale alveole su prazne.

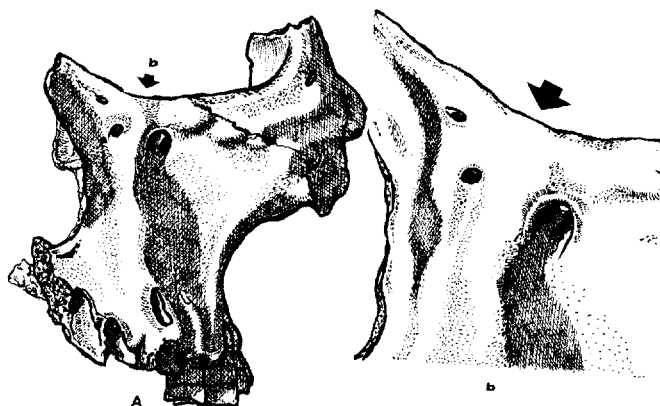
Zubi pokazuju jaku horizontalnu abraziju s ekspozicijom dentina. Okluzalne plohe su zbog istrošenosti zakošene u buco-lingualnom smjeru. Processus zygomaticus je odlomljen. U potpunosti je saćuvan processus palatinus sa svim anatomskim karakteristikama. Spinae palatinae i sulci palatini dobro su izražen. Sasvim naprijed, u sredini, nalazi se fossa incisiva, u kojoj su smještena foramina incisiva. To su ćetiri foramina. Dva veća, jedan su pokraj drugog u horizontalnoj liniji, dok su dva manja jedan ispod drugog u vertikalnoj liniji. Na processus palatini maxillae nadovezuje se dobro oćuvana lamina horizontalis osi palatini. Sutura transversa i sutura mediana palatina dobro se vide. Na facies palatina vidi se s obje strane po jedan foramen palatinum maius. Na LL rendgenogramima vidi se umjereno atrofićna koštana struktura, dobre spongiozne graće. Zubi koji se prikazuju smješteni su u nešto plicim alveolama. Cijeli alveolarni nastavak pokazuje znakove horizontalne atrofije koja je karakteristićna za parodontolizu. Konture velike maksilarne šupljine glatko su oćrtane. To je maksila osobe stare oko 30 godina.

V. p. br. 17: Maxilla lateris sinistri (sl. 4; tab. II, sl. 1a–b)

To je primjerak kosti na kojem su djelomićno saćuvani corpus maxillae, processus alveolaris, processus palatinus i processus zygomaticus. Na facies anterior corpus maxillae, ispod margo infraorbitalis, nalaze se dva foramina infraorbitale. Jedan je veći, smje-

šten 8,55 mm ispod infraorbitalnog ruba, a iznad vrška korijena drugog premolara. Drugi otvor se nalazi u istoj visini, postavljen više medijalno, mnogo je manji, a smješten je iznad vrška korijena očnjaka.

Fossa canina dobro je izražena. Na alveolarnom nastavku nalaze se četiri zuba: P^1 , M^1 , M^2 i M^3 . Između prvog premolara i prvog molara nalazi se prazna alveola drugog premolara, a medijalno od prvog premolara je prazna alveola kanina i drugog incisivu. Alveola prvog incisivu je odlomljena točno po sredini. Od nje je ostao sačuvan distalni septum interalveolare. Zubi pokazuju jaku istro-



Sl. 4. Lijeva maksila odrasle osobe (V. p. br. 17) s dva infraorbitalna otvora. A = sprijeda; b = detalj s infraorbitalnim otvorima. 1/1.

Abb. 4. Linke Maxilla eines erwachsenen Individuums (V. p. Nr. 17) mit zwei infraorbitalen Öffnungen. A = von vorne; b = Detail mit infraorbitalen Öffnungen. 1/1.

šenost okluzalnih ploha uz znatnu ekspoziciju dentina. Okluzalne plohe su zakošene u buco-lingualnom smjeru. Istrošenost je najjače izražena na prvom molaru. Osobito je istrošena palatinalna polovina okluzalne plohe toga zuba. Na njoj se vidi sklerotičan smeđi dentin, ispod kojeg se naziru konture pulpalne komorice. Okluzalna ploha prvog premolara također je znatno istrošena, ali je zakošenost te plohe manje izražena. Podjednako je istrošena bukalna i palatinalna polovina okluzalne plohe, u čijem se centralnom dijelu vidi smeđi sklerotični dentin. Zatim, prema stupnju istrošenosti, slijedi drugi molar, kod kojeg je zakošenost okluzalne

plohe također izražena, a palatinalna polovina grizne plohe znatno je više istrošena od bukalne. Dentin je eksponiran, ali nije smeđe boje. Abrazija je najmanje izražena na trećem molaru, čija je okluzalna ploha također zakošena, a vidi se i ekspozicija dentina na palatinalnoj polovini grizne plohe toga zuba. Prema stupnju istrošenosti okluzalnih ploha zubi moglo bi se zaključiti da je to maksila osobe stare oko 40 godina.

Alveolarna kost je atrofična. Ta atrofija je jače izražena palatinalno, a najjače uz korijen prvog molara.

Processus palatinus je dijelom oštećen, ali se spinæ palatinae i sulci palatini dobro vide. Naprijed, u medijalnoj liniji, nalazi se jedan foramen incisivum. Processus frontalis je odlomljen. Processus zygomaticus je dobro sačuvan kao i dio zigomatične kosti. Na zigomatičnoj kosti sačuvan je facies malaris, na kojem se vidi foramen zygomaticofaciale.

Facies orbitalis na korpusu maksile nedostaje. Sinus maxillaris je otvoren i u potpunosti prikazan. Na LL rendgenogramu vidi se čeljust glatkih kontura. Koštana struktura nije bitno promijenjena. Vide se reducirane, nešto pliće alveole, uslijed atrofije alveolarne kosti.

V. p. br. 18: Maxilla lateris sinistri

Od ove čeljusti djelomično je sačuvano tijelo te alveolarni palatinalni i zigomatični nastavak. Processus nasalis je odlomljen i u cijelosti nedostaje. Na facies anterior corpus maxillae nalazi se foramen infraorbitale. Smješten je 7,4 mm ispod margo infraorbitalis, a iznad vrška korijena drugog premolara. Fossa canina se dobro ocrtava. Processus zygomaticus je sačuvan zajedno s dijelom zigomatične kosti. Tuber maxillae je odlomljen. Na alveolarnom nastavku nalazi se samo prvi trajni molar. Na okluzalnoj plohi tog zuba abrazija se tek nazire. Prazne su alveole I¹, I², C¹, P¹, P² i M².

Intraalveolarna septa su dobro sačuvana. Prema izgledu alveole drugog trajnog molara može se zaključiti da je rast korijena tog zuba bio još u toku, jer je interradičularni septum tek naznačen, a dno alveole je zaobljeno i široko. Processus palatinus je djelomično sačuvan. Sinus maxillaris je otvoren s gornje i stražnje strane. Na LL rendgenogramu vidi se dobro sačuvana struktura kosti, glatko ocrtana šupljina sinusa i prvi trajni molar, pravilno smješten u svom ležištu. Završeci praznih alveola P¹, P² i M² su zaobljeni, što ukazuje na nedovršeni rast korijenova tih zubi. To je maksila osobe stare oko 15 godina.

3.2.1.1. Karakteristike gornjih čeljusti

U osteološkom materijalu nalazi se 7 maksila. Od toga broja 5 su dječje, a 2 su maksile odraslih osoba. Postupkom serijacije stupnja istrošenosti okluzalnih ploha zubi kao funkcije kronološke

starosti određena je starosna dob osoba kojima su čeljusti pripadale. Gornje čeljusti su pripadale osobama u starosti od 6 do 40 godina. Starost dječjih maksila je procijenjena na 6, 7, 11, 12 i 15 godina. Prosječna dječja dob pronađenih individua iznosi 10,2 godine. Dob odraslih osoba procijenjena je na 30 i 40 godina, a prosjek iznosi 35 godina. Samo jedna maksila je pronađena parna. To je maksila odrasle osobe, stare oko 30 godina, a registrirana je pod radnim brojem 16.

Foramen infraorbitale je u djece lokaliziran u 50% slučajeva iznad m^1 , a u preostalih 50% slučajeva iznad m^2 . Taj je otvor udaljen od margo infraorbitalis u prosjeku 4,5 mm. U odraslih osoba otvor je uvijek smješten iznad P^2 , a u prosjeku je udaljen od margo infraorbitalis 8,5 mm. Na dvije maksile registriran je multipli foramen infraorbitale. Dva se infraorbitalna otvora nalaze na dječjoj maksili pod brojem 8, u djeteta starog oko 6 godina i na maksili odrasle osobe pod brojem 17, u dobi od oko 40 godina. U slučaju dvostrukog foramena infraorbitale veći je u oba slučaja smješten više distalno i ovalnog je oblika. Manji foramen je lociran više medijalno i okruglog je oblika. Na dječjoj maksili je smješten iznad c^1 , a u odrasle osobe iznad C^1 . Oba su otvora jednako udaljena od margo infraorbitalis, nalaze se u istoj horizontalnoj liniji.

Fossa canina je izražena na svim gornjim čeljustima, a relativno je plitka.

Stražnja širina maksile, koju je bilo moguće mjeriti samo u jednom slučaju, sačuvane parne maksile, registrirane pod brojem 16, iznosi 51,9 mm, a prednja 40,3 mm. Prednja dužina iznosi 11,2 mm, a stražnja 25,7 mm. Visina nepca 21,5 mm.

3.2.2. Donje čeljusti (mandibulae)

V. p. br. 1: *Corpus mandibulae et ramus mandibulae lateris dextri*

Sačuvan je dio korpusa i polovina ramusa. Frakturna linija ide distalno od incisurae mandibulae, neposredno iza processus coronoideus, ravno prema dolje. Uslijed toga nedostaje polovina ramusa s cijelim zglobnim nastavkom. Na prednjoj strani korpusa, u području ispod vrška mezijalnog korijena m_1 , nalazi se foramen mentale. Insercije mišića su slabo razvijene. Na alveolarnom grebenu vide se prazne alveole od m_1 , m_2 i M_1 . Distalno od prazne alveole prvog trajnog molara vidi se okluzalna ploha drugog trajnog molara u fazi alveolarne erupcije. Iza tog zuba nalazi se lakuna zametka M_2 . Na rendgenogramu vanjska kontura mandibule je glatko ocrтана. U koštanoj strukturi manjkaju sitne trabekule, a jače je izražena mrvičasta spongiozna struktura. Na alveolarnom grebenu septa interalveolarija su na vršcima zatupljena. U svojim lakunama vide se zameci P_1 i P_2 , prazna potpuno razvijena alveola M_1 te zametak M_2 . Potpuno su mineralizirane krune M_2 , P_1 i P_2 .

Od M_2 i P_1 korijen je mineraliziran do polovice, a od P_2 do prve trećine. Okluzalna ploha M_2 nalazi se na površini alveolarnog grebena. Krune premolara nalaze se postavljene nešto niže, na njima je još vidljiv koštani sloj. Iz toga se može zaključiti da M_2 niče prije P_1 . To je mandibula osobe stare 11 godina.

V. p. br. 2: Corpus mandibulae

Od ove mandibule sačuvan je samo korpus. Oba ramusa su odlomljena. Ostatak kosti imade oblik potkove. Kost je odlomljena s obje strane distalno od M_1 . Na prednjoj strani korpusa, u medijalnoj liniji dobro je izražena protuberantia mentalis i tubercula mentalia.

Foramen mentale nalazi se s obje strane ispod m_1 . U medijalnoj liniji, s lingualne strane korpusa jedva se naziru spinae mentales i fossa digastrica. S obje strane je dobro izražena linea mylohyoidea te poviše nje fovea sublingualis, a ispod nje fossa submandibularis. Na alveolarnom grebenu nalaze se dva mliječna molara desne strane (m_1 i m_2). Distalno od tih zubi, na površini alveolarnog grebena nalazi se okluzalna ploha prvog trajnog molara u fazi nicanja. Medijalno, pak, nalazi se prazna alveola desnog mliječnog očnjaka. Alveole i_1 te i_2 desne strane su zarasle, što govori o zaživotnom gubitku tih zubi. Alveole i_1 , i_2 , c_1 , m_1 te m_2 lijeve strane su prazne. Interalveolarni i interradičularni septumi su ostali sačuvani. Distalno od prazne alveole lijevog drugog mliječnog molara nalazi se široka prazna lakuna zametka M_1 . Na AP rendgenogramu vide se zameci zubi interkaninog prostora u tipičnom »štafetnom« položaju, postavljeni jedan iza drugoga. Mineralizacija krune I_1 i I_2 je završena, a od C_1 do druge trećine. Kod I_1 mineralizirana je prva trećina korijena, a kod I_2 mineralizacija korijena je na početku. Na LL rendgenogramu vide se zameci M_1 , P_2 , P_1 i C_1 . Mineralizacija krune prvog trajnog molara je završena, a mineraliziran je i korijen tog zuba u prvoj polovini. Krune prvog premolara i kanina mineralizirane su do druge trećine, a drugog premolara do prve trećine. Sve to upućuje na zaključak da je to mandibula djeteta starog oko 6 godina.

V. p. br. 3: Corpus mandibulae

Mandibula je odlomljena s lijeve strane distalno od m_1 , a s desne distalno od c_1 . Prema tome od ove donje čeljusti ostao je sačuvan samo srednji i lijevi dio korpusa. S prednje strane, u medijalnoj liniji vidi se jako izražena protuberantia mentalis i osobito istaknuta tubercula mentalis. S lijeve strane, ispod prazne alveole m_1 na prednjoj strani korpusa nalazi se ovalni foramen mentale. Na lingualnoj strani korpusa, u medijalnom dijelu nalaze se spinae mentales. Jače su izražene gornje dvije, spinae musculi geniohyoidei, dok su znatno slabije izražene donje, spinae musculi geniohyoidei. Te posljednje su srasle u sredini i jedva se

naziru. Na alveolarnom grebenu nalaze se prazne alveole mliječnih inciziva i kanina. Intervalveolarni septumi su dobro sačuvani. Na AP rendgenogramu vide se zamci trajnih frontalnih zubi u pravilnom položaju. Krune centralnih incisiva su mineralizirane u potpunosti, a lateralnih do polovine. Kruna očnjaka je mineralizirana do prve trećine. Mandibula pripada djetetu starom oko 5 godina.

V. p. br. 4: Ramus mandibulae lateris dextri

Mandibula je odlomljena distalno od M_3 prema dolje i natrag koso do angulus mandibulae. Cijeli korpus i lijevi ramus nedostaju. Ostao je sačuvan samo fragment desnog ramusa. Na ramusu je u potpunosti ostao sačuvan processus condylaris, a processus coronoideus je djelomično odlomljen. Incisura mandibulae je plitka. Na unutrašnjoj strani ramusa nalazi se foramen mandibulae. Lingula mandibulae se jedva nazire. Prema izgledu i veličini tog koštanog fragmenta može se zaključiti da je to ramus djeteta.

V. p. br. 9: Corpus et ramus mandibulae lateris dextri
(tab. II, sl. 4a–b)

Kost je odlomljena medijalno od M_1 desne strane ravno prema dolje, do donjeg ruba baze. Na distalnoj strani frakturna linija ide gore, od prednjeg ruba incisura mandibulae, ravno prema dolje na angulus mandibulae.

U potpunosti nedostaje processus condylaris, a processus coronoideus je oštećen na vršku. Na ušćivanom dijelu korpusa s prednje strane dobro je izražena linea obliqua, a na angulusu mandibulae dobro je razvijen processus lemurinus, koji strši prema dolje i van. S lingualne strane na korpusu se ističe linea mylohyoidea, a na ramusu se vidi ovalni otvor, foramen mandibulae. Lingula mandibulae se jedva nazire, a sulcus mylohyoideus je plitak, duljine 17,5 mm. Tuberositas pterygoidea su slabo izražena. Na pars alveolaris nalaze se tri molara. Zubi pokazuju horizontalnu istrošenost, koja je najjače izražena na M_1 , gdje postoji ekspozicija dentina. Okluzalna ploha M_2 je potpunoma ravna uslijed abrazije cakline. Grizna ploha M_3 pokazuje neznatnu istrošenost.

Na LL rendgenogramu prikazan je fragment te kosti s tri pravilno razvijena molara. U pulpnoj komorici M_1 i M_2 vidi se sekundarni dentin kao reakcija organizma na istrošenost grizne plohe. To je čeljust osobe stare oko 24 godine.

V. p. br. 10: Corpus mandibulae (tab. II, sl. 3)

Od ove mandibule ostao je sačuvan samo dio korpusa. Kost je odlomljena s desne strane distalno od prazne alveole P_2 koso i dolje na donji rub basis mandibulae. S lijeve strane korpus je odlomljen distalno od M_2 . Frakturna linija prolazi preko alveole M_3 , distalno koso prema dolje i završava ispred angulusa mandi-

bule. Na prednjoj strani korpusa, u medijalnoj liniji dobro je izražena protuberantia mentalis i tubercula mentalia. Foramen mentale je smješten ispod i distalno od prazne alveole P_2 , udaljen od donjeg ruba basis mandibulae 17,5 mm. Linea obliqua je slabo izražena. S lingualne strane korpusa na medijalnom dijelu dobro su izražene spinae mentales. Jače se ističu spinae musculi genio-glossi, dok su spinae musculi geniohyoidei nešto slabije izražene.

Fossa digastrica se nazire. Fovea sublingualis je jako dobro izražena, a fossa submandibularis nešto slabije. Linea mylohyoidea je dobro uočljiva. Pars alveolaris je oštećena, bez zubi s praznim alveolama koje se doimaju plitke zbog odlomljenih prednjih stijenki. Učuvana su septa interalveolaria i septa interradicularia. Na slobodnom rubu pars alveolaris nalazi se 11 praznih alveola.

Na rendgenogramu ovog fragmenta mandibule vidi se gruba koštana struktura koja je dijelom resorbirana, a dijelom jače sklerotična. Konture su glatko ocrtane.

To je mandibula odrasle osobe kojoj starost nije moguće preciznije odrediti.

V. p. br. 11: Corpus mandibulae et ramus mandibulae lateris dextri
(tab. V, sl. 1a—c, sl. 7, A)

To je dobro sačuvana mandibula na kojoj je odlomljen samo lijevi ramus, i to distalno od M_2 prema natrag i dolje. Corpus mandibulae i ramus mandibulae lateris dextri su u potpunosti sačuvani. Na ramusu je samo neznatno oštećen processus condylaris. Incisura mandibulae je plitka. Kut nagiba između ramusa i korpusa iznosi 114° . Na medijalnom dijelu korpusa s vanjske strane dobro je izražena protuberantia mentalis i tubercula mentalia. Foramen mentale je smješten ispod P_2 , simetrično s obje strane, a udaljen je od donjeg ruba basis mandibulae 12,2 mm s lijeve, a 13,9 mm s desne strane. Slabo je izražena linea obliqua i trigonum retromolare. Processus lemurinus je vidljiv. S lingualne strane korpusa na medijalnoj liniji dobro su izražene spinae mentales. Spinae musculi genio-glossi nalaze se jedna do druge, a spinae musculi geniohyoidei, jedna ispod druge. Fossa digastrica je dobro izražena. Linea mylohyoidea lijeve strane je jače istaknuta nego desne. Isto tako se jače ističe i fovea sublingualis lijeve strane.

Fossa submandibularis je očitija na desnoj strani. Foramen mandibulae je smješten 22,2 mm od angulusa i 30,4 mm od najdubljeg dijela incisura mandibulae. Sulcus mylohyoideus je plitak, duljine 23 mm. Tuberositas pterygoidea je dobro izražena. Na pars alveolaris nalazi se pet zubi, i to: M_1 , M_2 i M_3 desne strane te M_1 i M_2 lijeve strane. Incizivi, kanini i premolari nedostaju, njihove su alveole prazne. Interradikularna septa su dobro sačuvana. Grizne plohe postojećih zubi pokazuju horizontalnu abraziju s

ekspozicijom dentina na M_1 i M_2 . Distoaproximalna ploha M_1 lijeve strane zahvaćena je karijesom. Kariозна lezija prodire do dentina i može se klasificirati kao K2 (karijes drugog stupnja).

Na rendgenogramu vidi se kost koja pokazuje glatko ocrtane konture i isto tako normalno ocrtani alveolarni greben, s ostrim i glatkim interalveolarnim septima. Canalis nervi mandibularis dobro je prikazan i glatko ocrtan. Struktura mandibule je gruba, dijelom resorbirana pa izgleda osteoporotična. Zubi koji se prikazuju pravilnog su izgleda i čvrsto fiksirani u svom ležištu. Pulpa i korijenski kanali glatki su i transparentni. Krune zubi lagano su istrošene okluzalno, ali dobro sačuvane. To je mandibula osobe stare oko 29 godina.

V. p. br. 12: *Corpus et ramus mandibulae lateris sinistri*
(tab. IX, sl. 1a—b)

Ovo je fragment mandibule odlomljen mezijalno od lijevog P_1 točno preko alveole kanina koso prema dolje i naprijed. Lijevi ramus mandibulae je u potpunosti sačuvan s oba nastavka. S prednje strane na korpusu između i ispod P_1 i P_2 nalazi se foramen mentale, udaljen od donjeg ruba baze 12,5 mm.

Angulus mandibulae iznosi 127° . Linea obliqua je slabo izražena. Tuberositas maseterica jedva se naslućuje. S unutrašnje strane mandibule su insercije mišića nešto jače izražene. Dobro se ocrtava linea mylohyoidea, osobito ispod M_2 .

Tuberositas pterygoidea se ističe. Foramen mandibulae ovalnog je oblika, omeđen dobro izraženom lingula mandibulae. Sulcus mylohyoideus je plitak, dug 21,1 mm. Na pars alveolaris nalazi se samo jedan zub, i to M_1 , te prazne duboke alveole od P_1 , P_2 i M_2 . Prvi trajni molar pokazuje laganu istrošenost bukalnih kvržica, dok su lingualne kvržice potpuno intaktne. Na rendgenogramu je vanjska kontura čeljusti glatko ocrтана. U koštanoj strukturi manjkaju sitne trabekule. Prema izgledu alveola premolara može se zaključiti da rast korijenova tih zubi još nije bio završen. Prvi molar čvrsto je usidren u svom ležištu. Kruna i korijen glatko su ocrтани. Periodontalna pukotina predstavlja glatku transparentciju. Prema izgledu alveole drugog kutnjaka može se također zaključiti da je rast korijena tog zuba bio u toku. To je mandibula osobe stare oko 13 godina.

V. p. br. 13: *Corpus et ramus mandibulae lateris sinistri*
(sl. 5; tab. VII, sl. 1a—c)

Od ove mandibule ostao je sačuvan dio korpusa lijeve strane s ramusom. Kost je odlomljena medijalno od prazne alveole P_2 lijeve strane, koso dolje i naprijed do donjeg ruba basis mandibulae. Na ramusu je odlomljen vršak mišićnog nastavka, dok je zglojni nastavak u potpunosti sačuvan. S prednje strane, na korpusu se vide dva mentalna otvora. Manji foramen postavljen je



Sl. 5. Lijeve polovica mandibule odrasle osobe (V. p. br. 13) s anomalijama. A = lateralno (a — detalj s dva mentalna otvora); B = medijalno (b — detalj mandibularnog otvora). 1/1.

Abb. 5. Linke Mandibulähälfte eines erwachsenen Individuums (V. p. Nr. 13) mit Anomalien. A = lateral (a = Detail mit zwei mentalen Öffnungen); B = medial (b = Detail der Mandibularöffnung). 1/1.

ispod vrška korijena P_1 , a veći se nalazi ispod vrška korijena P_2 , dakle nešto distalnije. Oba su foramena jednako udaljena od donjeg ruba basis mandibulae, a ta udaljenost iznosi 12,1 mm. Linea obliqua dobro je izražena, isto tako i trigonum retromolare. Angulus mandibulae iznosi 123° . S vanjske strane angulusa vidi se dobro izražena tuberositas maseterica i processus lemurinus.

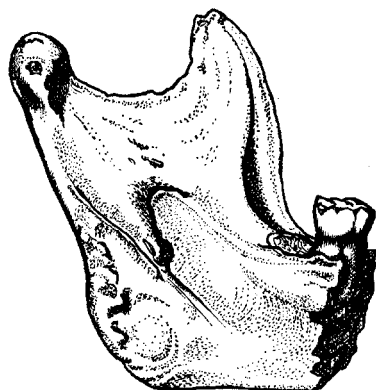
S unutrašnje strane na ramusu vidi se foramen mandibulae koji je položen horizontalno, a ne koso vertikalno kao u ostalih mandibula. Lingula mandibulae ga omeđuje s donje strane, a ne s medijalne. Sulcus mylohyoideus je plitak i ne ocrtava se odmah ispod foramena mandibulae. Koso prema dolje i naprijed 13 mm ispod foramena mandibulae nalazi se još jedan mali foramen okruglog oblika u promjeru 2 mm. Ispod tog manjeg otvora započinje sulcus mylohyoideus, koji je dugačak 14,1 mm. Poviše sulkusa dobro je izražena linea mylohyoideus. Na pars alveolaris nalaze se tri molara te prazne alveola drugog premolara. Zubi su istrošeni okluzalno. Najjača abrazija s ekspozicijom dentina vidi se na prvom molaru. Na drugom molaru postoji samo abrazija cakline, dok je na trećem molaru istrošenost neznatna. Na rendgenogramu vidi se fragment mandibule koji pokazuje glatko ocrtane konture. Na pars alveolaris vide se oštro ocrtana i dobro sačuvana septa interalveolaria. Tri kutnjaka čvrsto sjede u svom ležištu, normalnog su izgleda, dobro sačuvani. Caklina, cement i dentin su homogene kondenzirane strukture. Pulpna pokazuje homogenu transparentiju. Kanali su glatko ocrtani. Struktura mandibule je prilično manjkava, dobrim dijelom resorbirana, te stvara s ostalim grubim trabekulama grubo mrvčastu nepravilnu strukturu. To je mandibula osobe stare oko 27 godina, s dvostrukim foramenom mentale i dvostrukim foramenom mandibule.

V. p. br. 14: Mandibula (tab. III i IV)

To je najbolje sačuvan primjerak donje čeljusti u cjelokupnom osteološkom materijalu. Na toj mandibuli odlomljen je samo processus coronoideus lijevog ramusa i neznatno su oštećena oba angulusa. S prednje strane na korpusu jasno se u medijalnoj liniji ocrtava protuberantia mentalis. Foramen mentale je smješten ispod vrška korijenova P_2 s obje strane. Udaljen je od donjeg ruba baze 15,9 mm. Linea obliqua se dobro nazire. Tuberositas masseterica je slabo izražena.

S lingualne strane korpusa, u središnjem dijelu vide se spinae mentales. Spinae muscoli genioGLOSSI su jače izražene nego spinae muscoli genioHYOIDEI. Fossa digastrica je dobro uočljiva. Linea mylohyoidea se osobito ističe u području ispod molara. Fovea sublingualis i fossa submandibularis dobro su naznačene. Angulus mandibulae iznosi 122° . Foramen mandibulae je udaljen 24,5 mm od najdublje točke na incisura mandibulae, ovalnog je oblika, s medijalne strane omeđen s lingulom mandibule. Sulcus mylohyoi-

deus je dobro ocrtan, duljine 24,4 mm. Na pars alveolaris nalaze se tri molara s lijeve i tri molara s desne strane. Ostali zubi nedostaju, njihove su alveole na pars alveolaris duboke i prazne. Okluzalne plohe prvih molara pokazuju znakove lagane istrošenosti u području cakline. Istrošenost drugih molara je tek naznačena, dok su okluzalne plohe umnjaka potpuno intaktne. Na LL rendgenogramu lijeve i desne strane konture čeljusti su glatko



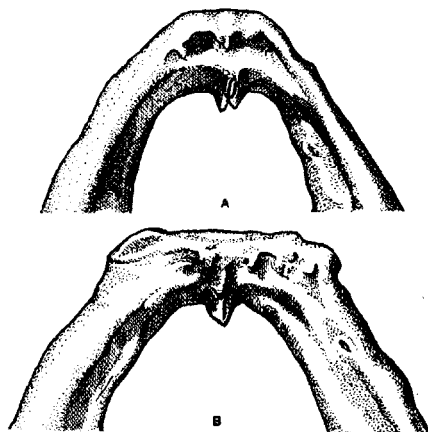
Sl. 6. Lijevi ramus mandibulae odrasle osobe (V. p. br. 56); medijalno. 1/1.
Abb. 6. Linker ramus mandibulae eines erwachsenen Individuums (V. p. Nr. 56); medial. 1/1.

ocrtane. Alveolarni greben je uredno prikazan. Alveole su glatko ocrtane, septa imaju oštre nastavke. Molari čvrsto leže u svom ležištu, korijeni su im glatko ocrtani, periodoncij pokazuje usku glatku pukotinu. Pulpa i korijenski kanali su također normalno ocrtani i glatki. Canalis nervi mandibularis je oštro ocrtan. Koštana struktura je vrlo dobro sačuvana pa se praktički može govoriti o normalnoj spongioznoj strukturi. To je mandibula osobe stare oko 21 godinu.

V. p. br. 15: *Corpus mandibulae et ramus mandibulae lateris dextri* (tab. VI, tab. VIII, sl. 2a—b; sl. 7, B)

To je mandibula kojoj nedostaje lijevi ramus. Kost je odlomljena distalno od M₂ lijeve strane. Frakturna linija ide preko alve-

ole trećeg molara prema koso dolje i natrag te završava na donjem rubu baze. Corpus mandibulae je dobro sačuvan. Na desnom ramusu odlomljen je vršak na processus coronoideus. Angulus mandibulae iznosi 125°. S prednje strane na korpusu, medijalnoj liniji, dobro se ističe protuberantia mentalis i tubercula mentalia. Foramen mentale nalazi se s lijeve strane između vrška korijena P₁ i P₂, a s desne strane nešto distalnije ispod P₂. Udaljen je od donjeg ruba baze 11,8 mm, jednako s obje strane. Linea obliqua je dobro ocrtana, a tuberositas masseterica se nazire. S lingualne strane korpusa u medijalnoj liniji vide se spinae mentales. Dvije gornje i dvije donje su srasle međusobno. Hrapava udubina — fossa digastrica je jako dobro izražena. Linea mylohyoidea se ističe s obje strane. Fovea sublingualis je slabije izražena od fosse submandibularis. Na angulusu mandibule s unutrašnje strane osobito se ističe tuberositas pterygoidea. Foramen mandibulae je ovalan, s medijalne strane omeđen s lingula mandibulae, a udaljen je od najdubljeg dijela incisura mandibulae 15,8 mm, a od vrha angulusa mandibule 19,1 mm. Sulcus mylohyoideus je dobro izražen, duljine 26,2 mm. Na pars alveolaris s desne strane nalaze se sva tri molara, a s lijeve samo prvi i drugi molar, dok treći nedostaje.



Sl. 7. Detalj bradnog dijela dviju mandibula; pogled odozdo. A = mandibula odrasle ženske (?) osobe (V. p. br. 11); B = mandibula odrasle muške osobe (V. p. br. 15). 1/1.

Abb. 7. Detail des Kinntheiles zweier Mandibeln; Ansicht von unten. A = Mandibula eines erwachsenen weiblichen (?) Individuums (V. p. Nr. 11); B = Mandibula eines erwachsenen männlichen Individuums (V. p. Nr. 15). 1/1.

Isto tako nedostaju i svi incizivi, kanini i premolari, čije su alveole prazne. Zubi koji se nalaze na alveolarnom grebenu imaju pravilno oblikovane krune. Najjaču istrošenost pokazuju okluzalne plohe molara, i to samo u području cakline. Ta je istrošenost blaže izražena na drugim molarima, a gotovo se ne primjećuje na trećem molaru. Distoaproximalna ploha drugog lijevog molara je oštećena. Na njoj se vidi fraktura dijela cakline koja je nastala prilikom prijeloma mandibule post mortem. Na rendgenskoj snimci je donja čeljust glatko ocrtana. Koštana struktura nije bitno promijenjena. Spongioza je dobro sačuvana. Canalis nervi mandibularis je glatko ocrtan i dobro se raspoznaje. Pars alveolaris pokazuje oštre konture, alveole su glatko ocrtane. Postojeći zubi čvrsto sjede u svom ležištu, glatko su ocrtani i dobre strukture. To je mandibula osobe stare oko 22 godine.

V. p. br. 19: Corpus mandibulae

Mandibula je odlomljena s lijeve strane distalno od prvog molara, preko alveole drugog molara, prema natrag i dolje na rub baze mandibule. S desne strane korpus je odlomljen distalno od kanina prema dolje i lagano medijalno sve do donjeg ruba basis mandibulae. Od ove donje čeljusti ostao je sačuvan samo dio korpusa. U medijalnoj liniji s prednje strane protuberantia mentalis nije osobito izražena. Tubercula mentalia jedva se naziru. Linea obliqua je slabo istaknuta. Foramen mentale nalazi se ispod vrška korijena drugog premolara, a udaljen je 13,9 mm od donjeg ruba baze. S lingualne strane na medijalnoj liniji vide se spinae mentales koje su srasle međusobno. Fossa digastrica je dobro istaknuta, a i linea mylohyoideus. U svojoj alveoli čvrsto je usađen prvi trajni molar. Okluzalna ploha mu je istrošena do dentina i jako zakošena u linguo-bukalnom smjeru. Uspoređujući formu i stupanj abrazije te koštani habitus u odnosu na maksilu pod rednim brojem 17, može se zaključiti da mandibula pod rednim brojem 19 i maksila pod rednim brojem 17 pripadaju istoj osobi, staroj oko 40 godina.

V. p. br. 20: Corpus mandibulae (tab. IX, sl. 3)

To je fragment donje čeljusti od koje je ostao sačuvan dio korpusa dok oba ramusa nedostaju. Korpus mandibule je odlomljen s lijeve strane distalno od M_2 , preko prazne alveole M_3 , koso prema dolje i natrag do donjeg ruba baze mandibule. S desne strane frakturna linija ide distalno od P_2 , koso prema dolje i medijalno te završava na donjem rubu baze u projekciji vrška korijena desnog kanina.

U medijalnoj liniji na korpusu s vanjske strane vidi se protuberantia mentalis. Linea obliqua nije osobito istaknuta. Foramen mentale nalazi se distalno od vrška korijena P_2 , udaljen od donjeg ruba baze 14,7 mm. S unutrašnje strane korpusa u medijalnoj

liniji vide se *spinae mentales*, srasle zajedno gornje i donje, tako da čine jedan vertikalni greben. *Fossa digastrica* je dobro izražena. *Linea mylohyoidea* se osobito dobro ističe kao i *fovea sublingualis*. Na *pars alveolaris* nema zubi, već se nalazi 12 praznih alveola. Inter-alveolarna i interradikularna septa su dobro vidljiva. Alveole su pravilno formirane, na dnu zašiljene. Prema veličini i izgledu kosti i alveola može se zaključiti da je to mandibula odrasle osobe kojoj starost nije moguće preciznije odrediti.

V. p. br. 21: Corpus mandibulae (tab. IX, sl. 4)

Corpus mandibulae je odlomljen s desne strane distalno od prazne alveole trećeg molara, koso prema dolje i nešto medijalno do ruba *basis mandibulae*. S lijeve strane frakturna linija ide preko prazne alveole prvog molara koso prema dolje i medijalno te završava na donjem rubu baze u projekciji između vrška korijena kanina i prvog premolara. U medijalnoj liniji s vanjske strane mandibule pravilno je ocrtao *protuberantia mentalis*. *Linea obliqua* se jedva nazire. *Foramen mentale* je smješten ispod i između vrškova korijena P_1 i P_2 , udaljen od donjeg ruba baze 14,8 mm. S lingualne strane korpusa u medijalnoj liniji ne vide se *spinae mentales*. *Fossa digastrica* je izražena. *Linea mylohyoidea* se tek nazire. Osobitost čini na toj strani jedan mali foramen čiji je otvor okrugao u promjeru 2 mm, a smješten 7,2 mm poviše donjeg ruba baze, ispod vrška mezijalnog korijena prvog trajnog kutnjaka.

Na *pars alveolaris* nalazi se 13 praznih alveola, zubi nema. Vestibularna stijenka alveolarnog grebena djelomično je oštećena pri gornjem rubu tako da se alveole doimaju pliće. Inter-alveolarni septumi su dobro sačuvani, a interradikularni od M_1 i M_2 dijelom oštećeni. Alveola trećeg desnog molara je plitka. Dno joj je okruglo i široko. Inter-radikularnih septa nema; iz toga se može zaključiti da je rast korijena tog zuba tek započeo, pa se starost mandibule može procijeniti na otprilike 17 godina.

V. p. br. 22: Ramus mandibulae lateris sinistri

Od ove mandibule nedostaje cijeli korpus i desni ramus, a ostao je sačuvan samo dio lijevog ramusa. Frakturna linija ide od stražnjeg ruba *trigonum retromolare*, prema natrag, koso dolje do foramen *mandibulae*, zatim skreće prema naprijed, koso i dolje, te završava na donjem rubu baze mandibule, ispred *angulus mandibulae*. *Processus coronoideus* i *processus condylaris* u potpunosti su sačuvani, pravilno su razvijeni. *Incisura mandibulae* je duboka. S unutrašnje strane na ramusu vidi se foramen *mandibulae*, medijalno omeđen s *lingula mandibulae*. Foramen *mandibulae* je udaljen od najdublje točke na *incisuri mandibulae* 21,3 mm. Prema izgledu i veličini tog ramusa može se zaključiti da je to lijevi ramus mandibule odrasle osobe čiju starost nije moguće preciznije odrediti.

V. p. br. 23: *Corpus et ramus mandibulae lateris sinistri*
(tab. IX, sl. 2)

Mandibula je odlomljena s desne strane distalno od I_2 , preko alveole C_1 , lagano koso prema dolje i natrag do donjeg ruba baze mandibule.

S lijeve strane frakturna linija ide od stražnjeg dijela mišićnog nastavka, ravno prema dolje pa koso prema natrag, a zatim opet ravno prema dolje na angulus mandibulae. Od te donje čeljusti ostao je sačuvan dio korpusa i dio lijevog ramusa, dok dio korpusa desne strane i desni ramus nedostaju. Na postojećem ramusu nedostaje u potpunosti zglobovi nastavak, a vršak mišićnog nastavka je odlomljen. U medijalnoj liniji, na prednjoj strani korpusa dobro se ističe protuberantia mentalis i tubercula mentalia. Foramen mentale je smješten između P_1 i P_2 , udaljen od donjeg ruba baze 14,1 mm. Linea obliqua je slabo izražena. S lingualne strane korpusa na središnjem dijelu vide se slabo razvijene spinæ mentales. Fossa digastrica je dobro ocrтана. Linea mylohyoidea je osobito izražena u području ispod molara. Tuberositas pterygoidea se osobito ističe. Na ramusu se vidi foramen mandibulae, omeđen s lingula mandibulae, koja je malo oštećena. Sulcus mylohyoideus se ne vidi zbog oštećenja kosti u tom području. Na pars alveolaris nalazi se 10 praznih alveola. Septa interalveolaria i septa interradicularia su dobro očuvana. Na rendgenogramu te čeljusti vide se glatke konture kosti u prednjem dijelu korpusa, dok se na lateralnom dijelu vidi oštećenje u obliku pukotine, koja se proširuje distalno od alveole M_2 prema natrag. Na pars alveolaris vide se pravilno razvijene alveole s oštrom ocrtanom interalveolarnim i interradikularnim septumima. Distalno od prazne alveole M_2 vidi se lakuna zametka M_3 . Prema izgledu te lakune kruna trećeg molara trebala je biti mineralizirana preko dvije trećine. Uslijed oštećenja kosti u tom području post mortem, zametak tog zuba nije ostao sačuvan. S obzirom na izgled lakune trećeg molara može se zaključiti da je to mandibula osobe stare oko 15 godina.

V. p. br. 56: *Ramus mandibulae lateris sinistri*
(sl. 6; tab. VIII, sl. 1a–b)

Mandibula je odlomljena medijalno od lijevog trećeg molara od gornjeg ruba pars alveolaris, ravno prema dolje do donjeg ruba baze mandibule. U potpunosti nedostaje gotovo cijeli korpus i desni ramus. Lijevi ramus je sačuvan s neznatnim oštećenjem glavice zglobnog nastavka. Incisura mandibulae je plitka. Foramen mandibulae je ovalnog oblika, položen vertikalno koso od gore prema naprijed i dolje. Udaljen je od angulus mandibule 22,4 mm, a od najdubljeg dijela incisura mandibulae 27,4 mm. Lingula mandibulae ga omeđuje s medijalne strane, dobro je izražena, ali djelomično oštećena. Sulcus mylohyoideus je jasno ocrtan, duljine

21,5 mm. Tuberositas pterygoidea je jako dobro izražena, dok se tuberositas masseterica tek nazire. Angulus mandibule iznosi 95°. Na pars alveolaris nalazi se samo jedan zub, i to treći molar. Okluzalna ploha molara je sasvim lagano istrošena, po čemu se može zaključiti da je to mandibula zrele odrasle osobe, stare oko 24 godine.

Svi prije opisani maksilarni i mandibularni nalazi pohranjeni su u Zavodu za paleontologiju i geologiju kvartara Istraživačkog centra JAZU u Zagrebu, osim ovog lijevog ramusa s M_3 (V. p. br. 56), koji je pohranjen u Prethistorijskom odjelu Gradskog muzeja u Varaždinu. Taj lijevi mandibularni ramus s M_3 već je ranije opisao J. Kallay (1955), ali netočno datiran kao neolitski i s posve krivom ubikacijom »iz Mačkove spilje kod Grdanca« (ispravno — »kod Goranca«). Kallaya je napose zainteresirao oblik i proporcije tog ramusa, pa napominje da su njegove »dimenzije mjestimice iznad prosjeka. Na prvi pogled dobiva se dojam, kao da se radi o srodniku heidelberškog čovjeka« (J. Kallay, 1955, str. 33). Dalje, isti autor zaključuje (str. 35): »da se ovdje radi o muškarcu, koji je bio snažne konstitucije i vjerojatno visokog rasta. To je bio čovjek srednje dobi, što pokazuje abradirani zub, kao i donekle sklerotizirana kost«.

3.2.2.1. Karakteristike donjih čeljusti

U osteološkom materijalu nalazi se ukupno 17 mandibula. Od toga broja šest pripada djeci, a jedanaest pripada odraslim osobama. Za pet dječjih donjih čeljusti bilo je moguće odrediti starost na temelju istrošenosti griznih ploha zubi i rendgenoloških nalaza. Dječja dob je procijenjena na 5, 6, 11, 13 i 15 godina. Prosječna starost djece iznosi 10 godina. Samo za jednu dječju čeljust starost nije mogla biti utvrđena, i to za ramus mandibulae lateris dextri, pod rednim brojem 4. Prema izgledu i veličini taj ramus sigurno pripada djetetu, ali mu dob nije moguće preciznije odrediti. Mandibule odraslih osoba pripadaju individuama starim od 17 do 40 godina. Starost im je procijenjena na 17, 21, 22, 24, 27, 29 i 40 godina. Prosječna starost odraslih osoba je 25,5 godina. Za tri mandibule, pod rednim brojem 10, 20 i 22, dob se nije mogla odrediti jer se radi o oskudnim ostacima donjih čeljusti bez zubi.

Na svim donjim čeljustima brada je dobro izražena. Protuberantia mentalis imade oblik istokračnog trokuta. Na mandibulama razlikujemo dvije forme protuberantiae mentalis. U 70% slučajeva protuberantia mentalis je istokračan trokut u kojeg je osnovica, koja leži na donjem rubu basis mandibulae, najkraća stranica, a kut nasuprot njoj najmanji je kut. Drugi oblik protuberancije javlja se u 30% slučajeva. Kod tog oblika je osnovica istokračnog trokuta, koja se nalazi na donjem rubu basis mandibulae, najdu-

lja stranica, a kut nasuprot njoj najveći je kut. U 70% slučajeva brada je uska, a u 30% slučajeva brada se doima široka (sl. 7).

Foramen mentale je u djece uvijek lokaliziran ispod m_1 . U prosjeku je udaljen od donjeg ruba basis mandibulae 10,3 mm. U odraslih osoba foramen mentale je najčešće lokaliziran ispod P_2 u 45,4% slučajeva, a u sredini ispod $P_1 - P_2$ u 36,4% slučajeva. Rijetko je lokaliziran nešto distalnije u sredini ispod $P_2 - M_1$, u 9,1% slučajeva ili nešto medijalnije ispod P_1 , također u 9,1% slučajeva.

Foramen mentale je kod odraslih osoba udaljen od donjeg ruba baze mandibule u prosjeku 14 mm. Samo na jednoj mandibuli, pod rednim brojem 11, ta je udaljenost asimetrična te s desne strane iznosi 12,2 mm, a s lijeve 13,9 mm. Na svim ostalim mandibulama je foramen mentale jednako udaljen od donjeg ruba baze, s obje strane mandibule, lijeve i desne. Foramen mentale, pojavljuje se multiplo, samo na jednoj donjoj čeljusti (V. p. br. 13), dok je na svim ostalim mandibulama uvijek registriran samo jedan mentalni otvor. U slučaju dvostrukog foramena mentale veći je ovalnog oblika i nalazi se distalnije, dok je manji okruglog oblika, postavljen više medijalno, oba su foramena jednako udaljena od donjeg ruba basis mandibulae. Spinae mentales slabo su razvijene na dječjim čeljustima, dok se u odraslih osoba uvijek dobro ističu.

U odraslih osoba su dvije gornje, spinae muscoli genioglossi, u većini slučajeva bolje istaknute nego dvije donje spinae muscoli geniohyoidei. U 42,9% slučajeva dvije se gornje nalaze jedna pokraj druge, a ispod njih, u istom položaju, dvije donje odvojene su i svaka za sebe dobro se ističe. U istom tom postotku (42,9%) dvije se gornje spinae mentales nalaze jedna ispod druge u vertikalnoj liniji i srasle su međusobno, a ispod njih se, isto tako jedna ispod druge i srasle međusobno, nalaze dvije donje spinae mentales. Preostalih 14,2% slučajeva čine spinae mentales, gdje su gornje dvije, svaka za sebe, jedna pokraj druge u istoj horizontalnoj liniji, a donje dvije jedna ispod druge srasle međusobno u vertikalnoj liniji.

Linea mylohyoideus ističe se u pravilu uvijek bolje od lineae obliquae.

Sulcus mylohyoideus je u prosjeku dugačak 21,2 mm.

Foramen mandibulae pojavljuje se na jednoj mandibuli, pod brojem 13, dvostruko, dok je na svim ostalim mandibulama registriran samo jedan foramen mandibulae. U slučaju dvostrukog mandibularnog otvora veći je ovalnog oblika, položen horizontalno, a lingula mandibulae omeđuje ga s donje strane.

Manji mandibularni otvor se nalazi koso prema dolje i naprijed, 13 mm udaljen od većeg. Okruglog je oblika, u promjeru širine 2 mm. Sulcus mylohyoideus se na toj mandibuli ocrta tek ispod manjeg foramena mandibulae.

Na svim ostalim donjim čeljustima, gdje je zabilježen uvijek samo jedan foramen mandibulae, on je ovalnog oblika, položen

koso vertikalno, od gore i natrag prema dalje i naprijed, a lingula mandibulae ga omeđuje s medijalne strane. Sulcus mylohyoideus se ocrta uvijek neposredno od foramena mandibule te ide koso i dolje, prema naprijed.

Angulus mandibulae u prosjeku iznosi 117,6°. Minimalni je 95°, a maksimalni iznosi 127°.

Tabela 1. Životna dob individua iz Velike pećine, temeljeno na trošenju zubi

V. p. br. čeljusti	Životna dob u god. (± 1)	Broj individua
3	5	1
2, 8	6	2
5	7	1
1, 7	11	2
6	12	1
12	13	1
23, 18	15	2
21	17	1
14	21	1
15	22	1
9, 56	24	2
13	27	1
11	29	1
16	30	1
19, 17	40	1

Tabela 2 — Corpus mandibulae (metričke karakteristike)

V. p. broj	Simfiza		M ₁ /M ₂ područje		M ₂ /M ₃ područje		Foramen mentale	
	širina	visina	širina	visina	širina	visina	broj	područje
1d	—	—	13,1	19,1	—	—	1	m ₁
2d	9,0	19,8	11,8	16,5	—	—	1	m ₁
3d	10,5	21,3	—	—	—	—	1	m ₁
9	—	—	13,6	25,4	15,1	24,7	—	—
10	15,0	31,4	14,4	33,4	15,1	28,8	1	P ₂
11	15,7	31,8	13,2	31,1	14,2	29,5	1	P ₂
12d	—	—	13,9	21,8	—	—	1	P ₂
13	—	—	15,5	25,2	15,5	21,7	2	P ₁ i P ₂
14	16,2	30,3	15,8	32,2	16,1	31,9	1	P ₂
15	13,4	31,0	14,8	24,9	15,9	24,2	1	P ₂
19	—	—	14,2	26,4	—	—	1	P ₁ /P ₂
20	15,6	31,9	—	—	—	—	1	P ₂ /M ₁
21	13,1	—	15,8	—	—	—	1	P ₁ /P ₂
23d	13,9	—	—	—	13,6	—	1	P ₁ /P ₂

Sva mjerenja izvršena su u milimetrima. Slovo »d« uz broj čeljusti oznaka je za mandibulu djeteta.

Tabela 3 — Ramus mandibulae (metričke karakteristike)

V. p. broj	Ramus mandibulae				Angulus mandibulae
	visina		širina		
	od goniona	od baze	max.	min.	
11	58,1	65,0	49,2	37,8	114 °
12d	46,6	53,5	28,1	31,0	127 °
13	50,1	58,6	21,1	32,4	123 °
14	—	—	—	36,3	122 °
15	55,6	70,1	33,5	31,0	125 °
56	59,0	67,5	42,5	39,9	95 °

Sva su mjerenja izvršena u milimetrima. Slovo d uz broj je oznaka djeteta.

Tabela 4. Corpus mandibulae (usporedbe metričkih karakteristika)

Lokalitet	Simfiza		M ₁ /M ₂ područje		M ₂ /M ₃ područje	
	širina	visina	širina	visina	širina	visina
KRAPINA	14,4	35,9	15,5	30,8	15,7	28,5
VINDIJA	15,3	31,1	16,0	30,3	16,0	26,7
VELIKA PEĆINA	15,2	31,3	14,5	28,3	15,3	26,8

Metričke karakteristike izražene su u milimetrima. Mjerenja na krapinskom i vindijskom materijalu izvršio je Wolpoff (1978). Za komparaciju su uzete srednje vrijednosti koje je objavio Wolpoff i sur. (1981) te srednje vrijednosti dobivene mjerenjem primjeraka odraslih osoba iz Velike pećine.

Tabela 5. Ramus mandibulae (usporedba metričkih karakteristika)

Lokalitet	Ramus mandibulae				Angulus mandibulae
	visina		širina		
	od goniona	od baze	max.	min.	
KRAPINA	59,8	71,9	—	35,6	99,2 °
VINDIJA	55,2	63,8	—	39,9	87,0 °
VELIKA PEĆINA	55,7	65,3	36,8	35,5	115,8 °

Mjerenja na krapinskom i vindijskom materijalu izvršio je Wolpoff (1978). Za komparaciju su uzete srednje vrijednosti koje je objavio Wolpoff i sur. (1981) te srednje vrijednosti dobivene mjerenjem primjeraka odraslih osoba iz Velike pećine.

3.2.3. Zubi (*dentes*)

Na čeljustima se nalaze četrdeset i dva zuba. Od toga broja 4 su zuba prve denticije, a 38 je zubi druge denticije.

Od mliječnih zubi dva su gornja i dva donja, a od trajnih je 12 gornjih i 26 donjih.

Tabela 6. Metričke karakteristike zubi

Zub	Broj zubi	MD duljina			BL širina			IN	MO	RO
		min.	max.	$\bar{x}$	min.	max.	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$
m ¹	1			7,2			7,8	109,0	7,5	66,5
m ²	1			9,5			9,8	103,3	9,6	93,2
P ¹	1			5,5			8,3	150,9	6,9	45,6
P ²	2	6,1	6,5	6,3	8,4	8,5	8,45	134,1	7,3	53,2
M ¹	5	9,7	10,7	10,2	9,8	12,1	10,7	104,4	10,4	109,5
M ²	3	8,4	9,5	8,9	10,3	11,6	10,8	121,5	9,8	96,8
M ³	1			8,1			11,5	141,1	9,8	93,0
m ₁	1			7,5			7,1	94,7	7,3	53,9
m ₂	1	—	—	9,9	—	—	8,0	80,4	8,9	79,6
M ₁	12	9,9	10,7	10,2	8,6	11,0	9,9	96,7	10,0	101,6
M ₂	8	8,7	11,5	9,8	8,6	10,8	9,7	98,4	9,8	96,1
M ₃	6	7,8	11,0	9,8	8,5	10,9	9,4	95,5	9,6	92,4

Mjerenja su izražena u milimetrima. IN je index, MO je modul a RO predstavlja robusnost krune zuba. $IN = \frac{BL \cdot 100}{MD}$; $MO = \frac{MD + BL}{2}$; $RO = MD \cdot BL$.

U praktičnoj primjeni najbolji je pokazatelj veličine zubi produkt medio-distalnog i buko-lingualnog dijametra krune. Taj produkt (MD × BL) prema Weidenreichu (1937) predstavlja (RO) robusnost krune.

Analizirajući metričke karakteristike zubi na temelju robusnosti krune može se zaključiti da su gornji mliječni zubi veći od donjih. Po veličini na prvo mjesto dolazi m², pa m¹ i m₁. Veća varijacija izražena u postotku postoji između donjih mliječnih molara. Tako je m₂ veći od m₁ za 25,7 RO ili 32,2%, a m² veći je od m¹ za 26,7 RO, što iznosi 28,6%.

Od premolara ostali su sačuvani jedan P¹ i dva P². Drugi gornji premolar je veći od prvoga za 7,6 RO ili 14,2%.

U osteološkom materijalu nalazi se najviše trajnih zubi molar-nog segmenta. Analiziraju li se metričke karakteristike trajnih molara može se zaključiti da je najveći zub M^1 , zatim M_1 , pa M^2 i M_2 te M^3 i M_3 . Zubi gornje čeljusti veći su od zubi donje čeljusti. Najveća varijacija veličine postoji između M^1 i M^2 . Prvi trajni gornji molar je 12,7 RO veći od M^2 ili 11,5%. Razlika u veličini između M^2 i M^3 iznosi 3,8 RO ili 3,9%.

U donjoj čeljusti varijacije veličina su manje izražene, tako je M_1 veći od M_2 5,5 RO ili 5,4%, a M_2 veći od M_3 za 3,7 RO ili 3,8%.

U američkoj literaturi se robusnost (RO) krune zuba pojavljuje pod oznakom »Area« (Brace 1967, 1979; Brace & Mahler 1971; Frayer 1978).

Zbrajanjem area međusobno mogu se jednostavnije usporediti razne regije dentalnog luka.

Da bi pojednostavnio uspoređivanje, a napose grafičko prikazivanje, Brace (1979) izračunava jedan profil veličine zubi zbrajajući aree gornje i donje čeljusti. Brace (1979: 528 i 529) piše:

»In previous papers I have compared the dental development of various populations by graphing plots of mean cross-section areas (I^1 , I^2 , ... M^3 ; and I_1 , I_2 , ... M_3) as separate maxillary and mandibular tooth-size profiles. The technique is sensitive and successful, but it is also a little cumbersome. To overcome the awkwardness of multiplicity of graphs, we can make the assumption that the various regions of the dental arch are just as well represented by combining upper and lower tooth size means to form a single composite tooth-size profile to represent each population. In this, the mean area of the upper central incisor is simply added to that of the lower central incisor to form a single $I1$ area; the mean area of the upper lateral incisor is added to that of the lower lateral incisor to form a single $I2$ area; and so on through $M3$.«

Najjednostavniji način prikazivanja veličine zubi predstavlja zbroj svih veličina, TS. Suma (TS) dobiva se zbrajanjem area određenih kategorija zubi: $I^1 + I^2 + \dots + M^3 + I_1 + I_2 + \dots + M_3$, što se može napisati:

$$TS = \sum X_i$$

$$X = \frac{\sum_i (MD \times BL)}{N_i}$$

$$i = I^1, I^2 \dots M^3, I_1, I_2, \dots M_3$$

N_i = ukupan broj mjerenih zubi određenog segmenta

Metričke karakteristike mliječnih zubi eneolitske populacije iz Velike pećine uspoređene su s mliječnim zubima neandertalaca koji su živjeli u Hrvatskom zagorju, naseljavajući polupećinu na Hušnjakovu brdu kraj Krapine, u vremenskom rasponu od završetka integracijala Ris/Würm do stadijala Würm 2.

Tabela 7. Usporedbe metričkih karakteristika mliječnih zubi

Lokalitet	Krapina	Velika pećina
Zub	Area	Area
m ¹	75,4	66,5
m ²	114,4	93,2
m ₁	78,6	53,9
m ₂	102,6	79,6
m1	154,0	120,4
m2	217,0	172,8
TS =	371,0	293,2

Mjerenja na krapinskim zubima izvršio je Wolpoff (1978).

Uspoređujući veličine mliječnih molara tih vremenskih i biološki udaljenih populacija (otprilike 20 000 godina) s istog geografskog područja može se uočiti kao bitna karakteristika — gracilizacija mliječnih molara iz Velike pećine.

Mliječni molari iz Velike pećine manji su za 20,9% od onih iz Krapine. Najveća redukcija veličine zabilježena je na m₁, 31,4%, zatim na m₂ 22,4%, na m² 18,5% i m¹ 11,8%. Redukcija veličina mliječnih molara jače je izražena u donjoj čeljusti.

Na čeljustima iz Velike pećine nisu registrirani zubi interkaninog prostora. Od trajnih premolara zabilježena su samo tri, i to jedan

Tabela 8. Usporedbe metričkih karakteristika trajnih zubi

Lokalitet	Krapina	Neolitik Engleske	Velika pećina
Zub	Area	Area	Area
M ¹	156,5	124,1	109,5
M ²	144,3	110,4	96,8
M ³	130,3	99,7	93,0
M ₁	143,1	118,8	101,6
M ₂	146,8	111,2	96,1
M ₃	132,2	107,0	92,4
M1	299,6	242,9	211,1
M2	291,1	221,6	192,9
M3	262,2	206,6	185,4
TS =	852,9	671,1	589,4

Mjerenja na krapinskim zubima izvršio je Wolpoff (1978), a na zubima iz neolitika Engleske Brace (1979).

P¹ i dva P². Okluzalne plohe tih zubi vidljivo su istrošene te, s obzirom na tu činjenicu i malen broj, usporedbe premolara nisu vršene.

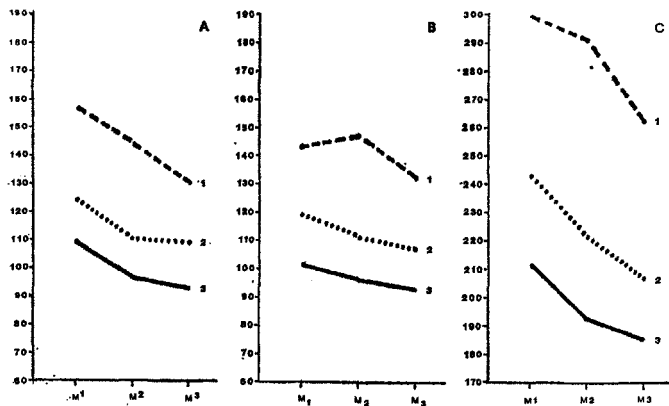
Zubi molarog segmenta dobro su ušćuvani u većem broju pa se mogu usporediti sa zubima istog segmenta drugih populacija.

U tabeli 8. prikazana je komparacija trajnih molara iz Velike pećine s trajnim molarima neandertalaca iz Krapine te, zubima istog segmenta iz neolitika Engleske.

Dok su eneolitska populacija ljudi iz Velike pećine i neandertalci iz Krapine neseljivali isto geografsko područje u drugom vremenskom rasponu, ljudi neolitika Engleske pripadaju, pak, otprilike istom vremenu, a drugom geografskom području.

Suptilnom analizom mogu se uočiti razlike u poretku veličina pojedinih molara gornje i donje čeljusti te razlike odnosa veličina među molarima gornje i donje čeljusti uspoređenih populacija. Bitna karakteristika, koja se može uočiti, jest znatna redukcija veličine molara iz eneolitika Hrvatske (Velika pećina) i neolitika Engleske s obzirom na molare neandertalaca iz Krapine. Molari iz Krapine veći su od molara iz Velike pećine za 30,9%.

Taj se odnos veličina zorno može prikazati grafički (sl. 8).



Sl. 8. Grafički prikaz usporedbe metričkih odnosa trajnih zubi (molara) između krapinskih neandertalaca (1), neolitske populacije Engleske (2) i eneolitske populacije Velike pećine (3). A = gornji molari, B = donji molari, C = zajedno gornji i donji molari.

Abb. 8. Graphische Darstellung des Vergleichs metrischer Verhältnisse des Dauergebisses (Molaren) zwischen den Neandertalern von Krapina (1), der neolithischen Population von England (2), und der äneolithischen Population von Velika Pećina (3). A = obere Molaren, B = untere Molaren, C = obere und untere Molaren zusammen.

Anomalije oblika i veličine zubi nisu uočene. Od ostalih karakteristika registriran je tuberculum Carabelli na prvom gornjem trajnom molaru u 16,6% slučajeva. Na prvom donjem trajnom molaru, na mandibuli, pod brojem dva, osobito se ističe »Dryopithecus« obris u obliku slova y.

Od patoloških promjena na zubima u jednom slučaju je zabilježen caries dentis. Karijes indeks osoba (KIO) iznosi 4,3%.

Kariozna lezija nalazi se na distoaproximalnoj plohi M₁ lijeve strane, na mandibuli pod brojem 11. Kavitacija zahvaća cijelu debljinu cakline i prvu trećinu dentina te se može klasificirati kao K2.

- | | | |
|----|--------------------|--------------------------------------|
| K1 | površinski karijes | (karijes cakline) |
| K2 | srednji karijes | (karijes dentina) |
| K3 | duboki karijes | (karijes dentina do pulpalne komore) |

Na mliječnim zubima kvar nije zabilježen. Osoba u koje je karijes registriran bila je u dobi od oko 29 godina.

Prema tome karijes je u populaciji ljudi iz Velike pećine bio vrlo rijetka pojava, i to kod kasnije životne dobi.

4. ZAKLJUCAK

U Velikoj pećini na Ravnoj gori u sjeverozapadnoj Hrvatskoj izvršena su tijekom više godina sistematska iskopavanja kvartarnih naslaga. Tom prilikom pronađeni su brojni skeletni ostaci čovjeka na sjevernim i sjeveroistočnim kvadrantima početne spiljske dvorane. Antropološki nalazi ležali su u gornjem dijelu stratum »b₃«, koji je nataložen u ranom holocenu za vrijeme subborealne klimatske faze. Uz skeletne ostatke čovjeka u tom su stratumu sabrani i brojni predmeti eneolitske materijalne kulture. Tipovi keramičkih posuda, koštane i kamene rukotvorine, posve sigurno upućuju na prisutnost Retz-Gajary facijesa eneolitika u ovoj spilji, koja je ujedno najznačajniji i najbogatiji lokalitet tog stupnja prethistorijske kulture na tlu Jugoslavije.

Retz-Gajary kultura bila je eneolitiku rasprostranjena u perifernim brdovitim i brežuljkastim područjima Panonske nizine, a njezini nosioci bile su polunomadske i lako pokretljive stočarske populacije, koje su često mijenjale boravišta. Vremenski je ta kultura egzistirala od 2300. do 1900. godine prije sadašnjosti. Na brojnim nalazištima u panonskom prostoru uz predmete materijalne kulture vrlo su rijetki ili čak posve nedostaju skeletni ostaci ljudi, pa znanstvena obrada sakupljenog materijala iz Velike pećine pruža znatan doprinos poznavanju antropoloških i stomatoloških karakteristika ove ljudske populacije uz koju je vezana retz-gajarska kultura eneolitika.

Na antropološkom materijalu iz Velike pećine izvršena su paleostomatološka proučavanja na 24 čeljusti. Od tog broja 16 je če-

ljusti odraslih osoba, a 8 pripada djeci. Mandibula je proučeno 17, i to 13 od odraslih osoba, te 4 dječje. Maksila je ukupno 7, od toga su 4 dječje. Uspoređujući okluzalne plohe zubi, stupanj i oblik abrazije, te koštani habitus gornjih i donjih čeljusti, utvrđeno je da su to čeljusti osoba obaju spolova i raznih životnih uzrasta. Postupkom serijacije stupnja istrošenosti okluzalnih ploha zubi kao funkcije kronološke starosti, određivana je životna dob osoba kojima su čeljusti pripadale. U sakupljenom su materijalu čeljusti od 24 osoba u životnoj dobi od 5 do 40 godina. Prosječna dob umiranja iznosi 17,6 godina. Na čeljustima i zubima izvršene su klasične mjerne analize. Sve čeljusti snimljene su rendgenski. Bimaksilarni odnosi nisu se mogli utvrditi. Uobičajenim gnatometrijskim pregledom i rendgenskom verifikacijom nisu uočene anomalije zubi i čeljusti.

Osnovnu metričku karakteristiku zubi i čeljusti predstavlja gracilizacija u odnosu na ranije ljudske populacije iz prethodnih vremenskih razdoblja (gornjeg pleistocena i kasnog glacijala). Gracilizacija je jače izražena na donjim čeljustima i na trajnim zubima. Patološke promjene na čeljustima nisu registrirane. Karijes zubi vrlo je rijetka pojava te KIO iznosi 4,3%.

Na osnovi dosadašnjih istraživanja može se zaključiti da je eneolitska stočarsko-nomadská populacija koristila Veliku pećinu samo povremeno za sklonište i kratki boravak, i to uglavnom njezin početni dio, a udaljenije nutarnje dijelove spilje, osobito sjeverno udubljenje i prostor uz sjeveroistočnu bočnu stijenu početne dvorane, koristili su za pokapanje umrlih. Sličnih primjera da je neka spilja služila u istom vremenu za stanovanje i nekropolu poznato je više na širem prostoru Evrope, a najzorniji primjer u našim krajevima iz nešto kasnijeg vremena (završetak bronzanog doba) je pećina Bezdanjača kod Vrhovina u Lici.

5. LITERATURA

- Brace C. L., 1967: Environment, tooth form, and size in the Pleistocene. *J. Dental Res.*, 46, 809—816.
 Brace C. L., 1979: Krapina »Classic« Neanderthals, and the Evolution of the European Face. *J. Human Evol.*, 8, 527—550.
 Brace C. L. & Mahler P. E., 1971: Post-Pleistocene changes in the human dentition. *Amer. J. Phys. Antropol.*, 34, 191—203. Philadelphia.
 Dahlberg A. A., 1963a: Analysis of the American Indian dentition. U.: *Dental Anthropol.*, 149—178, Pergamon Press, New York.
 Dahlberg A. A., 1963b: Dental evolution and culture. *Human Biol.*, 35, 237—248.
 Dimitrijević S., 1975: Zur Frage der Retz-Gajary-Kultur in Nordjugoslawien. *Aeneolithische Studien*, 2, *Vjesnik Arheol. muzeja*, Zagreb.
 Dimitrijević S., 1979: Retz-Gajary kultura. *Praistorija jugoslav. zemalja*, 3, *Enceolit*, 243—365, Sarajevo.
 Drechsler-Bižić R., 1980: Nekropola bronzanog doba u pećini Bezdanjača kod Vrhovina. *Vjesnik Arheol. muzeja*, 12/13, 27—78, Zagreb.
 Euler H., 1939a: Die Zahnkaries in Lichte vorgeschichtlicher und geschichtlicher Studien. *Verl. Lehmanns, München—Berlin*.

- Euler H., 1939b: Der fortschreitende Verfall des menschlichen Gebisses, seine Ursachen und seine Bekämpfung. Verl. Hirt, Breslau.
- Frayer W. D., 1978: Evolution of the Dentition in Upper Paleolithic and Mesolithic Europe. Univ. Kansas, Public. in Anthropology, 10, 1–201, Kansas.
- Friedlander J. S. & Bailit H. L., 1969: Eruption times of the deciduous and permanent teeth of natives on Bougainville, Territory of New Guinea. Human Biol., 41, 51–65.
- Garn S., Koski K. & Lewis A. B., 1975: Problems in determining the tooth eruption sequence in fossil and modern man. Amer. J. Phys. Anthropol., 15, 313–331, Philadelphia.
- Garn S., Nagy J. M., Sandunsky S. T. & Trowbridge F., 1973: Economic impact on tooth emergence. Amer. J. Phys. Anthropol., 39, 233–238, Philadelphia.
- Heberer G., Schwidetzky I. & Walter H., 1970: Anthropologie. Verl. Fischer, Frankfurt am Main.
- Hensel G., 1972: Das Aunjetitzer Graberfeld von Grossbermbach. Stomatologische Untersuchungen. Weimar.
- Hrdlička A., 1924: New data on the teeth of early man and certain European anthropoid apes. Amer. J. Phys. Anthropol., 7, 109–137, Philadelphia.
- Johanson D. C., 1974: Some metric aspects of the permanent and deciduous dentition of the Pygmy Chimpanzee (*Pan paniscus*). Amer. J. Phys. Anthropol., 41, 39–48, Philadelphia.
- Kallay J., 1955: Fragmenat neolitske mandibule iz Mačkove spilje kod Gradanca u Hrvatskoj. Biol. glasnik, 8, 33–35, Zagreb.
- Kallay J., 1970: Komparativne napomene o čeljustima krapinskih praljudi s obzirom na položaj među hominidima. U knj. 9 Krapina 1899–1969, 153–164, Zagreb.
- Krušić V., 1954: Karies pri starih Slavenih. Dela Slov. akad., 6, Ljubljana.
- Lapter V., 1979: Ortodoncija za praktičara. Školska knjiga, Zagreb.
- Mahler P. E., 1973: Metric variation and tooth wear patterns in the dentition of *Gorilla gorilla*. University of Michigan, Dissertation, Ann Arbor.
- Malez M., 1951: Mačkova špilja u Velikoj Sutinskoj. Opći speleološki prikaz. Naše planine, 3, 4/5, 118–130, Zagreb.
- Malez M., 1963: Naučni značaj i važnost Velike pećine na Ravnoj gori. Naše planine, 15, 7/8, 176–180, Zagreb.
- Malez M., 1965: Novi opći varijacioni raspon vrste *Ursus spelaeus* Rosenm. & Heinroth. Geol. vjesnik, 18/1 (1964), 133–139, Zagreb.
- Malez M., 1967: Paleolit Velike pećine na Ravnoj gori u sjeverozapadnoj Hrvatskoj. Arheol. radovi raspr. JAZU, 4/5, 7–68, Zagreb.
- Malez M., 1971: Velika pećina à Ravna Gora, Goranci — station paléolithique, VIII Congr. Inter. Sci. Préhistor. et Protohistor. Yugoslav., Recherches et résultats, 124–127, Beograd.
- Malez M., 1974: Noviji rezultati istraživanja paleolitika u Velikoj pećini, Veternici i Sandalji. Arheol. radovi raspr. JAZU, 7, 7–44, Zagreb.
- Malez M., 1978: Novija istraživanja paleolitika u Hrvatskom zagorju. Izd. Hrvat. arheol. društva, 2, 9–69, Zagreb.
- Malez M., 1980: Pećina Bezdanjača kod Vrhovina i njezina kvartarna fauna. Vjesn. Arheol. muz., 12/13, 1–26, Zagreb.
- Malez M. & Vogel J. C., 1970: Die Ergebnisse der Radiokarbonanalysen der quartären Schichten der Velika Pećina in Nordwest-Kroatien. Bull. sci. Cons. Acad. Yougosl., (A), 15, 11–12, 390–391, Zagreb.
- Mann A. E., 1975: Paleodemographic Aspects of the South African Australopithecines. Univ. of Pennsylvania, Public. in Anthropology, 1.
- Martin R., 1928: Lehrbuch der Anthropologie. 2. Verl. Fischer, Jena.
- Martin R. & Saller K., 1959: Lehrbuch der Anthropologie. Stuttgart.
- Miles A. E. W., 1963: The Dentition in the Assessment of Individual Age in Skeletal Material. Dental Anthropology, Oxford.
- Munsell Soil Color Charts, 1954: Edit. Munsell Color Comp., Inc. Baltimore.
- Pedersen P., 1949: The East Greenland Eskimo Dentition. Meddeleser om Grønland, 142, København.

- Percač H., 1978: Dominantne karakteristike čeljusti i zubi Slavena jugoistočno od Alpa u ranom srednjem vijeku. Sveučilište u Zagrebu, Disertacija, Zagreb.
- Schuman E. & Brace C. L., 1954: Metric and morphological variations in the dentitions of the Liberian chimpanzee. Human Biol. 26, 239—268.
- Twisselmann F. & Brabant H., 1967: Les dents et maxillars de la population d'âge franc de Coxide (Belgique). Bull. Group. Int. Recher. Sci. Stomat., 5—180.
- Weidenreich F., 1937: The Dentition of *Sinanthropus pekinensis*: A Comparative Odontography of the Hominids. Pal. Sinica, N. S., D, 1—180, Peking.
- Wolpoff M. H., 1971a: Metric Trends in Hominid Dental Evolution. Case Western Reserve Univ. Press, Cleveland.
- Wolpoff M. H., 1971b: A functional measure of tooth size. Southwestern J. Anthropol. 27, 279—286.
- Wolpoff M. H., 1971c: Interstitial wear. Amer. J. Physical Anthropol. 34, 201—238, Philadelphia.
- Wolpoff M. H., 1978: The Dental Remains from Krapina. Krapinski pračovjek i evolucija hominida, 119—144, Zagreb.
- Wolpoff M. H., 1979: The Krapina Dental Remains. Amer. Journal Phys. Anthropol. 50, 67—114, Philadelphia.
- Wolpoff M. H., Smith F. H., Malez M., Radovčić J. & Rukavina D., 1981: Upper Pleistocene Human Remains from Vindija Cave, Croatia, Yugoslavia. Amer. Journal Phys. Anthropol. 54, 499—545, Philadelphia.

MIRKO MALEZ & HELENA PERČAČ

PALÄOSTOMATOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN DER
ÄNEOLITHISCHEN POPULATION DER HÖHLE VELIKA PEĆINA
IN RAVNA GORA
(KROATIEN, JUGOSLAWIEN)

In Velika pećina auf Ravna Gora in Nordwestkroatien wurden mehrere Jahre hindurch systematische Ausgrabungen von Quartärablagerungen durchgeführt. Bei dieser Gelegenheit wurden zahlreiche Skelettreste von Menschen gefunden, und zwar in den nördlichen und nordöstlichen Quadranten des ersten Höhlensaales. Die anthropologischen Funde lagen im oberen Teil des Stratums »b₅« das sich im frühen Holozän zur Zeit einer sub-borealen klimatischen Phase sedimentiert hatte. Neben Skelettresten von Menschen wurden in diesem Stratum auch zahlreiche Gegenstände der äneolithischen (materiellen) Kultur gefunden. Die keramischen Gefäßtypen und die Artefakte aus Stein und Knochen weisen mit Sicherheit auf das Vorkommen einer äneolithischen Retz-Gajary Facies in dieser Höhle hin, die gleichzeitig auch die bedeutendste und reichste Lokalität dieser vorgeschichtlichen Kulturstufe in Jugoslawien ist.

Die Retz-Gajary Kultur war im Äneolithikum in den peripheren, gebirgigen und hügeligen Gegenden der Pannonischen Ebene verbreitet. Ihre Träger waren halbnomadische und sehr bewegliche Viehzüchter-Populationen, die oft ihren Aufenthaltsort wechselten. Zeitlich fällt diese Kulturstufe in die Jahre 2300 bis 1900 vor unserer Zeitrechnung. Auf zahlreichen Fundstellen im Pannonischen Raum wurden neben Gegenständen der materiellen Kultur nur sehr selten Skelettreste von Menschen gefunden, wenn sie nicht ganz fehlten. Deshalb ist die wissenschaftliche Auswertung des in Velika pećina gesammelten Materials außerordentlich wichtig als Beitrag zu unserer Kenntnis der anthropologischen und stomatologischen Merkmale dieser menschlichen Population, mit der die Retz-Gajary Kultur des Äneolithikums in Verbindung gebracht wird.

An 24 Kiefern aus dem anthropologischen Material der Velika pećina wurden paläostomatologische Untersuchungen durchgeführt. Von dieser Zahl stammten 16 Kiefer von erwachsenen Individuen, und 8 Kiefer von Kindern. Von 17 untersuchten Man-

dibeln stammten 13 von Erwachsenen und 4 von Kindern, von den 7 Maxillen stammten 4 von Kindern. Durch Vergleich der Occlusalflächen der Zähne, von Grad und Form der Abrasion, und des knöchernen Habitus der Ober- und Unterkiefer konnte festgestellt werden, daß es sich um Kiefer von Personen beider Geschlechter und verschiedenen Lebensalters handelt. Mit dem Verfahren der Seriation des Abnutzungsgrades der Occlusalflächen als Funktion des chronologischen Alters konnte die Altersstufe der Personen, von denen die Kiefer stammten, bestimmt werden. Im gesammelten Material befanden sich Kiefer von 24 Personen im Alter von 5 bis 40 Jahren. Der Tod trat im Durchschnitt im 17,6 Lebensjahr ein. An den Kiefern und Zähnen wurden die klassischen Messungsanalysen durchgeführt. Alle Kiefer wurden röntgenisiert. Die bimaxillaren Beziehungen konnten nicht festgestellt werden. Mit den üblichen gnatometrischen Untersuchungen und der Röntgenverifikation konnten keine Anomalien der Kiefer und Zähne festgestellt werden.

Das grundlegende metrische Merkmal dieser Zähne und Kiefer ist eine Grazilisation im Verhältnis zu früheren menschlichen Populationen aus vorhergehenden Zeitabschnitten (oberes Pleistozän und spätes Glazial). Die Grazilisation ist bei den Unterkiefern und im Dauergebiss stärker ausgeprägt. Zahnkaries ist eine sehr seltene Erscheinung und der KIO beträgt 4,3%.

Aufgrund der vorliegenden Untersuchungen kann man schließen, daß die äneolithische nomadische Viehzüchter-Population die Höhle Velika pećina nur zeitweise als Zufluchtsstätte für kurze Zeit aufgesucht hatte, und zwar hauptsächlich ihren Eingangsteil. Die entlegeneren Räume im Inneren der Höhle, besonders die nördliche Vertiefung und den Raum neben der nordöstlichen Seitenwand des Eingangssaales hatten sie als Begräbnisstätte für ihre Toten benützt. Ähnliche Beispiele, daß eine Höhle gleichzeitig als Wohnort und Nekropole gedient hatte, sind schon öfters aus dem europäischen Raum bekannt geworden. Das markanteste Beispiel auf unserem Gebiet ist die Höhle Bezdanjača bei Vrhovine in der Lika, die aus etwas späterer Zeit (Ende der Bronzezeit) stammt.

TABLA — TAFEL I

1a—c. Maksila odrasle osobe (V. p. br. 16); a — sprijeda, b = okluzalno, c = sa lijeve strane. 1/1.

1a—c. Maxilla eines erwachsenen Individuums (V. p. Nr. 16); a = von vorne, b = occlusal, c = von der linken Seite. 1/1.



1a



1b



1c

TABLA — TAFEL II

- 1a—b. Lijeve maksila odrasle osobe (V. p. br. 17); a = sprijeda, b = okluzalno. 1/1.
 2. Lijeve maksila djeteta (V. p. br. 8) s dva infraorbitalna otvora; sprijeda, 1/1.
 3. Fragmentarna mandibula odrasle osobe bez zubi (V. p. br. 10). 1/1.
 - 4a—b. Fragment desne polovice mandibule odrasle osobe sa tri molara (V. p. br. 9); a = lateralno, b = rendgenogram. 1/1.
-
- 1a—b. Linke Maxilla eines erwachsenen Individuums (V. p. Nr. 17); a = von vorne, b = occlusal. 1/1.
 2. Linke Maxilla eines Kindes (V. p. Nr. 8) mit zwei infraorbitalen Öffnungen; von vorne. 1/1.
 3. Fragmentäre zahnlose Mandibula eines erwachsenen Individuums (V. p. Nr. 10). 1/1.
 - 4a—b. Fragment der rechten Mandibulahälfte eines erwachsenen Individuums mit drei Molaren (V. p. Nr. 9); a = lateral, b = Röntgenogram. 1/1.



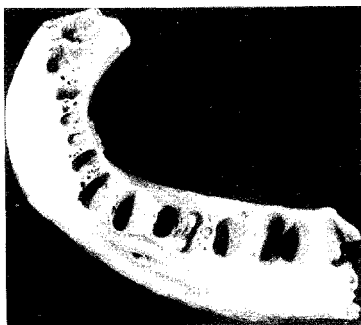
1a



1b



2



3

TABLA — TAFEL III

Mandibula odrasle osobe (V. p. br. 14) s dobro sačuvanim lijevim i desnim molarima (gore — okluzalno; dolje — sprijeda). 1/1.

Mandibula eines erwachsenen Individuums (V. p. Nr. 14) mit gut erhaltenen linken und rechten Molaren (oben = occlusal; unten = von vorne). 1/1.

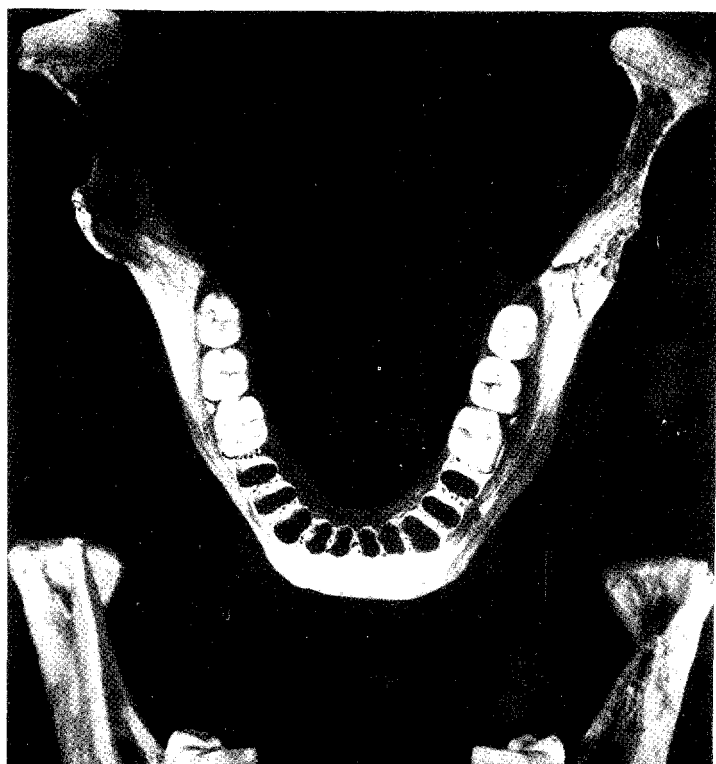
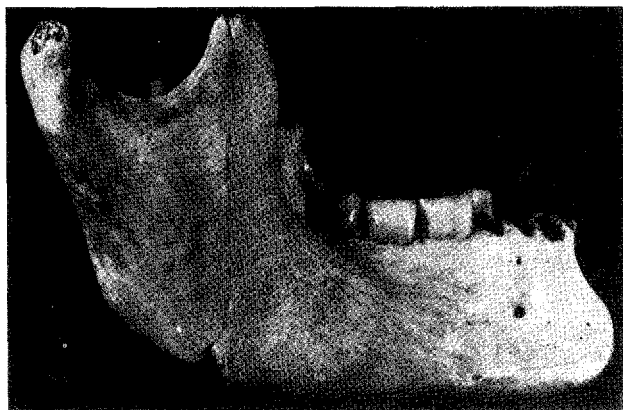


TABLA — TAFEL IV

1. Mandibula odrasle osobe (V. p. br. 14) lateralno s desne strane.
 2. Röntgenogram iste mandibule s lijeve strane. 1/1.
-
1. *Mandibula eines erwachsenen Individuums (V. p. Nr. 14) lateral von der rechten Seite.*
 2. *Röntgenogram derselben Mandibula von links. 1/1.*



1



2

TABLA — TAFEL V

1a—c. Mandibula odrasle osobe (V. p. br. 11) bez lijevog ramusa; a = okluzalno s desne strane, b = rendgenogram s lijeve strane, c = lateralno s desne strane. 1/1.

1a—c. Mandibula eines erwachsenen Individuums (V. p. Nr. 11) ohne linken Ramus; a = occlusal, b = von vorne, c = lateral von der rechten Seite. 1/1.

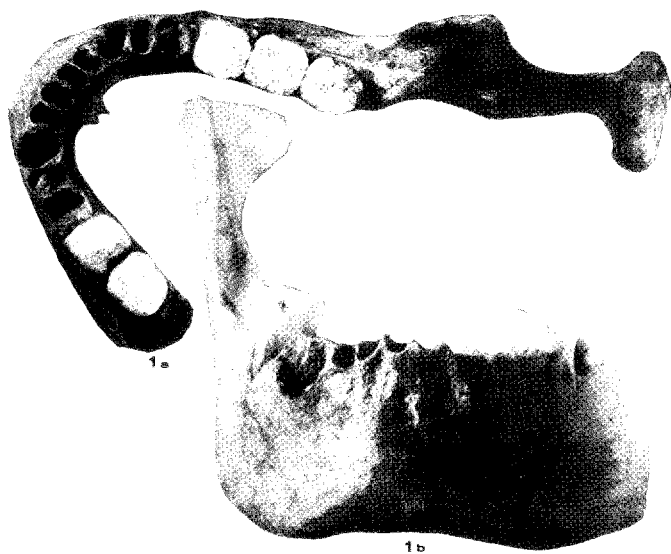


TABLA — TAFEL VI

Mandibula odrasle osobe (V. p. br. 15) bez lijevog ramusa (gore — okluzalno, dolje — sprijeda), 1/1.

Mandibula eines erwachsenen Individuums (V. p. Nr. 15) ohne linken Ramus (oben = occlusal, unten = von vorne), 1/1.

cz & Percač: *Paleostomatološka...*

TABLA—TAFEL

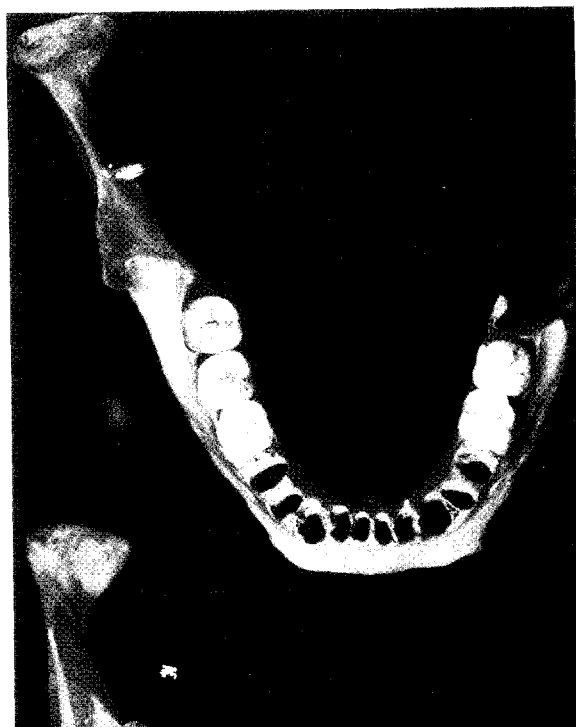


TABLA — TAFEL VII

1a—c. Lijeve polovica mandibule odrasle osobe (V. p. br. 13) s anomalijama;
a = lateralno, b = medijalno, c = rendgenogram. 1/1.

1a—c. Linke Mandibulahälfte eines erwachsenen Individuums (V. p. Nr. 13)
mit Anomalien; a = lateral, b = medial, c = Röntgenogram. 1/1.



1a



1b



1c

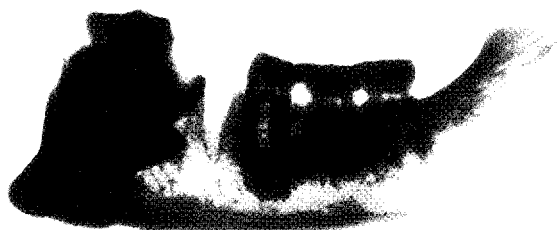
TABLA — TAFEL VIII

1a—b. Ramus lijeve polovice mandibule odrasle osobe s M_3 (V. p. br. 56);
a = lateralno, b = medijalno. 1/1.

2a—b. Mandibula odrasle osobe bez lijevog ramusa (V. p. br. 15); a = lateralno s desne strane, b = rendgenogram s lijeve strane. 1.

1a—b. *Ramus der linken Mandibulahälfte eines erwachsenen Individuums mit M_3 (V. p. Nr. 56); a = lateral, b = medial. 1/1.*

2a—b. *Mandibula eines erwachsenen Individuums ohne linken Ramus (V. p. Nr 15); a = lateral von der rechten Seite, b = Röntgenogram von der linken Seite. 1/1. e. V.*



2 a

2 b

TABLA — TAFEL IX

1a—b. Lijeve polovica mandibule (V. p. br. 12) juvenilne osobe (a = lateralno, b = rendgenogram). 1/1.

2. Fragment mandibule bez zubi (V. p. br. 23). 1/1.

3. Fragment mandibule bez zubi (V. p. br. 20). 1/1.

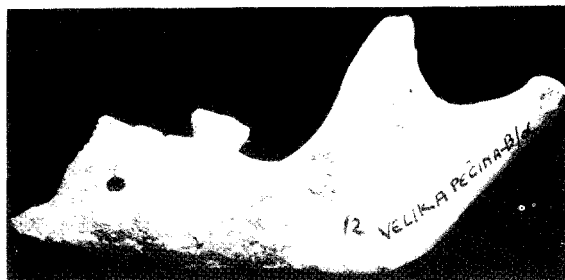
4. Fragment mandibule bez zubi (V. p. br. 21). 1/1.

1a—b. Linke Mandibulahälfte eines juvenilen Individuums (V. p. Nr. 12) a = lateral, b = Röntgenogram. 1/1.

2. Fragment einer zahnlosen Mandibula (V. p. Nr. 23). 1/1.

3. Fragment einer zahnlosen Mandibula (V. p. Nr. 20). 1/1.

4. Fragment einer zahnlosen Mandibula (V. p. Nr. 21). 1/1.



1a



1b



RAD Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti	Knj. 411	197—208 3 slike 3 table	Zagreb 1984.
Razred za prirodne znanosti	Knj. 20		

UDK 56.02.551.782(914.971.3)

Izvorni znanstveni rad
Original Scientific Paper

ZLATA JURIŠIĆ-POLŠAK*

NOVI FOSARULUSI U SLATKOVODNOM NEOGENU DALMACIJE (JUŽNA HRVATSKA)

NEUE FOSSARULUS-TAXONEN IM SUSSWASSERNEOGEN
DALMATIENS (SÜDKROATIEN)

Primljeno na sjednici Razreda za prirodne znanosti
Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, dne 29. 05. 1984.

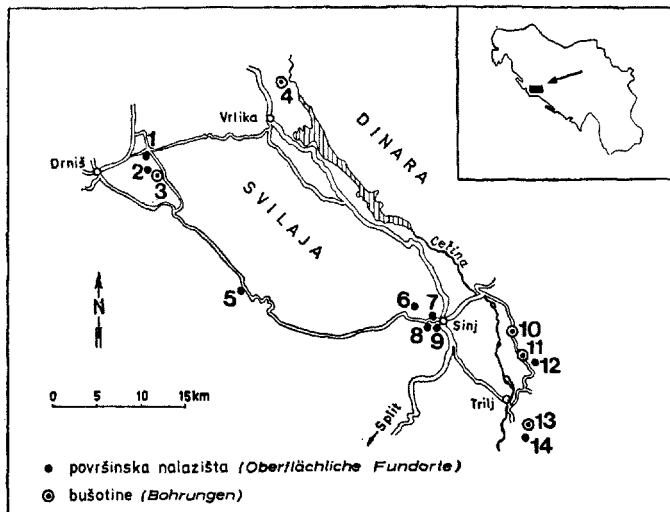
The taxa described here are related to the species *Fossarulus tricarinatus* Brusina. The nodose subspecies *F. tricarinatus susnjari* is also described, as are the variations in height of smooth and nodose forms.

1. UVOD

Ovdje obrađeni fosilni materijal potječe iz Sinjskog, Petrova i Cetinskog polja u Dalmaciji. Geološki institut iz Zagreba istraživao je 1975. slatkovodne neogenske naslage Dalmacije radi boksita koji se mjestimično nalaze u bazi tih naslaga. Godine 1977. Geološki institut je istraživao iste naslage radi moguće eksploatacije ugljena. Dipl. inž. Ante Šušnjara, koji je vodio ta istraživanja, dao mi je na obradu fosilne gastropode u oba navrata. Ovom prilikom zahvaljujem kolegi Šušnjari na ustupljenom materijalu. Također sam mu zahvalna za detaljnije podatke o nalazištima fosila. Na savjetima pri izradi ovog rada zahvalna sam profesorici dr. Vandi Kochansky-Devidé.

Ustanovljeno je postojanje nekih novih oblika, koji su više-manje srodni s vrstom *Fossarulus tricarinatus* Brusina. Fosarulusi su izumrla skupina gastropoda. Tip roda opisao je Neumayr 1869. U isto vrijeme taj rod kanio je opisati i Brusina i htio mu dati ime *Strossmayeria* (Brusina 1905, str. 31).

* Geološko-paleontološki muzej, Demetrova 1, YU—41000 Zagreb



Sl. 1. Nalazišta fosarulusa srodnih obliku *Fossarusulus tricarinatus*.

Abb. 1. *Fossarusulus*-fundorte der Formengruppe *Fossarusulus tricarinatus*.

Popis nalazišta (vidi sl. 1). — Fundortenliste (siehe Abb. 1). 1. Miočić 2. Kadina Glavica 3. NKG-16 4. NCP-11 5. Vrba 6. Lučani 7. Čugurina glavica 8. Ruduša 9. Stuparuša 10. NO-8 11. NU-6 12. Svinjača 13. NS-4 14. Strmen Dolac.

2. TAKSONOMSKI DIO

Fossarusulus tricarinatus tricarinatus Brusina

Tab. 1, sl. 1, 2.

1870. *Fossarusulus tricarinatus*, Brusina, str. 935.

1874a. *Fossarusulus tricarinatus*, Brusina, str. 54, tab. 3, sl. 11—12.

1874b. *Fossarusulus tricarinatus*, Brusina, str. 38, tab. 3, sl. 11—12.

1923.—28. *Fossarusulus tricarinatus tricarinatus*, Wenz, str. 2206 (ostala sinonimija).

Brusina je opisao holotip iz Stuparuše kraj Sinja. Kasnije, autor spominje još nalazišta Čugurina Glavica (1874a, 1874b, 1905), Vrba (1874a, 1874b), Lučani (1884, 1897).

Sada je ta vrsta nađena još kod Ruduše, kod Svinjače (tab. 1, sl. 1, 2) i na Kadinoj Glavici, zatim u bušotinama kod Otoka (No—8, 81 m i 85 m) i kod Udovičića (NU—6, 90,60—91,00 m).

Ta vrsta je također nađena na mnogim lokalitetima srednjeg miocena u Bosni, a nedavno sam je odredila iz brakičnog panonskog »*Banatica* nivoa« gornjeg miocena (tzv. lircejski horizont — nastao na ušću rijeka u bazen) u materijalu iz depoa Geološko-paleontološkog zavoda Prirodoslovno-matematičkog fakulteta. Kućice se ni po čemu ne razlikuju od podvrste u naslovu. Materijal potječe s lokaliteta Bizek—Kostanjek kraj tvornice cementa u Podsusedu. To je sličan slučaj ponavljanja starijeg oblika u mladim naslagama kao kod kongerija (Kochansky-Devidé 1976), kad se ponavljaju oblici iz srednjeg miocena u *Banatica* slojevima gornjeg panona. To je pojava paralelnog razvoja u vremenski i prostorno odvojenim sredinama.

Fossarulus tricarinatus tricarinatus var. *altus* n. var.

Tab. 1, sl. 3, 4.

Varijacija je nazvana prema lat. riječi *altus*, što znači visok.

Holotip je primjerak 10092, a čuva se u depou Geološko-paleontološkog muzeja. Ovdje tab. 1, sl. 3. i 4.

Nalazište: Svinjača, Sinjsko polje (istočni rub).

Starost: Srednji do gornji miocen (prema Kochansky-Devidé i Slišković, 1978). Slatkovodni lapor.

Dijagnoza: Primjerci posjeduju sva osnovna svojstva tipične vrste, a jedina nova karakteristika je vitkija kućica s apikalnim kutem manjim za oko 10°.

Opis: Odrasli primjerci imaju 6 zavoja kao i tipična vrsta. Zadnji zavoj nove varijacije je znatno niži i uži nego u tipične vrste, dok je preostali dio zavojnice izrazito dulji, pa oblik kućice u cjelini djeluje vitko. Stijenke kućice prilično su debele, ušće je jednako kao u tipične vrste, a tri spiralna brida na zavojima su masivni kao u tipične vrste.

Na tipskom lokalitetu Svinjača uz novu varijaciju prisutni su, iako u manjem broju, i predstavnici tipične vrste (tab. 1, sl. 1, 2). Uz ta dva oblika fosarulusa, ovdje dolaze i primjerci vrste *Melanopsis sinjana* Brusina (tab. 3, sl. 3).

Sličnosti i razlike: Svojim vitkim oblikom nova varijacija podsjeća na vrstu *Fossarulus bulici* (Brusina 1897, tab. 8, sl. 19. i 20), koju je autor odredio iz slatkovodnih naslaga u Hercegovini (između Metokije i Avtovca). Ta vrsta odlikuje se tanjom stijenkom kućice, nešto drugačijim ušćem i laganom napuhnućom svih zavoja te oštrim rubovima spiralnih bridova na zavojima. Papp (1951, str. 124, tab. 3, sl. 23) navodi nalaz vrste *F. bulici* u panonskim naslagama Bečkog bazena.

Nova varijacija također pokazuje sličnost s podvrstom *Fossarulus bulici turritus* Protzen (Protzen 1932, str. 89, sl. 1—3)

iz pontskih naslaga Kočevja. Kod Protzenovih primjeraka zavoji su jače napuhnuti, a ušće je kruškoliko, što u naše nove varijacije nije slučaj.

Ostala nalazišta: Nova varijacija ustanovljena je na nekim od bušotina iz Sinjskog i Petrovog polja. U bušotini kod Otoka u Sinjskom polju (NO—8) ustanovljena je na dubini od 75,70 do 75,80 m. Na dubini od 81,00 m nađen je jedan primjerak nove varijacije uz više primjeraka tipične vrste. Na dubini od 85,00 m ustanovljena je samo tipična vrsta. Uz nju je nađeno više primjeraka puža *Melanopsis sinjana* Brusina.

U bušotini Udovičić u Sinjskom polju (NU—6) nova varijacija nađena je na dubini od 74,35 do 74,50 m (tab. 3, sl. 1). Na dubini od 90,60 do 91,00 m nađena je samo tipična vrsta.

Nova varijacija nađena je i u bušotini na Kadinoj Glavici u Petrovom polju (NKG—16) na dubini od 12,40 m uz primjerke puža *Melanopsis sinjana* Brusina.

Može se zaključiti da se vrsta *Fossarulus tricarinatus tricarinatus* samostalno nalazi uvijek u nešto starijim slojevima nego varijacija *F. tricarinatus tricarinatus*, var. *altus*. U nešto mlađim slojevima su oba taksona zajedno, dok se u najmlađim slojevima nalazi isključivo nova varijacija.

Takoder je vidljivo da oba taksona često nalazimo zajedno s pužem *Melanopsis sinjana* Brusina (tab. 3, sl. 3). To je uočio već Brusina (1884, str. 40) na lokalitetima Lučani i Stuparuša.

Fossarulus tricarinatus susnjarai n. subsp.

Tab. 2, sl. 1, 2.

Podvrsta je nazvana prema dipl. inž. geol. Anti Šušnjari, koji je sakupio na terenu te puževe i ustupio mi ih na obradu.

Holotip je primjerak 10093, a čuva se u depou Geološko-paleontološkog muzeja. Ovdje tab. 2, sl. 1, 2.

Nalazište: Strmen Dolac (južni rub Sinjskog polja)

Starost: Srednji do gornji miocen (Kochanský-Devidé i Slišković 1978. navode s tog lokaliteta školjku *Congeria drwarensis* i pridaju joj taj vremenski raspon). Slatkovodni lapor.

Dijagnoza: Na zadnjem zavoju su 3—4 spiralne pruge (na ostalim zavojima su 2—3 pruge) na kojima se nalazi nejednak broj kvržica. Juvenilni zavoji su bez skulpture.

Opis: Kao i u nominantne vrste zavojnica se sastoji od 6 zavojaja, od kojih je zadnji izrazito širi od ostalih. Skulptura na površini zavojnice sastoji se od 2 do 4 spiralne pruge na kojima se nalaze kvržice. Kvržice se pojavljuju prvi put na trećem do petom zavoju. Koji put su na predzadnjem zavoju jače i gušće nego na zadnjem zavoju. Ušće je ovalno kao nepravilna kaplja, a vanjska usna uvijek je jače zaobljena nego unutrašnja. Stijenka kućice je masivna, na ušću je odebljala, dvostrukog ruba.

Sličnosti i razlike: Nova podvrsta veoma je slična nominatnoj vrsti, a jedina razlika je pojava kvržica na spiralnim prugama.

Neumayr (1880, str. 485) je odredio *Fossarulus* cf. *tricarinatus* na nalazištima Zenica, Dabar i Repovce u Bosni i Hercegovini, uz napomenu da neki primjerci pripadaju tipičnoj vrsti, a kod nekih se na spiralnim prugama javljaju kvržice. Smatra da je to prijelaz prema vrsti *Fossarulus stachei*. Međutim, *F. stachei* bitno se razlikuje oblikom kućice i ušća od vrste *F. tricarinatus tricarinatus* i nove podvrste *F. tricarinatus susnjarai*.

Ostala nalazišta: Bušotina Strmen Dolac (NS—4) — na dubini od 21,40 do 21,50 m, od 49,50 do 49,60 m i na dubini od 55,40 do 55,70 m dolazi *Fossarulus tricarinatus susnjarai* uz mnoštvo hara, *Orygoceras stenonemus* Brusina, te *Stenothyrella ovoidea* Pavlović?

Bušotina Cetinsko polje (NCp—11) — na dubini od 2,00 do 2,30 m uz *Fossarulus tricarinatus susnjarai* (tab. 3, sl. 2) nađeni su i *Orygoceras dentaliforme* Brusina, *Gyraulus* (G.) *dalmaticus* (Brusina), *Melanopsis* sp. i *Congerina* cf. *nitida* Kochansky-Devidé. Na dubini od 3,80 do 4,00 m su isti fosili, samo su kongerije neodređive, a pridružio im se sitni puž *Caspia* sp.

Fossarulus tricarinatus susnjarai var. *nodosoaltus* n. var.

Tab. 2, sl. 3, 4.

Varijacija je nazvana prema lat. riječima *nodosus* (čvorat, koji ima kvržice) i *altus* (visok).

Holotip je primjerak 10094, a čuva se u depou Geološko-paleontološkog muzeja.

Nalazište: Strmen Dolac (južni rub Sinjskog polja)

Starost: Srednji do gornji miocen (prema Kochansky-Devidé i Sliško, 1978). Slatkovodni lapor.

Dijagnoza: Novoj varijaciji je svojstvena visoka i sužena zavojnica, što joj daje izdužen oblik.

Opis: Na spiralnim prugama zavoja razvijene su kvržice kao i u tipične podvrste. Početni zavoji nove varijacije su viši, a zadnji zavoj je jednak ili niži nego u tipične podvrste. Cijela zavojnica je time postala uža. Apikalni kut varijacije je manji za oko 10° nego apikalni kut tipične podvrste, a broj zavoja je ostao isti. Od oko 100 primjeraka puževa 75 pripada tipičnoj podvrsti, a oko 25 pripada novoj varijaciji.

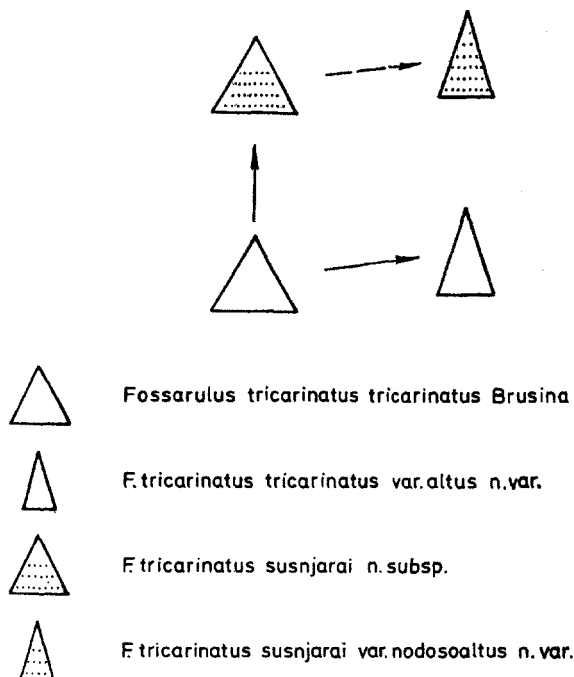
Sličnosti i razlike: Nova varijacija najbližija je obliku *Fossarulus tricarinatus tricarinatus* var. *altus*, a razlikuje se samo pojavom kvržica na spiralnim prugama.

Ostala nalazišta: U bušotini Cetinsko polje (NCp—11), na dubini od 2,00 do 2,30 m nalaze se zajedno tipična podvrsta i nova varijacija.

 	N A L A Z I Š T A (F U N D O R T E)			
	SVINJAČA	Bušotina (Bohrung) UDOVIČIĆ NU-6	Bušotina (Bohrung) OTOK NO-8	Bušotina (Bohrung) KADINA GLAVICA NKG - 16
  		74,35m	75,70 m	12,40 m
  	površinsko nalazište (oberflächliches Fundort)			
  			81 m	
  		91 m	85 m	

Sl. 2. Postupni razvoj visokog oblika vrste *Fossarulus tricarinatus*.

Abb. 2. Die allmähliche Entwicklung der höheren Form der Art *Fossarulus tricarinatus*.



Sl. 3. Shema razvoja taksona srodnih vrsti *Fossarulus tricarinatus*.

Abb. 3. Shema der Entwicklung der Taxonen, die mit der Art *Fossarulus tricarinatus* verwandt sind.

3. ZAKLJUČAK

Fossarulus tricarinatus tricarinatus je ishodišni oblik za razvoj opisanih, njemu srodnih oblika (sl. 3). Sudeći prema juvenilnom stadiju podvrste *F. tricarinatus susnjarai*, na kojemu nema kvržica, ta se podvrsta razvila od nominatne vrste.

Prema podacima iz bušotina tipična vrsta javlja se samostalno u dubljim slojevima, zatim se javlja zajedno s varijacijom *F. tricarinatus tricarinatus* var. *altus*, dok u plićim slojevima ta varijacija prevladava (sl. 2). Dakle, visoka varijacija također se razvila

iz tipične vrste. *F. tricarinatus susnjaraei* var. *nodosoaltus* javlja se na površinskom izdanku, dok u bušotini s istog lokaliteta (Strmen Dolac) dolazi samo tipična podvrsta.

Dakle, kvržasta forma se razvila od glatke, a obje tendiraju prema razvoju visokih oblika, s apikalnim kutem, manjim za oko 10°. To je paralelni razvoj istovjetnih oblika.

4. LITERATURA

- Brusina, S. (1870): Monographie der Gattungen *Emmericia* und *Fossarulus*. Verh. zool.-bot. Ges. 20, Wien, 925—938. Wien.
- Brusina, S. (1874a): Fossile Binnen-Mollusken aus Dalmatien, Kroatien und Slavonien nebst einem Anhang. Aktienbuchdruckerei, 138 str., 7 tab., Agram.
- Brusina, S. (1874b): Prilozi paleontologiji hrvatskoj ili kopnene i slatkovodne terciarne iskopine Dalmacije, Hrvatske i Slavonije. Rad Jugosl. akad. znan. umj. 28, 1—109, Zagreb.
- Brusina, S. (1884): Die *Neritodonta* Dalmatiens und Slavoniens nebst allerlei malakologischen Bemerkungen. Jahrbücher Deutsch. malakozool. Gesellsch. 11, 17—120, Frankfurt am Main.
- Brusina, S. (1897): Gragja za neogensku malakološku faunu Dalmacije, Hrvatske i Slavonije uz neke vrste iz Bosne i Hercegovine i Srbije. Djela Jugosl. akad. znan. umj. 18, 1—43, Zagreb.
- Brusina, S. (1905): Naravoslovne crtice sa sjevero-istočne obale Jadranskog mora. III Putopis. Rad Jugosl. akad. znan. umj. 163, 1—40, Zagreb.
- Kochansky-Devidé, V. (1976): O paralelizmu u razvoju organizama i ponavljanju jednakih oblika, s osobitim obzirom na kongerije (*Bivalvia*). Geol. vjesnik 29, 75—89, Zagreb.
- Kochansky-Devidé, V. & Šlišković, T. (1978): Miocenske kongerije Hrvatske, Bosne i Hercegovine. Paleont. Jugosl. 19, 1—98, 14 tab., Zagreb.
- Neumayr, M. (1869): Beiträge zur Kenntniss fossiler Binnenfaunen. Jahrb. geol. Reichsanst. 19, 355—382, Wien.
- Neumayr, M. (1880): Tertiäre Binnenmollusken aus Bosnien und der Hercegovina. Jahrb. geol. Reichsanst. 30, 463—492, Wien.
- Papp, A. (1951): Die *Molluskenfauna* des Pannon im Wiener Becken. Mitt. Geol. Gesellsch. Wien 44, 85—222, 25 tab., Wien.
- Proitzen, H. (1932): Das Tertiärbecken von Gottschee (Kočevje) in Unterkrain und seine morphologische Bedeutung. Vesn. Geol. inst. Kralj. Jugosl. za 1931., 1/2, 69—123 Beograd.
- Wenz, W. (1923—28): Fossilium Catalogus. I *Animalia*. *Gastropoda* extramarina tertiaria III: *Prosobranchia* I. 1736—2502. Neubrandenburg.

NEUE FOSSARULUS-TAXONEN IM SÜSSWASSERNEOGEN
DALMATIENS (SÜDKROATIEN)

Das hier bearbeitete Fossilienmaterial stammt aus Sinjsko polje, Petrovo polje und Cetinsko polje im Dalmatien. Herrn Dipl. Ing. Ante Sušnjara, Geologisches Institut, Zagreb, möchte ich herzlich für das überlassene Material danken. Frau Prof. Dr. Vanda Kochansky-Devidé danke ich bestens für manche Ratschläge.

Es wurden einige neue Formen festgestellt, die mehr oder weniger mit der Art *Fossarulus tricarinatus* Brusina verwandt sind.

Fossarulus tricarinatus tricarinatus Brusina

Taf. 1, Abb. 1, 2

Der Autor hat den Holotypus aus Stuparuša bei Sinj beschrieben. Später hat Brusina noch folgende Fundstellen angegeben: Lučani, Čugurina glavica, Vrba. Jetzt wurde diese Art auch an folgenden Lokalitäten gefunden: Ruduša, Svinjača (Taf. 1, Abb. 1, 2) und Kadina Glavica, danach auch aus den Bohrungen bei Otok und Udovičić.

Diese Art wurde an mehreren Mittelmiozän-Lokaliteten in Bosnien gefunden, und vor kurzem habe ich sie in den Banatica-Schichten (Oberpannon — »Lyrcaea Horizont«) bei der Zementfabrik Podsused (Kostanjek) gefunden. Das ist die parallele Entwicklung (Homeomorphie) ähnlich wie bei den Kongerien (Kochansky-Devidé 1976).

Fossarulus tricarinatus tricarinatus var. *altus* n. var.

Taf. 1, Abb. 3, 4

Der Name der Variation stammt vom lat. Wort *altus* = hoch.

Der Holotypus hat die Nummer 10092 der Sammlung des Geologisch-paleontologischen Museums in Zagreb.

Svinjača, östlicher Rand von Sinjsko polje. Mittleres bis oberes Miozän (Kochansky-Devidé und Slišković 1978).

Die Exemplare besitzen alle Grundeigenschaften der typischen Art, die einzige neue Charakteristik ist ein schmäleres Häuschen mit kleinerem Apikalwinkel. Die erwachsenen Exemplare haben 6 Windungen, genau wie die typische Art. Die letzte Windung der Variation ist niedriger als bei der typischen Art, andere Windungen sind ausgesprochen länger. Die Gehäusewände sind ziemlich dick, die Mündung ist gleich wie bei der typischen Art, die drei Spiralkanten an den Windungen sind genauso massiv wie bei der typischen Art.

An der typischen Lokalität Svinjača sind neben der neuen Variation auch Vertreter der typischen Art, sowie Exemplare der Art *Melanopsis sinjana* Brusina anwesend (Taf. 3, Abb. 3).

Mit ihrer schmalen Form erinnert die neue Variation an die Art *Fossarulus bulici* Brusina, bekannt aus den Süßwasser Ablagerungen in Hercegovina (Brusina, 1897), sowie aus den pannonischen Ablagerungen des Wiener Beckens (Papp, 1951). *F. bulici* hat dünnere Häuschenwände, eine andersartige Mündung, sowie schärfere Spiralkanten der Windungen. Die neue Variation weist auch Ähnlichkeiten mit der Unterart *F. bulici turritus* (Protzen, 1932) auf.

Diese neue Variation wurde ebenfalls im Material aus den Bohrunge bei Otok und Udovičić in Sinjsko polje und Kadina Glavica in Petrovo polje gefunden. Es ist klar, dass die typische Art in älteren Ablagerungen vorkommt, dann findet man zusammen die typische Art und die neue Variation und in jüngsten Ablagerungen nur die Variation (Abb. 2).

Fossarulus tricarinatus susnjarai n. subsp.

Taf. 2, Abb. 1, 2

Diese Art ist Herrn Dipl. ing. Ante Šušnjara gewidmet, der diese Schnecken gesammelt und mir zum Bearbeiten anvertraut hat.

Der Holotypus ist das Exemplar Nr. 10093 der Sammlung des Geologisch-Paleontologischen Museums in Zagreb.

Strmen Dolac, der südliche Teil von Sinjsko polje. Süßwassermergel des mittleren bis oberen Miozäns (Kochanský-Devide & Slišković, 1978.).

Das Gewinde besteht aus 6 Umgängen, wovon denen die letzte viel breiter ist als die anderen. Die Oberflächen-Skulptur des Gewindes besteht aus 2—4 spiralförmigen Linien, auf denen Höckerchen angereiht sind. An den ersten zwei Windungen (Juvenilstadium) gibt es keine Höckerchen, sie erscheinen erst an der dritten bis fünften Windung. Die Mündung ist oval wie ein unregelmässiger Tropfen und die äussere Lippe ist mehr abgerundet als die innere. Die Häuschenwand ist massiv, an der Mündung verdickt, mit Doppelrand.

Die neue Unterart gleicht der Grösse und der Form nach der nominaten Art, der einzige Unterschied ist die Erscheinung der Höckerchen an den spiralförmiger Kanten. Diese Erscheinung hat schon Neumayr (1880) an den Exemplaren aus Bosnien beobachtet. Diese Unterart wurde jetzt auch an den Bohrungen in Strmen Dolac (NS—4), und Cetinsko polje (NCp—11) gefunden.

Fossarulus tricarinatus susnjarai var. *nodosoaltus* n. var.

Taf. 2, Abb. 3, 4

Diese Variation wurde nach dem lat. Wort nodosus (= knotig) und altus (= hoch) genannt.

Der Holotypus ist das Exemplar Nr. 10094 aus der Sammlung des Geol.-Paleont. Museums in Zagreb.

Strmen Dolac, Südrand von Sinjsko polje. Süsswasser-Mergel des mittleren bis oberen Miozäns.

Die Höckerchen sind an den Spiralkanten genauso entwickelt, wie bei der typischen Unterart. Das Gewinde besteht aus sechs Umgängen, welche höher sind als bei der typischen Unterart. Die neue Variation ist am meisten den Schneckenexemplaren *Fossarulus tricarinatus tricarinatus* var. *altus* ähnlich, man unterscheidet sich aber durch das Vorkommen von Höckerchen. Diese neue Variation wurde auch in Cetinsko polje (NCp—11) gefunden.

Schlussfolgerung

Fossarulus tricarinatus tricarinatus ist die Ausgangsform für die Entwicklung ihr verwandter Formen (Abb. 3). An den juvenilen Windungen der Unterart *F. tricarinatus susnjarai* gibt es keine Höckerchen, also entwickelte sich die Knotenform aus der glatten Form. Sowie die glatte, als auch die knotige Unterart tendieren zur Entwicklung höherer Formen mit einem kleinerem Apikalkwinkel um cca. 10°. Es handelt sich also um eine parallele Entwicklung verwandter Formen.

TABLA — TAFEL I

Svinjača, Sinjsko polje (srednji do gornji miocen — *mittleres bis oberes Miozän*).

1—2 *Fossarulus tricarinatus tricarinatus* Brusina (8x).

3—4 *Fossarulus tricarinatus tricarinatus* var. *altus* n. var. (8x).



1



2



3



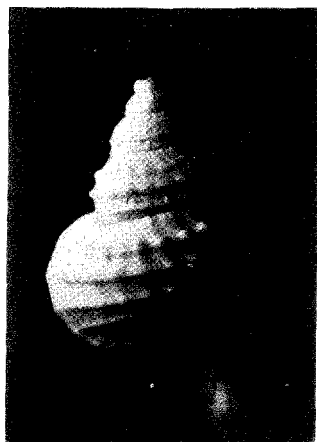
4

TABLA — TAFEL II

Strmen Dolac, Sinjsko polje (srednji do gornji miocen — *mittleres bis oberes Miozän*).

1—2 *Fossarulus tricarinatus susnjarai*, n. subsp. (8x).

3—4 *Fossarulus tricarinatus susnjarai* var. *nodosoaltus* n. var. (8x).



1



2



3



4

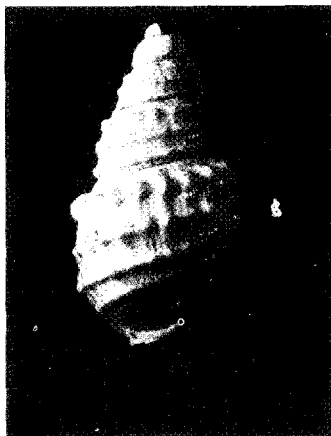
TABLA — TAFEL III

Srednji do gornji miocen — *mittleres bis oberes Miozän*.

1. *Fossarulus tricarinatus tricarinatus* var. *altus* n. var. (8x).
Udovičić (NO-8), 74, 35—74, 50 m.
2. *Fossarulus tricarinatus susnjarai* n. subsp. (8x).
Cetinsko polje (NCp-11)
3. 4x, Svinjača
 - a) *Fossarulus tricarinatus tricarinatus* Brusina.
 - b) *Fossarulus tricarinatus tricarinatus* var. *altus* n. var.
 - c) *Melanopsis sinjana* Brusina.



1



2



3

RAD Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti	Knj. 411	209—230 3 slike 4 tabele 4 table	Zagreb 1984.
Razred za prirodne znanosti	Knj. 20		

UDK 56.02.551.782(914.971.3)

Izvorni znanstveni rad
Original Scientific Paper

ANDREJKA ŽAGAR-SAKAČ &
KREŠIMIR SAKAČ*

NALAZIŠTA UNIONACEJSKE FAUNE NEOGENSKIH (MIOCENSKIH) NASLAGA DALMACIJE (JUŽNA HRVATSKA)

FUNDSTELLEN DER UNIONAZEE-FAUNA DER NEOGENEN (MIOZÄNEN) ABLAGERUNGEN DALMATIENS (SÜDKROATIEN, JUGOSLAWIEN)

Primljeno na sjednici Razreda za prirodne znanosti
Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, dne 29. 05. 1984.

The main geological features of the sites of relatively unknown Unionacean fauna of Neogene (Miocene) in Dalmatia (Southern Croatia) are given here. This fauna is composed of the species *Unio katzert*, *U. lavateri*, *Anodonta splendens* etc., as well as several forms of probably new species, which are here only subgenerically identified as *Anodonta* (*Anodonta*) sp., *A. (Sinanodonta)* sp., *Hyriopsis* (*Hyriopsis*) sp., *H. (Limnoscapha)* sp., *Cristaria* (*Cristaria*) sp. and *Unio* sp. The environmental conditions and associated fauna and flora are also discussed.

1. UVOD

Zarana su bile primijećene ljušture školjkaša unionaceja u neogenskim naslagama Dalmacije. Unatoč tomu izostala je njihova detaljnija paleontološka obrada. To i nije slučajno jer se ti fosili u neogenskim naslagama Dalmacije pojavljuju na izoliranim lokalitetima, pa premda se mjestimice nalaze s brojnim primjercima, ipak je veoma teško prikupiti dobro sačuvan materijal za paleontološku obradu. Stoga je opseg dosada objavljenih podataka o neogenskim unionacejama Dalmacije dosta skroman.

Prvi je S. Brusina (1874a) zapazio neogenske unionide u Dalmaciji na lokalitetu Miočić. Utvrdio je novu vrstu *Unio racki-*

* Geološko-paleontološki muzej, Demetrova 1, YU—41000 Zagreb.

anus Brusina, čije slabo očuvane primjerke kasnije (1907–08) nalazi i u Sinju. Druga nalazišta, naime drugi taksoni unionaceja neogenske starosti u Dalmaciji nisu mu bili poznati. R. Schubert (1909) je u malakološkoj fauni neogenskih naslaga Bilišana kraj Obrovca našao i ljuštore unionida, ali ih je samo generički odredio. Isto tako postupilo se nešto kasnije s primjercima unionida neogenskih naslaga otoka Paga (Schubert & Waagen, 1913. i Waagen, 1914). Pemda se najbogatija nalazišta neogenskih unionaceja nalaze u drniškom i sinjskom području, ipak ih F. Kerner (1901, 1916c itd.) nije zapazio. Jedino navodi prisutnost velikih unionida kod vrela Sutine kod Sinja (1916b). Vjerojatno se, međutim, nije radilo o unionidama, već o velikim kongerijama, vrsti *Congeria frici* Brusina, koje su veoma česte u tom području. U novije vrijeme podatke o neogenkim unionidama Dalmacije nalazimo jedino u radu V. Kochanský-Devidé & T. Slišković (1978). Navodi se nalaz vrste *Unio cf. katzeri* Brusina s nekoliko lokaliteta u Sinjskom polju.

Nova nalazišta unionaceja neogenskih naslaga u srednjoj i sjeverozapadnoj Dalmaciji utvrdio je drugi autor ovog rada prilikom geoloških istraživanja koje je vodio Geološki zavod u Zagrebu, to su Kadina Glavica, Liskovača i još neka u okolici Sinja. Nakon što su oba autora ovog rada prikupili nov paleontološki materijal i geološki obradili sva dosad poznata nalazišta unionaceja neogenskih naslaga Dalmacije. Ovdje se iznose rezultati tih istraživanja.

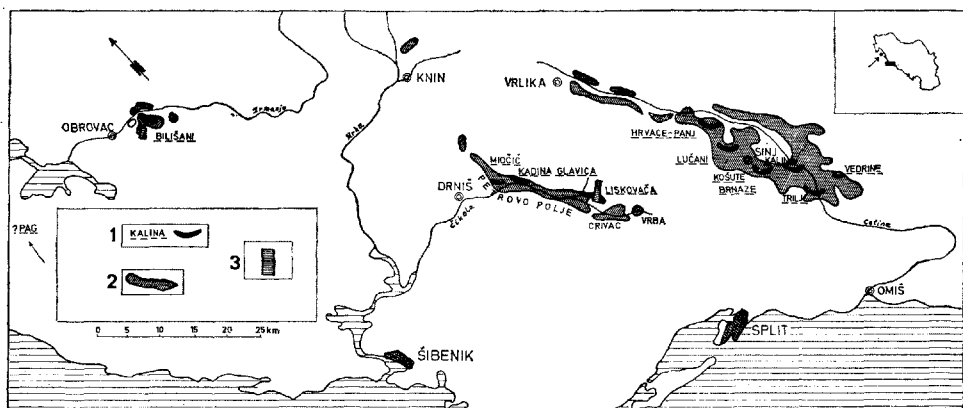
Ugodna nam je dužnost zahvaliti akademiku V. Kochanský-Devidé na poticaju za obradu unionacejske faune neogenskih naslaga Dalmacije te na dragocjenim savjetima. Nadalje zahvaljujemo Z. Jurišić-Polšak, mr. geol., kustosu Geološko-paleontološkog muzeja u Zagrebu, na pomoći i savjetima pri determinaciji gastropodne faune, a A. Šušnjari, dipl. inž. geol. iz Geološkog zavoda u Zagrebu na ustupljenom materijalu i geološkim podacima.

2. NALAZIŠTA NEOGENSKIH UNIONACEJA U DALMACIJI

U neogenkim naslagama Dalmacije unionaceje su dosada nađene u ovim područjima: otok Pag (?), Bilišani kod Obrovca, Petrovo polje i okolica Sinja, odnosno Sinjsko polje, Lučani i Hrvace (sl. 1).

Otok Pag

Schubert & Waagen (1913) spominju nalaz unionida u neogenkim naslagama polja kod Kolana. Kasnije, pa tako i u ovoj prilici, tu nisu nađeni novi primjerci unionida.



Sl. 1. Nalazišta unionaceja neogenskih (miocenskih) naslaga Dalmacije. 1. Nalazište unionaceja, 2. Neogenske naslage, 3. Stratigrafski stup.

Abb. 1. Fundstellen der Unionazeen aus den Neogenablagerungen (Miozän) Dalmatiens. 1. Fundstellen der Unionazeen, 2. Neogenablagerungen, 3. Stratigraphisches Säulenprofil.

Bilišani

To područje sjeverozapadne Dalmacije nalazi se oko 5 km jugoistočno od Obrovca. Neogenske naslage tu ispunjavaju malo krško polje, a ima ih i u bližoj okolici polja, duž rijeke Zrmanje, između slapova, kod kuća Berberi i starog grada Obrovac. Te izolirane pojave tek su dio prvotno daleko više rasprostranjenih neogenskih naslaga. One su mlađekenozojskim pokretima bile snažno tektonski poremećene te zajedno s podlogom krednih i paleogenskih naslaga razbijene nizom gravitacijskih rasjeda u složeni splet tektonskih blokova (Fritz, Bahun & Pavičić, 1978). U kvartaru neogenske su naslage bile izložene snažnoj denudaciji, ali su istovremeno bile i prekrivene kvartarnim, proluvijalnim i deluvijalnim sedimentima.

Fauna unionaceja u neogenskim je naslagama utvrđena samo u Bilišanskom polju. Do danas o tamošnjim neogenskim naslagama — unatoč složenom sastavu i fosilifernosti — postoji malo objavljenih podataka. Neogenske naslage sastoje se od mjestimično razvijenih bazaltnih klastita, algalnih vapnenaca, različitih lapora, vapnenaca, glina i manjih pojava tufova. Dobro su otkrivene duž jugozapadnog oboda polja, a osobito u dugoj jaruzi jugozapadno od Kuridža kuća, gdje se na dobro otvorenim profilima mogu najpouzdanije opažati (sl. 2). Neogenske naslage tu su taložene u promjenljivim uvjetima. Mjestimično se nalazi na neuslojene algalne vapnenice, koji se sastoje od talusa ogonija haraceja i mnoštva plodova poznate vrste *Damasonium sutinae* Kerner iz neogenskih naslaga Sinjskog polja. Ti vapnenci nastali su utjecajem submerzne vegetacije, koja je, razlažući bikarbonate, taložila kalcijev karbonat, vjerojatno u mirnoj plitkovodnoj sredini. Više su rasprostranjeni pločasti vapnenci, debljine do 20 m. Slabo izražene strukture tečenja, tanki ulošci lapora s naplavljenim ljušturama mekušaca i fosilnom makroflorom upućuju na slaba strujanja u plitkovodnoj sredini taloženja. Od većeg broja oblika ustanovljeni su ovi mekušci: *Congeria jadrovi* Brusina, *C. hercegovinensis* Kochansky-Devidé, *C. dalmatica* (Brusina), *Fossarulus tricarinatus tricarinatus* Brusina, *Melanopsis inconstans* Neumayr, *Prososthenia* sp. Makroflora je slabije očuvana, a bilo je moguće odrediti ove taksone: *Myrica lignitum* (Ung.) Sap., *Myrica longifolia* Unger, *Cinnamomum scheuchzeri* (Herr) Frentz, *Salix* cf. *angusta* A. Br., *Quercus mediterranea* Unger, *Sparganium* cf. *valdense* Heer. Tu je više specifički neodredivih oblika, označenih kao *Graminae* gen. et sp. indet., kao i drugih ostataka makroflore. Svi navedeni oblici makroflore i mekušaca bazalnog dijela naslaga Bilišana poznati su u neogenskim naslagama drugih područja Dalmacije, naime u naslagama iste starosti drugih područja.

Srednji dio naslaga Bilišana taložen je u izrazito nemirnoj sredini. Započinje tufovima, nakon kojih slijede besfosilni, pjeskuljivi i glinoviti lapori s izrazitim sedimentnim strukturama, kao što

su kosa i vijugava slojevitost i valne brazde. Debljina takvih lapora iznosi do 10 m. Najmlađi i najdeblji dio neogenskih naslaga Bilišana uglavnom je dosta jednoličan. Sastoji se od pretežno dobro uslojenih lapora, koji mogu biti glinoviti, vapnoviti, tufitični do pjeskoviti. U njima se pojavljuju vapnenci, odnosno pjeskoviti vapnenci kao proslojci, leće ili tanji ulošci, zatim gline kao različita sedimentna tijela te proslojci ugljevitih lapora. Takve naslage najviše su rasprostranjene u samom polju Bilišana. Tu pojedini slojevi lapora i vapnenaca obiluju fosilima. Najbrojniji su u plitkoj vododerini nedaleko Kuridža kuća. Na to je upozorio još R. Schubert (1909), koji je dao kratku listu određenih taksona. Zanimljivo je da je u odredbi kongerijske faune naveo nalaz *Congeria subglobosa* Partsch, poznatu vrstu iz pliocenskih (sada gornjomiocenskih) naslaga Panonskog bazena, a uz nju i *C. aff. claviformis* Krauss, tipičnu za miocenske (helvetske) kirhberške slojeve Bavorske. Ova proturječnost determinacije kongerija različitih stratigrafskih položaja nastala je stoga što se očito radilo o novim vrstama. To je uvidio i R. Schubert, pa je za treći oblik naveo *Congeria* sp. nov. Sada se na novoprikupljenim primjercima utvrdilo se da se radi o tipičnim miocenskim kongerijama, poznatim na ostalim nalazištima Dalmacije i drugih lokaliteta. To su *Congeria drvarensis* Toulal i *C. hercegovinensis* Kochanský-Devidé. S time je u skladu i bogata gastropodna fauna s vrstama rodova *Melanopsis*, *Fossarulus*, *Bulimus*, *Brotia* (*Tinnyea*) itd. No najvredniji paleontološki materijal veoma su brojne ljušture unionaceja, koje se nalaze u više slojeva, pa su zbog toga oni i detaljnije analizirani. Bogata fauna mekušaca nejednako je očuvana u 11 slojeva tog sedimenta jer se dijelom radi o naplavljenoj fosilnoj fauni. Zbog toga se većina fosila nalazi na donjim slojnim plohama, a uz to se pojavljuju još i kao isprekidane leće manjih lumakela unutar pojedinih slojeva. Malakološka fauna mijenja se od sloja do sloja na ovaj način (sl. 2, i tabela 1). U starijim slojevima, označenima od Bi—1 do Bi—5 prevladava gastropodna fauna u kojoj su najčestće vrste *Fossarulus tricarinatus tricarinatus* Brusina i *Melanopsis inconstans* Neumayr. Školjkaši su malobrojni, prevladavaju kongerije s vrstama *Congeria jadrovi* Brusina, *C. hercegovinensis* Kochanský-Devidé i *C. dalmatica* (Brusina). Od unionida dolaze malobrojni primjerci *Potomida* sp. i *Crassunio* sp.

U srednjem dijelu naslaga, u odsječku označenom od Bi—6 do Bi—10 najbrojniji su školjkaši. To su unionaceje s vrstama *Crassunio* aff. *jaccardi* (Locard), *Anodonta splendens* (Goldfuss), *Unio lavateri* Muenster te oblici koji su samo generički određeni kao *Potomida*, *Crassunio*, *Unio* (? *Nodularia*), među kojima je vjerojatno više novih vrsta. Kongerije su malobrojne; to su *Congeria dalmatica* (Brusina) i *C. drvarensis* Toulal. Gastropodna fauna je siromašnija. Dominatna vrsta je *Brotia* (*Tinnyea*) ex gr. *escheri* (Brongn.), a tu su još fosalulidi, buli-

minidi i melanopsidi. Najmlađi odsječak razmatranih naslaga označen s Bi—11 sadrži gastropode rodova *Melanopsis* i *Bulimus*.

Fauna unionaceja Bilišana razlikuje se bitno od unionacejske faune neogenih naslaga Petrova polja, a znatno i onih u okolici Sinja. Istovjetne unionacejske faune u drugim područjima u Jugoslaviji za sada nisu poznate. Međutim, vrste *Anodonta splendens* i *Unio lavateri* poznate su u miocenskim molasnim naslagama perialpskog prostora, npr. na nalazištima Oeningen, Kirchberg i drugim.

Petrovo polje

Neogenske naslage pružaju se kao uski, 15 km dugi pojas duž sjeveroistočnog oboda Petrova polja te dalje na jugoistok dolinom Vrbe. One su u znatnoj mjeri prekrivene kvartarnim sedimentima, a dobro su otkrivene u dijelovima terena s jače izraženom morfologijom, — na Kadinoj Glavici istočno od Drniša, poviše doline rječice Vrbe, u predjelu Liskovača, nedaleko Crivca. Oba lokaliteta ujedno su i glavna nalazišta unionaceja Petrova polja. Od ranije poznato je bilo još jedno nalazište kod sela Miočić, gdje je S. Brusina (1874a, b) na odabranim primjercima postavio svoju vrstu *Unio rackianus* Brusina, no danas nije moguće točno odrediti položaj tog lokaliteta.

Nalazište Liskovača

Neogenske naslage Liskovače otkrivene su na ogoljenom profilu, u ukupnoj debljini od 150 m. One su prikazane s dva stra-

Sl. 2. Nalazište unionaceja Bilišani, sjeverozapadna Dalmacija. A. *Geološka karta*. 1. Aluvij, 2. Sedra, 3. Konglomerati pliocena ili pleistocena, 4. Neogenske naslage (miocen), 5. Promina naslage: Konglomerati i kalkareniti. Gornji eocen — donji oligocen, 6. Vapnenci i vapnenačke breče. Kreda, 7. Rasjed, 8. Geološki profil (1) i stratigrafski stup (2). B. *Geološki profil*. Neogenske naslage: 9. Pločasti vapnenci, 10. Lapor, 11. Tuf, 12. Lapor sa sedimentnim strukturama, 13. Makroflora, 14. Makrofauna, C. *Geološki stup*. Neogenske naslage: 15. Lapor, 16. Slabouslojeni vapnenci, 17. Pjeskovito-siltozni lapor, 18. (1) Pjeskoviti vapnenci, (2) Laporoviti vapnenci, 19. Puževi, 20. Kongerije, 21. Unionaceje.

Abb. 2. Fundstelle der Unionazeen, Bilišani, nordwestliches Dalmatien. A. Geologische Karte. 1. Alluvium, 2. Kalktuff, 3. Konglomerate des Pliozäns oder Pleistozäns, 4. Neogenablagerungen (Miozän) 5. Prominaablagerungen: Konglomerate und Kalkarenite. Obere Eozän — untere Oligozän, 6. Kalk und Kalkbreccien, 7. Verwerfung, 8. Geologisches Profil (1) und Stratigraphisches Säulenprofil (2). B. Geologisches Profil. Neogenablagerungen: 9. Plattenkalke, 10. Mergeln, 11. Tuff, 12. Mergeln mit Sedimentstrukturen, 13. Makroflora, 14. Makrofauna. C. Geologisches Säulenprofil. Neogenablagerungen: 15. Mergeln, 16. Schwach-geschichtete Kalke, 17. Sand-siltose Mergeln, 18. (1) Sandige Kalke, 2. Mergelige Kalke, 19. Schnecken, 20. Kongerien, 21. Unionazeen.

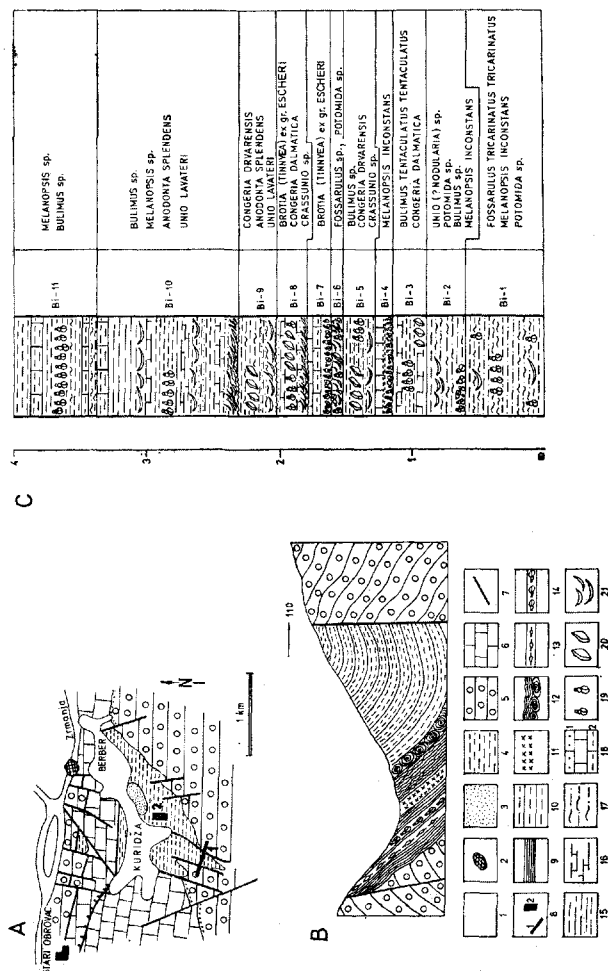


Tabela 1. Popis određenih taksona nalazišta Bilišani.

Tabelle 1. Das Verzeichnis der bestimmten Taxonen der Fundstelle Bilišani.

Species	Slojevi										
	Bi-1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Potomida</i> sp.	+	+	+	+		+	+				
<i>Anodonta splendens</i> (Goldfuss)								○	○	+	
<i>Crassunio</i> aff. <i>jaccardi</i> (Locard)				+	+		+				
<i>Cr.</i> sp.				+			+				
<i>Unio lavateri</i> Muenster								○	○	+	
<i>U.</i> (? <i>Nodularia</i>) sp.	+	+						○	+		
<i>Congerina jadrovi</i> Brusina	+	+						+	+		
<i>C. hercegovinensis</i> Kochansky-Devidé		+	+				+				
<i>C. dalmatica</i> (Brusina)		+	+	+			+				
<i>C. drvarensis</i> Toulà			+	+		+	+	○	○		
<i>Brotia</i> (<i>Tinnyea</i>) ex gr. <i>escheri</i> (Brongn.)					+	+	+	○	○	+	
<i>Fossarulus tricarinatus tricarinatus</i> Brusina	+		+	○	+						
<i>F.</i> sp.			+	+	+	+	+	+			
<i>Melanopsis inconstans</i> Neumayr	+	○	○	+			+				
<i>M.</i> sp.	+		+	+			+		+		+
<i>Bulimus tentaculatus tentaculatus</i> (L.)	+	○			+				+	+	+
<i>B.</i> sp.	+	+			+				+	+	+
<i>Prososthenia</i> sp.				+	+				+	+	+

+ prisutna (anwesend)

○ česta (häufig)

tigrafska stupa (sl. 3), koji se sastoje od 5, odnosno 21 litološkog člana. Stup 1. odnosi se na stariji dio neogenskih naslaga. One započinju brečokonglomeratima, koji leže na gornjokrednim vapnencima s *Chondrodonta joannae* Choffat. Zatim slijede oko 30 m debeli, dosta jednolični lapori s brojnim gastropodima: *Melanopsis sinjanus* Brusina, *M. inconstans* Neumayr i *Fossarulus tricarinatus tricarinatus* Brusina te malobrojnim ljušturama *Congeria dalmatica* (Brusina).

Viši dio neogenskih naslaga litološki je raznovrsniji i bogatiji fosilima (sl. 3, geol. stup 2). Tu su veoma brojni gastropodi, ima ih u većini slojeva, pojavljuju se na razne načine, a najčešće kao tanke leće naplavljenih i oštećenih kućica. Najbrojniji su melanopsidi: *Melanopsis inconstans* Neumayr i *M. sinjanus* Brusina, zatim fosarulidi s *Fossarulus tricarinatus tricarinatus* Brusina i *F. eginæ eginæ* Brusina, dok su drugi oblici samo generički određeni kao *Bulimus*, *Orygoceras* itd. Ostaci flore su malobrojni i slabo očuvani, ograničeni na pojedine slojeve. Prevladavaju ostaci močvarne vegetacije, tj. oogoniji haraceja, dijelovi od *Ceratophyllum sinjanum* Kerner i drugi. Ljušture kongerija i unionaceja brojne su u nekoliko slojeva, ali se u njima ne pojavljuju zajedno. Kongerije su prisutne u slojevima: 8, 9 i 10 te u sloju 13. Najbrojnije je zastupana *Congeria drvarensis* Toulouza uz rjeđu *C. dalmatica* (Brusina). Ljušture kongerija u slojevima su različito orijentirane, ponegdje gusto pakirane i djelomično oštećene (sloj 13), dok se u drugim slojevima pojavljuju pojedinačno, no i te su mogle biti doplavljene jer je dio ljuštura oštećen. Prema takvom položaju ljuštura u slojevima može se zaključiti da su naslage s kongerijama taložene u nešto nemirnijoj sredini.

Unionaceje se nalaze u slojevima 4 i 7. Osim toga pojedinačnih ali oštećenih ljuštura ima i u mlađim slojevima. U starijem sloju s unionacejama mnoštvo je ljuštura koje su većinom orijentirane paralelno sa slojnim plohama. Isključivo se radi o anodontinama, od kojih je jedna vrsta od ranije poznata (*Anodonta splendens*). Ostale ljušture pripadaju nesumnjivo novim vrstama podrodova: *Anodonta* (*Anodonta*) sp. i *A. (Sinanodonta)* sp., uz koje je prisutna još i *A. (S.) aff. lauta* Martens. U gornjem sloju s unionacejama (sloj 7), debljine dva metra, ljušture školjkaša dijelom se pojavljuju pojedinačno, a dijelom su koncentrirane u tankim lećama. Glavnina tih ljuštura orijentirana je paralelno sa slojnim plohama. Tu je unionacejska fauna raznovrsnija od one u starijem sloju. Vjerojatno se radi o više novih vrsta koje pripadaju različitim rodovima, odnosno podrodovima pa je zasad izvršena samo subgenerička odredba: *Hyriopsis* (*Hyriopsis*) sp., *H. (Limnoscapha)* sp., *Cristaria* (*Cristaria*) sp., *Anodonta* (*Anodonta*) sp., *A. (Sinanodonta)* sp., *A. (Gabillotia)* sp., *Lanceolaria* sp. i dr. Osim navedenih unionaceja u vršnom dijelu sloja nađene su još i malobrojne ljušturre vrste *Unio katzeri* Brusina.

Tabela 2. Lista određenih taksona nalazišta Liskovača
 Tabelle 2. Die Liste der bestimmten Taxonen der Fundstelle Liskovača

Species	Slojevi											
	4	5	7	8	9	10	11	13	15	17	19	21
<i>Alasmidonta (Alasmidonta)</i> sp.			○									
<i>A. (Vanderschia)</i> sp.			++									
<i>Margaritifera (Margaritifera)</i> sp.			++									
<i>Hyriopsis (Hyriopsis)</i> sp.			+									
<i>H. (Limnoscapha)</i> sp.			○○									
<i>Cristaria (Cristaria)</i> sp.			○									
<i>Anodonta splendens</i> (Goldfuss)	○○○											
<i>A. (Anodonta)</i> sp.	○	+					+					
<i>A. (Sinanodonta)</i> aff. <i>lauta</i> Martens	○											
<i>A. (S.)</i> aff. <i>undatula</i> Tolstikova	○											
<i>A. (S.)</i> sp.	+											
<i>A. (Gabilotia)</i> sp.			+	+								
<i>Unio katzeri</i> Brusina				+								
<i>Rectidens</i> sp.			+									
<i>Lanceolaria</i> sp.			○									
<i>Congeria dalmatica</i> (Brusina)						+						
<i>C. drvarensis</i> Toulà				○	○	+						
<i>C.</i> sp.								+				
<i>Melanopsis inconstans</i> Neumayr	○										+	
<i>M. sinjanus</i> Brusina												
<i>M.</i> sp.												
<i>Fossarulus tricarinatus tricarinatus</i> Brus.									+		+	
<i>F. eginæ eginæ</i> Brusina										+		
<i>F.</i> sp.												
<i>Bulimus</i> sp.									+			
<i>Orygoceras</i> sp.									+			
<i>Ceratophyllum sinjanum</i> Kerner								+				

+ prisutna (anwesend)

○ česta (häufig)

Napomena: Izostavljeni su slojevi iz kojih nisu određivani fosili.

Bemerkung: Ausgelassen wurden jene Schichten aus denen die Fossilien nicht bestimmt wurden.

Prema vrsti sedimenata i makrofosilima može se zaključiti da su neogenske naslage Liskovače, koje su obuhvaćene stratigrafskim stupom 2, nastale u različitim uvjetima. U tom smislu možemo ih razdvojiti u četiri cjeline. Donji dio naslaga (slojevi 1 do 7) slabo je uslojen. Sastoji se od jednoličnih lapora i glinovitih lapora, dok su fosili većinom orijentirani paralelno slojnim plohama. Unionaceje su većinom krilaste velike forme s reduciranom bravom, koje su živjele u mirnoj vodenoj sredini. Takve nježne ljušture nisu mogle pretrpjeti veći transport. Stoga se zaključuje da je navedeni odsječak naslaga taložen u mirnoj sredini s neznatnim kretanjem vode.

Slijedeći odsječak naslaga (slojevi od 8 do 10) obilježen je izmjenom debljih i tanjih slojeva različitog litološkog sastava te brojnim različito orijentiranim ljušturama kongerija. To upućuje na nemirnu sredinu. Viši dio naslaga (slojevi od 11 do 20) morao je biti taložen u promjenljivim, pretežno močvarnim uvjetima jer se te naslage sastoje od različitih litoloških članova s ostacima močvarne vegetacije i učestalim slojevima ugljevitih glina i proslojcima ugljena. Kršje kućica gastropoda, odnosno ljuštura školjkaša, koje se pojavljuju kao tanke leće, upućuje na povremena jača strujanja vode.

Najmlađi dio naslaga, slabo fosiliferni debelouslojeni vapnenci i vapnenačke breče taložen je u plitkovodnom prostoru bogatom otopinama kalcijskog bikarbonata.

Kadina Glavica

Na jugoistočnoj padini Kadine Glavice neogenske su naslage dobro otkrivene, litološki raznovrsne i bogate fosilima. Moguće je izdvojiti četiri grupe slojeva. U prvoj grupi su sivi i raznobojni lapori s ulošcima ugljevitih lapora i proslojcima ugljena. Prevladavaju melanopsidi s vrstama *Melanopsis sinjanus* Brusina i *M. inconstans* Neumayr, fosarulidi s *Fossarulus tricarinatus* Brusina i drugi puževi, kao *Bulimus* sp., *Prososthenia* sp., *Theodoxus* sp. (tabela 3). Zatim slijede debelouslojeni tvrdi sivi lapori u kojima su dva sloja s dobro sačuvanim unionacejama. Mlađi dio naslaga sastoji se od dobrouslojenih raznolikih glinovito-siltozno-pjeskuljavih lapora s proslojcima ugljevitih glina i tankim slojcima ugljena. U njima je obilje gastropoda s dominantnom vrstom *Brotia (Timmyea) ex gr. escheri* Brongn., a brojni su melanopsidi, fosarulidi, bulimidi itd. U istim slojevima nalaze se i malobrojne kongerije koje su određene kao *Congeria jadrovi* Brusina, *C. dalmatica* (Brusina) i *C. cf. nitida* Kochansky-Devidé. U vršnom dijelu neogenskih naslaga Kadine Glavice su lapori i vapnenci s ostacima močvarnog bilja koje pripadaju haracejama, cvjetnjači *Ceratophyllum sinjanum* Kerner te drugim neodredivim oblicima.

Ljušture unionaceja u spomenuta dva sloja lapora orijentirane su paralelno sa slojnim plohama. To su isključivo ljušture ano-

Tabela 3. Najučestaliji taksoni nalazišta Kadina glavica
Tabelle 3. Die häufigsten Taxonen der Fundstelle Kadina Glavica

Vrsta Species	Grupa slojeva Schichtengruppe				
	I	II/1	II/2	III	IV
? <i>Pseudanodonta</i> sp.		+			
<i>Hyriopsis</i> (<i>Hyriopsis</i>) aff. <i>elegans</i> Tolstikova			○		
<i>H. (Limnoscapha)</i> aff. <i>hannae</i> Modell		○	+		
<i>H. (L.)</i> sp.		○	+		
<i>Cristaria</i> (<i>Cristaria</i>) sp.			+		
<i>Anodonta splendens</i> (Goldfuss)					
<i>A. (Anodonta)</i> sp.		○	+		
<i>A. (Sinanodonta)</i> aff. <i>lauta</i> Martens		○	+	+	
<i>A. (S.)</i> sp.			+		
<i>Congeria</i> cf. <i>nitida</i> Kochansky-Devidé			+		
<i>C. jadrovi</i> Brusina				+	
<i>C. dalmatica</i> (Brusina)				+	
<i>Brotia</i> (<i>Timmyea</i>) ex gr. <i>escheri</i> (Brongn.)				+	
<i>Melanopsis inconstans</i> Neumayr			+	○	
<i>M. sinjanus</i> Brusina	○		+	+	
<i>Fossarulus tricarinatus tricarinatus</i> Brusina	+			○	
<i>Bulinus</i> sp.	○		+	+	
<i>Theodoxus</i> sp.	+				
<i>Prososthenia</i> sp.	+				
<i>Ceratophyllum sinjanum</i> Kerner	+				+

— prisutna (anwesend)

○ česta (häufig)

dontina i hiriopsina. Radi se uglavnom o vrstama koje dosada nisu bile poznate u našim krajevima, dok je *Anodonta splendens* (Goldfuss) česta u miocenskim naslagama raznih područja Evrope.

Unionaceje dvaju slojeva neogenskih naslaga Kadine Glavice međusobno se neznatno razlikuju. U donjem sloju više je anodontina, dok je u gornjem sloju podjednako anodontina i hiriopsina. U donjem sloju uz *Anodonta splendens* (Goldfuss) (tab. II, sl. 1) više je različitih oblika koji su generički određeni kao *Anodonta* (*Anodonta*) sp. i ?*Pseudanodonta* sp., uz koje su određene još i dvije forme hiriopsina, i to *Hyriopsis* (*Limnoscapha*) aff. *hannae* Modell i *H. (L.)* sp. U gornjem sloju također su nađene *Anodonta splendens* (Goldfuss) (tab. II, sl. 2) i *Hyriopsis* (*Limnoscapha*) aff. *hannae* Modell (tab. III). Uz ove su i drugi

oblici, kao *Anodonta* (*Anodonta*) sp., *A. (Sinanodonta)* sp., *A. (S.) aff. lauta* Martens, pa *Hyriopsis* (*Hyriopsis*) aff. *elegans* Tolstikova i *Cristaria* (*Cristaria*) sp.

Obilježja unionacejske faune Petrova polja

Unionacejska fauna obaju novih nalazišta Petrova polja, Kadine Glavice i Liskovače, veoma su sličnog sastava. Tako je fauna Kadine Glavice gotovo istovjetna s onom u donjem sloju (broj 4) nalazišta Liskovača. U oba slučaja pretežu anodontine nad hiriopsinama. Međutim, u gornjem sloju (broj 7) Liskovače podjednak je broj oblika obih grupa unionaceja, a k tome pojavljuju se i unionine.

U oba nalazišta pretežu oblici za koje se smatra da su nove vrste, no za sada su određeni samo generički. Uz takve dolaze i poznate vrste miocenskih naslaga raznih lokaliteta Evrope, kao *Anodonta splendens* (Goldfuss), *A. (Sinanodonta)* aff. *lauta* Martens i *Hyriopsis* (*Limnoscapha*) aff. *hannae* Modell.

Anodontine su živjele u mirnoj slatkovodnoj sredini, dok hiriopsine upućuju na nešto drugačiju, tj. slabo uznemirenu sredinu. U oba slučaja radi se o oblicima s velikim tankim ljušturama, među kojima su brojne krilate forme, od kojih jedne imaju slabije razvijen bravin sistem (hiriopsine), a druge su bez razvijene brave (anodontine). Pojava unionida s razvijenijom bravom u vršnom dijelu sloja 7. na Liskovači, a zatim mnoštvo kongerija u slojevima koji slijede poviše unionacejske faune, s malobrojnim nalazima *Unio katzeri* Brusina, jasno pokazuje promjenu sredine, naime izraženije kretanje vode u plitkoslatkovodnoj sredini.

Sinjsko područje

Neogenske naslage imaju u Dalmaciji najveću rasprostranjenost u široj okolini Sinja, tj. u Sinjskom polju te duž doline Cetine. Tamošnje naslage litološki su raznovrsne, taložene su u promjenjivim uvjetima i veoma su bogate fosilima. Dosada najpotpuniji prikaz razvoja ovih naslaga dao je još F. Kerner (1905, 1916c), koji je ujedno opisao i specifičnu makrofloru tih naslaga (1916a). Bogatu malakološku, osobito gastropodnu faunu obradio je u nizu radova S. Brusina (1874a, 1897, 1902 itd.), dok su u novije vrijeme makrofaunu objavili V. Kochansky-Devidé & T. Slišković (1978 — kongerije) te Z. Jurišić-Polšak (1979 — neritine). Unatoč ovim i drugim paleontološkim radovima o fauni unionaceja bilo je objavljeno malo podataka. Već to upućuje na siromaštvo tih makrofosila u sinjskom području. Da je to točno, pokazalo se je i u ovoj prilici, jer ni pomni pregledi fosilifernih slojeva na nizu lokaliteta nisu dali većih prinova. Brojni su jedino nalazi vrste *Unio katzeri* Brusina, koje je autor postavio prema primjercima iz Šipova u Bosni (1909), ali ju nije našao

u Dalmaciji, premda je pretpostavio da je prisutna u sinjskom području. Drugačije je s *Unio rackianus* Brusina, drugom miocenskom vrstom tog autora. Postavljena je na primjercima iz Miočića u Petrovom polju, a autor navodi (1907–08) da je slabije očuvan primjerak te vrste našao i u Sinju. Taj primjerak nije se očuvao, a kasnije, pa tako i u ovoj prilici, nisu pronađeni novi primjerci te vrste u sinjskom području. Nađene su, međutim, druge forme unionida, no one su za sada samo generički određene kao *Unio* sp., *Unio* (? *Nodularia*) sp. i *Crassunio* sp., jer dosad prikupljen materijal nije dovoljan za pouzdaniju paleontološku odredbu.

Prema tome unionacejska fauna neogenskih naslaga okolice Sinja siromašna je vrstama premda su nalazišta brojna. Dobro to pokazuje pregled određenih taksona i njihova nalazišta.

Unio katzeri Brusina, Sinjsko polje: Vedrine, Jabuka (tab. I, sl. 1), Kalina, Trilj (Bila glavica i Borići), Košute, Brnaze i Turjaci. Dolina Cetine: Hrvace (Panj). Ostala nalazišta: Lučani.

Unio (? *Nodularia*) sp.: Kalina, Trilj (Borići), Lučani i Hrvace (Panj).

Unio sp.: Kalina, Trilj (Borići) i Lučani

Potomida sp.: Kalina, Lučani

Crassunio sp.: Hrvace (Panj).

Za razliku od unionaceja Petrova polja i Bilišana u okolici Sinja nisu nađeni slojevi bogati ljušturama unionaceja. Na svim navedenim nalazištima, osim u Hrvacama, tj. Panju, ljušturre se unionaceja pojavljuju u slojevima pojedinačno, ne stvarajući »lu-makele«. Ljušturre su rijetko oštećene, često se mogu naći zajedno »otvorene« desna i lijeva ljuštura školjkaša (tab. I, sl. 1), što upućuje da nakon uginuća nisu daleko nošene. Unionaceje sinjskog područja nisu povezane sa slojevima određene starosti. Tako ih nalazimo u starijem dijelu neogenskih naslaga Sinjskog polja na lokalitetima u Vedrinama, zatim u srednjem dijelu tih naslaga u Kalini, kao i u mlađem dijelu tih naslaga, npr. u Košutama i Brnazama. One nisu povezane ni s određenim facijesom, odnosno vrstom sedimenta. Tako ih ima u jednoličnim vapnovitim laporima izrazito mirne sredine taloženja, kakva je na lokalitetu Kalina, gdje su u istim slojevima s velikim kongerijama, gdje je česta vrsta *Congeria frici* Brusina. Ima ih zatim u tvrdim, pjeskuljavim laporima Lučana, u kojima je obilje gastropodne faune i ostaci močvarne vegetacije (*Damasonium*, *Ceratophyllum*, *Nymphaea* itd.). Nalazimo ih također i u naslagama nekih glinovitih lapora s prosljocima ugljena i ugljevitih lapora kakvi su u Hrvacama, gdje su brojni gastropodi, a također i kongerije s najčešćim vrstama *Congeria frici* Brusina i *C. jadrovi* Brusina.

Navedeni primjeri pokazuju znatnu adaptivnost unionidske faune, osobito vrste *Unio katzeri* Brusina, koja je najčešća u sinjskom području, a nađena je u veoma različitim slojevima.

3. EKOLOGIJA ŽIVOTNIH SREDINA UNIONACEJA

O ekološkim uvjetima životnih sredina u kojima su obitavale unionaceje u tercijaru jugoistočnog Kazahstana iscrpne podatke dala je veoma pregledno N. V. Tolstikova (1876). Analizirani uvjeti mogu se primijentiti i na istraživanja neogenske unionacejske faune Dalmacije. Autorica ističe da su za razvoj unionaceja bile od najveće važnosti salinitet, temperatura i kemizam vode, podloga u kojoj su ovi organizmi obitavali, te sastav biozajednica.

Unionaceje su stanovnici slatkih voda, najviše im odgovara salinitet do 0,5‰, a podnose i oligohaline vode čiji salinitet iznosi od 0,5 do 3,0‰ (M. Korpás-Hódi, 1983). To su i euritermni organizmi, no njihovom razvoju najviše pogoduje tropsko i suprotropsko podneblje. Od velike im je važnosti kemizam vode, pri čemu je najznačajniji kalcij, neophodan za pravilan rast ljuštura. Obitavaju najviše u plitkovodnoj prozračenoj sredini koja obiluje kisikom te biljnim detritusom i planktonom, kojim se hrane. Takvi su životni uvjeti najčešći u prostorima sa submerznom florom. Žive na različitim podlogama, najviše na glinovitoj, siltoznoj i glinovito-pjeskovitoj podlozi. U izrazito mekoj, muljevitoj podlozi u mirnoj vodenoj sredini obitavaju pretežno oblici s tankim ljušturama reducirane brave sa stražnjim krilastim dijelom. Nasuprot tome manji oblici s debljim ljušturama i dobro diferenciranom bravom upućuju na stanovnike sredine s izraženijim kretanjem vode.

Ova osnovna obilježja životne sredine unionaceja mogu se primijeniti i na neogenske fosilne oblike. O ekološkim uvjetima njihove prirodne sredine može se zaključivati prema oblicima ljuštura, njihovom položaju u sedimentu, pratećoj fauni i flori te vrsti sedimenta u kojima se ljušture unionaceja pojavljuju. U tom smislu može se razlikovati nekoliko različitih vrsta unionacejske faune neogenskih naslaga Dalmacije.

Unionaceje nalazišta Kadine Glavice i one iz donjeg sloja nalazišta Liskovača (sl. 3, sloj 4) imaju istovjetna obilježja, a fauna obaju nalazišta sastoji se od gotovo istovjetnih taksona anodontina i podređeno hiriopsina. To su većinom oblici s brojnim krilatim formama koje upućuju na mirnu vodenu sredinu. Jednolično zaglignjeni, slabouslojeni lapori u kojima se nalaze ljušture u oba nalazišta upućuju na muljevitou podlogu. U slojevima s unionacejama nema kongerija, koje kao eurihalini organizmi lakše podnose promjene u salinitetu vodene sredine.

Posve drugačijih je osobina unionacejska fauna Bilišana. Ona se sastoji od malih oblika unionida te malobrojnih anodontina. Takvi su oblici stanovnici slatkovodnih sredina u kojima su izraženi vodeni tokovi promjenljive snage kretanja.

Unionacejska fauna neogenskih naslaga okolice Sinja pokazuje znatnu adaptivnost, nalazi se u litološki veoma različitim slojevima s različitim asocijacijama faune i flore, a često su nađene zajedno s kongerijama.

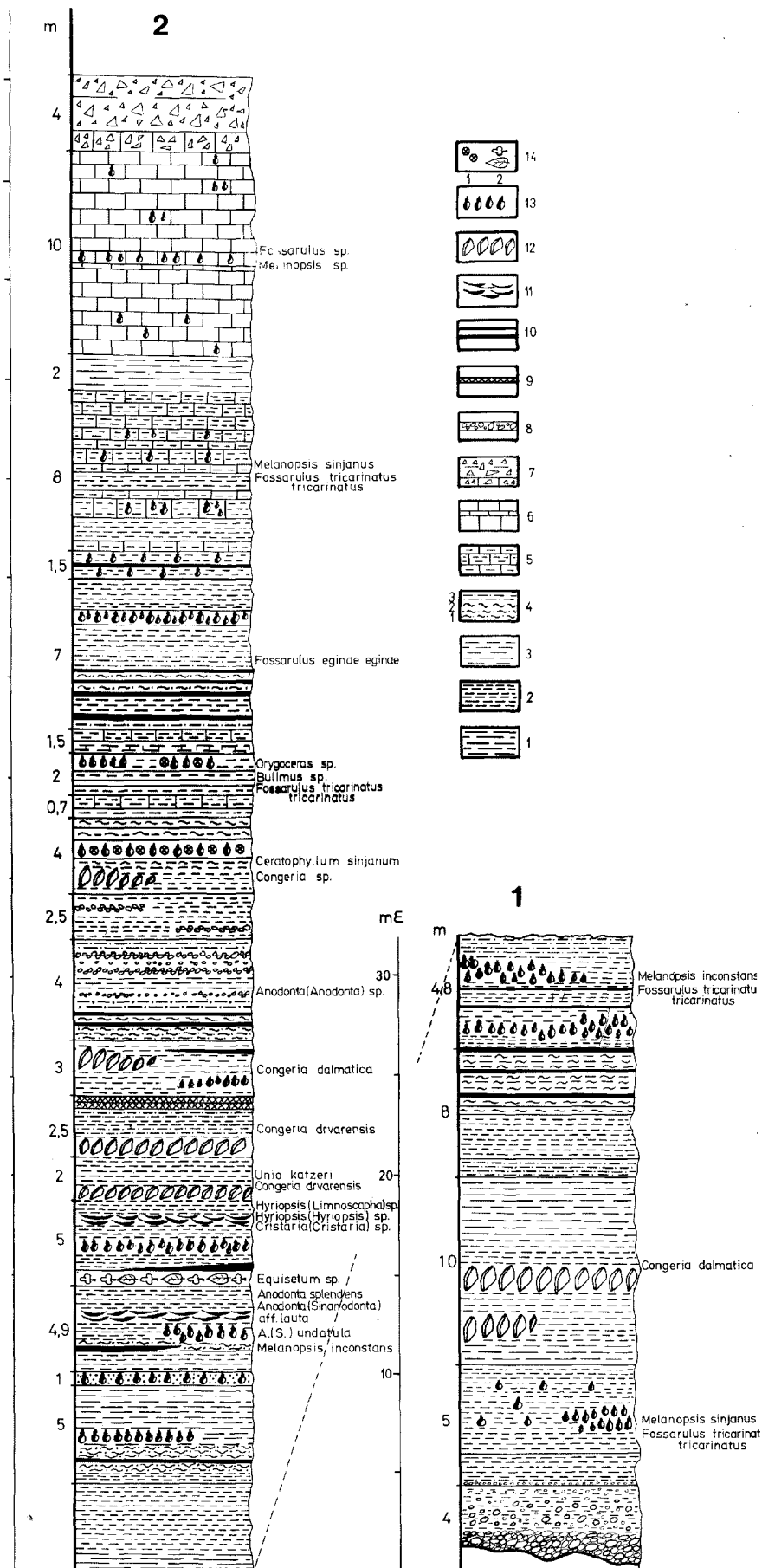
Kad je riječ o neogenskim sedimentima Dalmacije, isprva se redovito isticao njihov slatkovodni karakter (npr. Kerner, 1901). Međutim, istaknuto je kako unionaceje kao izrazitiji stenohalini organizmi većinom ne dolaze zajedno s eurihalinim kongerijama. Već to bi moglo upućivati na mogućnost promjene saliniteta u neogenskim bazenima Dalmacije, na što je upozorio već D. Anić (1951—53).

Kemizam vode, a posebno koncentracija kalcija u vodi od osobitog je značenja za morfologiju ljuštura. Primijećeno je da se neogenski sedimenti u Dalmaciji sastoje pretežno od lapora različitog sastava, no znatan dio neogenskih sedimenata u Sinjskom polju odgovarao bi po sastavu vapnencima, odnosno vapnovitom mulju (Sokač, 1980), što bi upućivalo na visoku koncentraciju iona kalcija u sedimentacijskom prostoru. Nadalje, utvrđena je znatna ovisnost unionacejske faune o submerznoj flori. Nalaz korijena lopoča *Nymphaea* aff. *arethusae* Brongn. (prema Gregoru, 1980, vidi tab. 4) u istim slojevima s unionidama, dobro određuje malu dubinu vodene sredine, koja je tu iznosila vjerojatno 1—2 m (Becker, 1973).

4. O STAROSTI ISTRAŽIVANE UNIONACEJSKE FAUNE

Unionacejska fauna neogenskih naslaga Dalmacije nije još potpuno obrađena, jer pretežu generičke odredbe. Kako su to vjerojatno uglavnom nove vrste, to je potrebno raspolagati s dodatnim, bolje očuvanim primjercima kako bi se pouzdanije izvršila taksonomska odredba. Ovdje je korištena taksonomska klasifikacija H. Modella (1942, 1945, 1964), koju prihvaćaju i drugi autori, npr. L. A. Nevesskaja (1975) i V. N. Tolstikova (1976). Prikazan je pojednostavljen pregled dijela ove klasifikacije, koji obuhvaća sve ovdje tretirane rodove (tabela 4). Taksonomska klasifikacija nije se dosada kod nas primijenila za miocenske unionaceje, već samo za pliocenske vrste (Modell, 1959, Žagar-Sakač, 1981).

U neogenskim naslagama Dalmacije brojni su *Anodonta splendens* (Goldfuss), *Unio lavateri* Muenster i drugi oblici koji su nađeni u miocenskim naslagama perialpskog područja (Locard, 1893, Schlikum, 1963, 1966. itd.). Miocensku starost istraživane unionacejske faune određuju i druge grupe fosila koje se nalaze u neogenskim slatkovodnim naslagama Dalmacije. Tako V. Kochansky-Devidé & T. Slišković, (1978) — analizirajući miocensku kongerijsku faunu naslaga u Hrvatskoj, Bosni i Hercegovini — zaključuju da bi neogenske naslage sjevernodalmatinskih polja mogle odgovarati razdoblju otnang-karpat, dok bi dio naslage s velikim kongerijama, kakvih ima u srednjem dijelu Sinjskog polja s oblicima *Congerina frici* Brusina i *C. aletici*



3. Geološki profil kroz neogenske naslage. Liskovača, Petrovo polje. Dalmacija. 1. Slaboslojen lapor, 2. Uslojen lapor, 3. Vapnovit lapor, 4. 1/ Pjesvito-siltozna glina, 2/ Glina, 3. Pjeskoviti lapor, 5. Laporoviti vapnenac, 6. pnenac, 7. Vapnenjačke breče, 8. Konglomerat, 9. Limonitni laporoviti vapnac, 10. Ugljen, 11. Unionaceje, 12. Kongerije, 13. Puževi, 14. (1) Haraceje, (2) Makroflora.

b. 3. Geologische Profil durch Neogenablagerungen. Liskovača, Petrovo polje, Dalmatien. 1. Schwachschichtige Mergel, 2. Schichtige Mergel, 3. Kalkrgel. 4. 1/ Sand-siltose Tone, 2/ Tone, 3. Sandige Mergel, 5. Mergelige Kalk. 6. Kalkige Breccien, 7. Konglomerate, 8. Limonitisch-mergelige Kalk, 9. Kohle, 10. Unionazeen, 11. Kongerien, 12. Univalven, 13. Characeen. (1) Makroflora.

Tabela 4. Pregled utvrđenih rodova i podrodova u neogenskim naslagama Dalmacije (Taksonomija prema H. Modellu, 1964).

Table 4. Die Übersicht der bestimmten Arten und Unterarten Unionazeens aus den neogenen Ablagerungen Dalmatiens (nach H. Modell, 1964).

Superfamilia						
Unionacea						
Familia						
Elliptionidae	Margaritiferidae	Unionidae				
Subfamilia						
Alasmidontinae	Margaritiferinae	Lamprotulinae	Hyriopsinae	Rectidentinae	Anodontinae	Unioninae
Genus						
Alasmidonta	Margaritifera	Potomida	Hyriopsis Cristaria	Rectidens Pseudanodonta	Anodonta	Crassunio Unio
Subgenus						
A. (Alasmidonta)	M. (Margaritifera)		H. (Hyriopsis)		A. (Anodonta)	Lanceolaria
A. (Vanderschlia)			H. (Limnoscapha)		A. (Sinanodonta)	
			C. (Cristaria)		A. (Gabillotia)	U. (Nodularia)

Kochansky-Devidé, moguće bile sarmatske starosti. Miocensku starost neogenskim naslagama Sinjskog polja pridaje također i A. Sokač (1980) prema analiziranoj ostrakodnoj fauni, a istu starost određuje i Z. Jurišić-Polšak (1979) fauni neritina iz neogenskih naslaga okolice Sinja i Petrova polja. S obzirom na istovjetnost oblika faune i flore neogenskih naslaga Bilišana s oblicima u Petrovom polju i okolici Sinja, to se miocenska starost može pripisati i unionacejskoj fauni kod Kuridža kuća u polju Bilišana.

5. DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

Dosada su bile u neogenskim slatkovodnim naslagama Dalmacije poznate samo dvije vrste unionida, koje je postavio S. Brusina. Istraživanjem ranijih i novih nalazišta utvrđen je mnogo složeniji sastav unionacejske faune, koja se sastoji od više oblika različitih rodova, kao što su *Potomida*, *Hyropsis*, *Anodonta*, *Unio* i drugih. Istraživana unionacejska fauna nije još definitivno obrađena, pretežu generičke odredbe, jer je teško dobiti iz slojeva čitave ljuštore. Veći broj dobro očuvanih ljuštura potreban je stoga što se vjerovatno radi pretežno o novim vrstama, jedne možda endemične faune.

Unionacejske faune različitog su sastava. Zajedno s pratećom faunom i florom te litološkim sastavom sedimenata odražavaju raznovrsnost ekoloških odnosa vodenih sredina. Tako se fauna unionaceja Kadine Glavice i Liskovače u Petrovom polju kod Drniša sastoji pretežno od anodontina i podređeno hiriopsina. One imaju nježne ljuštore s reduciranom bravom, a obitavale su u mirnoj slatkovodnoj sredini s muljetivim dnom. Drugi tip unionaceja pripada neogenskim naslagama Bilišana. Zastupljeni su rodovi *Potomida*, *Unio*, *Crassunio* i drugi. To su manji oblici, čvrstih ljuštura, s dobro razvijenom bravom, koji su živjeli u nešto nemirnijoj slatkovodnoj sredini s nešto čvršćom podlogom. Unionidska je fauna okolice Sinja jednostavnija, sastoji se od malog broja vrsta kod kojih je jače izražena adaptivnost prema okolišu.

O miocenskoj starosti unionacejske istraživane faune može se zaključivati posredno pomoću kongerija, neritina, ostrakoda i drugih grupa fosila iz istih naslaga. Autori koji su određivali pojedine fosilne grupe utvrdili su im miocensku starost. Ista se može pripisati i istraživanim unionacejskim faunama naslaga Bilišana, Petrova polja i okolice Sinja u Dalmaciji.

6. LITERATURA

- Anić, D. (1951–53): Starost naslaga sa smeđim ugljenom u Bosni, Hercegovini i Dalmaciji. (Das Alter der braunköhlenführenden Ablagerungen von Bosnien, der Herzegowina und Dalmatien). Geol. vjesnik, 5–7, 73–110. Zagreb.

- Becker, H. F. (1973): The Metzel Ranch Flora of the Upper Ruby River Basin, Southwestern Montana. *Palaeontographica*, 141/B, 1–61. Stuttgart.
- Brusina, S. (1874a): Fossile Binnen-Mollusken aus Dalmatien, Kroatien und Slavonien nebst einem Anhang. *Rad Jugosl. akad.*, 28, 1–138. Zagreb (Agram).
- Brusina, S. (1874b): Naravoslovne crtice sa sjevero-istočne obale Jadranskog mora. *Dio II. Putopis god. 1873. Rad Jugosl. akad.*, 27, 131–193. Zagreb.
- Brusina, S. (1897): Gragja za neogensku malakološku faunu Dalmacije, Hrvatske i Slavonije uz neke vrste iz Bosne, Hercegovine i Srbije. (Materiaux pour la Faune malacologique néogène de la Dalmatie, de la Croatie et de la Slavonie avec des espèces de la Bosnie, de Herzégovine et de la Serbie.) *Djela Jugosl. akad.*, 18, 1–43. Zagreb.
- Brusina, S. (1902): *Iconographia Molluscorum fossilium in tellure tertiaria Hungariae, Croatiae, Slavoniae, Dalmatiae, Bosniae, Herzegovinae, Serbiae et Bulgariae inventorum. Operis »Gragja« pars altera.* Atlas, 30. tab. Zagreb.
- Brusina, S. (1907–08): Naravoslovne crtice sa sjevero-istočne obale Jadranskog mora. *Dio IV. Rad Jugosl. akad.*, 169, Matem.-prirod. r., 41, 195–251, 171 (42), 43–228, 173, (43), 1–31. Zagreb.
- Brusina, S. (1909): Sipovo und seine Tertiär-Fauna. *Wiss. Mitt. Bosn.-Herz.*, 11, 572–578. Wien.
- Fritz, F., Bahun, S. & Pavičić, A. (1978): Tektonski okvir karbonatnih klastita u području Zrmanje uzvodno od Obrova. (Tectonic setting of carbonate clastic sediments in the area of river Zrmanja upstream of Obrovac). *Krš Jugoslavije* 9/6, 273–282, Zagreb.
- Gregor, H. J. (1980): Die miozänen Frucht- und Samen-Floren der oberpfläzer Braunkohle. II. Funde aus den Kohlen und tonigen Zwischenmitteln. *Palaeontographica*, 174/B, 7–94. Stuttgart.
- Jurišić-Poljšak, Z. (1979): Miocenske i pliocenske neritide u Hrvatskoj. (Miozäne und pliozäne Neritiden in Kroatien). *Palaeont. jugosl.*, 22, 1–50. Zagreb.
- Kerner, von Marilaun, F. (1901): Erläuterungen zur Geologischen Karte der im Reichsrathe vertretenen Königreiche und Länder der Österreich.-Ungar. Monarchie, Kistanje-Derniš. *Geol. Reichsanst.*, 1–40. Wien.
- Kerner, von Marilaun, F. (1905): Gliederung der Sinjaner Neogenformation. *Verh. Geol. Reichsanst.*, 6, 127–165. Wien.
- Kerner, von Marilaun, F. (1916a): Alt- und jungtertiäre Pflanzenreste aus dem obersten Cetinatal. *Verh. Geol. Reichsanst.*, 8, 180–191. Wien.
- Kerner, von Marilaun, F. (1916b): Die Lignitworkommen im oberen Cetinatal. *Verh. Geol. Reichsanst.*, 13/14, 288–298. Wien.
- Kerner, von Marilaun, F. (1916c): Erläuterungen zur Geologische Karte der im Reichsrathe vertretenen Königreiche und Länder der Österreich.-Ungar. Monarchie. Sinj und Spalato. *Geol. Reichsanst.*, 1–116. Wien.
- Kochansky-Devidé, & Slišković, T. (1978): Miocenske kongerije Hrvatske, Bosne i Hercegovine. (Miozäne Kongerien in Croatia, Bosnien und Herzegovina.) *Paleont. jugosl.*, 19, 1–98. Zagreb.
- Korpiás-Hódi, M. (1983): A Dunántúli-Középhegység északkeleti elterjedése Pannóniai Mollusca faunájának paleoökológiai és biosztratiográfiai vizsgálata. (Palaeoecology and biostratigraphy of the Pannonian Mollusca fauna in the northern foreland of the Transdanubian Central range.) *Annal. inst. geol. Hungarici*, LXVI, 7–141. Budapest.
- Locard, A. (1893): Monographie des mollusques tertiaires terrestres et fluviatiles de la Suisse. II. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, 19, 131–275. Basel.
- Modell, H. (1942): Das natürliche System der Najaden. *Arch. Mollkde.*, 74, 161–191. Frankfurt/Main.
- Modell, H. (1945): Die Anodontinae, ORTM. emend. (Najad., Mollusca). *Zeitschr. Med. u. Naturwiss.*, 78, 58–100. Jena.
- Modell, H. (1959): Die tertiäre Najaden des ungarischen Beckens. *Geol. Jb.*, 75, 197–249. Hannover.

- Modell, H. (1964): Das natürliche System der Najaden III. Arch. Mollkde., 93, 3/4, 71–126. Frankfurt/Main.
- Nevesškaja, L. A. (1975): Sostojanje izučenosti grupporganičeskogo mira: dvustvorčatye molljusk. (Neogen) I., 1–730, II., 3–617, Moskva.
- Schlikum, W. R. (1963): Die Molluskenfauna der Süßbrackwassermolasse von Ober und Unterkirchberg. Arch. Mollkde., 92/1–2, 1–10, Frankfurt/Main.
- Schlikum, W. R. (1966): Die Molluskenfauna der Kirchberger Schichten des Jungholzes bei Leipheim/Donau. Arch. Mollkde., 95, 321–335. Frankfurt/Main.
- Schubert, R. (1909): Erläuterungen zur Geologischen Karte der im Reichsrate vertretenen Königreiche und Länder der Österr.-Ungar. Monarchie, Novigrad–Benkovac. Geol. Reichsanst., 1–26, Wien.
- Schubert, R. & Waagen, L. (1913): Erläuterungen zur Geologischen Karte der im Reichsrate vertretenen Königreiche und Länder der Österr.-Ungar. Monarchie. Pago. Geol. Reichsanst., 1–32, Wien.
- Sokač, A. (1980): Miocenski ostrakodi Sinjskog polja. (Miocene ostracode fauna at Sinjsko polje.) Geol. vjesnik, 31, 137–144, Zagreb.
- Tolstikova, V. N. (1976): Molljusk. drevnih ozer Zajsanskij vpadiny (jugovostočnyj Kazahstan, (paleogen, miocen). 51–255, I–XX, Moskva.
- Waagen, L. (1914): Erläuterungen zur Geologischen Karte der im Reichsrate vertretenen Königreiche und Länder der Österr.-Ungar. Monarchie. Carlopago und Jablanac. Geol. Reichsanst., 1–14, Wien.
- Žagar-Sakač, A. (1981): Über die neogenen Unionazeen-Arten S. Brusina's. (O neogenskim vrstama unionaceja S. Brusine). Palaeont. jugosl., 27, 1–26, Zagreb.

ANDREJKA ŽAGAR-SAKAČ &
KREŠIMIR SAKAČ

FUNDSTELLEN DER UNIONAZEEN-FAUNA DER NEOGENEN
(MIOZÄNEN) ABLAGERUNGEN DALMATIENS
(SÜD-KROATIEN, JUGOSLAWIEN)

Bis jetzt waren aus Neogensichten Dalmatiens nur zwei Unionidarten S Brusinas (1874a, b) bekannt. Durch neue Studien der früheren und neueren Fundstellen wurde festgestellt, dass die Unionazeen-Fauna der Neogensichten Dalmatiens weit mannigfaltiger ist. Es wurden Formen festgestellt, die bisher in Neogenen Ablagerungen Dalmatiens und der Umgebung unbekannt waren. Das sind *Anodonta splendens*, *Unio lavateri*, *Hyriopsis (Limnoscapha)* aff. *hannae*, *H. (Hyriopsis)* aff. *elegans* usw. Außerdem wurden mehrere Formen bestimmt, welche den Gattungen *Unio*, *Potomida*, *Hyriopsis*, *Anodonta* und anderen gehören. Die überprüfte Unionazeen-Fauna ist paläontologisch noch nicht definitiv bestimmt. Meistens handelt es sich um die neue Arten, wahrscheinlich einer endemischer Fauna; deswegen braucht man einen zusätzlichen, besser erhaltenen paläontologischen Material.

Man hat die Fundorte der Unionazeen-Fauna von Kadina Glavica und Liskovača in Petrovo polje bei Drniš, Bilišani, bei Obrovac, sowie in weiterer Umgebung von Sinj, bzw. Sinjsko polje, Lučani und Hrvace und Mannigfaltigkeit der Unionazeen-Fauna obengenannter Gebiete festgestellt. Unionazeen-Fauna, zusammen mit der vorkommenden Fauna und Flora litologischer Zusammensetzung, in welcher diese Fossilien vorkommen, spiegeln die Mannigfaltigkeit der ökologischen Bedingungen in der betreffenden Umgebung wieder. So besteht die Unionazeen-Fauna an der Fundstelle Kadina Glavica und Liskovača in Petrovo polje hauptsächlich aus *Anodontinen* und *Hyriopsinen* (Abb. 3, Tab. 2.) und weist auf einen ruhigen Lebensraum mit dem schlammigen Boden hin. Der andere Unionazeentyp gehört den Neogenablagerungen der Fundstelle Bilišani. Es sind kleine Formen aus den Arten *Potomida*, *Unio*, *Crassunio* und andere vertreten, die in der Umgebung mit kräftigeren Wasserbewegungen und wahrscheinlich härterem Untergrund gelebt haben. Die Unionazeen-Fauna der Umgebung von Sinj bzw. Sinjsko polje ist einfacher und ärmer an Formen. Sie besteht aus einigen Arten der Gattungen *Unio*, *Potomida*, *Crassunio* und zeigt

einen höheren Grad der Anpassung an die Umwelt, weil sie sich in Ablagerungen verschiedener litologischer Zusammensetzung mit verschiedenartiger damit verbundener Flora und Fauna befindet. Es wurde festgestellt, daß die Unionazeen-Fauna von Bilišani, Kadina Glavica und Liskovača in Petrovo polje, und der Umgebung von Sinj bzw. Sinjsko polje aus dem Miozän stammt. Dieses Alter kann ihr auf Grund der begleitenden Fauna: *Congerina*, *Neritina* und Ostracoda zugeschrieben werden. Die Autoren, die einzelnen Fossiliengruppen bestimmt haben, haben sie dem Miozän zugeordnet.

TABLA — TAFEL I

- 1, 2. *Unio katzeri* Brusina.
1. Strmen Dolac, Sinjsko polje. 1/1.
2. Jabuka, Sinjsko polje. 2/1.

Foto: J. Vranić



1

2

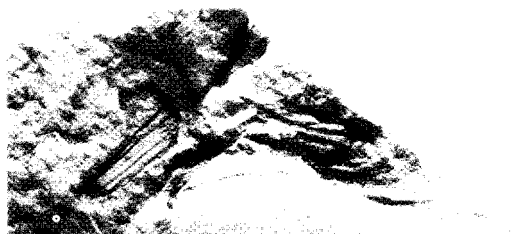
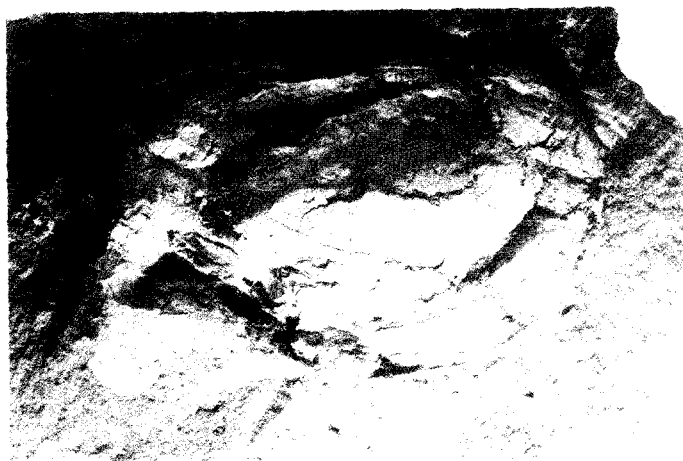


TABLA — TAFEL II

- 1, 2. *Anodonta splendens* Goldfuss. Kadina Glavica, Petrovo polje 1, 1/1.
2. Ljuštura sa umbonalnom ornamentacijom
(Die Schale mit Wirbelzeichnung).

Foto: J. Vranić



1

2



TABLA — TAFEL III

Hyriopsis (Limnoscapha) aff. hanna Modell. Kadina Glavica, Petrovo polje. 1, 8/1.

Foto: J. Vranić

akač & Sakač: *Nalazišta...*

TABLA — TAFE



TABLA — TAFEL IV

Nymphaea aff. *arethusae* Brongniart. Rizom. (Rhizom). Lučani kod Sinja.
(Lučani bei Sinj). 1/1.

Foto: J. Vranić

Žagar-Sakač & Sakač: *Nalazišta...*

TABLA — TAFEL IV



RAD Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti	Knj. 411	231—264 5 slika 4 tabele 2 priloga	Zagreb 1984.
Razred za prirodne znanosti	Knj. 20		

UDK 551.761:793,551.583(914.971.3)

*Izvorni znanstveni rad
Original Scientific Paper*

MIRKO MALEZ,* ANTUN ŠIMUNIĆ** &
ALKA ŠIMUNIĆ**

GEOLOŠKI, SEDIMENTOLOŠKI I PALEOKLIMATSKI ODNOSI SPILJE VINDIJE I BLIŽE OKOLICE

GEOLOGISCHE, SEDIMENTOLOGISCHE UND PALAOKLIMATISCHE VERHÄLTNISSE DER HÖHLE VINDIJA UND DER NAHEREN UMGEBUNG

*Primljeno na sjednici Razreda za prirodne znanosti
Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, dne 27. 06. 1984.*

The Vindija Cave, which is situated in the north-west part of Croatia, is a very important quarternary-geological and paleontological location where a number of skeletal remains of Neanderthal Man and paleolithical artifacts have been found. The geological structure of the broad surrounding of the cave, which consists of triassical, tertiary and quarternary sediments, has been researched. The weathering of these sediments has produced the sedimentary material, which had filled up the underground space of the cave during the Pleistocene and Holocene. Granulometrical and chemical analyses have been done; the mineral composition, the shape of the fragments and the origin of the material have been researched. On the basis of the obtained results, the paleoclimatic relations during the Pleistocene and Holocene have been reconstructed, as well as their influence on the genesis of the quarternary sediments. The Vindija Cave is situated at 275 m absolute altitude. In all the climate stages of the Upper Pleistocene it had always been situated in the belt of forests and in the sphere rich with different animals for hunting, all of which enabled the existence of Neanderthal Man.

1. UVOD

Spilja Vindija kod Donje Voće u sjeverozapadnoj Hrvatskoj vrlo je značajan kvartarnogeološki i paleontološki lokalitet na cijelom

* Zavod za paleontologiju i geologiju kvartara Istraživačkog centra JAZU, Ul. A. Kovačića 5, YU—41000 Zagreb.

** Geološki zavod, Sachsova 2, YU—41000 Zagreb.

prostranom području jugoistočno od alpskog planinskog masiva. Sistematska iskopavanja kvartarnih naslaga i proučavanje sakupljenog fosilnog materijala započeto je na ovom lokalitetu u 1974. godini i traje do danas.

Već prve godine prilikom sistematskih iskopavanja otkriveni su u gornjopleistocenskim naslagama skeletni ostaci neandertalaca, a uz njih paleolitički artefakti, ognjišta, te kosti i zubi brojnih vrsta lovnih životinja (M. Malez, 1975). Ovim otkrićima spilja Vindija postala je vrlo značajna za paleoantropološka proučavanja, i narednih godina iskopavanja su nastavljena i proširena, kako u samoj spilji, tako i u predspiljskom prostoru. Postignuti su izvanredni rezultati, pa je zaključno s iskopavanjima u 1981. sabrano preko 100 skeletnih ostataka čovjeka, koji su morfometrijski proučeni i objavljeni u više rasprava (M. Malez, 1978a, 1978b, 1978c, 1979, 1980, 1983; M. Malez, F. H. Smith, J. Radovčić & D. Rukavina, 1980; M. H. Wolpoff, 1980; M. H. Wolpoff, F. H. Smith, M. Malez, J. Radovčić & D. Rukavina, 1981; M. Malez & H. Ullrich, 1982; H. Ullrich & M. Malez, 1983).

Uporedo s paleoantropološkim proučavanjima rješavan je i geokronološki položaj naslaga. Stratigrafsko raščlanjivanje naslaga do sada se temeljilo na makroskopskom promatranju sedimenata, a u obzir je uzet sastav faunskih zajednica u pojedinim stratimuma i razvojni stupanj artefakata određene materijalne kulture. Na tri uzorka primijenjeno je određivanje starosti radiometrijskom analizom (^{14}C).

U otvorenim profilima promatrane su sve promjene koje se pojavljuju u sukcesiji naslaga od starijih prema mlađima, a proučene su i promjene u sastavu i izgledu naslaga na relaciji predspiljski prostor — unutrašnjost spilje. Proučene su i jedinstvene krioturbacijske pojave zapažene u gornjopleistocenskim naslagama središnjeg dijela spiljske dvorane (M. Malez & D. Rukavina, 1975). Na osnovi makroskopskih karakteristika sedimenata i sukcesije faunskih zajednica ustanovljen je kronostratigrafski položaj naslaga u spilji Vindiji i uvršten u okvir sustava članjenja kvartara šireg područja Alpa (M. Malez & D. Rukavina, 1979).

U razmatranju o stratigrafiji gornjeg pleistocena s osvrtom na topla razdoblja i njihov odraz u naslagama na području Jugoslavije, temelji D. Rukavina (1983) svoja promatranja prvenstveno na razvoju naslaga u spilji Vindiji. U bilješci ispod sloga (D. Rukavina, 1983: 202) napominje »da iz spilje Vindije nisu za sada obavljene i detaljne sedimentološke analize, te da su zaključci bazirani na sedimentima izvedeni iz »makroskopskih« promatranja promjena u sedimentnom kompleksu«. God. 1981. uspjele je iskopavanjima doprijeti do najdubljih sedimenata u spilji Vindiji i omogućen je uvid u potpun razvoj naslaga na tom lokalitetu, pa se tada pristupilo sakupljanju uzoraka sedimenata iz

otvorenih profila naslaga. Na tim uzorcima izvršene su sedimentološke, petrografske i kemijske analize u laboratoriju Geološkog zavoda u Zagrebu, dok je RTG analize izradila inž. Lj. Hećimović u Fizikalno-kemijskom laboratoriju »Jugokeramike« u Zagrebu.

Za tumačenje postanka i taloženja klastičnih kvartarnih naslaga u spilji Vindiji važno je poznavanje raznih stijena starijih geoloških formacija u široj okolici. Njihovim trošenjem nastao je pretežno mineralni detritus koji je dospio u spiljske sedimente. Zbog toga se pristupilo izradi detaljne geološke karte, te proučavanju stratigrafskih i strukturnih odnosa u bližoj okolici spilje Vindije. Postignuti rezultati objavljuju se u ovoj raspravi.*

2. GEOLOŠKA GRAĐA BLIZE OKOLICE SPILJE VINDIJE

Spilja Vindija nalazi se u istočnom dijelu Ravne gore, koja prema mnogim autorima, uz Ivanščicu i Kalnik, spada u istočne og ranke Alpa. Postanak spilje vezan je uz neotektonske pokrete u srednjem pliocenu. Tada je uslijed boranja i rasjedanja gornjobadenskih naslaga stvorena šupljina koja je kasnije proširena erozijskim i denudacijskim procesima. Do otvaranja ulaza u spilju došlo je nešto kasnije, najvjerojatnije tijekom gornjeg pliocena ili donjeg pleistocena. Ulaz je nastao usijecanjem potočne doline, što je bilo uzrokovano horstovskim izdizanjem Ravne gore.

2.1. *Stratigrafski odnosi*

U bližoj okolici spilje Vindije na površini se pojavljuju stijene donjeg i srednjeg trijasa, srednjeg i gornjeg miocena, gornjeg pliocena — donjeg pleistocena, gornjeg pleistocena i holocena (prilog 1).

2.1.1. *Trijas*

Trijaske naslage čine jezgru Ravne gore. U istočnom dijelu pojavljuju se samo u dubljim potočnim dolinama, dok u zapadnom dijelu imaju mnogo veću rasprostranjenost. To se može objasniti sporijim izdizanjem istočnog od zapadnog dijela planine. Danas su na površini sačuvani samo sedimenti donjeg i srednjeg trijasa. Njihov raspored ukazuje na antiformu, preko koje su transgresivne naslage mlađeg neogena.

* Kvartarnogeološka i paleontološka istraživanja spilje Vindije, kao i izrada ovog rada, izvršeni su u okviru znanstvenog zadatka »Paleontološka proučavanja kvartara u SR Hrvatskoj« kao dijela projekta »Istraživanje mineralnih sirovina u SR Hrvatskoj«, što ga financira SIZ III.

Donji trijas

Najstariji sedimenti koji su otkriveni u bližoj okolici spilje Vindije pripadaju donjem trijasu. Te se naslage prema superpozicijskim odnosima i litološkom sastavu mogu podijeliti u dva dijela.

U donjem, starijem dijelu zapažena je višestruka izmjena crvenosmeđih, sivih i žutih, pretežno tinjčastih pješčenjaka sa šejlovima i glinovitim siltitima. Ponekad se pojavljuju interkalacije oolitičnih vapnenaca i lapora. Ovi pretežno klastični sedimenti mogu se smatrati ekvivalentom sajskih naslaga.

Među tim sedimentima dominiraju pješčenjaci, a određeni su kao protokvarciti i subarkoze. Ponekad su prividno uskriljeni, što potječe od paralelne orijentacije brojnih listićavih minerala. Vezivo je kvarc i limonit ili hematit i limonit s primjesama sericita. Povećana koncentracija željeza u ovim sedimentima objašnjava njihovu crvenosmeđu boju. Ovi sedimenti često sadrže velike količine tinjaca.

U pješčenjacima i siltitima nađena je dosta slabo sačuvana makrofauna. Određene su vrste: *Myacites (Anodontophora) fassaensis* Wissman, *Naticella costata* (Münster) i *Pseudomonotis* sp. U gornjem dijelu donjeg trijasa prevladavaju tamnosivi, pločasti i tankopločasti vapnenci, u koje su ponekad uloženi prosjolci šejlova, oolitičnih vapnenaca i dolomita. Te je naslage D. Gorjanović-Kramberger (1902) uvrstio u paleozoik.

Vapnenci su mikrospariti i fosiliferni mikrospariti. Glavni sastojak je sitnozrni kalcit, uz koji su česte primjese kvarca i muskovita. U vapnencima su nađene nepravilno orijentirane ljušturice školjkaša i mikrofosila, koji su određeni kao *Meandrospira pusilla* (Ho.), *Ammodiscus cf. incertus* (d'Orb.) i *Glomospira* sp. (A. Šimunić i dr., 1979).

Prema litološkom sastavu i fosilnom sadržaju ti se vapnenci mogu smatrati ekvivalentom kampilskih naslaga.

Srednji trijas

Srednjotrijaski dolomiti i vapnenci otkriveni su samo na manjim površinama u istočnom dijelu Ravne gore. Odnos prema donjotrijaskim naslagama najčešće je tektonskog karaktera, ali u manje poremećenim područjima zapažen je postupan prijelaz tamnosivih kampilskih vapnenaca u tamnosive anizičke dolomite. U gornjem dijelu kampilskih vapnenaca pojavljuju se prosjolci dolomita, čiji se broj postupno povećava i na kraju dolaze samo tamnosivi dolomiti.

To su sitnozrni do srednjozrni kalcitni dolomiti, koji ponekad sadrže i do 88% dolomitne komponente. Prema reliktnim strukturama može se pretpostaviti da su to dolomitizirani krinoidni vapnenci. Njihova debljina varira od 50 do 200 metara. Tamnosivi dolomiti prema gore postupno prelaze u svijetlosive, debelouslojene vapnence i dolomite, koji se nepravilno izmjenjuju.

Svijetlosivi debelouslojeni ili gromadasti dolomiti mogu se podijeliti u nekoliko tipova. Na terenu prevladavaju sitnozrni i srednjozrni kalcitni dolomiti, a česte su i dolomitne breče. I za te dolomite može se pretpostaviti da su nastali dolomitizacijom vapnenaca.

Vapnenci su sitnozrni s rijetkim ostacima algi (mikriti), algalni vapnenci (algalni biomikriti i intrabiomikriti) i stromatolitni vapnenci. U njima je nađena mikrofosilna zajednica karakteristična za anizik. Određene su ove vrste: *Meandrospira dinarica* Kochansky-Devidé & Pantić, *Pilamina densa* Pantić, *Diploiremina astrofimbriata* Kristan & Tollmann, *Frondicularia woodwardi* Howchin, *Haplophragmium* sp. i dr. (An. Šimunić i dr., 1979).

Na području Ravne gore za sada nisu nađeni mlađi trijaski ni mlađi mezozojski sedimenti.

Za sve trijaskе naslage na području Ravne gore karakteristično je da su svojom rastrožbom davale materijal za postanak mlađih sedimenata.

2.1.2. Tercijar

Nakon taloženja trijaskih naslaga na području Ravne gore došlo je do prekida sedimentacije, što je bilo uzrokovano emerzijom koja je trajala do gornjeg eocena. Nalaz gornjoeocenskih marinskih vapnenaca (L. Šikić i dr., 1976.) te oligocenskih i donjomiocenskih paralitičkih naslaga (An. Šimunić i dr., 1981.) ukazuje na kontinuitet sedimentacije od gornjeg eocena do srednjeg miocena. Spomenute naslage nisu nađene u bližoj okolini spilje, ali se mogu očekivati u dubljim dijelovima terena.

Otnang

Klastični sedimenti otnanga poznati su samo sa sjeverne strane Ravne gore, gdje se kontinuirano nastavljaju na slične stijene egenburga. To su marinsko-brakične naslage, među kojima dominiraju pijesci i pješčenjaci, a mjestimično se pojavljuju šljunci, konglomerati, lapori, tufovi i gline.

Pijesci su nehomogeni i u granulometrijskom smislu slabo sortirani. Među detritusom dominiraju zrna kvarca, dok feldspati i čestice stijena dolaze u podjednakom omjeru. Među prozirnim teškim mineralima prevladava granat, a prateći su cirkon, rutil, turmalin, epidot, staurolit i apatit.

Pješčenjaci predstavljaju kalciton vezane varijetete pijeska. Ponekad sadrže sitne valutice šljunka, koje su nastale rastrožbom granita, spilita, kvarcita, kvarcnog škriljavca, rožnjaka, radiolarijskog šejla i dr. Mjestimično se pojavljuju i leće dobro zaobljenih šljunaka, koji su ponekad vezani kalcitnim vezivom. Lapori i gline pretežno dolaze u gornjim dijelovima otnanga. Najčešće su siltozni i pjeskoviti, a ponekad sadrže i velike količine vapnenačkih konkreција.

Pojave piroklastičnog materijala u svim nivoima otnanga ukazuju na čestu vulkansku aktivnost. Tufovi se pojavljuju kao leće i proslojci unutar pijesaka i pješčenjaka. Mogu se razlikovati staklasti, kristalni i litoidni tufovi. U jugozapadnom dijelu Ravne gore poznate su i veće količine vulkanskim bombi (M. Malez, 1951).

Prema An. Šimuniću i dr. (1983) lapori i pijesci sadrže brojnu makrofaunu i mikrofaunu. Od makrofosila najčešće su vrste *Macoma elliptica ottnangensis* (R. Hörn) i *Solenocurtus antiquatus* (Pultany). Mikrofosilne zajednice ukazuju na različite sredine sedimentacije, pa se tako na maloj udaljenosti mogu naći slatkovodno-brakične i marinske vrste.

U gornjem dijelu otnanga došlo je do vrlo intenzivnih tektonskih pokreta, koji se mogu vezati uz štajersku orogenetsku fazu.

Gornji baden

Marinska transgresija u gornjem badenu potpuno je preplavila Ravnu goru. U prvo vrijeme iz badenskog mora stršali su pojedini dijelovi planine, ali je kasnije cijelo područje današnje Ravne gore bilo prekriveno relativno plitkim morem. Navedeni paleogeografski odnosi uvjetovali su i slijed sedimentacije u bazenu. U bazi su taložene breče i konglomerati, a zatim slijede litavci i litotamnijski vapnenci s interkalacijama vapnenačkih pješčenjaka i na kraju vapnenački i glinoviti lapori.

Bazne breče uz rub planine imaju debljinu do 50 m, što ukazuje na vrlo istaknut reljef na početku transgresije. Breča se sastoji pretežno od vapnenačkog i dolomitnog kršja, promjera 2—5 cm, rjeđe 8—10 cm.

Konglomerati se pojavljuju vrlo često uz transgresivnu granicu s miocenskim naslagama. Izgrađeni su od valutica kvarca, rožnjaka, vapnenaca, silita, šejlova i dr. Vrlo je interesantna pojava velikih valutica andezita, koje u stvari predstavljaju pretaložene vulkanske bombe.

Litavci su najzastupljeniji član gornjeg badena. Determinirani su kao biospariti, pjeskoviti biospariti i biokalciruditi. To su žućkaste i sivožute, gromadaste ili debelouslojene stijene, koje se sastoje od poluuglastog habanog detritusa veličine 0,3—1,6 mm. Među sastojcima prevladavaju fragmenti ljuštura školjkaša, a u manjem omjeru dolaze dijelovi algi, foraminifera, briozoa i krinoida. Rijetka su zrna kvarca, vapnenaca, čerta ili pelita. Detritus povezuje sitnozrni kalcit s primjesama limonita.

Vrlo su česti i litotamnijski vapnenci, koji su nastali nakupljanjem ostataka algi *Lithothamnium*, kao i fragmenata krinoida, spongija, ljuštura školjkaša i dr. Detritus povezuje mikrokristalasti kalcitni matriks s primjesama gline.

Uz biogene vapnence ponekad se pojavljuju žućkastosmeđi, dobro uslojeni pješčenjaci, determinirani kao pjeskoviti biospariti i litoareniti. Pjeskovite biosparite izgrađuje zaobljeni detritus, pretežno organskog porijekla, povezan kalcitnim cementom. Litoare-

niti su rijetki, a izgrađuje ih poluzaobljen ili zaobljen detritus, pretežno nekarbonatnog porijekla. Vezivo je kalcitni cement s primjesama glinene supstancije.

U vapnencima i pješčenjacima nađena je brojna makrofauna i mikrofauna. Od makrofosila najčešće su vrste: *Chlamys macrotis* (Sow), *Ch. malvinae* (Dubois), *Pycnodonta cohlear* (Poli) i dr. U istim naslagama u kamenolomu kod kote 473 nađen je oklop fosilne kornjače, koju je obradio F. Koch (1915) i postavio novu vrstu *Trionyx croaticus* Koch.

U gornjem dijelu badena prevladavaju lapori, koji prema sadržaju kalcitne komponente mogu biti vapnenački ili glinoviti. Boja im varira od sive, sivožute, smeđe do sivozelenkaste. Najčešće su dobro uslojeni, a prema granici s donjim sarmatom postaju tankopločasti i listićavi.

Debljina gornjobadenskih naslaga varira od nekoliko metara do 400 metara.

Donji sarmat

Sedimenti donjeg sarmata pojavljuju se na površini samo na dva lokaliteta, i to sjeverno od Klenovnika i jugoistočno od spilje Vindije. To su manji izdanci koji imaju veliko paleogeografsko i stratigrafsko značenje jer ukazuju na kontinuitet sedimentacije i rasprostranjenost donjeg sarmata.

U bazi dolaze tankouslojeni i listićavi, glinoviti i pjeskoviti lapori, a zatim slijede tankouslojeni pijesci i slabo vezani konglomerati. Konglomerati su sitnozrni, promjer valutica varira od 1 do 2 cm, a vezivo je kalcitni cement. Valutice su pretežno kvarcne i dobro zaobljene, što se može objasniti pretaložavanjem iz starijih naslaga.

Pojava većih količina krupnoklastičnih sedimenata u sarmatu pokazuje da se područje Ravne gore razlikuje od ostalih dijelova sjeverne Hrvatske, gdje su pretežno taloženi lapori, gline i vapnenci. Starost tih naslaga utvrđena je na temelju nalaza školjkaša *Ervilia dissita dissita* (Eichw.) i *Cardium gleichenbergense* Papp. Debljina donjosarmatskih naslaga na jugoistočnim padinama Ravne gore ne prelazi 20 metara.

Panon

Tijekom sarmata došlo je do postupnog oslađivanja bazena, a u donjem panonu on je bio već potpuno oslađen. To je uzrokovalo naglo izumiranje brakičnih i pojavu slatkovodnih vrsta. Ove promjene nastupile su istovremeno u čitavoj sjeverozapadnoj Hrvatskoj, a bile su uzrokovane prekidom veze između Tetisa i Paratetisa. Ipak, područje Ravne gore razlikuje se od ostalih dijelova Hrvatske po različitoj sedimentaciji. Dok su u najvećem dijelu bazena taloženi lapori i vapnenci, tzv. »Croatica« naslage, koje imaju regresivan karakter, dotle je na području Ravne gore došlo do

manje transgresije, a taloženi su pijesci i šljunci. Zbog toga su bile preplavljene sarmatske i dijelom tortonske naslage, pa je mjestimično došlo do transgresivnih kontakata trijaskih i panonskih sedimenata. Čini se da je do »širenja« bazena došlo u gornjem panonu. U području gdje panon leži konkordantno na sarmatu taloženi su sitnozrni pijesci i pjeskoviti lapori, dok u ostalim dijelovima terena u bazi prevladavaju šljunci i slabovezani konglomerati, a zatim slijede žuti i crvenosmeđi pijesci.

Pijesci su dominantan član panona, rjeđe dolaze prosljoci pješčenjaka, glina, lapora i ugljena. U donjem dijelu nađene su ove vrste mekušaca: *Radix (Radix) croatica* (Gorjanović-Kramberger), *Gyraulus (Gyraulus) praeponticus* (Gorjanović-Kramberger) i dr., a u gornjem *Limnocardium trifkovići* Brusina, *Congeria doderleini* Brusina, *Melanopsis fossilis* (Martini & Gmelin) i dr. Iako bi prema nalazima fosila bilo moguće izvršiti uobičajenu stratigrafsku podjelu panona na donji i gornji, to ipak nije izvršeno zbog spomenutog preplavlivanja i nepromijenjenog litološkog sastava.

Gornjopanonska makrofauna upućuje na ponovno povećanje slatnosti vode u bazenu.

Ukupna debljina tih sedimenata procjenjuje se na 300—350 met.

Gornji pliocen — donji pleistocen

Na južnim padinama Ravne gore, između Klenovnika i donje Voće, izdvojeni su klastični sedimenti, čija stratigrafska pripadnost nije detaljnije određena. U navedenom području oni leže diskordantno na panonskim naslagama, a u drugim dijelovima terena naliježu i na sedimente donjeg i gornjeg ponta. Superpozicijski odnosi tih klastita ukazuju na vrlo intenzivne tektonske pokrete koji su se dogodili prije njihove sedimentacije, kao i stvaranje novih paleogeografskih odnosa.

Plio-pleistocenske naslage sastoje se od intenzivno obojenih šljunaka, pijesaka i glina. Boja sedimenata varira od crvenosmeđe, žute, sive i bijele. Šljunci i pijesci su ponekad prevučeni limonitnom prevlakom. Valutice šljunaka su dobro zaobljene, promjera 1—2 cm. Vjerojatno su pretaložene iz miocenskih naslaga. Pijesci su sitnozrni, dobro uslojeni, ponekad laminirani. U njima se ponekad pojavljuju prosljoci sive gline, koja lokalnom stanovništvu služi za izradu keramičkih proizvoda.

U tim klastičnim sedimentima nisu nađeni nikakvi fosilni ostaci, pa je njihova starost utvrđena na temelju korelacije sa sličnim naslagama u sjevernoj Hrvatskoj.

2.1.3. Kvartar

Tijekom donjeg pleistocena, uslijed radikalnih pokreta i stvaranja dravskog sliva, došlo je do odvodnjavanja posljednjih zaostataka pliocenskih jezera. Uslijed erozije, denudacije i tektonskih

pokreta, stvoren je vrlo istaknut reljef, na koji je u srednjem pleistocenu započela sedimentacija prapora ili lesa.

Početak holocena ponovno je došlo do pojačane erozije. Riječane i potočne doline poprimile su svoj današnji oblik, a u njihovim koritima istaloženi su aluvijalni sedimenti.

U kvartarnim sedimentima bliže okolice spilje Vindije nisu nađeni provodni fosili, pa je izvršena podjela kvartarnih naslaga na genetske tipove. U pleistocen je uvršten prapor ili les, a u holocen aluvij potočnih dolina.

Prapor ili les

Naslage prapora sačuvane su na južnim padinama Ravne gore na nekoliko međusobno odvojenih područja. To ukazuje da su ti sedimenti nekada prekrivali znatno veće površine. Prapor je sediment eolskog porijekla, koji se sastoji od 75—88% čestica veličine silta, 7—10% sitnog pijeska i 3—5% gline. Osnovni sastojak »lake« mineralne frakcije je kvarc, koji čini prosječno 60% sedimenta, zatim slijede sitni fragmenti stijena do 25%, kalijski feldspati do 10%, te muskovit do 5% i dr. Količina »teških« minerala u granulometrijskoj frakciji 0,06—0,2 mm iznosi prosječno 3,5%, od čega oko 18% otpada na »opake« minerale. Među prozirnim »teškim« mineralima najčešći je epidot — 45—76%, a zatim slijede cirkon 14—30%, rutil 10—20%, turmalin 6—18% i dr.

U gornjim dijelovima prapora nađena je ova kopnena makrofauna: *Pupilla muscorum* (L.), *Trichia hispida* (L.), *Vallonia tenuilabris* (A. Braun), *Succinea oblonga* Drap., *Vitrea crystallina* (Müll.) i dr. Navedene vrste ukazuju na to da najveći dio tih naslaga pripada gornjem virmu. Unutar prapora nisu zapažene zaglinjene zone, proslojci šljunka ili pijeska i dr. Debljina tih sedimenata ne prelazi 10 metara.

Aluvij potoka

Rječica Voča i njezini pritoci nanijeli su tokom holocena u svoja korita šljunak, pijesak i glinoviti silt. Taj materijal nastao je erozijom, denudacijom i pretaložavanjem starijih stijena. Pretpostavlja se da najveća debljina tih naslaga u potočnim dolinama ne prelazi 10 metara.

2.2. Tektonski odnosi

Tektonski pokreti na području Ravne gore bili su vrlo jaki i tijekom geološke prošlosti vrlo česti. Na terenu su najizraženiji rezultati tektonske aktivnosti koji su se zbivali tijekom srednjeg miocena, srednjeg i gornjeg pliocena i kvartara.

Teren se borao u okviru štajerske i rodanske orogenetske faze, koje su u tim područjima bile vrlo intenzivne. U srednjem miocenu, prilikom štajerske orogeneze, bile su potpuno razorene sta-

rije strukture. Zbog toga se o starijim tektonskim pokretima može govoriti samo na temelju rasporeda naslaga, erozijsko-diskordantnih granica, pojačane vulkanske aktivnosti, naglih promjena u sedimentaciji i sl. Boranje u srednjem pliocenu bilo je slabijeg intenziteta, tako da su pretežno borani sedimenti gornjeg neogena. Starije potpuno konsolidirane stijene pružale su otpor tangencijalnim silama i zbog toga je uz njihovu granicu s neogenskim naslagama dolazilo do najvećih poremećaja.

Rasjedi označeni na karti (prilog 1) sinkroni su s boranjem ili su mlađi. Samo za dva paralelna rasjeda smjera jugozapad-sjeveroistok moglo bi se pretpostaviti da su stariji jer je do njih doprla gornjobadenska transgresija. To je tzv. »Donački« rasjed, koji u ovom području predstavlja i paleogeografsku granicu, a prvi ga je opisao F. K o s s m a t (1913).

Postanak spilje treba vezati uz tektonske pokrete u srednjem pliocenu. Tada je uslijed potisaka smjera sjever-jug došlo do stvaranja transkurentnog desnog rasjeda, koji ima pružanje sjeverozapad-jugoistok.

Taj se rasjed nalazi sjeveroistočno od spilje, a od nje je udaljen oko 250 metara. Kretanjem zapadnog krila rasjeda prema sjeveru, u neposrednoj blizini paraklaze došlo je do sekundarnog boranja i manjeg rasjedanja. Prema tome, spilja Vindija nastala je u poremećenoj jezgri manje bore, koja je kasnije proširena rušenjem blokova sa stropa. Moglo bi se čak pretpostaviti da je u prvo vrijeme velik dio blokova sa stropa pao upravo zbog naprezanja materijala. Tu pretpostavku potvrđuje i nagib slojeva u badenskim naslagama. U dolini potoka, ispod spilje, slojevi su nagnuti prema sjeveru pod kutom od 8°, a iznad spilje nagib iznosi 14–18°. Manji, vertikalni rasjed koji se nalazi u dolini potoka, ispod spilje, značajan je samo zbog toga što je njegovu paraklazu potok, iskoristio za usijecanje korita. Izdizanje Ravne gore, a time i zasijecanje korita potoka, započelo je u gornjem pliocenu ili možda u donjem pleistocenu. U prvo vrijeme potok je vjerojatno preplavljivao spilju, pa se njegovi sedimenti mogu očekivati u najdubljim dijelovima spilje. Daljim produbljivanjem korita potoka i erozijom bokova njegova dolina poprima oblik slova V. To je dovelo do novih urušavanja stropa na ulazu spilje i do njezina smanjivanja, tj. skraćivanja njezine podzemne morfologije.

3. SEDIMENTOLOŠKE KARAKTERISTIKE KVARTARNIH NASLAGA U SPILJI VINDIJI

Sedimentološkim istraživanjima kvartarnih naslaga spilje Vindije određen je mineralni, granulometrijski i kemijski sastav, te oblik detritičnih sastojaka. Cilj tih proučavanja bio je rekonstrukcija postanka i porijekla sedimenata, kao i klimatskih prilika pri njihovu taloženju za vrijeme gornjeg pleistocena.

Uzorci za analize sakupljeni su na profilu s lijeve strane samog ulaza u spilju iz slojeva L do D, te na manjem profilu u središnjem dijelu spilje iz slojeva H i D. Uzet je srednji uzorak iz svakog stratum, a samo slojevi veće debljine uzorkovani su u njihovu donjem i gornjem dijelu.

3.1. Granulometrijske analize

Izrađene su granulometrijske analize kompletnog uzorka. Rezultati analiza pokazuju da je većina sedimenata pjeskoviti silt s više ili manje primjese vapnenačkog kršja. Slojevi s malo kršja ili bez njega obično sadrže glinu.

Na temelju rezultata granulometrijskih analiza (prilog 2) moglo se utvrditi da najveći udio u sastavu spiljskih kvartarnih naslaga imaju sastojci veličine silta. Količina kršja varira od sloja do sloja, postotak gline koja je prisutna u nekim slojevima je relativno malen u odnosu na ostale komponente. Pješčana frakcija je jednoliko raspoređena kroz sve slojeve profila.

U profilu naslaga na ulazu u spilju (sl. 1) utvrđeno je da se u sloju L odnos pojedinih granulometrijskih frakcija bitno ne mijenja. Prevladavajući sastojak sedimenata je silt. Odnos kršja i pijeska je relativno konstantan, a samo se u sloju L_{2/3} javlja mala količina gline. U sloju K₃ zapaža se povećanje količine vapnenačkog kršja, dok se u sloju K₁ njegova zastupljenost izrazito smanjuje. Umjesto kršja prisutna je mala količina gline.

Sloj J karakterizira izrazito povećanje postotaka kršja u odnosu na prethodni sloj K, kao i na idući sloj I. U njemu je također značajno zastupljena siltna komponenta, dok je količina pijeska uglavnom konstantna.

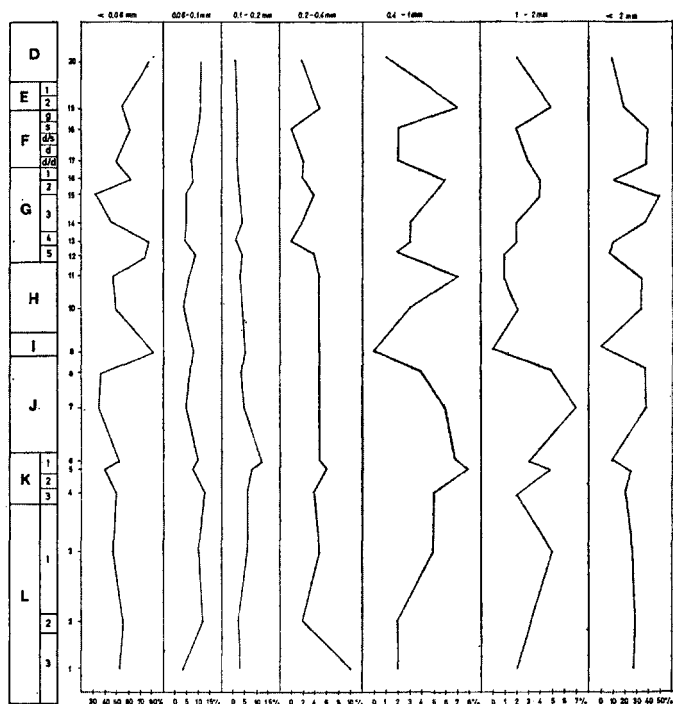
Sloj I karakterizira odsutnost vapnenačkog kršja i smanjena količina silta u odnosu na prethodni sloj.

Sloj H je relativno homogenog granulometrijskog sastava. Povećana je količina kršja, a smanjena količina silta u odnosu na sloj I.

U sloju G zapažene su izrazite varijacije u pogledu granulometrijskog sastava. U proslojcima G₅ i G₄ smanjen je postotak kršja, a povećan je postotak silta, uz koji je prisutna i mala količina gline. U proslojcima G₃ i G₂ ima izrazito mnogo kršja, tako da njegova količina doseže maksimalnu vrijednost u odnosu na cijeli profil naslaga, dok se količina silta smanjuje.

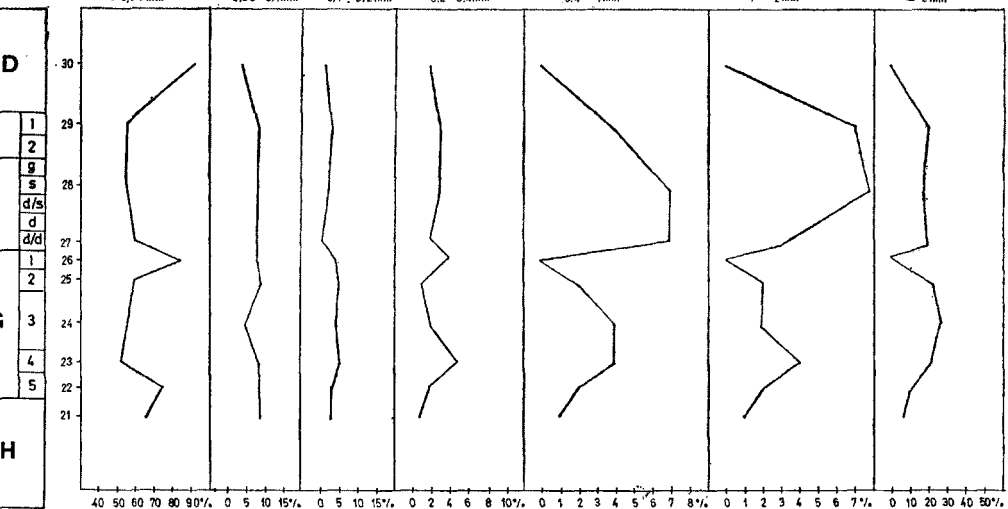
U sloju F dominira silt, uz koji je obično zastupljeno i vapnenačko kršje. Dalje se u slojevima E i D količina kršja postupno smanjuje, a izrazito se povećava postotak silta. Postotak pješčane frakcije znatno je povećan u sloju E.

Rezultati granulometrijskih analiza s profila naslage pri ulazu u spilju uglavnom se podudaraju s rezultatima istih analiza dobivenih iz uzoraka s profila naslaga u unutrašnjosti spilje (sl. 2). Utvrđene su samo neke manje razlike. Tako na profilu naslaga u unutrašnjosti spilje prisutnost vapnenačkog kršja nije uopće primijećeno



Sl. 1. Grafički prikaz rasporeda pojedinačnih granulometrijskih frakcija u kvartarnim sedimentima s profila naslaga (Pir. I) na ulazu spilje Vindije.

Abb. 1. Graphische Darstellung der Reihenfolge der einzelnen granulometrischen Fraktionen in den Quartärsedimenten vom Profil der Ablagerungen am Eingang der Höhle Vindija (Pir. I).



Sl. 2. Grafički prikaz rasporeda pojedinačnih granulometrijskih frakcija u kvartarnim sedimentima s profila naslaga (Pir. II) u središnjoj dvorani spilje Vindije.

Abb. 2. Graphische Darstellung der Reihenfolge der einzelnen granulometrischen Fraktionen in den Quartärsedimenten vom Profil der Ablagerungen im mittleren Saal der Höhle Vindija (Pir. II).

u slojevima G₁ i D. U njima je izrazito povećana količina silta, a pojavljuje se i glina, dok se postotak pijeska u sloju D izrazito smanjuje. Vapnenačko kršje također je utvrđeno u sloju H/g. Silt je najzastupljenija granulometrijska frakcija u sedimentima tog profila.

3.2. Mineralni sastav

Mineralni sastav pleistocenskih sedimenata spilje Vindije analiziran je u karakterističnim granulometrijskim frakcijama makroskopski i uz pomoć lupe i polarizacijskog mikroskopa (prilog 2).

Najkrupniji sastojci sedimenata, tj. oni veći od 12 mm, određeni su kao fragmenti litavca, a rjeđe su to dijelovi fosilnih kostiju.

U frakciji 6—12 mm prevladavaju isti sastojci kao u prethodnoj frakciji, a uz njih dolaze ljuštore školjkaša i diskaste valutice.

U granulometrijskoj frakciji veličine 3—6 mm glavni sastojci su kršje litavca i ljuštore školjkaša, te fragmenti kostiju. Većina kostiju iz sloja G je nagorjela. Rjeđi su komadići siga, zrna kvarca i fragmenti rožnjaka. Isti je sastav čestica granulometrijske frakcije veličine 2—3 mm.

U frakciji veličine 1—2 mm od sloja do sloja mijenja se odnos zastupljenosti sastojaka, kao što su komadići litavaca i ljuštura školjkaša. Manji je postotak kršja sigâ, zrna kvarca, feldspata, litičnih čestica i komadića kostiju.

Iz frakcije 0,06—0,15 mm separacijom pomoću bromoforma odjeljena je tzv. »laka« od »teške« mineralne frakcije. Najveći dio sedimenta pripada »lakoj« frakciji, u kojoj su najzastupljeniji sastojci kvarc (30—56%) i feldspati (29—46%). Određene su dvije vrste kvarca, »prozirni« i »mutni« kvarc. Količina čestica stijena, kvarcita, škriljavaca, pelita i vapnenaca mijenja se od sloja do sloja (16—48%). Prisutnost muskovita nije utvrđena u svakom sloju. Najčešći je u sloju D.

»Teška« mineralna frakcija čini 0,5—2%, rjeđe 4—6% sedimenata. Rezultati analize prozirnih »teških« minerala su ovi (tabela 1): U slojevima L, K J(d) najviše je zastupljen granat (30—56%). U manjoj količini dolaze epidot (5—33%) i staurolit (3—22%). Rjeđi su tzv. »rezistentni minerali« (turmalin, cirkon i rutil), te apatit, amfibol i disten. Vrlo rijetki sastojci su klorit, titanit, brukit, anatas i kromspinel.

Od sloja J(g) do sloja D mijenja se zastupljenost pojedinih vrsta teških minerala. Najviše su zastupljeni granat (31—57%) i epidot (13—33%), a povećana je i količina amfibola (10—26%). U odnosu na slojeve L, K i J(d) smanjena je količina distena, staurolita, apatita i rezistentnih minerala. Klorit se javlja redovito u svakom sloju.

U pojedinim slojevima zapažene su izrazite promjene u zastupljenosti važnih akcesornih minerala. Tako je izrazito povećanje epi-

Tabela 1. Kemijske analize sedimenata iz spilje Vindije. Analitičar: D. Malešević. Profil naslaga na ulazu u spilju (Pir. I).

Tabelle 1. Chemische Sedimentanalysen aus der Höhle Vindija, Analytiker: D. Malešević. Profil der Ablagerungen am Höhleneingang (Pir. I).

Uzorci sušeni kod 105 °C

Rezultati su dati u %

Proben bei 105 °C getrocknet

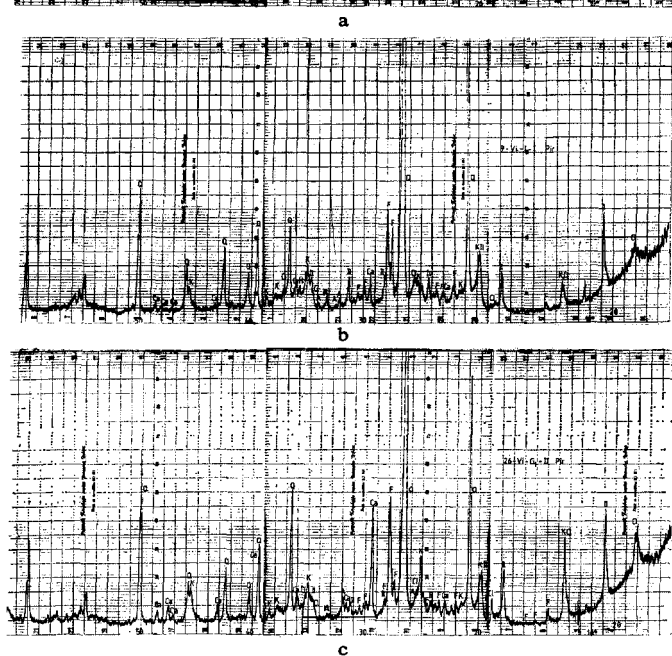
Resultate in %

Redni broj Lauf. Nummer	Oznaka uzorka Bezeichnung der Probe	CaCO ₃	P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃	MnO	pH	Eh (mV)
1.	Vi — L ₁	37,02	2,45	5,19	0,94	8,40	389
2.	Vi — L ₂	24,27	8,56	1,39	0,62	8,20	394
3.	Vi — L ₃	46,88	8,07	1,04	0,69	8,38	392
4.	Vi — K ₃	12,52	9,51	2,23	0,98	8,30	391
5.	Vi — K _{1/2}	39,02	6,33	2,39	0,67	8,31	394
6.	Vi — K ₁	18,65	9,64	1,76	1,03	8,26	395
7.	Vi — J/d	65,78	3,56	1,04	0,85	8,51	404
8.	Vi — J/g	43,02	2,17	2,79	0,82	8,30	413
9.	Vi — J	5,25	0,78	5,98	0,96	8,09	405
10.	Vi — H/d	20,41	2,07	4,79	1,29	8,40	409
11.	Vi — H/g	56,03	2,96	2,39	0,82	8,40	411
12.	Vi — G ₅	22,01	3,03	4,19	0,74	8,32	413
13.	Vi — G ₄	12,26	2,98	7,18	0,89	8,21	419
14.	Vi — G ₃	40,04	3,25	3,91	0,73	8,31	418
15.	Vi — G ₂	58,76	3,55	2,31	0,64	8,37	418
16.	Vi — G ₁	22,77	1,29	5,87	0,51	8,30	415
17.	Vi — F/d/d	32,03	1,97	4,59	0,82	8,41	419
18.	Vi — F/s	46,04	3,54	3,11	0,48	8,38	423
19.	Vi — E	23,52	1,07	5,15	0,59	8,40	421
20.	Vi — D	7,86	0,85	6,38	1,35	8,40	418

dota i amfibola uočeno u slojevima I, G₅, G₃, G₂, G₁, F/d/d i D, dok su sastojci kao granat, disten i staurolit česti u slojevima L₃, K, H/d/, G₄ i F/s.

Na profilu naslaga u unutrašnjosti spilje manja je količina epidota i amfibola u odnosu na profil snimljen na ulazu u spilju.

Rendgenska analiza uzoraka gline iz slojeva K₁ i I s profila naslaga pri ulazu u spilju i iz sloja G₁ iz unutrašnjosti spilje pokazuju da su od minerala glina prisutni ilit, kaolinit i klorit, dok su ostali sastojci kvarc, feldspati, kalcit, apatit i hematit (sl. 3a—c).



Sl. 3. Rendgenski difraktogrami uzoraka glinastih sedimenata iz spilje Vindije; a = stratum K_1 u profilu naslaga na ulazu spilje (Pir. I), b = stratum I u profilu naslaga na ulazu spilje (Pir. I), c = stratum G_1 u profilu naslaga središnje dvorane spilje (Pir. II).

Abb. 3. Röntgendiffraktogramme von Proben tonartiger Sedimente aus der Höhle Vindija; a = Stratum K_1 im Profil der Ablagerungen am Höhleneingang (Pir. I), b = Stratum I im Profil der Ablagerungen am Höhleneingang (Pir. I), c = Stratum G_1 im Profil der Ablagerungen des Mittelsales der Höhle Vindija (Pir. II).

3.3. Oblik sastojaka

Određivanje oblika sastojaka sedimenata izvršeno je pregledom svake granulometrijske frakcije (prilog 2). Sastojci veći od 12 mm pregledani su makroskopski, te je utvrđeno da su većinom uglasti ili uglasti i poluuglasti, osim u slojevima L_2 J/d, H i F/d/d, gdje su poluzaobljeni.

Sastojci granulometrijske frakcije 6–12 mm su u slojevima J(g), G_4 i D uglasti, u slojevima L_2 , $K_{1/2}$, G_3 , G_2 i E uglasti i poluuglasti, dok su u ostalim slojevima poluzaobljeni. Istovrsni sastojci su u frakciji veličine 2–3 mm u slojevima L_1 , $K_{1/2}$, G_4 , D i E poluuglasti i uglasti, u sloju K_2 poluzaobljeni, dok su u ostalim slojevima zaobljeni.

Potrebno je naglasiti da je oblik čestica većih od 2 mm sekundarno izmijenjen kemijskim procesima trošenja i mehaničkim djelovanjem biogenih faktora. Ova konstatacija odnosi se na slojeve L_2 , J(g), H i F.

Promatran je i oblik sastojaka »teške« i »lake« mineralne frakcije da bi se upotpunili podaci o porijeklu detritičnih sastojaka. U »lakoj« frakciji zrna »prozirnog« kvarca su izrazito uglasta, to su u stvari krhotine, dok je »neproziran« ili »mutni« kvarc poluuglast do poluzaobljen. Prvi tip kvarca je zastupljeniji u slojevima L, K, J, I i H, a drugi u slojevima G, E, F i D.

Detaljno su analizirani oblici najviše zastupljenih sastojaka »teške« mineralne frakcije. Granat i staurolit su u svim slojevima obaju profila izrazito uglasti, imaju izgled krhotina s konkavnim udubljenjima. Zrna epidota su uglasta i poluuglasta, često korodirana. Rijetko su poluzaobljena. Među zrnima cirkona prisutni su izrazito uglasti i izduženi kristalići, ali i vretenasta kratkostupićasta zrna. Zrna turmalina, rutila i apatita jako su zaobljena u naslagama cijelog profila. Amfibol je poluuglast i poluzaobljen, korodiran. Klorit je izrazito zaobljen samo u slojevima H, G, F, E i D, dok u ostalim slojevima nije zaobljen.

3.4. Kemijski sastav

Pračene su vrijednosti karakterističnih kemijskih spojeva kao što su CaCO_3 , P_2O_5 , Fe_2O_3 i MnO kroz kvartarne naslage (tabela 1 i 2). Kalcijev karbonat (CaCO_3), čiji je postotak zastupljenosti praćen na oba profila, pokazuje izrazite oscilacije. Njegova količina je vezana na prisutnost karbonatne komponente u slojevima, odnosno za kršje litavca, fragmente sigâ i ostatke ljuštura školjkaša. Kalcijev karbonat najzastupljeniji je u slojevima s kršjem, međutim utvrđen je i u drugim slojevima, jer su karbonatne čestice sastojci svih granulometrijskih frakcija. Izrazito povećan sadržaj kalcijeva karbonata utvrđen je u slojevima L_3 , $K_{1/2}$, J, Hg, G_3 , G_2 i F(s).

Tabela 2. Kemijske analize sedimenata iz spilje Vindije. Analitičar: D. Malešević. Profil naslaga u sredini spiljske dvorane (Pir. II).

Tabelle 2. Chemische Sedimentanalysen aus der Höhle Vindija. Analytiker: D. Malešević. Profil der Ablagerungen in der Mitte des Höhlensaales (Pir. II).

Uzorci sušeni kod 105 °C Proben bei 105 °C getrocknet		Rezultati su dani u % Resultate in %					
Redni broj Lauf. Nummer	Oznaka uzorka Bezeichnung der Probe	CaCO ₃	P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃	MnO	pH	Eh (mV)
21.	Vi — H/g	32,03	11,23	2,19	0,82	8,20	427
22.	Vi — G ₅	10,66	6,44	5,19	1,28	8,22	423
23.	Vi — G ₄	22,27	6,84	3,19	1,12	8,00	426
24.	Vi — G ₃	21,62	6,55	4,95	0,69	8,23	429
25.	Vi — G ₂	19,94	7,32	2,19	1,17	8,30	427
26.	Vi — G ₁	9,06	2,48	6,06	1,26	8,17	426
27.	Vi — F/d/d	56,31	2,04	2,39	0,69	8,23	428
28.	Vi — F/s	49,90	3,18	2,27	0,91	8,44	427
29.	Vi — E	35,24	3,98	3,59	1,06	8,49	428
30.	Vi — D	5,00	1,85	6,78	1,39	8,34	429

Fosforini pentoksid (P₂O₅) je spoj vezan za organske ostatke. Povećana količina zapažena je u slojevima L₂, L₃, K₁, G₅, G₃, G₂ i F/s. Povećanje u slojevima L, K i J vjerojatno je i sekundarnog karaktera.

Željezni oksid (Fe₂O₃) prisutan je u svim slojevima. Povećana količina u pojedinim slojevima ukazuje na prisutnost oksidacijskih procesa. Veći sadržaj primijećen je u slojevima L₂, I, H(d), G₅, G₄, G₃, G₁, F/d/d, F(s) i D.

Manganov oksid (MnO) utvrđen je u svim slojevima, ali u vrlo maloj količini. Nešto je povećan njegov postotak u slojevima L₂, K₃, K₁, I, H(d) i D na profilu pri ulazu u spilju, dok u unutrašnjosti spilje nisu primijećene te razlike, već su vrijednosti mjerenja uglavnom slične.

3.5. Porijeklo materijala

Na temelju analize mineralnog i granulometrijskog sastava i oblika sastojaka moglo se rekonstruirati porijeklo kvartarnih sedimenata spilje Vindije.

Autohtonog porijekla u širem smislu riječi je kršje litavca, krhotine raznih vrsta terciarnih fosila, komadići sigâ i vapnenačke valutice. Ti sastojci potječu sa stropa i zidova spilje. Ovdje se mogu pribrojiti fragmenti kostiju pleistocenskih životinja koje su obitavale u spilji.

Pješčano-siltni i glinoviti sastojci su alohtonog porijekla, a doneseni su u spilju na dva načina. Dio materijala potječe iz miocenskih naslaga okolnog područja (A. n. Šimunić i dr., 1981), na što ukazuje prisutnost akcesornih teških minerala, kakvi su u prvom redu granat, staurolit, disten, »rezistentni« minerali i apatit, a zatim amfibol i epidot. Ne može se isključiti utjecaj pliocensko-kvartarnih naslaga s obzirom na prisutnost epidota i rezistentnih minerala. Pri tome jako zaobljena zrna »rezistentnih« minerala i apatita potječu iz donjotrijaskih klastita, koji su dijelom bili izvorni materijal u taloženju miocenskih i pliocensko-kvartarnih naslaga.

Pješčano-siltni sastojci porijeklom iz miocenskih i pliocensko-kvartarnih sedimenata prevladavaju u slojevima L, K, J, odnosno u sedimentima rizičkog glacijala, rizičko-virmskog interglacijala i prvog virmskog stadijala. U mlađim slojevima profila uz navedene sastojke utvrđen je i siltni materijal prapornog porijekla. To se zaključuje prema izrazitom povećanju količine epidota i amfibola, i po pojavi zaobljenih listića klorita i muskovita, kao i zrna »mutnog« kvarca. Više praporne komponente nalazi se u slojevima I, G₅, G₂, G₁, F/d/d i D, odnosno u interstadijalu W₁/W₂ i W₂/W₃.

Pješčani i siltni materijal, te glina doneseni su u spilju vodom, koja se procjeđivala kroz manje otvore i pukotine. Dio siltnog materijala unesen je kroz otvor spilje vjetrom. Zbog toga više primjesa prapora nalazimo u slojevima pri otvoru u spilju. Prisutnost veće količine prapornog materijala u interstadijalima može se tumačiti trošenjem naslaga prapora i unošenjem vodom tog materijala kroz pukotine u spilju. Zapaženo je da je vapnenačko kršje najčešće u slojevima nastalim u vrijeme glacijala i stadijala, kada je ono padalo sa stropa spilje zbog zamrzavanja vode u pukotinama. Međutim, utvrđeno je da dosta kršja ima u slojevima K_{1/2}, rizičko-virmskog interglacijala i G₃ i G₂ virmskih stadijala. To se tumači naglim odmrzavanjem zbog zatopljenja, kada je sa stropa spilje naglo padala veća količina vapnenačkog kršja.

4. PALEOKLIMATSKI ODNOSI I KRONOSTRATIGRAFSKI POLOZAJ NASLAGA

4.1. *Paleoklimatski odnosi*

Rezultati proučavanja spiljskih sedimenata prvenstveno mogu poslužiti za rekonstrukciju klime u geološkoj prošlosti. Zbog toga se prilikom istraživanja paleolitičkih lokaliteta u spiljama posvećuje velika pažnja detaljnom proučavanju sedimenata i svim promjenama koje nastaju u sastavu pri njihovu taloženju.

Genezom spiljskih sedimenata bavili su se mnogi istraživači, no osnovu za njihovo kompleksno proučavanje dao je njemački kvartarolog R. L a i s (1941). Prema njemu istaknute su u sedimentima spilja sve promjene kvartarne klime, i to posve analogno kao i u sedimentima otvorenih prostora, jer se u sastavu i izgledu spilj-

skih naslaga reflektiraju sve klimatske promjene i utjecaji koji vladaju na velikim otvorenim prostorima. Spomenuti autor došao je na osnovi proučavanja sedimenata u više srednjoevropskih spilja do jednostavnog, ali univerzalnog zaključka: ako neka spilja sadrži različite sedimente, morali su postojati i različiti klimatski uvjeti za njihov postanak. Svi sedimenti u spilji nastali su kao produkt mehaničke i kemijske rastrožbe matične stijene u kojoj je formirana spilja i trošenjem starijih stijena u široj njezinoj okolini, pa je iz granulometrijskog, mineralnog i kemijskog sastava spiljskih sedimenata moguće zaključivati o klimatskim prilikama koje su vladale za vrijeme njihova taloženja.

U posljednjih četrdeset godina vrlo su detaljno razrađene metode proučavanja spiljskih sedimenata prvotno postavljenih od R. Laissa (1941), pa danas za taj rad postoji obilna literatura (npr. A. Leroi-Gourhan, 1950; E. Schmid, 1958; L. Vértès, 1959; H. Laville, 1973; J. Miskovsky, 1974; itd.). U Jugoslaviji su također spiljski sedimenti proučeni na više lokaliteta, kao npr. u Parskoj golobini u Sloveniji (F. Osolc, 1961), spilji Veternici u Hrvatskoj (M. Malez, 1965) i Crvenoj stijeni u Crnoj Gori (K. Brunnacker, 1975). Proučavanje sedimenata na tim lokalitetima znatno je olakšalo kronostratigrafsku pripadnost pojedinih stratuma i omogućilo rekonstrukciju klimatskih odnosa za vrijeme njihova nastajanja.

Gore spomenute jugoslavenske spilje, a još i brojne druge, služile su u gornjem pleistocenu paleolitičkim lovcima za sklonište. Takve spilje ili njihovi početni dijelovi sastoje se u pravilu od podzemnog prostora, koji je u prošlosti omogućavao naseljavanje i u koji se dolazilo kroz relativno širok ulaz, dakle iste su ili slične morfologije kao i spilja Vindija. U pleistocenu nastali su spiljski sedimenti pod drukčijim geološkim i klimatskim odnosima nego što su današnji. U podzemnom miljeu spilje postoje posebni diagenetski uvjeti za razliku od onih na otvorenim prostorima. U spiljama se naslage sastoje od taloženja raznog autohtonog i alohtonog materijala. Autohtona komponenta označena je lokalnim produktima raspadanja matične stijene u kojoj je spilja i to je pretežno raspadnuto kršje raznih veličina. Alohtona komponenta u spiljskim naslagama može potjecati iz raznih izvora, kao što je naplavljen raznovrstan materijal iz šire okolice, djelovanjem vjetrova napuhan prapor, te organski i anorganski materijal iz neposredne blizine spiljskog ulaza. U spiljama koje su u prošlosti služile ljudima ili životinjama za povremena skloništa znatan dio alohtonog materijala dovukli su oni u podzemni prostor, a u sastav također ulaze istrunuli, djelomični raspadnuti ili fosilizirani njihovi skeletni ostaci.

U genezi spiljskih naslaga odnos autohtonih i alohtonih komponenta ovisan je djelomično o posve lokalnim uvjetima, a znatno više o klimatskim promjenama tijekom kvartara. Općenito je poznato da je kemijska rastrožba stijena bila manje intenzivna u

hladnim klimatskim fazama pleistocena, odnosno da je za vrijeme interglacijala ili interstadijala uslijed djelovanja obilnijih padavina i toplije klime bila pojačana kemijska rastrojba, što je uvijek postanak raznih vrsta glinovitih sedimenata. Svakako najmarkantniji sediment u spiljama jest tzv. krioklastično kršje, koje nastaje raspadanjem matične stijene uslijed zamrzavanja vode u pukotinama, i takvo kršje je autohtonog porijekla u podzemnom prostoru. U spilji Vindiji to su stratumi L_s , L_g , L_1 , J, H, G_3 i E, koji su nastali u glacijalima ili pojedinim stadijalima (vidi prilog 2). Dijageneza u podzemnom prostoru djeluje samo na najgornji stratum, a dublje naslage slabo su ili uopće nisu izložene njezinu utjecaju. Na otvorenim prostorima taložen je npr. prapor u pojedinim klimatskim fazama glacijala ili stadijala, a za vrijeme narednog interglacijala ili interstadijala dijagenezom je modificiran u razna tla. Posve drugačiji odnosi su pri taloženju prapora u podzemnom prostoru, gdje on ostaje sačuvan u primarnom izgledu i sastavu, kao npr. stratum D u spilji Vindiji.

Osim detaljnog proučavanja spiljskih sedimenata za rekonstrukciju klimatskih odnosa tijekom kvartara od osobitog je značenja orografski položaj nalazišta i njegova udaljenost od područja pokrivenog kontinentalnim ledom. Spilja Vindija udaljena je približno 100 km jugoistočno od podnožja Karavanki, koje su u gornjem pleistocenu bile pod ledenom kapom, te leži na 275 m apsolutne visine u istočnom dijelu Ravne gore, tj. leži na krajnjem jugozapadnom rubu panonskog ravničarskog prostora. U pregledu najznačajnijih paleontoloških i paleolitičkih lokaliteta kod nas u odnosu na raspored njihovih apsolutnih visina (sl. 4) vidljivo je da sva nalazišta sa skeletnim ostacima fosilnih ljudi (Krapina, Vindija, Velika pećina, Veternica, Romualdova i Vergotinova pećina, Sandalja II, Cerovačka gornja pećina) leže ispod snježne granice u maksimalnom zahlađenju za vrijeme trećeg virmaskog stadijala (Würm 3). Spilje koje su dosezale do ledenjaka ili su bile blizu kontinentalnog ledenog pokrova nisu prema navodima E. Schmid (1971: 163) bile posjećivane od čovjeka ili životinja. Prema tome spilje na našem području vrlo su perspektivne za buduća otkrića ostataka fosilnog čovjeka.

Spomenuta poznata švicarska prethistoričarka i kvartarolog E. Schmid (1971) ističe da su najistaknutiji glacijalni faktori koji utječu na sedimentaciju u spiljama izmjena snježne linije (granice područja vječnog leda), zatim promjene u biljnom pokrivaču, izmjena granice šumâ i hidrogeografske mreže, te pomicanje granice ledenih kapa i prodiranje trajno smrznutog tla (permafrost), kao i oscilacije morske razine, što dovodi do pozitivnog i negativnog pomicanja obalne linije. Na osnovi dosadašnjih proučavanja sedimentoloških odnosa, izmjene toplodobnih i hladnodobnih faunskih zajednica, sukcesije i razvoja paleolitičkih materijalnih kultura, te orografskog i geografskog položaja najznačajnijih nalazišta fosilnog čovjeka u sjeverozapadnoj Hrvatskoj (Krapina, Vindija, Veternica i Velika pećina), rekonstruirane su promjene te-

meljnih biotopa na tome području od riško-virmskog interglacijala (Riss/Würm) do holocena (sl. 5). Iz ovog se prikaza vidi da su se sva četiri spomenuta paleolitička lokaliteta nalazila tijekom svih klimatskih faza gornjeg pleistocena, kasnog glacijala, atlantika i holocena u pojasu rasprostranjenosti šumâ, jedino je Velika pećina za vrijeme maksimalnog zahlađenja u trećem virmskom stadijalu (Würm 3) bila u području pokrivenom livadama i rastrkanim pojedinačnim drvećem (scattered trees). U ovom trećem virmskom stadijalu nalazila se spilja Vindija na gornjoj granici rasprostranjenosti šumâ i posve blizu periglacialnog područja, pa su pogoršane klimatske prilike u to doba i direktno uvjecale na produkciju krioklastičnog kršja i postanak krioturbacijskih pojava u naslagama tog lokaliteta (M. Malez & D. Rukavina, 1975).

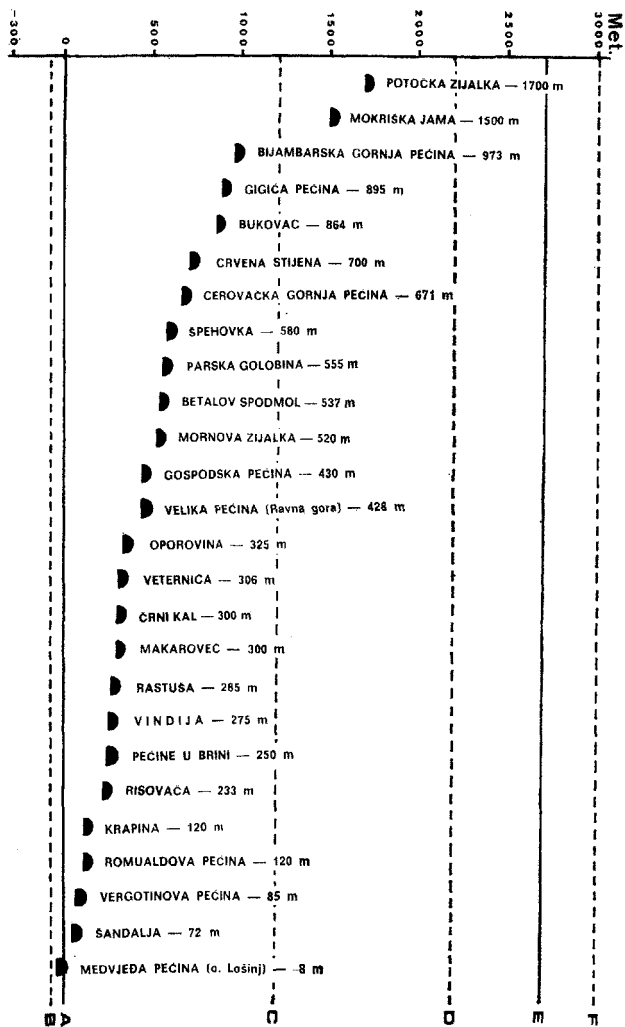
Na osnovi sedimentoloških i kemijskih proučavanja slijeda pleistocenskih naslaga na dva otvorena profila — pri ulazu u spilju Vindiju i u središnjem dijelu njezine unutrašnjosti — načinjena je rekonstrukcija promjena klimatskih uvjeta u vremenskom rasponu od riškog glacijala (Riss) do kasnog glacijala (tabele 3 i 4). Rezultati dobiveni na tim profilima dosta se dobro međusobno poklapaju i podudaraju u temperaturnim obilježjima, a nešto je veća razlika u odnosu humidnosti, što je i razumljivo s obzirom na pojačanu vlažnost u unutrašnjosti spilje.

4.2. *Kronostratigrafski položaj naslaga*

U odnosu na ranije tumačenje kronostratigrafskog položaja kvarternih naslaga spilje Vindije (M. Malez & D. Rukavina, 1979), došlo je sada na osnovi rezultata sedimentoloških i kemijskih analiza do stanovitih promjena i nadopuna (vidi prilog 2). Prilikom terenskih istraživanja u 1983. godini otkrivene su najdublje naslage, koje su na osnovi izrazito toplodobnih faunskih ostataka i crvenkaste boje sedimenta uvrštene u mindel-riški in-

Sl. 4. Položaj apsolutnih visina ulaza spilje Vindije u odnosu na spiljske ulaze drugih značajnih paleontoloških i paleolitičkih lokaliteta u Jugoslaviji prema pomicanju razine mora, te šumske i snježne granice u razdoblju od gornjeg pleistocena do danas. A = današnja razina mora, B = razina mora za vrijeme trećeg virmskog stadijala, C = snježna granica u virmskom stadijalu 3, D = gornja granica šume u riško-virmskom interglacijalu, E = snježna granica danas, F = snježna granica u riško-virmskom interglacijalu.

Abb. 4. Lage der absoluten Höhen des Eingangs in die Höhle Vindija im Verhältnis zu Höhleneingängen anderer bedeutender paläontologischer und paläolithischer Fundorte in Jugoslawien nach der Oscillation des Meeresspiegels, und der Wald- und Schneegrenze im Zeitraum vom oberen Pleistozän bis Holozän. A = heutiger Meeresspiegel, B = Meeresspiegel während des Würm 3 Stadials, C = Schneegrenze im Stadial Würm 3, D = obere Waldesgrenze im Interglazial Riss/Würm, E = Schneegrenze heute, F = Schneegrenze im Interglazial Riss/Würm.



terglacijal (Mindel/Riss). Podlogu tog sedimentnog kompleksa (M_2 i M_1) čini žućkasta grubo pjeskuljasta glina s vrlo mnogo kamenja, pa taj sediment na osnovi superpozicije po svoj prilici označava završnu tvorevinu iz mindelskog glacijala (Mindel). Nadalje je viši sedimentni kompleks L, koji je debljine preko 4 metra, raščlanjen na osnovi sedimentoloških karakteristika i pojave faunskih elemenata na tri stadijala i dva interstadijala. Treba napomenuti da je to za sada najpotpuniji razvoj naslaga iz vremena riškog glacijala na našem području.

Najznatnija promjena u kronostratigrafskom položaju naslaga izvršena je u sedimentnom kompleksu iz virmskog glacijala. Graničica drugog virskog stadijala (Würm 2) pomaknuta je naviše, tako da su u taj stadijal uz naslagu H uvršteni stratumi G_5 , G_4 i G_3 . U prilog tome je i određivanje starosti pomoću analize aminokiselina (izoleucin) na fragmentu mandibule neandertalca iz sredine stratuma G_3 . Pri spiljskoj temperaturi od 11°C izračunana je starost 42.400 ± 4300 godina prije sadašnjosti (to određivanje starosti izvršeno je 1983. godine na uzorku FRA—A—3b, koji je na 18 m od ulaza uzet iz stratuma G_3 , a analiza je načinjena u laboratoriju Instituta za paleoantropologiju i radiometriju Univerziteta u Frankfurtu/M).^{*} Dobivena vrijednost za starost posve sigurno upućuje na to da je nalazni sloj sa skeletnim ostacima neandertalaca (stratum G_3) nataložen u gornjem dijelu drugog virmskog stadijala i da su se u tom vremenu paleolitički lovci intenzivno koristili spiljom Vindijom. Virmski interstadijal 2/3 (Würm 2/3) sada je reduciran samo na stratume G_2 i G_1 , koji su zastupljeni glinovitim sedimentima s vrlo malo korodiranog kamenja i posve su male debljine. Oni predstavljaju produkte korozivne rastrojbe toplije klime. Naslage koje su u spilji Vindiji nataložene tijekom izrazito hladnih klimatskih faza u glacijalima i stadijalima, npr.

^{*} Najsrdačnije zahvaljujemo prof. dr. Reineru Protschu i dr. Ursuli Zängl-Kumpf iz Instituta za antropologiju i humanu genetiku J. W. Goethe Univerziteta u Frankfurtu na Majni na poslanim rezultatima određivanja starosti pomoću aminokiselina na uzorcima iz Vindije.

Sl. 5. Rekonstrukcija promjene temeljnih biotopa na području sjeverozapadne Hrvatske u razdoblju od riško-virskog interglacijala do holocena s interpolacijom apsolutnih visina najznačajnijih paleolitičkih lokaliteta (Krapina, Vindija, Veternica, Velika pećina). 1 = vječni snijeg i led, 2 = ogoljele stijene i planinske livade, 3 = zona s raštrkanim pojedinačnim drvećem, 4 = pojas šumâ.

Abb. 5. Rekonstruktion der Veränderung der grundlegenden Biothope in Nordwestkroatien im Zeitraum vom Interglazial Riss/Würm bis zum Holozän, mit Interpolation der absoluten Höhen der bedeutendsten paläolithischen Lokalitäten (Krapina, Vindija, Veternica, Velika Pećina). 1 = ewiger Schnee und Eis, 2 = kahles Gestein und Almwiesen, 3 = Zone mit Krummholz, 4 = Waldgürtel.

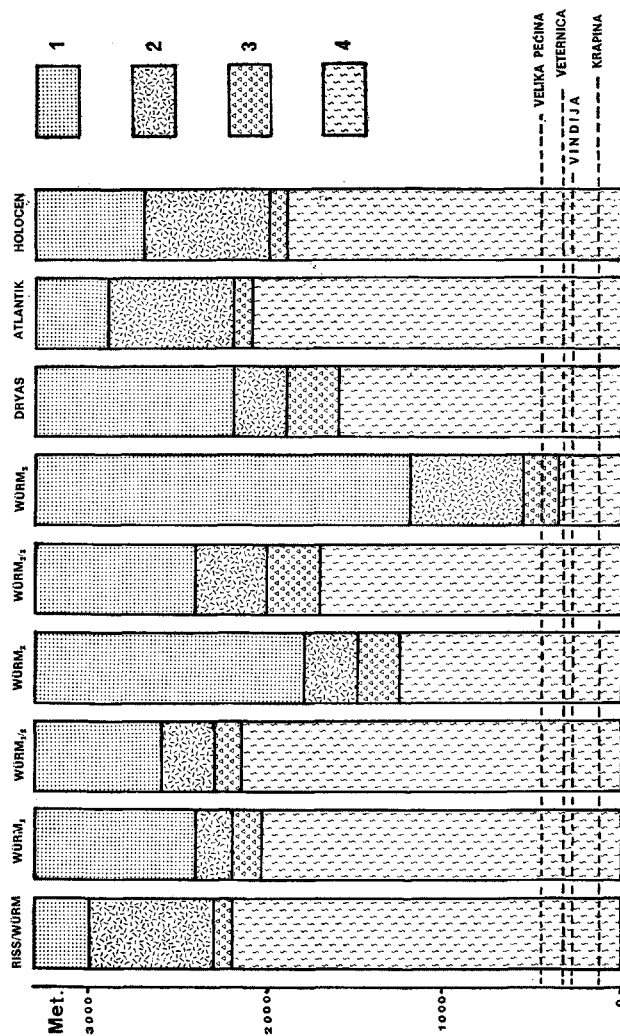
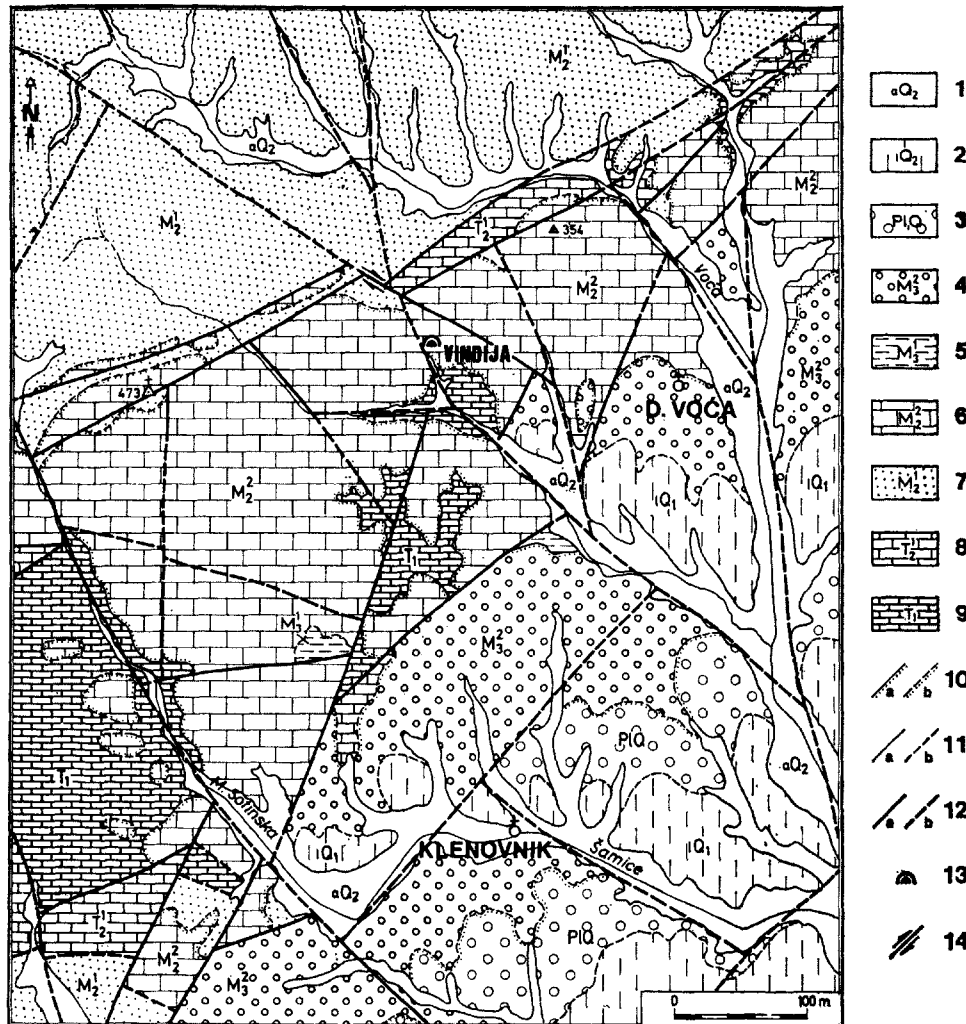


Tabela 3. Rekonstrukcija klimatskih uvjeta na temelju sedimentoloških i kemijskih analiza naslaga u spilji Vindija. Profil naslaga na ulazu u spilju (Pir. I).

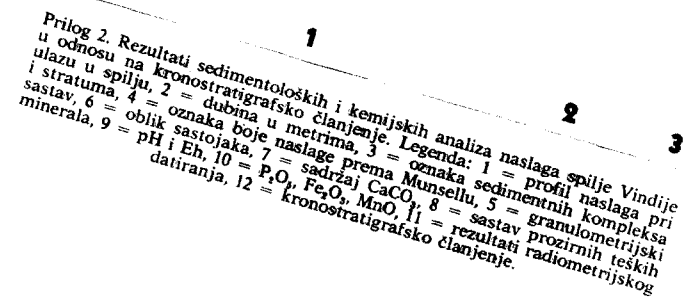
Tabelle 3. Rekonstruktion der klimatischen Zustände aufgrund sedimentologischer und chemischer Analysen der Ablagerungen in der Höhle Vindija. Profil der Ablagerungen am Höhleneingang (Pir. I).

Relativna kronologija <i>Relative Chronologie</i>	Oznaka stratuma <i>Bezeichnung des Stratums</i>	Klimatska obilježja <i>Klimatische Kennzeichen</i>	Humidnost <i>Feuchtigkeit</i>
Kasni glacijal <i>Spätglazial</i>	D	Toplije <i>Wärmer</i>	Vlažno <i>Feucht</i>
Würm 3	E	Malo toplije <i>Etwas wärmer</i>	Vrlo suho <i>Sehr trocken</i>
	F/s	Hladno <i>Kalt</i>	Vrlo suho <i>Sehr trocken</i>
	F/d/d	Hladno <i>Kalt</i>	Suho do slabo vlažno <i>Trocken bis feucht</i>
Würm ² / ₃	G ₁	Toplije <i>Wärmer</i>	Vrlo suho <i>Sehr trocken</i>
	G ₂	Umjereno <i>Gemässigt</i>	Suho <i>Trocken</i>
Würm 2	G ₃	Vrlo hladno <i>Sehr kalt</i>	Suho <i>Trocken</i>
	G ₄	Toplije <i>Wärmer</i>	Slabo vlažno <i>Etwas feucht</i>
	G ₅	Toplije <i>Wärmer</i>	Suho <i>Trocken</i>
	H/g	Hladno <i>Kalt</i>	Suho do slabo vlažno <i>Trocken bis etwas feucht</i>
	H/d	Hladno <i>Kalt</i>	Vrlo vlažno <i>Sehr feucht</i>
Würm ¹ / ₂	I	Vrlo toplo <i>Sehr warm</i>	Vlažno <i>Feucht</i>
Würm 1	J/g	Vrlo hladno <i>Sehr kalt</i>	Suho do slabo vlažno <i>Trocken bis etwas feucht</i>
	J/d	Vrlo hladno <i>Sehr kalt</i>	Suho do slabo vlažno <i>Trocken bis etwas feucht</i>
Riss/Würm	K ₁	Toplije <i>Wärmer</i>	Jako vlažno <i>Sehr feucht</i>
	K ₂	Umjereno <i>Gemässigt</i>	Suho <i>Trocken</i>
	K ₃	Toplije <i>Wärmer</i>	Vlažno <i>Feucht</i>
Riss 3	L ₃	Hladno <i>Kalt</i>	Suho <i>Trocken</i>
Riss ² / ₃	L _{2/3}	Umjereno <i>Gemässigt</i>	Suho <i>Trocken</i>
Riss 2	L ₂	Hladnije <i>Kälter</i>	Vlažno <i>Feucht</i>



Prilog 1. Geološka karta bliže okolice spilje Vindije. Legenda: 1 = aluvij potoka, 2 = prapor (glinovito-pjeskoviti silt), 3 = pliocen-kvartar (šljunci, pijesci i gline), 4 = panon (šljunci i pijesci, rjeđe pjeskoviti lapori), 5 = sarmat (lapori, šljunci, i pijesci), 6 = gornji baden (vapnenci i lapori, podređeno konglomerati i breče), 7 = otnang (pretežno pijesci, tufovi i gline), 8 = srednji trijas (dolomiti i vapnenci), 9 = donji trijas (pješčenjaci, šejlovi i vapnenci), 10 = erozijsko-diskordantna granica (a — otkrivena, b — pokrivena), 11 = normalna geološka granica (a — otkrivena, b — pokrivena), 12 = vertikalni rasjed (a — otkriven, b — pokriven), 13 = spilja, 14 = pravac pretanja blokova.

Beilage 1. Geologische Karte der näheren Umgebung der Höhle Vindija. Legende: 1 = Bachaluvium, 2 = Löss (tonartig-sandiger Silt), 3 = Pliozän-Quartär (Gerölle, Sande und Tone), 4 = Pannon (Gerölle und Sande, seltener sandige Mergelsteine), 5 = Sarmat (Mergelsteine, Gerölle und Sande), 6 = Oberbadener (Kalk und Mergelstein, untergeordnet Konglomerate und Breccien), 7 = Otnang (überwiegend Sande, Tuffe und Tone), 8 = mittlere Trias (Dolomite und Kalksteine), 9 = unteres Trias (Sandsteine, Tonschiefer und Kalksteine), 10 = erosions-diskordante Grenze (a — aufgedeckt, b — bedeckt), 11 = normale geologische Grenze (a — aufgedeckt, b — bedeckt), 12 = vertikale Verwerfung (a — aufgedeckt, b — bedeckt), 13 = die Höhle, 14 = Bewegungsrichtung der Blöcke.



Beilage 2. Resultate sedimentologischer und chemischer Analysen der Ablagerungen der Höhle Vindija im Verhältnis zur chronostratigraphischen Gliederung. Legende: 1 = Profil der Ablagerungen am Höhleneingang, 2 = Tiefe in Metern, 3 = Bezeichnung der Sedimentkomplexe und Strata, 4 = Bezeichnung der Farbe der Bestandteile, 5 = Munsell, 6 = granulometrische Zusammensetzung, 7 = Form der durchsichtigen schweren Minerale, 8 = Zusammensetzung der durchsichtigen schweren Minerale, 9 = Anhalt von CaCO_3 , 10 = P_2O_5 , Fe_2O_3 , 11 = Resultate der radiometrischen Datierung, 12 = chronostratigraphische Gliederung.

Tabela 4. Rekonstrukcija klimatskih uvjeta na temelju sedimentoloških i kemijskih analiza naslaga u spilji Vindiji. Profil naslaga u sredini spiljske dvorane (Pir. II).

Tabelle 4. Rekonstruktion der klimatischen Zustände aufgrund sedimentologischer und chemischer Analysen der Ablagerungen in der Höhle Vindija. Profil der Ablagerungen in der Mitte des Höhlensaales (Pir. II).

Relativna kronologija Relative Chronologie	Oznaka stratuma Bezeichnung des Stratums	Klimatska obilježja Klimatische Kennzeichen	Humidnost Feuchtigkeit
Kasni glacial Spätglazial	D	Toplije Wärmer	Jako vlažno Sehr feucht
Würm 3	E	Hladno Kalt	Jako vlažno Sehr feucht
	F/s	Hladno Kalt	Vlažno Feucht
	F/d/d	Hladno Kalt	Suho Trocken
Würm 2/3	G ₁	Toplo Warm	Jako vlažno Sehr feucht
	G ₂	Umjereno Gemässigt	Jako vlažno Sehr feucht
Würm 2	G ₃	Hladno Kalt	Suho Trocken
	G ₄	Umjereno Gemässigt	Jako vlažno Sehr feucht
	G ₅	Toplije Wärmer	Jako vlažno Sehr feucht
	H/g	Hladnije Kälter	Suho do slabo vlažno Trocken bis etwas feucht

sedimentni kompleks L, naslaga J i H sa sada pribrojenim stratuma G₅—G₃, znatno su veće debljine od onih taloženih u toplim razdobljima gornjeg pleistocena. To je u uzročnoj povezanosti s intenzivnim mehaničkim trošenjem matične stijene uslijed smrzavanja vode u pukotinama, pa je u hladnim razdobljima redovito u spiljske sedimente nataložena golema količina krioklastičnog kršja i ona čini glavnu autohtonu komponentu u hladnodobnim naslagama spilje Vindije.

5. LITERATURA

- Brunnacker K., 1975: Die Sedimente der Crvena Stijena. U knjizi: Crvena Stijena, Zbornik radova, 171—203, Zajednica kult. ustanova, poseb. izd., 3/4, Nikšić.
- Gorjanović-Kramberger D., 1902: Geologijska prijedlogna karta Krajevine Hrvatske i Slavonije. Tumač geologijske karte Vinica (zona 20., col., XIV), Zagreb.

- Koch F., 1915: Über *Trionyx croaticus* nov. spec. aus dem Mittelmiozän von Voča in Croatien. Glasnik Hrv. priir. društva, 27, 203—211, Zagreb.
- Kossmat F., 1913: Die adriatische Umrandung in der alpinen Faltenregion. Mitt. Geol. Ges., 6, 61—165, Wien.
- Lais R., 1941: Über Höhlensedimente. Quartär, 3, 56—108, Berlin.
- Laville H., 1973: Climatologie et chronologie du Paléolithique en Perigord. Etude sédimentologique de dépôts en grottes et sous abris. Thèse doct. Univ. Bordeaux I, 720 str., Bordeaux.
- Leroi-Gourhan A., 1950: Les fouilles préhistoriques (Technique et méthodes). 88 str., éd. Picard, Paris.
- Malez M., 1951: Geološkim čekićem i kompasom po Ravnoj Gori. Naše planine, 3, 4—5, 118—130, Zagreb.
- Malez M., 1965: Pećina Veternica u Medvednici. I. Opći speleološki pregled. II. Stratigrafija kvartarnih taložina. Acta geol., 5, 175—237, Zagreb.
- Malez M., 1975: Die Höhle Vindija — eine neue Fundstelle fossiler Hominiden in Kroatien. Bull. sci. Cons. Acad. Yougosl., (A), 20, 5—6, 139—141, Zagreb.
- Malez M., 1978a: Fossile Menschen aus Nordwestkroatien und ihre quartär-geologische, paläontologische und paläolitische Grundlage. Coll. antrop., 2 (1978), 29—41, Zagreb.
- Malez M., 1978b: Populacije neandertalaca i neandertalcima sličnih ljudi u Hrvatskoj. Krapinski pračovjek i evolucija hominida. JAZU, 331—371, Zagreb.
- Malez M., 1978c: Novija istraživanja paleolitika u Hrvatskom zagorju. Izd. Hrv. arheol. društva 2, 9—69, Zagreb.
- Malez M., 1979: Fosilni čovjek na tlu jugoslavenskih zemalja. Praistorija jugosl. zemalja, I. Paleolitsko i mezolitsko doba, 83—102, Sarajevo.
- Malez M., 1980: Sites of Fossil Men in Yugoslavia. Coll. antrop., 4 (1980), Suppl., 13—29, Zagreb.
- Malez M., 1983: Razvoj kvartara, fosilnog čovjeka i njegovih materijalnih kultura na tlu sjeverne Hrvatske. Varaždinski zbornik 1181—1981, 129—144, Varaždin.
- Malez M. & Rukavina D., 1975: Krioturbacijske pojave u gornjopleistocenskim naslagama pećine Vindije kod Donje Voće u sjeverozapadnoj Hrvatskoj. Rad JAZU, 371, 245—265, Zagreb.
- Malez M. & Rukavina D., 1979: Položaj naslaga spilje Vindije u sustavu članjenja kvartara šireg područja Alpa. Rad JAZU, 383, 187—218, Zagreb.
- Malez M., Smith H. F., Radović J. & Rukavina D., 1980: Upper Pleistocene Hominids from Vindija, Croatia, Yugoslavia. Current Anthropology, 21, 3, 365—367, Chicago.
- Malez M. & Ullrich H., 1982: Neuere paläanthropologische Untersuchungen am Material aus der Höhle Vindija (Kroatien, Jugoslawien). Palaeont. jugosl., 29, 1—44, Zagreb.
- Miskovsky J.-C., 1974: Le Quaternaire du Midi Méditerranéen. Étud. quaternaires, Mém., 3, 331 str., Marseille.
- Osole F., 1961: Parska golobina, paleolitska postaja v Pivški kotlini. Razpr. Slov. akad. znan. umet., 6, 435—506, Ljubljana.
- Rukavina D., 1983: O stratigrafiji gornjeg pleistocena s osvrtom na topla razdoblja i njihov odraz u naslagama na području Jugoslavije. Rad JAZU, 404, 199—221, Zagreb.
- Schmid E., 1958: Höhlenforschung und Sedimentanalyse. Schriften des Inst. f. Ur- und Frühgeschichte der Schweiz, 13, 185 str., Basel.
- Schmid E., 1971: Cave Sediments and Prehistory. U knjizi: Brothwell D. & Higgs E. (edit.); Science in Archaeology, 151—166, sec. edit., Thames and Hudson.
- Šikić L., Šimunić An., Pikić M. & Šimunić Al., 1976: Gornji eocen na području Ravne gore (sjeverozapadna Hrvatska). Geol. vjesnik, 29, 191—197, Zagreb.
- Šimunić An., Šimunić Al. & Milanović M., 1979: Geološka grada Ivansčice i Ravne gore. Geol. vjesnik, 31, 157—174, Zagreb.

- Šimunić An., & Hećimović I., 1979: Tektonski odnosi sjeverozapadne Hrvatske (Ivanščica, Kalnik i Ravna gora). Zbornik radova Znan. sav. za naftu JAZU, Sek. prim. geol., 4 god. znan. skup, 187—198, Zagreb.
- Šimunić Al. & Šimunić An., 1980: Petrografski sastav i geneza trijaskih naslaga Ivanščice, Kalnika i Ravne gore (Hrvatsko zagorje). Geol. vjesnik, 32, 245—253, Zagreb.
- Šimunić An., Pikić M., Hećimović I. & Šimunić Al., 1981: Osnovna geološka karta 1:100 000, Tumač za list Varaždin, 1—75, Savezni geol. zavod, Beograd.
- Ullrich H. & Malez M., 1983: Neandertalerreste aus Vindija (Kroatien, SFRJ). Zeitschrift f. Archäologie, 17, 85—104, Berlin.
- Vértes L., 1959: Untersuchungen an Höhlensedimenten. Methode und Ergebnisse. Régészeti Füzetek, ser. II, 7, 176 str. Budapest.
- Wolpoff H. M., 1980: Paleoanthropology. 379 str., Publ. A. A. Knopf, New York.
- Wolpoff H. M., Smith H. F., Malez M., Radović J. & Rukavina D., 1981: Upper Pleistocene human remains from Vindija cave, Yugoslavia. Amer. Jour. Phys. Anthrop., 54, 499—545, Philadelphia.

MIRKO MALEZ, ANTUN ŠIMUNIĆ &
ALKA ŠIMUNIĆ

GEOLOGISCHE, SEDIMENTOLOGISCHE UND PALÄOKLIMATISCHE VERHÄLTNISSE DER HÖHLE VINDIJA UND DER NÄHEREN UMGEBUNG

Die Höhle Vindija bei Donja Voča in NW-Kroatien ist eine der bedeutensten quartärgeologischen und paläontologischen Lokalitäten im Südosten der Alpen. Mit der systematischen Abtragung der Quartärablagerungen und den Untersuchungen des fossilen Materials wurde 1974 begonnen. Die Arbeiten dauern noch heute an.

Schon im ersten Jahr wurden im Zuge der systematische Grabungen in den Oberpleistozänen Schichten Skelettreste des Neandertalers sowie paläolithische Werkzeuge und Herdstellen entdeckt. Weiters fanden sich auch Knochen und Zähne zahlreicher Arten von Jagdtieren. Durch diese Entdeckungen wurde die Höhle Vindija als paläoanthropologische Fundstelle berühmt. In den folgenden Jahren wurden die Ausgrabungen nicht nur in der Höhle selbst, sondern auch im Bereich der Vorhöhle fortgesetzt. Die Resultate waren ausserordentlich. Bis Ende 1981 wurden mehr als 100 menschliche Skelettreste freigelegt. Die Funde wurden morphometrisch untersucht und mehrmals publiziert.

Parallel zu den paläoanthropologischen Untersuchungen wurde auch die geochronologische Bestimmung des Ablagerungen durchgeführt. Bis jetzt basierte die stratigraphische Gliederung der Ablagerungen allein auf makroskopischer Identifizierung der Sedimente unter Inbetrachtung der Zusammensetzung der Fauna in den jeweiligen Straten und der Entwicklungsstufe der Werkzeuge bestimmter materieller Kulturen. An 3 Proben wurde die Altersbestimmung mit Hilfe der C^{14} Methode vorgenommen.

Im Jahr 1981 gelang es bis zu den tiefsten Sedimenten der Höhle Vindija vorzudringen. Dadurch wurde eine totale Übersicht über die Entwicklung der Ablagerungen möglich. Bei dieser Gelegenheit wurden auch Sedimentproben aus den Profilen entnommen, die sedimentologisch, petrographisch und chemisch analysiert wurden.

Zur Erklärung der Entstehung und Sedimentation der klastischen Quartärablagerungen in der Höhle Vindija ist die Kenntnis der verschiedene Gesteine aus älteren geologischen Formationen in

der weiteren Umgebung der Höhle notwendig, da durch deren Verwitterung in der Hauptsache mineraler Detritus entstand, der dann in der Folge in die Ablagerungen der Höhle gelangte. Aus diesem Grund wurde eine genau geologische Karte erstellt und die stratigraphischen und strukturellen Verhältnisse der näheren Umgebung der Höhle Vindija erforscht. Die vorliegenden Resultate werden an dieser Stelle veröffentlicht.

Die Höhle Vindija befindet sich im östlicher Teil des Bergmassives Ravna Gora, das zahlreichen Autoren zufolge, neben Ivančica und Kalnik, zu den östlichen Ausläufern der Alpen gehört. Die nähere Umgebung der Höhle besteht aus Gesteinen der unteren und mittleren Trias, des mittleren und oberen Miozäns, der oberen Pliozäns, des unteren und oberen Pleistozäns und des Holozäns (siehe geologische Karte, Beilage 1).

Die Entstehung der Höhle erfolgte im Verlaufe neotektonischer Bewegungen im mittleren Pliozän. Damals kam es infolge von Faltungen und Verwerfungen in der oberen Baden-Stufe zur Bildung einer Höhle, die später durch Erosions- und Denudationsprozesse erweitert wurde. Zur Öffnung der Höhle kam es wahrscheinlich im oberen Pliozän oder unterem Pleistozän. Der Eingang entstand durch den Einschnitt eines Baches, verursacht durch die horstartige Erhöhung der Ravna Gora.

In der so entstandenen unterirdischen Höhle kam es sodann zur Ablagerung verschiedener Sedimente, die durch Zerfall des ursprüngliche Gesteins (lithothamnischer Kalk) und Verwitterung des älteren Gesteins in der näheren Umgebung der Höhle entstanden sind. Die Mächtigkeit der Sedimentfüllungen in der Höhle beträgt über 15 m. Die älteste Ablagerung bildete sich am Ende des Mindel-Glazials. Die Sedimentation setzte sich bis zum Holozän kontinuierlich fort. Aus 2 Profilen wurden Sedimentproben für sedimentologische Untersuchungen entnommen. Es wurden granulometrische und chemische Analysen durchgeführt, die mineralogische Zusammensetzung bestimmt und die Form der Partikel untersucht. Ausserdem wurde der Versuch einer Rekonstruktion über die Herkunft der Höhlensedimente unternommen (siehe Tab. 1, 2; Beilage 2).

Die Resultate der Höhlensedimentuntersuchungen dienen in erster Linie der Rekonstruktion des Klimas der geologische Vergangenheit. Aus diesem Grund werden bei der Erforschung paläolithischer Fundstellen in Höhlen die Ablagerungen besonders genau untersucht und im Verlauf der Sedimentation entstandenen Veränderungen in der Zusammensetzung wird grosses Augenmerk gelegt.

Bei der Entstehung der Höhlensedimente ist das Verhältnis zwischen den autochthonen und allochthonen Komponenten zum Teil von rein lokalen Bedingungen, in der Hauptsache aber von den klimatischen Veränderungen während des Quartärs abhängig. Es ist allgemein bekannt, dass die chemische Verwitterung des Ge-

steins in den kalten Klima-Phasen des Pleistozäns von geringerer Intensität war, bzw. dass, während des Interglazials oder Interstadials durch das wärmere Klima und die Einwirkung ergiebiger Niederschläge die chemische Verwitterung verstärkt wurde, was die Entwicklung verschiedener Arten von tonartigen Sedimenten zur Folge hatte. Das markanteste Höhlensediment ist jedenfalls der sogenannte krioklastische Schutt. Er entsteht durch Zerfall der Ursprungsgesteins, der durch Gefrieren von Wasser in den Spalten hervorgerufen wird. Dieser Schutt ist in unterirdischen Hohlräumen autochton und findet sich in der Höhle Vindija in den Straten L_6 , L_3 , L_1 , J, H, G_3 und E, die während der Eiszeiten entstanden sind (s. Beilage 2). Die Diagenese wirkt im unterirdischen Raum nur auf das oberste Stratum während die tieferen Ablagerungen ihrem Einfluss nur schwach oder gar nicht ausgesetzt sind. An der Erdoberfläche z. B. wurde in den einzelnen Klimaphasen des Eiszeit Löss abgelagert, der im Verlauf der folgenden Zwischeneiszeit durch Diagenese zu verschiedenartigen Böden umgebildet wurde. Ganz anders liegen die Verhältnisse bei der Sedimentation von Löss in unterirdischen Räumen. Hier hat er seine ursprüngliche Form und Zusammensetzung bewahrt, so z. B. in Stratum D des Höhle Vindija.

Neben der genauen Untersuchungen der Höhlensedimenten sind zur Rekonstruktion des klimatische Verhältnisse im Quartär auch die orographische Lage der Fundstelle und deren Entfernung von der kontinentalen Eisdecke von besonderer Bedeutung. Die Höhle Vindija liegt etwa 100 km südöstlich der Karawanken, die im oberen Pleistozän mit Eis bedeckt waren, auf 275 m absolute Höhe im Ostteil der Ravna Gora. Das heisst, sie befindet sich im äussersten Südwesten des Pannonische Tiefebene. Eine Übersicht über absoluten Höhenquoten der bedeutendsten paläontologischen und paläolithischen Fundstellen in Kroatien (Abb. 4) zeigt, dass sämtliche Fundorte mit Resten von Skeletten fossile Menschen (Krapina, Vindija, Velika pećina, Veternica, Romualdo und Vergotinova pećina, Sandalja II, Obere Cerovačka pećina) zum Zeitpunkt der maximalen Abkühlung (der tiefsten Temperaturen) während des Interstadials Würm 3 unterhalb des Schneegrenze lagen. Jene Höhlen aber, die sich in des Gletscherregion oder auch in der Nähe des kontinentalen Eisdecke befanden, wurden, den Angaben von E. Schmid (1971: 163) weder von Menschen noch Tieren besucht. Demnach scheinen die Aussichten auf zukünftige Entdeckungen von fossilen Menschen in den Höhlen in Kroatien sehr gross zu sein.

Die schon erwähnte Schweizer Prähistorikerin und Quartärgeologin E. Schmid (1971) betont, dass sich in Bezug auf die Ablagerungen in den Höhlen folgende Glazial-Komponenten am meisten auswirken: Schwankungen der Schneegrenze bzw. des ewigen Eises und der Hydrographie, Verschiebungen des Waldgrenze, Veränderungen des Pflanzendecke, weiters Ab- und Zunahme der

Eishauben, Vordringen des ständig vereisten Bodens (Permafrost) und Oszillation des Meeresspiegels, was zur positiven und negativen Verschiebung der Küstenlinie führt. Aufgrund der bisherigen Forschungsergebnisse über die sedimentologische Verhältnisse, die Ablösung von warm- und kaltzeitlichen Faunen, die Nachfolge und Entwicklung paläolithischen materiellen Kulturen und über die oro- und geographische Lage der bedeutendsten Fundstellen des fossilen Menschen in NW-Kroatien (Krapina, Vindija, Veternica und Velika pećina) konnten die Veränderungen der grundlegenden Biothope auf diesem Gebiet vom Interstadial Riss/Würm bis zum Holozän rekonstruiert werden (Abb. 5). Aus dieser Darstellung wird ersichtlich, dass die 4 erwähnten paläolithischen Fundorte durch alle Klima-Phasen des Oberen Pleistozäns, des späten Glazials, des Atlantikums und des Holozäns hindurch in bewaldeten Gebieten lagen. Nur Velika pećina befand sich zur Zeit der maximalen Abkühlung im Stadial Würm 3 in einer Wiesen- und Krummholzreichen Gegend. Während des Würm 3-Glazials lag die Höhle Vindija an der oberen Waldgrenze in unmittelbarer Nähe der periglazialen Zone. Dadurch wirkte sich die Verschlechterung der klimatischen Verhältnisse zu jener Zeit direkt auf die Entstehung von krioklastischen Schutt und von krioturbierten Formen in den Höhlensedimenten aus (M. Malez & D. Rukavina, 1975).

Aufgrund der sedimentologischen und chemischen Untersuchungen der pleistozänen Stratigraphie an Hand von 2 Profilen — beim Eingang in die Höhle Vindija und im Mittelteil der Höhle — konnte eine Rekonstruktion der Veränderungen der klimatischen Bedingungen für den Zeitraum vom Glazial Riss bis zum späten Glazial vorgenommen werden (Tab. 3 und 3). Die an den beiden Profilen gewonnenen Resultate stimmen ganz gut überein, auch in Bezug auf die Temperaturwerte. Größere Unterschiede treten lediglich im Feuchtigkeitsgrad auf, was sich aber durch die höhere Feuchtigkeit im Höhleninneren erklärt.

Im Hinblick auf die früheren Deutungen zur chronostratigraphischen Lage des Quartärablagerungen in der Höhle Vindija (M. Malez & D. Rukavina, 1979) mussten jetzt aufgrund des Resultats des sedimentologischen und chemischen Analysen bestimmte Abänderungen und Ergänzungen (siehe Beilage 2) vorgenommen werden. 1983 wurden bei den Grabungen die tiefstliegenden Ablagerungen entdeckt, die aufgrund der Reste einer ausgesprochen warmzeitlichen Fauna und der rötlichen Färbung dem Interglazial Mindel/Riss zugeordnet werden konnten. Dieser Sedimentkomplex (M_2 und M_1) liegt auf einem gelblichen, grobsandigen Ton mit sehr vielen Steinen. Er scheint daher aufgrund seiner Superposition das Endprodukt aus dem Glazial Mindel darzustellen. Der höhere Sedimentkomplex L mit einer Mächtigkeit von mehr als 4 Metern wurde aufgrund seiner sedimentologischen Merkmale und der auftretenden faunistischen Elemente drei Stadien und zwei Interstadialen zugeordnet. Es ist auch erwähnens-

wert, dass es sich hier um die bis jetzt vollständigste Entwicklung von Ablagerungen aus der Zeit der Riss-Eiszeit auf unserem Gebiet handelt.

Zur einer wesentlichen Änderung der Chronostratigraphie der Ablagerungen kam es im Sedimentkomplex aus dem Würm-Glazial. Der Grenze des Stadials Würm 2 hat sich derartig nach oben verschoben, dass diesem Stadial ausser den Ablagerungen H, auch die Strata G_5 , G_4 und G_3 zugeordnet werden konnten. Dafür sprechen auch die Ergebnisse jener Altersbestimmung am Mandibula-Fragment eines Neandertalers aus der Mitte von Stratum G_3 , die mit Hilfe der Analyse von Aminosäuren (Isoleucin) durchgeführt wurde. Bei eine Höhlentemperatur von 11°C wurde ein Alter von 42.400 ± 4.300 Jahren errechnet. (Diese Zeitbestimmung wurde 1983 im Laboratorium des Instituts für Paläanthropologie und Radiometrie der Universität Frankfurt/Main anhand der Probe FRA—A—36, die 18 m von Eingang entfernt aus dem Stratum G_3 entnommen wurde, durchgeführt). Dieser Wert weist mit Sicherheit darauf hin, dass die Sedimente, aus denen die Funde des Neandertalers stammen, (Stratum G_3) im oberen Bereich des zweiten Würm-Stadials abgelagert wurden und auch, dass damals die Höhle Vindija intensiv von paläolithischen Jägern benutzt worden war.

Das Interstadial Würm 2/3 reduziert sich somit auf die Strata G_2 und G_1 . Bei diesen Schichten handelt es sich um typische Produkte korrosiver Verwitterung während eines wärmeren Klimaabschnittes, die von geringer Mächtigkeit sind und aus tonartigen Sedimenten mit sehr wenigen korrodierten Steinen bestehen. Jene Ablagerungen, die sich in der Höhle Vindija während der ausgesprochen kalten klimatischen Phasen der Glaziale und Stadiale sedimentiert haben, z. B. Sedimentkomplex L und die Ablagerungen J und H mit den in jüngster Zeit hinzugefügten Strata G_5 — G_3 , sind bedeutend mächtiger als die, die sich in den warmen Perioden des oberen Pleistozän sedimentiert haben. Diese Erscheinung steht mit der intensiven mechanischen Verwitterung des Urgesteins, die durch Frieren von Wasser in den Spalten hervorgerufen wird, in ursächlichem Zusammenhang, da auf diese Weise während der Kälteperioden grosse Mengen von Krioklastischen Schutt als Ablagerungen in die Höhle gelangten. Dieser bildet auch die autochthone Hauptkomponente in den kaltzeitlichen Ablagerungen der Höhle Vindija.

RAD Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti	Knj. 411	265—297	Zagreb 1984.
Razred za prirodne znanosti	Knj. 20	2 slike 4 table	

UDK 568.2:551.791(914.971.3)

Izvorni znanstveni rad
Original Scientific Paper

V E S N A M A L E Z*

ORNITOFAUNA STARIJEG HOLOCENA IZ VELIKE PEČINE NA RAVNOJ GORI (SZ HRVATSKA, JUGOSLAVIJA)

THE ORNITHOFAUNA OF THE LOWER HOLOCENE FROM
VELIKA PEČINA ON RAVNA GORA (NW-CROATIA, YUGOSLAVIA)

Primljeno na sjednici Razreda za prirodne znanosti
Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, dne 27. 06. 1984.

The Paleornithologic treatment of the fossil material from the Lower Holocene strata of Velika Pećina near Goranac on Ravna Gora gave taxonomically 22 families, represented by 54 species. On the basis of the bird's remains studies it could be deduced that in the wider surroundings of the cave existed various ecosystems: water medium, open meadows, wood medium and rocky areas. The significance of the determined avifauna for the reconstruction of paleoclimatic circumstances is also emphasized. An insight in a part of the prehistoric hunters' diet (food) was obtained including the important fowls such as — *Anser fabalis*, *Anser anser*, *Anas cf. crecca*, *Lagopus lagopus*, *Lagopus mutus*, *Lyrurus tetrax*, *Tetrao urogallus*, *Tetrastes bonasia*, *Perdix perdix*, *Phasianus colchicus*, *Fulica atra* and *Scolopax rusticola*.

1. UVOD

Već od konca prošlog stoljeća poznato je prehistorijsko nalazište Velika pećina kod Goranca na Ravnoj gori u sjeverozapadnom dijelu Hrvatske. U pećini su sistematska istraživanja kvartarnih naslaga započela tek nakon drugog svjetskog rata, a tokom dugodišnjih iskopavanja sabrani su iz višeslojnih kvartarnih naslaga mnogobrojni nalazi, i to osteološki i odontološki materijal, kamele i koštano oruđe, itd. (M. Malez, 1967).

* Zavod za paleontologiju i geologiju kvartara Istraživačkog centra Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, Ul. A. Kovačića 5, YU-41000 Zagreb.

Kvartarne naslage su u pećini debele oko 10 metara i na osnovi paleontoloških, sedimentoloških, paleolitskih i arheoloških nalaza izdvojeno je 16 stratuma, te se vidi kontinuiran razvojni slijed paleolitskih materijalnih kultura od musterijena do mezolitika, te od neolitika do povijesnog doba (M. Malez, 1978). Naslage su taložene od riško-virmskog interglacijala do konca holocena, a podzemni prostor spilje nastao je najvjerojatnije početkom riške glacijacije (Riss).

U gornjopleistocenskim naslagama Velike pećine sabrano je nekoliko desetaka tisuća kostiju i zuba raznih pleistocenskih životinja, i to ovi rodovi i vrste: *Marmota marmota*, *Canis lupus*, *Alopex* cf. *lagopus*, *Vulpes vulpes*, *Ursus arctos priscus*, *Ursus spelaeus*, *Martes* sp., *Gulo gulo*, *Crocota spelaea*, *Lynx lynx*, *Panthera spelaea*, *Leopardus pardus*, *Sus scrofa*, *Megaceros giganteus*, *Cervus elaphus*, *Alces alces*, *Rangifer* sp., *Bos primigenius*, *Bison priscus*, *Rupicapra rupicapra* i *Capra ibex*. Najbrojniji su fosilni ostaci vrste *Ursus spelaeus* — pećinskog medvjeda (više od 90%), važne lovne životinje paleolitika. U humusnom kompleksu naslaga nataloženih u starijem holocenu sabrana je fauna u kojoj su pretežno zastupljene životinje današnje šumske zajednice (jelen, srna, divlja svinja, divlja mačka, itd.). Ptičiji ostaci sabrani u naslagama *a*, *b* i *c* djelomično su bili istraženi i određeni (M. Malez, 1975, V. Malez-Bačić, 1975), dok je sada izvršena detaljnija determinacija na cjelokupnom avifaunskom materijalu. Tako su u skupljenom osteološkom materijalu iz Velike pećine determinirani ostaci 54 vrste ptica iz 22 porodice.

Za determinaciju ptičjih kostiju poslužio je prvenstveno komparativni materijal recentnih ptica, koji je pohranjen u Zavodu za paleontologiju i geologiju kvartara Istraživačkog centra JAZU. Taksonomija ptica upotrijebljena je prema sistematici današnjih ptica R. Petersona, G. Mountforta i P. A. D. Holloma (1970), te B. Bruuna, A. Singera i C. Königa (1974). Za ekološku i klimatološku pripadnost većine ptica, kao i za podatke o njihovoj geografskoj rasprostranjenosti upotrijebljeni su radovi R. Petersona et al. (1970) i veliki atlas K. H. Voousa (1960).

Izvršena mjerenja fosilnih i recentnih kostiju prikazana su tabelarno u tekstu, a upotrijebljene su oznake: 1 = duljina, 2 = širina proksimalnog zgloba, 4 = širina distalnog zgloba, 6 = širina tijela kosti (u sredini), dok su dimenzije dane u milimetrima.

2. TAKSONOMSKI PREGLED

ANATIDAE

Anser fabalis (Latham)

Materijal: 2 korakoida, 2 ulne (1 proksimalni i 1 distalni zglob), 2 metakarpusa (1 proksimalni i 1 distalni zglob), 1 femur, 3 tibiotarzusa (3 distalna zgloba) — naslaga *b*

Fosilni ostaci guske glogovnjače dobro su sačuvani, a uspoređeni s recentnim komparativnim materijalom podudaraju se u svim anatomsko-morfološkim karakteristikama. Izmjerene dimenzije fosilnih kostiju i recentnih primjeraka su ovi:

	1	2	4	6
Coracoid				
fosilni		16,83		9,76
fosilni				9,87
recentni	74,00	12,12	28,58	8,64
Ulna				
fosilna		14,70		8,36
recentna		16,06		8,30
Metacarpus				
fosilni			10,12	
recentni			11,36	
Femur				
fosilni	75,20	19,88	18,10	7,90
recentni	75,96	19,06	20,18	8,10
Tibiotarsus				
fosilni			16,16	
fosilni			16,44	
fosilni			17,17	
recentni			15,93	

Guska glogovnjača prvi put u Jugoslaviji je određena iz staro-holocenskih naslaga Velike pećine. Boravi na vodi i u njenoj blizini okolini u predjelu tundre, a služila je u prehrani prethistorijskih lovaca. Za vrijeme postglacijala njezin areal rasprostranjenosti dopirao je i do naših krajeva, dok danas guske glogovnjače dolijeću povremeno samo u hladnim zimskim mjesecima.

Anser anser (Linné)

Materijal: 1 femur (bez distalnog zgloba) — naslaga b

Fosilni femur divlje guske samo je djelomično sačuvan, ali se mogla izvršiti usporedba s recentnim komparativnim femurom, te izmjeriti širina proksimalnog zgloba, koja u fosilnog femura iznosi 19,36 mm, a u recentnog 19,48 mm. Fosilni ostaci divlje guske nađeni su u pleistocenskim naslagama još nekih spilja — Sandalji kod Pule u Hrvatskoj (V. Malez-Bačić, 1979) i Gornjoj bijambarskoj pećini u Bosni i Hercegovini (V. Malez, 1983). Služila je u prehrani prethistorijskih ljudi, a živjela je u predjelu tundre u vodenoj sredini. Današnji areal rasprostranjenosti vrste *Anser anser* u Evropi i Aziji prikazao je K. H. Voous (1960, karta 62).

Anas cf. crecca Linné

Materijal: 1 korakoid (ošt.), 1 ulna — naslaga c

Fosilni ostaci patke kržulje — djelomično oštećeni korakoid i cijela dobro sačuvana ulna — u svim se detaljima građe i proporcijama podudaraju s istom kosti u recentnom komparativnom materijalu, a dimenzije su nešto veće u fosilne ulne:

Ulna	1	2	4	6
fosilna	62,86	8,60	6,94	3,62
recentna	52,00	6,22	5,10	3,48

Patka kržulja boravi u vodenoj sredini umjerene klimatske zone. Imala je značajnu ulogu u prehrani prethistorijskih lovaca. U Jugoslaviji je do sada ta vrsta nađena u gornjopleistocenskim naslagama Šandalje kod Pule u Istri (V. Malez-Bačić, 1979) u Hrvatskoj, te u Gornjoj bijambarskoj pećini i Zelenoj pećini (V. Malez, 1983) u Bosni i Hercegovini.

ACCIPITRIDAE

Accipter nisus (Linné)

Fosilni ostaci kopca ptičara potječu iz naslage b, a potječu najmanje od dva individuumu (M. Malez, 1975). Kobac ptičar boravi u šumskim predjelima umjerene klimatske zone. U pleistocenskim naslagama mnogih lokaliteta Evrope, osobito Irske, Francuske, Njemačke, Poljske, Moravske, Austrije i Mađarske, vrlo su česti nalazi fosilnih ostataka kopca ptičara. I u pleistocenskim naslagama jugoslavenskih spilja nalazimo mnogobrojne fosilne ostatke, i to u Romualdovoj pećini u Lirskom kanalu i Šandalji kod Pule u Istri (V. Malez-Bačić, 1979).

PHASIANIDAE

Lagopus lagopus Linné

Močvarnoj snježnoj jarebici pripada najstariji ptičji ostatak u Velikoj pećini, a potječe iz naslage k, koja je bila nataložena u prvom viirmskom stadijalu (Würm I) (M. Malez, 1975). Za vrijeme pleistocena areal rasprostranjenosti te vrste bio je pomaknut daleko na jug Evrope (M. Malez, 1972), dok je današnje područje areala vrste *Lagopus lagopus* između 55° i 70° sjeverne širine, tj. područje tundre i tajge sjeverne Evrope i Azije, a rasprostranjena je cirkumpolarno. Močvarna snježna jarebica vrlo je značajan klimatski indikator, i to za borealnu klimatsku zonu, a boravi

na otvorenim područjima. Bila je čest plijen prethistorijskih lovaca. To dokazuju mnogobrojni fosilni ostaci iz gornjopleistocenskih spiljskih naslaga Francuske, Italije, Austrije, Mađarske i dr. U nas su do sada ostaci močvarne snježne jarebice ustanovljeni u pleistocenskim naslagama Romualdove pećine u Limskom kanalu, u Sandalji kod Pule, Veternici kod Zagreba, Vindiji kod Donje Voće i sada u Velikoj pećini u Hrvatskoj (M. Malez, 1975, V. Malez-Bačić, 1975, 1979), zatim u Gornjoj bijambarskoj pećini i Zelenoj pećini u Bosni i Hercegovini (V. Malez, 1983), te u Crvenoj stijeni kod Petrovića u Crnoj Gori (M. Malez i V. Malez-Bačić, 1974), što je ujedno i najjužniji lokalitet njezina areala u Evropi za vrijeme maksimalnog zahlađenja u virmu.

Lagopus mutus (Montin)

Materijal: 1 metakarpus, 1 skapula (ošt.) — naslaga c

Fosilni ostaci alpske snježne jarebice nađeni su u naslazi c, koja je nataložena u postglacijalu. Prisutnost te vrste u ovoj naslazi upućuje na to da je za vrijeme taloženja te naslage još vladala hladna klima. Fosilni metakarpus nešto je većih dimenzija od recentnog metakarpusa:

	1	2	4
Metacarpus			
fosilni	34,32	10,06	6,53
recentni	32,56	9,24	6,68

Alpska snježna jarebica boravi u stjenovitim predjelima visokoplaninske klimatske zone. U naslage je dospjela kao plijen prethistorijskih lovaca. Danas se ta vrsta u Jugoslaviji može naći samo u najvišim dijelovima slovenskih alpa, na granici vegetacije i vječnog leda. I prema K. H. Voousu (1960) ta vrsta naseljava osim alpskih predjela i krajeve najsjevernije Evrope. Ostaci alpske snježne jarebice do sada su u našim krajevima ustanovljeni u pleistocenskim naslagama Potočke zijalke, u Betalovu spodmolu, Hudim luknjama i Roškoj spilji u Sloveniji, zatim u Sandalji kod Pule, Vindiji kod Donje Voće, Veternici kod Zagreba, Druškoj peći na Učki i Bukovac-pećini kod Lokava u Hrvatskoj (V. Malez, 1973), Gornjoj bijambarskoj pećini i Zelenoj pećini u Bosni i Hercegovini (V. Malez, 1983), te Crvenoj stijeni kod Petrovića u Crnoj Gori (M. Malez i V. Malez-Bačić, 1974). Treba napomenuti da se areal alpske snježne jarebice za vrijeme gornjeg pleistocena dobro poklapa s arealom alpske faunske zajednice, u kojoj su glavni predstavnici alpski snježni zec, svizac, divokoza i kozorog (M. Malez, 1972).

Lyrurus tetrix (Linné)

Materijal: 1 metakarpus, 3 femura (1 bez proksimalnog zgloba, 1 bez distalnog zgloba, 1 distalni zglob), 2 tarzometatarzusa (1 bez proksimalnog zgloba, 1 tijelo) — naslaga *b*.

Fosilni ostaci malog tetrijeba uspoređeni s recentnim komparativnim materijalom podudaraju se u svim anatomsko-morfološkim karakteristikama, a izmjerene dimenzije su ove:

	1	2	4	6
Metacarpus				
fosilni	40,74	11,74	7,32	3,70
recentni	43,26	11,94	9,00	4,30
Femur				
fosilni		13,77		5,68
fosilni			13,50	6,14
fosilni			13,28	
recentni	77,86	14,40	13,06	6,08
Tarsometatarsus				
fosilni			10,77	5,20
fosilni				4,54
recentni	49,76	10,57	11,48	5,00

Mali tetrijeb bio je česta lovna ptica prethistorijskih lovaca. Ova vrsta naseljava šumske predjele visokoplaninske klimatske zone. Do sada je nađen u pleistocenskim spiljskim naslagama Sandalje kod Pule (V. Malez-Bačić, 1979), Veternici u Medvednici, pećini Kameniki kod Srednjeg Lipovca i Vindiji kod Donje Voće u Hrvatskoj (V. Malez-Bačić, 1975), te Zelenoj pećini kod Blagaja i Marinovoj pećini kod Rogošića u Bosni i Hercegovini (V. Malez, 1983).

Tetrao urogallus Linné

Materijal: 1 tarzometatarzus — naslaga *b*

Dobro sačuvani tarzometatarzus velikog tetrijeba potječe iz naslage *b*, a uspoređen s recentnim komparativnim tarzometatarzusom podudara se u svim detaljima anatomske građe. Izmjerene dimenzije fosilnog tarzometatarzusa pokazuju da je fosilni krupniji od recentnog primjerka.

	1	2	4	6
Tarsometatarsus				
fosilni	78,42	17,14	15,64	7,90
recentni	73,60	16,49	18,29	7,89

Veliki tetrijeb naseljava šumska područja umjerene klimatske zone i bio je često plijen prethistorijskih lovaca. Mnogobrojni fosilni ostaci velikog tetrijeba nađeni su u naslagama Sandalje kod

Pule, Vindije kod Donje Voće, Veternice u Medvednici i pećine Kamenike kod Srednjeg Lipovca u Hrvatskoj (V. Malez-Bačić, 1975, 1979), te u spilji Megari na planini Bjelašnici u Bosni i Hercegovini (V. Malez, 1983).

Tetrastes bonasia Brehm

Iz naslage *c* Velike pećine određeni su fosilni ostaci od najmanje jedne šumske lještarkice. Ova vrsta često je zbog ukusnog mesa bila lovački plijen prehistorijskih lovaca, a boravila je u šumskim predjelima umjerene klimatske zone. U nas su fosilni ostaci šumske lještarkice nađeni još u naslagama Sandalje kod Pule (V. Malez-Bačić, 1979) i u Krapini u Hrvatskoj (K. Lambrecht, 1915).

Perdix perdix (Linné)

Fosilni ostaci od najmanje dva individuuma potječu iz naslage *b*, a pripadaju poljskoj trčki (M. Malez, 1975). Poljska trčka bila je često lovački plijen prehistorijskih lovaca, a boravila je na otvorenim područjima umjerene klimatske zone. Ovu vrstu često nalazimo u spiljskim naslagama jugoslavenskih lokaliteta — u Hrvatskoj kod Pule (V. Malez-Bačić, 1979) i Romaldovoj pećini u Ljmskom kanalu u Istri, zatim u Bosni i Hercegovini — Gornjoj bijambarskoj pećini, Zelenoj pećini i Badnju (V. Malez, 1983) te u Crnoj Gori u Crvenoj stijeni (M. Malez i V. Malez-Bačić, 1974).

Phasianus colchicus Linné

Materijal: 1 humerus (bez proksimalnog zgloba), 1 korakoid, 1 ulna, 3 tarzometatarsusa (1 cijeli, 1 bez proksimalnog zgloba, 1 proksimalni zglob), 1 tibiotarzus (bez proksimalnog zgloba) — naslaga *b*

Na granici šuma i polja u području umjerene klime živi obični gnjetao, čest lovački plijen prehistorijskih lovaca. U naslazi *b* pronađeni su mnogobrojni fosilni ostaci te vrste. U svim se karakterističnim detaljima anatomske građe podudaraju s recentnim komparativnim materijalom, a izmjerene dimenzije su ove:

	1	2	4	6
Humerus fosilni recentni	76,30	19,68	13,92 15,30	6,40 7,60
Coracoid fosilni recentni	47,73 50,30	8,66 10,70	10,00 13,70	4,74 5,24
Ulna fosilna recentna	72,70 67,50	9,82 10,32	10,44 10,70	4,90 4,40

Tarsometatarsus				
fosilni	65,14	11,08	11,44	6,18
fosilni			11,70	5,64
fosilni		11,24		
recentni	76,0	12,42	12,66	5,74
Tibiotarsus				
fosilni			9,08	
recentni			10,78	

Fosilni ostaci običnog gnjetla nađeni su u gornjopleistocenskim naslagama Sandalje kod Pule i Veternice (V. Malez-Bačić, 1979) u Hrvatskoj, te u Zelenoj pećini kod Blagaja u Hercegovini (V. Malez, 1983).

RALLIDAE

Fulica atra Linné

Materijal: 1 humerus (tijelo), 1 ulna (tijelo) — naslaga c

Iako je fosilni materijal oštećen, ipak se sa sigurnošću moglo odrediti da humerus i ulna pripadaju crnoj liski. Crna liska je služila u prehrani prethistorijskih ljudi. Njezin životni biotop je vodena sredina umjerene klimatske zone. Za sada su fosilni ostaci crne liske determinirani iz naslaga Sandalje kod Pule u Istri (V. Malez-Bačić, 1979) i Zelene pećine kod Blagaja (V. Malez, 1983).

SCOLOPACIDAE

Scolopax rusticola Linné

Materijal: 1 korakoid (ošt.) — naslaga b
1 femur — naslaga c

Fosilni nalaz šumske šljuke u naslagama Velike pećine ukazuje na blizinu močvarnih šumskih staništa. Šumska šljuka je zbog dobrog i ukusnog mesa bila lovna ptica prethistorijskih lovaca. Uspoređeni i izmjereni fosilni i recentni femur šljuke podudaraju se u svim detaljima anatomske građe, kao i u dimenzijama.

	1	2	4
Femur			
fosilni	44,28	8,48	7,90
recentni	45,63	8,62	8,10

Fosilni nalazi šumske šljuke poznati su iz Sandalje kod Pule i Vindije kod Donje Voće u Hrvatskoj, te iz Zelene pećine kod Blagaja u Hercegovini. Prema K. Lambrechtu (1933, str. 765)

fosilni ostaci šljuka vrlo su česti u pleistocenskim naslagama evropskih spilja, i to u Engleskoj, Njemačkoj, Moravskoj, Monaku, Mađarskoj i drugdje.

LARIDAE

Larus minutus Pallas

Materijal: 1 korakoid (bez distalnog zgloba) — naslaga a/b

Fosilni korakoid malenog galeba nađen je u naslazi a/b Velike pećine. Mali galeb boravi u klimatskoj zoni tundre, u njenim vodenim ekosistemima. Prema K. H. V o o u s u (1960) ovaj najmanji galeb danas naseljava samo najsjevernije predjele srednje Evrope, te rijeke srednje i istočne Azije. Nalaz vrste *Larus minutus* u gornjopleistocenskim naslagama Šandalje kod Pule (V. Malez - Bačić, 1979) i sada u Velikoj pećini upućuje da je areal te vrste u gornjem pleistocenu i starijem holocenu bio znatno širi i da je maleni galeb naseljavao područje južne i jugoistočne Evrope.

STRIGIDAE

Bubo cf. bubo (Linné)

Materijal: 1 kljun (gornji dio kljuna oštećen) — naslaga b

Djelomično oštećen gornji dio kljuna pripada sovoljugi buljini. Ova vrsta živi u šumskim i stjenovitim predjelima, od tundre do umjerene klimatske zone, a gnijezdi se u spiljama ili njihovoj najbližoj okolini. Fosilni ostaci sovoljuge buljine nađeni su do sada u Šandalji kod Pule i u Vindiji kod Donje Voče u Hrvatskoj.

Nyctea sp.

Fosilni nalaz snježne sove potječe iz naslage c i pripada jednom primjerku (M. Malez, 1975). Snježna sova obitava u najsjevernijim dijelovima Evrope, na Islandu, Šetlandskim otocima, sjeveru Norveške, Finske i SSSR-a, a doskita se ponekad i do Italije, Francuske i Jugoslavije.

Strix aluco Linné

Materijal: 1 ulna (bez proksimalnog zgloba) — naslaga b
1 tibiotarsus (bez distalnog zgloba) — naslaga c

Fosilni nalazi šumske sove u naslagama Velike pećine samo su djelomično sačuvani, ali uspoređeni s komparativnim recentnim materijalom podudaraju se u svim detaljima anatomske građe. Izmjerene dimenzije fosilne i recentne ulne i tibiotarzusa su ove:

	2	4
Ulna		
fossilna		7,34
recentna		7,85
Tibiotarsus		
fossilni	9,56	
recentni	9,34	

Šumska sova gnijezdi se u spiljama ili njihovoj najbližoj okolini, tako da vrlo često poslije uginuća njeni ostaci dospijevaju u spiljske naslage. U gornjopleistocenskim naslagama Sandalje kod Pule (V. Malez-Bačić, 1979) u Hrvatskoj te u Gornjoj brijambarskoj pećini i Zelenoj pećini (V. Malez, 1983) u Bosni i Hercegovini također su nađeni fosilni ostaci šumske sove.

Asio otus (Linné)

Materijal: 1 humerus (bez proksimalnog zgloba) — naslaga b

Na prisutnost šumske ušare u naslazi b Velike pećine upućuje distalni okrajak humerusa, koji je uspoređen s istom kosti recentne vrste i podudaraju se u svim detaljima anatomske građe. Izmjerena širina distalnog zgloba fosilnog humerusa iznosi 14,34 mm, dok je u recentnog humerusa nešto manja — 12,26 mm. Šumska ušara gnijezdi se u spiljama u šumskim predjelima umjerene klimatske zone. Fosilni ostaci šumske ušare nađeni su u pleistocenskim naslagama Sandalje kod Pule u Istri i Gornjoj brijambarskoj pećini kod Olova.

PICIDAE

Picus canus Gmelin

Materijal: 1 tarzometatarzus (distalni zglob) — naslaga a/b

1 tarzometatarzus, 1 tibiotarsus (bez proksimalnog zgloba), 1 furkula — naslaga b

1 metakarpus (ošt.) — naslaga c

Mnogobrojni fosilni ostaci sive žune iz naslagâ Velike pećine, iako djelomični, u potpunosti se podudaraju u svim karakterističnim detaljima anatomske građe s komparativnim recentnim materijalom. Izmjerena je duljina cijelog fosilnog tarzometatarzusa iz naslage b, koja iznosi 26,58 mm, dok je duljina recentnog tarzometatarzusa znatno veća — 27,74 mm. U Hrvatskoj su iz pleistocenskih naslaga Sandalje kod Pule (V. Malez-Bačić, 1979) i Velike peći na Lipi (V. Malez-Bačić, 1975) određeni fosilni nalazi sive žune.

Dendrocopos major (Linné)

Materijal: 2 humerusa, 1 ulna — naslaga c

Fosilni ostaci velikog djetla sastoje se od dva humerusa u cijelosti dobro sačuvana i jedne ulne. Uspoređeni fosilni materijal podudara se s recentnim komparativnim kostima velikog djetla u svim detaljima karakteristične anatomske građe. Fosilne kosti su nešto većih dimenzija od recentnog komparativnog materijala i najvjerojatnije pripadaju krupnijem primjerku velikog djetla.

	1	2	4	6
Humerus				
fosilni	35,92	11,52	8,37	3,63
fosilni	35,68	11,53	8,45	3,37
recentni	32,26	10,04	7,21	2,74
Ulna				
fosilna	41,70	6,32	3,92	2,63
recentna	39,82	5,48	3,70	2,32

Veliki djetao je ptica šumskih područja umjerene klimatske zone, a u naslagu spilje najvjerojatnije je dospio kao plijen ptica grabljivica. Fosilni nalazi velikog djetla poznati su iz naslaga Zelene pećine kod Blagaja u Hercegovini (V. Malez, 1983).

Dendrocopos medius (Linné)

Materijal: 1 femur, 1 tarzometatarsus (bez proksimalnog zgloba) — naslaga a/b
4 humerusa (1 cijeli, 3 oštećena), 1 ulna, 1 metakarpus, 1 tibiotarsus — naslaga b

Dobro sačuvani nalazi srednjeg djetla uspoređeni s recentnim komparativnim kostima iste vrste podudaraju se u svim detaljima anatomske građe. Izmjerene su fosilne i recentne kosti, a dobivene vrijednosti su ove:

	1	2	4	6
Humerus				
fosilni	30,34	9,20	6,56	2,67
recentni	31,06	10,26	6,68	2,86
Ulna				
fosilna	35,84	4,94	3,34	2,14
recentna		5,38	3,52	2,40
Metacarpus				
fosilni	20,04			
recentni	18,24			
Femur				
fosilni	21,84	4,75	4,65	2,20
recentni	20,91	4,53	4,20	2,14
Tibiotarsus				
fosilni			3,66	1,78
recentni			3,60	2,00
Tarsometatarsus				
fosilni			3,52	1,86
recentni			4,00	2,06

Fosilni nalazi nešto su manjih dimenzija i vjerojatno pripadaju manjim primjercima srednjeg djetla. Ova vrsta boravi u šumskim predjelima umjerene klimatske zone. Često je plijen pticâ grabljivica i vjerojatno tako dospijeva u spiljske naslage. U pleistocenskim naslagama Šandalje kod Pule (V. Malez-Bačić, 1979) i Zelene pećine kod Blagaja (V. Malez, 1983) također nalazimo fosilne ostatke srednjeg djetla.

ALAUDIDAE

Galerida cristata (Linné)

Materijal: 2 ulne (1 cijela, 1 proksimalni zglob) — naslaga a/b
2 humerusa (1 cijeli, 1 bez proksimalnog zgloba), 2 ulne (1 bez proksimalnog i 1 bez distalnog zgloba) — naslaga b

Djelomično sačuvan fosilni materijal pripada kukmastoj ševi. Recentni i fosilni materijal podudaraju se u svim detaljima građe. Izmjerena širina proksimalnog zgloba fosilne ulne iznosi 4,22 mm, a kod komparativne recentne ulne 4,12 mm, širina distalnog zgloba fosilne ulne 3,42 mm, a recentne 3,46 mm. Kukmasta ševa živi na otvorenim prostorima od stepske do umjerene klimatske zone. Plijen je često pticâ grabljivica i najvjerojatnije tako dolazi u naslage spilja. U pleistocenskim naslagama Šandalje u Istri (V. Malez-Bačić, 1979), te u Gornjoj bijambarskoj pećini i Zelenoj pećini u Bosni i Hercegovini (V. Malez, 1983) nalazi kukmaste ševe su mnogobrojni.

Galerida sp.

Materijal: 1 humerus (malo oštećen) — naslaga c

Iako je humerus malo oštećen, sa sigurnošću se moglo odrediti da pripada ptici iz roda ševâ (M. Malez, 1975).

HIRUNDINIDAE

Hirundo rustica Linné

Materijal: 1 humerus, 1 korakoid — naslaga a/b
16 humerusa (8 cijelih, 8 proksimalnih i 8 distalnih zglobova) — naslaga c

Mnogobrojni dobro sačuvani fosilni nalazi humerusa pripadaju lastavici pokućarki. Humerusi lastavice vrlo su karakteristične anatomske građe, te vrlo prikladni za odredbu i determinaciju. Izmjerene duljine fosilnih humerusa iznose 14,64 mm, 15,66 mm i 16,28 mm, a duljina komparativnog recentnog humerusa iznosi 14,76 mm. Ova vrsta naseljava stjenovite predjele umjerene klimatske zone, a gnijezdi se u spiljama ili njihovoj bližjoj okolini.

Mnogobrojni fosilni ostaci lastavice pokućarke nađeni su u Šandalji kod Pule (V. Malez-Bačić, 1979) i Gornjoj bijambarskoj pećini kod Olova (V. Malez, 1983).

MOTACILLIDAE

Anthus trivialis (Linné)

Materijal: 1 korakoid, 3 ulne — naslaga c

Fosilne ulne i korakoid iz naslage c pripadaju trepetljiki strljekavici. Ova vrsta boravi u šumskim područjima umjerene klimatske zone, a njezini su ostaci dospjeli u spiljske naslage kao ostaci plijena ptica grabljivica. Izmjerene su duljine fosilnih ulni — 19,30 mm, 19,84 mm i 19,94 mm, dok je recentna ulna nešto veće duljine — 25,14 mm. Fosilni i recentni korakoidi jednako su dugi, i to 17,34 mm. U pleistocenskim naslagama Šandalje u Istri (V. Malez-Bačić, 1979) također su nađeni fosilni ostaci trepetljike strljekavice.

LANIIDAE

Lanius cf. excubitor Linné

Materijal: 1 femur (distalni zglob) — naslaga b

Iz naslage b Velike pećine iskopan je distalni zglob femura, koji je uspoređen s recentnim femurom velikog svračka, i fosilni mu je vrlo sličan. Izmjerene su i širine distalnog zgloba, koja za fosilni iznosi 4,0 mm, a za recentni 3,82 mm. Veliki svračak naseljava razne biotope umjerene klimatske zone, a u spiljske naslage vjerojatno je dospio kao plijen ptica grabljivica. U pleistocenskim naslagama Šandalje kod Pule nađeni su ostaci velikog svračka, dok je iz spiljskih naslaga Gornje bijambarske pećine i Zelene pećine (V. Malez, 1983) bilo moguće utvrditi samo rod ali ne i vrstu.

BOMBYCILLIDAE

Bombycilla garrulus (Linné)

Materijal: 1 ulna — naslaga a/b

1 ulna (oštećeni proksimalni zglob), 5 metakarpusa, 2 dijela krajevnice (dio pelvisa) — naslaga c

Fosilni ostaci kugare svilorepe nađeni su u naslagama a/b i c. Fosilne ulne i metakarpusi su uspoređeni s recentnim kostima iste vrste i u potpunosti se podudaraju u svim detaljima anatomske građe. Prikazane su izmjerene dimenzije jedne fosilne ulne i pet fosilnih metakarpusa:

	1	2	4	6
Ulna				
fossilna	28,18	4,00	3,58	1,86
recentna	29,52	4,53	3,44	2,08
Metacarpus				
fossilni	15,60			
fossilni	15,68			
fossilni	16,46			
fossilni	16,78			
fossilni	16,82			
recentni	17,46			

Fosilni ostaci kugare svilorepe ukazuju na boravak ovog tipičnog indikatora borealne klime u vrijeme gornjeg pleistocena i starijeg holocena na našem području. Danas tog značajnog predstavnika hladne klime samo ponekad za najhladnijih zima nalazimo u sjevernijim krajevima Jugoslavije. Prema K. H. Voousu (1960, karta 281) ova ptica danas naseljava područje tundre u najsjevernijoj Evropi i područje tajgi sjeverne Azije. Za vrijeme gornjeg pleistocena njezin je areal bio pomaknut na jug Evrope, kako to pokazuju otkriveni ostaci u spiljama južne Francuske (C. Mourer-Chauviré, 1975) i Monaka, te kod nas u Sandalji u Istri (V. Malez-Bačić, 1979) i Zelenoj pećini u Hercegovini (V. Malez, 1983).

TROGLODYTIDAE

Troglodytes troglodytes (Linné)

Fosilni ostaci od najmanje dva individua koji pripadaju striježu palčiću nađeni su u naslazi c Velike pećine (M. Malez, 1975). Strijež palčić naseljava šumska područja umjerene klimatske zone, a u naslagu spilje najvjerojatnije je dospio kao ostatak plijena ptica grabljivica. U Sandalji kod Pule (V. Malez-Bačić, 1979) nađeni su mnogobrojni fosilni ostaci te vrste u više spiljskih naslaga.

MUSCICAPIDAE

Saxicola rubetra (Linné)

Materijal: 1 humerus — naslaga a/b

Dobro sačuvan fosilni humerus uspoređen s recentnim humerusom smeđogrllog batića u potpunosti odgovara svim detaljima anatomske građe. Izmjerena je duljina humerusa, koja kod fosilnog iznosi 16,26 mm, a kod recentnog 16,18 mm. Smeđogrlji batić naseljava otvorena područja umjerene klimatske zone. Ova vrsta do sada nije bila utvrđena u spiljskim naslagama naših lokaliteta.

Erithacus rubecula (Linné)

Materijal: 3 humerusa, 1 ulna — naslaga c

Fosilni ostaci rusogrllog crvendača nađeni su u naslazi c Velike pećine. Izmjerene su duljine triju fosilnih humerusa, koje iznose 15,68 mm, 15,70 mm i 16,30 mm, a duljina recentnog humerusa je 16,76 mm, dok je duljina fosilne ulne 19,22 mm, a recentne 20,23 mm. Rusogrlri crvendač stanovnik je šuma umjerenog klimatskog pojasa. Do sada su fosilni nalazi te vrste poznati samo iz pleistocenskih naslaga Šandalje kod Pule u Istri (V. Malez - Bačić, 1979).

Turdus viscivorus Linné

Materijal: 1 ulna — naslaga a/b
1 humerus, 1 korakoid, 1 ulna (bez proksimalnog zgloba) 1 tarzometatarsus — naslaga b

Mnogobrojni dobro sačuvani fosilni ostaci pripadaju drozdu imelašu. Uspoređen je fosilni i recentni materijal i izmjerene neke kosti, a dobivene dimenzije su ove:

	1	2	4	6
Humerus				
fosilni	31,78	10,44	7,50	2,90
recentni	30,94	10,88	7,64	3,48
Ulna				
fosilna	39,08	5,26	4,90	2,56
recentna	39,20	5,75	4,94	2,72
Coracoid				
fosilni	29,20	5,10	7,24	2,04
recentni	28,28	5,02	7,40	1,84
Tarsometatarsus				
fosilni	34,54	5,10	4,10	2,16
recentni	33,94	5,18	4,06	2,10

Ova vrsta ima areal rasprostranjenosti od stepske do umjerene klimatske zone. Fosilni nalazi drozda imelaša poznati su iz pleistocenskih naslaga Šandalje u Istri i polupećine Hušnjakovo u Kraini.

Turdus pilaris Linné

Materijal: 2 humerusa, 1 femur — naslaga a
2 humerusa (2 proksimalna zgloba — 1 ošt.), 1 metakarpus (bez proksimalnog zgloba) — naslaga a/b
2 humerusa (2 bez distalnog zgloba), 3 ulne (2 cijele, 1 bez distalnog zgloba), 1 korakoid, 1 femur, 1 tibiotarsus — naslaga b

Mnogobrojni dobro sačuvani fosilni ostaci iz naslaga a, a/b, b, pripadaju drozdu bravenjaku. Usporedbom fosilnih ostataka s re-

centnim kostima drozda bravenjaka utvrđeno je da se podudaraju u svim detaljima anatomske građe, a mjerenja pokazuju da se slažu i u dimenzijama.

	1	2	4	6
Humerus				
fossilni	31,88	10,73	7,30	3,22
fossilni	31,26	10,70	7,24	3,07
fossilni		10,25		
recentni	31,88	10,38	7,20	3,20
Ulna				
fossilna	39,54	5,45	4,70	2,60
fossilna	39,00	5,38	4,60	2,60
recentna	38,58	5,00	4,30	2,44
Coracoid				
fossilni	27,08			
recentni	28,64			
Femur				
fossilni	29,20	5,54	5,00	2,30
fossilni	29,14	5,50	5,60	2,45
recentni				
Tibiotarsus	30,28	5,40	5,34	2,38
fossilni	50,80	4,82	4,30	2,26
recentni	51,66	4,55	4,30	2,22

Drozđ bravenjak naseljava otvorena područja tundre, i za vrijeme pleistocena njegov je areal rasprostranjenosti bio pomaknut na jug Evrope, te ga nalazimo u naslagama naših spilja — Sandalje u Istri (V. Malez-Bačić, 1979) i Gornjoj bijambarskoj pećini u Bosni (V. Malez, 1983).

Turdus torquatus Linné

Materijal: 1 ulna (proksimalni zglob) — naslaga c

U naslazi c Velike pećine nađen je proksimalni okrajak ulne vrlo karakteristične za rod *Turdus*. Usporedbom fosilnog okrajka s recentnim materijalom utvrdilo se da fosilna ulna pripada planinskom kosu. Izmjerena je i širina proksimalnog zgloba, koja za fosilnu ulnu iznosi 5,26 mm, a za recentnu ulnu 5,14 mm. To je prvi nalaz planinskog kosa u naslagama starijeg holocena u našim spiljama. Planinski kos naseljava planine, ali i močvare od Skandinavije, sjeverozapadne Engleske, Pirineja, Karpata, Kavkaza do Alpa i planina Balkana.

Turdus merula Linné

Materijal: 8 humerusa (5 cijelih, 3 oštećena), 1 korakoid (ošt. distalni zglob), 1 ulna, 1 metakarpus, 1 tibiotarsus (bez proksimalnog zgloba), 2 tarzometatarsuza, 2 kljuna (1 cijeli — gornji + donji, 1 mandibula), 1 sternum (ošt.) — naslaga b
1 ulna, 1 tibiotarsus (ošt.) — naslaga c

Mnogobrojni fosilni ostaci kosa u naslagama Velike pećine relativno su dosta dobro sačuvani. Neke fosilne nalaze bilo je moguće izmjeriti, i dobiveni rezultati su ovi:

	1	2	4	6
Humerus				
fosilni	30,53	9,30	6,78	2,91
fosilni	28,74	8,86	6,14	2,64
fosilni	28,73	8,20	6,56	2,72
fosilni	27,00	8,20	6,00	2,54
recentni	29,54	9,14	6,53	2,84
Ulna				
fosilna	37,90	5,06	4,00	2,22
recentna	34,60	5,02	3,92	2,32
Metacarpus				
fosilni	21,00			
recentni	20,30			
Tarsometatarsus				
fosilni	29,93	4,10	3,20	
fosilni	31,94	4,58	3,68	
recentni	32,90	4,44	3,10	

Šumska područja kao i miješani biotop umjerene klimatske zone životni je prostor crnoga kosa. U naslagama gornjeg pleistocena i starijeg holocena naših lokaliteta — Sandalje, Veternice, Horvatove pećine na Kruščici, pećine u Brini (V. Malez, 1973), Markove spilje na Hvaru (V. Malez-Bačić, 1980) u Hrvatskoj, te Gornje bijambarske pećine i Zelene pećine (V. Malez, 1983) u Bosni i Hercegovini nađeni su mnogobrojni fosilni nalazi te ptice.

PARIDAE

Parus cristatus Linné

Fosilni nalazi kukmaste sjenice nađeni su u naslazi *b* Velike pećine i pripadaju najmanje dvjema pticama (M. Malez, 1975). Kukmasta sjenica stanarica je uglavnom crnogoričnih šuma umjerene klimatske zone. Prvi put je nalazimo u naslazi iz starijeg holocena u nas.

Parus montanus Conrad

U naslagama *b* i *c* Velike pećine nađeni su fosilni ostaci planinske sive sjenice. Fosilni nalazi su od najmanje četiri ptice (M. Malez, 1975). Planinska siva sjenica stanovnik je šuma visokoplaninskog pojasa.

Parus major Linné

Materijal: 1 humerus, 1 korakoid, 1 ulna, 1 metakarpus, 1 femur, 2 tibio-tarzusa (1 cijeli, 1 distalni zglobo) — naslaga *c*

Dobro sačuvani fosilni nalazi velike sjenice nađeni su u naslazi *c*. Fosilni ostaci uspoređeni s recentnim materijalom poduda-

raju se u svim detaljima anatomske građe, a izmjerene duljine fosilnih i recentnih kostiju su ove:

Duljina	Humerus	Coracoid	Ulna	Femur	Tibiotarsus
fosilna	17,70	15,32	20,46	16,30	26,80
recentna	18,05	15,84	21,40	15,00	26,73

Velika sjenica naseljava šumska područja umjerene klimatske zone, a u spiljske naslage dospjela je kao plijen pticâ grabljivicâ. Fosilne ostatke velike sjenice nalazimo u spiljskim naslagama Sandalje u Istri i pećine u Brini u Hrvatskoj (V. Malez, 1973), te u Gornjoj bijambarskoj pećini u Bosni (V. Malez, 1983).

SITTIDAE

Sitta cf. europaea Wolf

Materijal: 1 humerus, 1 ulna — naslaga c

Fosilni nalazi humerusa i ulne iz naslage c uspoređeni su s recentnim komparativnim kostima običnog brgljeza i vrlo su slične građe. Izmjerena je i duljina humerusa, koja za fosilni iznosi 19,16 mm, a za recentni 20,28 mm. Obični brgljez stanovnik je šuna umjerene klimatske zone. U pleistocenskim naslagama Sandalje u Istri (V. Malez-Bačić, 1979) i u Gornjoj bijambarskoj pećini u Bosni (V. Malez, 1983) nalazimo također fosilne ostatke običnog brgljeza.

EMBERIZIDAE

Emberiza citrinella Linné

Materijal: 1 humerus (proksimalni zglobo) — naslaga a/b
2 humerusa (malo ošt.), 2 tibiotarzusa — naslaga c

Iz spiljskih naslagâ Velike pećine iskopani su fosilni ostaci strnadice žutovoljke. Iako su fosilni humerusi malo oštećeni, uspoređeni s recentnim humerusima iste vrste u potpunosti odgovaraju u svim detaljima anatomske građe, a izmjerene vrijednosti su ove:

	1	2	4	6
Humerus				
fosilni	19,60	6,50	4,72	2,0
fosilni	19,90	6,28	4,74	2,7
recentni	20,96	6,46	4,72	2,08
Tibiotarsus				
fosilni	29,40	3,00	2,50	1,20
fosilni	29,20	2,82	2,58	1,18
recentni	29,65	2,58	2,44	1,32

Strnadica žutovoljka stanovnik je otvorenih područja umjerene klimatske zone. Fosilne ostatke te vrste nalazimo u pleistocenskim naslagama Šandalje kod Pule (V. Malez-Bačić, 1979).

Emberiza cf. calandra Linné

Iz naslage *b* Velike pećine iskopani su ostaci koji su uspoređeni s recentnim kostima velike strnadice i vrlo su slični u anatomske građi. Fosilni ostaci pripadaju najmanje jednom primjerku (M. Malez, 1975). Velika strnadica naseljava otvorena područja umjerene klimatske zone.

Emberiza cirrus Linné

Materijal: 1 humerus (bez proksimalnog zgloba), 1 korakoid, 1 sternum (ošt.) — naslaga *a/b*
1 tibiotarsus (malo ošt.) — naslaga *b*
1 humerus, 1 ulna — naslaga *c*

Fosilni nalazi strnadice brkašice su brojni i iskopani su iz naslaga *a/b*, *b* i *c*. Uspoređeni fosilni ostaci podudaraju se s recentnim materijalom u svim detaljima anatomske građe. Izmjerene su i neke dimenzije, iz kojih se vidi da su fosilni primjerci nešto manjih dimenzija.

	1	2	4	6
Humerus				
fosilni	18,90	5,94	4,60	2,0
recentni	19,90	5,60	4,65	1,88
Ulna				
fosilna	19,88	3,32	2,72	1,60
recentna	22,98	3,46	2,58	1,54

Strnadica brkašica stanovnik je otvorenih područja mediteranske klimatske zone.

FRINGILLIDAE

Fringilla coelebs Linné

U naslazi *c* Velike pećine nađeni su fosilni ostaci od najmanje četiri primjerka zebe bitkavice (M. Malez, 1975). Areal rasprostranjenosti zebe bitkavice proteže se od stepe do umjerene klimatske zone, a najčešće je stanovnik šumskih područja. Fosilni ostaci zebe bitkavice pronađeni su u naslagama donjeg pleistocena u Tatinjoj drazu kod Karlobaga (V. Malez, 1973), te u naslagama gornjeg pleistocena u Šandalji kod Pule (V. Malez-Bačić, 1979).

Carduelis chloris (Linné)

Materijal: 1 humerus — naslaga a/b

Fosilni humerus iz naslage a/b Velike pećine pripada zelenduru. Uspoređeni fosilni humerus podudara se s istom recentnom kosti u svim detaljima anatomske građe. Izmjerene su dimenzije fosilnog i recentnog humerusa, te se vidi da je recentni samo neznatno veći.

	1	2	4	6
Humerus				
fosilni	19,74	6,44	5,18	2,00
recentni	20,00	6,70	5,10	2,04

Zelendur naseljava šumska područja u umjerenom klimatskom pojasu. Do sada su fosilni ostaci zelendura nađeni u pleistocenskim naslagama Šandalje u Istri (V. Malez-Bačić, 1979), i u Zelenoj pećini kod Blagaja (V. Malez, 1983).

Carduelis cf. carduelis (Linné)

Materijal: 1 femur — naslaga c

U naslazi c nađen je femur koji je uspoređen s recentnim komparativnim femurom češljugara ili grdelina i vrlo mu je sličan u građi. Češljugar je stanovnik miješanih šuma, vrtova i otvorenih zemljišta s grmljem.

Coccothraustes coccothraustes (Linné)

Materijal: 1 kljun (gornji) — naslaga b
1 kljun (gornji) — naslaga c

Fosilni ostaci batokljuna trešnjara sastoje se od dva gornja kljuna iz naslaga b i c. Batokljun trešnjar živi u šumskim predjelima umjerene klimatske zone. Fosilne nalaze batokljuna nalazimo u gornjopleistocenskim naslagama Šandalje, zapadne pećine u Brini, Velike peći na Lipi u Hrvatskoj (V. Malez, 1973) i u Zelenoj pećini u Hercegovini (V. Malez, 1983).

Pyrrhula pyrrhula Brehm

Materijal: 1 korakoid — naslaga c

Dobro sačuvan fosilni korakoid pripada čućurinu zimovki. Usporedba s recentnim korakoidom iste vrste pokazuje da se podudara u svim detaljima anatomske građe. Duljina fosilnog korako-

ida iznosi 17,20 mm, dok je duljina recentne kosti 17,72 mm. Areal rasprostranjenosti čučurina zimovke proteže se od područja tundre pa do umjerene klimatske zone. Ptica živi u šumskim područjima. Fosilne ostatke te vrste nalazimo u donjem pleistocenu u koštanim brečama Tatinje drage kod Karlobaga (V. Malez, 1973), dok u naslagama gornjeg pleistocena tu pticu nalazimo u Šandalji kod Pule i u zapadnoj pećini u Brini.

PLOCEIDAE

Passer cf. montanus (Linné)

Materijal: 1 kljun (gornji i donji), 2 humerusa (1 cijeli, 1 ošt. distalni zglob) — naslaga *b*
1 humerus (ošt.), 1 korakoid, 1 ulna (bez distalnog zgloba) — naslaga *c*

Brojni fosilni ostaci iz naslagâ *b* i *c* uspoređeni su s recentnim komparativnim kostima poljskog vrapca i vrlo su slični. Izmjereni su fosilni humerusi i korakoid, a iz dobivenih rezultata vidi se da su fosilne kosti nešto većih dimenzija.

	1	2	4	6
Humerus				
fosilni	19,36	6,17	4,38	1,95
fosilni		6,54		2,04
fosilni	19,78			
recentni	17,30	5,36	3,88	1,75
Coracoid				
fosilni	17,70			
recentni	16,52			

Poljski vrabac je danas stanovnik rubova polja i šuma, vrtova i parkova umjerene klimatske zone.

STURNIDAE

Sturnus vulgaris Linné

Materijal: 1 humerus (distalni zglob), 1 ulna (bez distalnog zgloba) — naslaga *a/b*
1 humerus (bez proksimalnog zgloba), 1 metakarpus, 4 tibiotarzus (3 cijela, 1 bez proksimalnog zgloba), 1 tarzometatarzus (bez proksimalnog zgloba) — naslaga *b*

Mnogobrojni fosilni nalazi iz naslagâ Velike pećine pripadaju šarenom čvorku. Fosilni i recentni komparativni materijal podudara se u svim detaljima anatomske građe.

	1	2	4	6
Humerus				
fossilni			6,19	
fossilni			6,20	
recentni			5,92	
Metacarpus				
fossilni	22,70			
recentni	20,82			
Tibiotarsus				
fossilni	50,00	5,40	4,08	2,00
fossilni	50,16	5,00	4,08	2,12
fossilni	47,46	4,82	4,06	2,10
recentni	44,48	4,14	3,82	1,90

Areal rasprostranjenosti šarenog čvorka proteže se od stepske do umjerene klimatske zone. Ptica živi u miješanim staništima ili biotopima. Fosilne ostatke šarenog čvorka nalazimo već u donjem pleistocenu, i to u koštanoj breči Tatinje drage kod Karlobaga (V. Malez, 1973). U gornjopleistocenskim naslagama Šandalje u Istri i holocenskim naslagama Horvatove pećine na Kruščici u Lici u Hrvatskoj, te u Gornjoj bijambarskoj pećini u Bosni također su nađeni brojni fosilni nalazi šarenog čvorka.

CORVIDAE

Garrulus glandarius Linné

Materijal: 1 femur (bez distalnog zgloba) — naslaga a/b

3 humerusa (2 cijela, 1 bez distalnog zgloba), 3 korakoida (1 malo ošt.), 1 ulna, 4 metakarpusa (2 malo ošt.), 2 tarzometatarzusa (1 cijeli, 1 bez proksimalnog zgloba), 1 femur (ošt.), 1 furkula, 1 kljun (gornji i donji) — naslaga b

2 humerusa (1 proksimalni i 1 distalni zglob), 2 ulne (1 cijela, 1 distalni zglob), 2 metakarpusa (1 cijeli, 1 proksimalni zglob), 1 femur (proksimalni zglob), 1 tarzometatarzus (bez proksimalnog zgloba) — naslaga c

Mnogobrojni fosilni ostaci šojke kreaštalice dobro su sačuvani. Odnosi između proporcija fosilnih i recentnih kostiju su ovi:

	1	4	2	6
Humerus				
fossilni	40,83	13,34	9,80	3,82
fossilni	42,36	12,62	10,16	3,86
fossilni		12,00	9,66	
recentni	40,44	11,88	10,00	3,82
Coracoid				
fossilni	28,05	5,70		2,07
fossilni	29,96	5,88		2,00
recentni	28,00	5,67		2,12

Ulna				
fosilna	49,00	6,75	6,10	3,05
fosilna	50,52	6,72	5,70	3,16
recentna	48,54	7,10	6,10	3,00
Metacarpus				
fosilni	27,40	6,62		
fosilni	28,80	7,00		
fosilni	24,00	5,96		
fosilni	23,80	5,72		
recentni	26,74	7,16		
Femur				
fosilni		7,35		
recentni		7,22		
Tarsometatarsus				
fosilni	44,22	6,24	4,58	2,60
fosilni			4,34	
recentni	41,00	5,95	4,46	2,44

Areal rasprostranjenosti šojke kreštalice proteže se od tundre pa sve do umjerene klimatske zone. To je ptica šumskih područja. U spiljskim naslagama Hrvatske nađeni su brojni fosilni nalazi šojke kreštalice, i to u Sandalji kod Pule, Krapini, Vaternici u Medvednici i Veloj spilji na Korčuli, dok su u Bosni i Hercegovini fosilni ostaci iz Gornje bijambarske pećine kod Olova i Zelene pećine kod Blagaja.

Pica pica Brehm

Materijal: 1 femur (distalni zglob) — naslaga *b*
1 ulna (proksimalni zglob) — naslaga *c*

Fosilni nalazi dugorepe svrake sastoje se od proksimalnog zgloba ulne i distalnog zgloba femura. Usporedbom fosilnih ostataka s istim kostima recentnog komparativnog materijala vidi se da se podudaraju u svim detaljima građe. Izmjerene su širine proksimalnog i distalnog zgloba fosilnih i recentnih kostiju, koje iznose: za fosilnu ulna i femur 6,90 mm i 7,74 mm, a za recentni materijal — 6,72 mm i 7,22 mm. Dugorepa svraka živi od otvorenih područja do miješanih biotopa, a u klimatskoj zoni od tundre do umjerene klime. Fosilni nalazi dugorepe svrake nađeni su u donjem pleistocenu koštane breče Tatinje drage kod Karlobaga, te u naslagama gornjeg pleistocena Sandalje kod Pule i Vele spilje na Osorčici u Hrvatskoj (V. Malez, 1973), te u Gornjoj bijambarskoj pećini i Zelenoj pećini u Bosni i Hercegovini (V. Malez, 1983).

Pyrrhocorax cf. pyrrhocorax (Linné)

Fosilni nalazi iz naslage *c* Velike pećine, koji pripadaju najmanje dvjema pticama, vrlo su slični kostima alpske čavke (M. Malez, 1975). Alpska čavka naseljava stjenovita područja visoko-

planinske klimatske zone i indikator je za hladnu klimu. Danas alpsku čavku nalazimo samo u najvišim planinama (npr. Alpama), dok je u gornjem pleistocenu i starijem holocenu naseljavala sva brdovita područja jugoistočne Evrope. Fosilne nalaze alpske čavke iz pleistocenskih naslaga nalazimo u ovim našim spiljama: Sandalji kod Pule i Vindiji kod Donje Voće u Hrvatskoj, te u Zelenoj pećini i Badnju kod Stoca u Bosni i Hercegovini.

Coloeus monedula (Vieill.)

Materijal: 1 humerus (malo ošt.) — naslaga c

Fosilni humerus iz naslage c uspoređen je s recentnim humerusom zlogodne čavke. Oni se podudaraju u svim detaljima anatomske građe. Izmjerena duljina fosilnog humerusa je 43,76 mm i nešto je manja od duljine recentnog humerusa — 48,75 mm. Zlogodna čavka stanovnik je stjenovitih predjela od stepske do umjerene klimatske zone. U spiljskim naslagama nalazimo je od donjeg do gornjeg pleistocena. U donjopleistocenskim koštanim brečama iz Podumaca kod Unešića nalazimo više ostataka zlogodne čavke. U naslagama gornjeg pleistocena i starijeg holocena naših spilja nalazimo fosilne ostatke te vrste u Sandalji u Istri (V. Malez-Bačić, 1979) i Markovoj spilji na Hvaru (V. Malez-Bačić, 1980) u Hrvatskoj, u Gornjoj bijambarskoj pećini kod Olova, Zelenoj pećini kod Blagaja i Badnju kod Stoca (V. Malez, 1983) u Bosni i Hercegovini, te na Crvenoj stijeni kod Petrovića (M. Malez i V. Malez-Bačić, 1974) u Crnoj Gori.

Corvus corone Linné

U naslagama b i c Velike pećine nađeni su fosilni ostaci od najmanje triju ptica. Usporedbom s recentnim materijalom ustanovljeno je da fosilni ostaci pripadaju sivoj vrani. Siva vrana stanovnik je miješanog biotopa od stepske do umjerene klimatske zone. Fosilne nalaze sive vrane nalazimo u donjopleistocenskim koštanim brečama Podumaca kod Unešića i Tatinje drage kod Karlobaga (V. Malez, 1973). U naslagama gornjeg pleistocena i starijeg holocena također nalazimo brojne ostatke sive vrane, i to u Hrvatskoj — u Sandalji u Istri (V. Malez-Bačić, 1979) i Markovoj spilji na otoku Hvaru (V. Malez-Bačić, 1980), te u Bosni i Hercegovini — u Gornjoj bijambarskoj pećini kod Olova i Badnju kod Stoca (V. Malez, 1983).

Corvus corax Linné

Iz naslage c Velike pećine određen je fosilni ostatak gavrana. Gavran naseljava stjenovite predjele od stepske do umjerene klimatske zone. Fosilni ostaci gavrana dosta su česti na pleistocen-

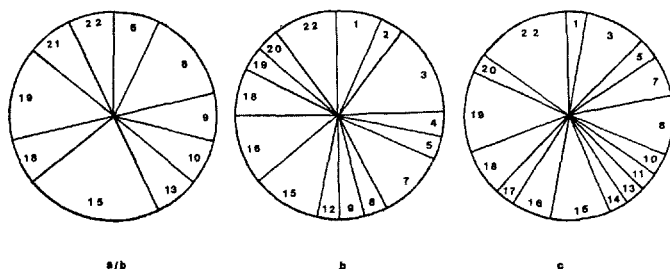
skim lokalitetima Jugoslavije. U donjopleistocenskim koštanim brečama do sada je gavran poznat iz Podumaca kod Unešića, Razvođa na planini Promini i Tatinje drage kod Karlobaga (V. Malez, 1973), te iz gornjopleistocenskih naslaga Sandalje kod Pule, Vele spilje na Osorčici i Vindije kod Donje Voče u Hrvatskoj, Zelene pećine kod Blagaja u Hercegovini (V. Malez, 1983) i Crvene stijene kod Petrovića u Crnoj Gori (M. Malez i V. Malez-Bačić, 1974).

3. PALEOEKOLOŠKA I PALEOKLIMATSKA ANALIZA AVIFAUNE

Ptice ustanovljene u donjoholocenskim naslagama Velike pećine boravile su i naseljavale razne biotope — vodene površine (potoke, jezera, močvare i dr.), otvorena livadna područja, šumska područja, stjenovite predjele, te miješani biotop (granica između šume i livade, i dr.). Ptice koje naseljavaju vodene ekosisteme ili borave u njezinoj okolini su — *Anser fabalis*, *Anser anser*, *Anas cf. crecca*, *Fulica atra* i *Larus minutus*. Na otvorena staništa upućuju ove vrste: *Lagopus lagopus*, *Perdix perdix*, *Galerida cristata*, *Saxicola rubetra*, *Turdus pilaris*, *Emberiza citrinella*, *Emberiza calandra*, *Emberiza cirrus* i *Pica pica*. Na izrazit šumski biotop upućuju brojni predstavnici ptica: *Accipiter nisus*, *Lyrurus tetrix*, *Tetrao urogallus*, *Tetrastes bonasia*, *Phasianus colchicus*, *Scolopax rusticola*, *Bubo bubo*, *Strix aluco*, *Asio otus*, *Picus canus*, *Dendrocopos major*, *Dendrocopos medius*, *Anthus trivialis*, *Bombus garrulus*, *Troglodytes troglodytes*, *Erithacus rubecula*, *Turdus viscivorus*, *Turdus merula*, *Parus cristatus*, *Parus montanus*, *Parus major*, *Sitta europaea*, *Fringilla coelebs*, *Carduelis cf. carduelis*, *Carduelis chloris*, *Coccothraustes coccothraustes*, *Pyrrhula pyrrhula* i *Garrulus glandarius*. Na naseljenost stjenovitih predjela upućuju nalazi ovih ptica: *Lagopus mutus*, *Bubo bubo*, *Nyctea sp.*, *Hirundo rustica*, *Turdus torquatus*, *Pyrrhocorax cf. pyrrhocorax*, *Coloeus monedula* i *Corvus corax*. Ptice koje nisu strogo vezane uz određeni biotop ili često naseljavaju granične zone između dva biotopa predstavljene su ovim vrstama: *Phasianus colchicus*, *Lanius cf. excubitor*, *Turdus merula*, *Turdus torquatus*, *Passer cf. montanus*, *Sturnus vulgaris*, *Pica pica* i *Corvus corone*.

Na slici 2 (A) prikazana je u spektralnom grafikonu cjelokupna avifauna Velike pećine, razvrstana po ekosistemima.

U avifauni Velike pećine ustanovljene su neke ptice koje su vrlo značajni indikatori za hladnu klimu. Tako četiri vrste ukazuju na borealnu klimu, i to *Lagopus lagopus*, *Larus minutus*, *Bombus garrulus* i *Turdus torquatus*, a šest predstavnika na tundru i tajgu — *Anser fabalis*, *Anser anser*, *Lagopus mutus*, *Turdus pilaris*, *Pyrrhula pyrrhula* i *Nyctea sp.* Predstavnici ptica koje naseljavaju stepsku klimatsku zonu jesu: *Turdus viscivorus*, *Fringilla*



Sl. 1. Zastupljenost ptičjih rodova (1—22) u naslagama a/b, b i c Velike pećine prikazana spektralnim grafikonima.

Fig. 1. Presentation of avian genera (1—22) in the strata a/b, b and c of Velika Pećina given by spectral graphicons.

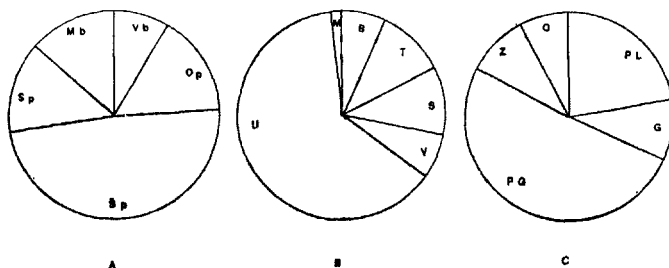
1 = Anatidae, 2 = Accipitridae, 3 = Phasianidae, 4 = Rallidae, 5 = Scolopacidae, 6 = Laridae, 7 = Strigidae, 8 = Picidae, 9 = Alaudidae, 10 = Hirundinidae, 11 = Motacillidae, 12 = Laniidae, 13 = Bombycillidae, 14 = Troglodytidae, 15 = Muscicapidae, 16 = Paridae, 17 = Sittidae, 18 = Emberizidae, 19 = Fringillidae, 20 = Ploceidae, 21 = Sturnidae, 22 = Corvidae.

coelebs, *Sturnus vulgaris*, *Coloeus monedula*, *Corvus corone* i *Corvus corax*. Iako malobrojni, značajni su predstavnici visokoplanske klimatske zone — *Lagopus mutus*, *Lyrurus tetrix*, *Parus montanus* i *Pyrrhocorax cf. pyrrhocorax*. Najbrojniji su predstavnici ptica koji upućuju na umjerenu klimatsku zonu, a to su: *Anas cf. crecca*, *Accipiter nisus*, *Tetrao urogallus*, *Tetrastes bonasia*, *Perdix perdix*, *Phasianus colchicus*, *Fulica atra*, *Scolopax rusticola*, *Bubo bubo*, *Strix aluco*, *Asio otus*, *Picus canus*, *Dendrocopos major*, *Dendrocopos medius*, *Galerida cristata*, *Hirundo rustica*, *Anthus trivialis*, *Lanius cf. excubitor*, *Troglodytes troglodytes*, *Saxicola rubetra*, *Erithacus rubecula*, *Turdus merula*, *Parus cristatus*, *Parus major*, *Sitta europaea*, *Emberiza citrinella*, *Emberiza cf. calandra*, *Carduelis cf. carduelis*, *Carduelis chloris*, *Coccothraustes coccothraustes*, *Passer cf. montanus*, *Garrulus glandarius*, *Pica pica*, *Coloeus monedula*, *Corvus corone* i *Corvus corax*. Samo jedna ptica — *Emberiza cirrus* — predstavnik je mediteranske klimatske zone.

Na slici 2(B) prikazana je u spektralnom grafikonu cjelokupna avifauna Velike pećine, razvrstana prema klimatskim zonama.

4. PORIJEKLO PTIČJIH KOSTIJU U NASLAGAMA

Ptičji ostaci dospjeli su u spiljske naslage Velike pećine na više načina: ptice su postajale plijenom prethistorijskih lovaca, gni-



Sl. 2. Avifauna Velike pećine razvrstana prema ekosistemima (A), klimatskim zonama (B) i porijeklu ptičijih kostiju u naslagama spilje (C).

- A) Vb = vodeni biotop, Op = otvorena područja, Šp = šumska područja, Sp = stjenoviti predjeli, Mb = miješani biotop.
 B) B = borealna klima, T = tundra, S = stepska klima, V = visokoplaninska klima, U = umjerena klima, M = mediteranska klima.
 C) PL = prethistorijski lovci, G = gnjezdarice, PG = ptice grabljivice, Z = zvjerad, O = ostalo.

Fig. 2. Avifauna of Velika Pećina classified according to ecosystems (A), climatic zones (B) and the origin of avian bones in the strata of the cave (C).

- A) Vb = water biotope, Op = open areas, Šp = regions of wood, Sp = rocky areas, Mb = mixed biotope.
 B) B = boreal climate, T = tundra, S = steppe climate, V = high mountain climate, U = moderate climate, M = mediterranean climate.
 C) PL = prehistoric hunters, G = nesting birds, PG = birds of prey, Z = beasts, O = rest.

jezdile su se u spilji ili njenoj bližoj okolini, postajale plijenom ptičâ grabljivicâ ili plijenom manje zvjeradi (lisice, tvorovi, divlje mačke, kune i dr.).

Plijenom prethistorijskih lovaca postajale su osobito ptice većih i krupnijih vrstâ, tečnog mesa, ekonomičnih za prehranu, te one na koje su se mogle primijeniti lovačke metode (lov zamkama, mrežama i dr.). Lovne ptice bile su ove vrste: *Anser fabalis*, *Anser anser*, *Anas cf. crecca*, *Lagopus lagopus*, *Lagopus mutus*, *Lyrurus tetrix*, *Tetrao urogallus*, *Tetrastes bonasia*, *Perdix perdix*, *Phasianus colchicus*, *Fulica atra* i *Scolopax rusticola*.

Ptice koje se gnjezde u području spiljskog ulaza ili u unutrašnjosti pećine su: *Bubo bubo*, *Nyctea* sp., *Asio otus*, *Strix aluco* i *Hirundo rustica*. Kostii tih ptica dospjele su nakon njihova uginuća direktno u sediment.

Najveći broj ptičijih ostataka, osobito manjih ptica, potječe od plijena ptičâ grabljivicâ. Iz izbljuvaka sova pretežno potječu kostii ovih ptica: *Picus canus*, *Dendrocopos major*, *Dendrocopos medius*,

Galerida cristata, *Anthus trivialis*, *Lanius* cf. *excubitor*, *Bombicilla garrulus*, *Troglodytes troglodytes*, *Saxicola rubetra*, *Erithacus rubecula*, *Turdus viscivorus*, *Turdus torquatus*, *Turdus merula*, *Parus major*, *Parus cristatus*, *Parus montanus*, *Sitta* cf. *europaea*, *Emberiza citrinella*, *Emberiza* cf. *calandra*, *Emberiza cirrus*, *Fringilla coelebs*, *Carduelis* cf. *carduelis*, *Carduelis chloris*, *Coccothraustes coccothraustes*, *Passer* cf. *montanus*, *Garrulus glandarius* i *Pyrhacorax* cf. *pyrrhacorax*.

Dio ptičjih nalaza dovukle su u spiljski prostor po svoj prilici lisice, tvorovi i druge manje životinje, i to ptice vrsta *Larus minutus*, *Pyrrhula pyrrhula*, *Sturnus vulgaris*, *Pica pica* i *Coloeus monedula*.

Na slici 2 (C) prikazano je u spektralnom grafikonu porijeklo ptičjih kostiju u naslagama Velike pećine.

5. STAROST AVIFAUNE

U naslagama *b* i *c* Velike pećine sabrano je najviše ptičjih ostataka (od oko 49 vrsta). Znatno manje ptičjeg materijala nađeno je u naslagama *a* (oko 14 vrsta) i *k* (1 vrsta). Naslage *a*, *b*, *c* nataložene su u holocenu, a naslaga *k* u gornjem pleistocenu za vrijeme prvog viromskog stadijala (Würm I).

U naslaci *c*, koja je nataložena u postglacijalu, otkriveni su značajni predstavnici ptica koji upućuju na to da je za vrijeme taloženja te naslage vladala hladna klima. To su vrste: *Lagopus mutus*, *Nyctea* sp., *Bombicilla garrulus*, *Pyrrhacorax* cf. *pyrrhacorax* i *Coloeus monedula*. Neke od tih ptica danas nastavaju sjevernije krajeve evropskog kontinenta i samo za vrijeme najoštrijih zima dolijeću u naše najsjevernije predjele, najvjerojatnije i u okolinu Velike pećine. Najgornjem dijelu naslage *c* određena je i apsolutna starost pomoću radiokarbonske metode (^{14}C), koja iznosi 5.550 ± 40 godina (M. Malez i C. J. Vogel, 1970). Ta vrijednost upućuje na završnu fazu atlantika i na to da avifaunistički ostaci potječu iz kasnog postglacijala.

Humusni kompleks Velike pećine su naslage *a* i *b*. U njima su nađeni uglavnom ostaci ptica koje i danas naseljavaju šire područje Ravne gore i sjeverozapadnu Hrvatsku.

Na slici 1 prikazana je u spektralnim grafikonima zastupljenost ptičjih rodova u naslagama Velike pećine.

6. PREGLED REZULTATA

Iz holocenskih naslaga *a*, *b*, *c* Velike pećine sakupljeno je i determinirano 54 vrsta ptica iz 22 porodice. To je do sada najbogatija kvartarna avifauna na području sjeverozapadne Hrvatske. Najstariji ptičji ostatak potječe iz naslage *k* iz prvog viromskog stadijala (Würm I), a pripada močvarnoj snježnoj jarebici (*Lago-*

pus lagopus). Neke su ptice značajan indikator za hladnu klimu, npr. *Lagopus lagopus*, *Lagopus mutus*, *Larus minutus*, *Nyctea* sp., *Bombycilla garrulus*, *Turdus pilaris*, *Turdus torquatus*, *Pyrrhocorax* cf. *pyrrhocorax* i *Coloeus monedula*. Sve one upućuju na zahlađenje u vrijeme taloženja naslaga. Danas te vrste ne naseljavaju širu okolinu Ravne gore, već je njihov areal rasprostranjenosti pomaknut u sjevernije krajeve evropskog kontinenta. Na osnovi proučavanja ostataka ptica može se zaključiti da su u široj okolici Velike pećine postojali razni biotopi, npr. vodeni, otvorena područja, šumski i stjenoviti predjeli. Najviše vrsta u avifauni zauzimaju predstavnici šumskih biotopa. Akumulacija ptičjih ostataka u naslagama potječe većim dijelom od ostataka lovačkog plijena prethistorijskih ljudi, zatim od plijena ptičja grabljivica (najveći dio) i zvijeri, te gnjezdarića u spiljama. Lovne ptice koje su imale značajnu ulogu u prehrani prethistorijskih ljudi bile su ove vrste: *Anser fabalis*, *Anser anser*, *Anas* cf. *crecca*, *Lagopus lagopus*, *Lagopus mutus*, *Lyrurus tetrix*, *Tetrao urogallus*, *Tetrastes bonasia*, *Perdix perdix*, *Phasianus colchicus*, *Fulica atra* i *Scolopax rusticola*. Dviju vrsta tetrijeba (*Lyrurus tetrix* i *Tetrao urogallus*) danas više nema u sjeverozapadnom dijelu Hrvatske, a njihova prisutnost u avifauni Velike pećine upućuje na to da su te krajeve još naseljavali početkom holocena, tj. za vrijeme materijalnih kultura neolita i eneolita.

7. LITERATURA

- Bruun B., Singer A. & König C., 1974: Der Kosmos-Vogelführer. 3. Aufl., W. Keller and Co., 1—317, Stuttgart.
- Lambrecht K., 1915: Die pleistozäne Vogelfauna von Krapina. Barlangkutatás, 3, 116—120, Budapest.
- Lambrecht K., 1933: Handbuch der Palaeoornithologie. Verl. Gebr. Borntraeger, 1—1024, Berlin.
- Malez M., 1967: Paleolit Velike pećine na Ravnoj gori u sjeverozapadnoj Hrvatskoj. Arheol. radovi i raspr. JAZU, 4/5, 7—63, Zagreb.
- Malez M., 1972: Rasprostranjenost hladnodobnih životinja u gornjem pleistocenu jugoistočne Evrope. Rad JAZU, 364, 133—180, Zagreb.
- Malez M., 1975: Ornitofauna iz kvartarnih naslaga Velike pećine na Ravnoj gori u sjeverozapadnoj Hrvatskoj. Larus, 26—28, 45—54, Zagreb.
- Malez M., 1978: Novija istraživanja paleolitika u Hrvatskom zagorju. Pos. otisak HAD-a, sv. II, »Arheološka istraživanja u sjeverozapadnoj Hrvatskoj«, 9—69, Zagreb.
- Malez M. & Vogel J. C., 1970: Die Ergebnisse der Radiokarbonanalysen der quartären Schichten der Velika Pećina in Nordwest-Kroatien. Bull. scientifique, Sec. A, 15, 11—12, Zagreb.
- Malez M. & Malez-Bačić V., 1974: Gornjopleistocenska ornitofauna Crvene Stijene kod Petrovića u Crnoj Gori. Geol. vjesnik, sv. 27, 113—127, Zagreb.
- Malez V., 1973: Fosilne ptice Jugoslavije. Dipl. rad, Prirod.-matem. fak. Sveučilišta, Zagreb.
- Malez V., 1983: Ornitofauna iz gornjeg pleistocena Bosne i Hercegovine. Rad JAZU, 404/19, 75—107, Zagreb.

- Malez-Bačić V., 1975: Gornjopleistocenske ornitofaune iz pećina sjeverozapadne Hrvatske. Rad JAZU, 371/17, 317—324, Zagreb.
- Malez-Bačić V., 1979: Pleistocenska ornitofauna iz Šandalje u Istri te njezino stratigrafsko i paleoekološko značenje. Palaeont. Jugosl., 21, 1—46, Zagreb.
- Malez-Bačić V., 1980: Holocenska avifauna iz Markove spilje na otoku Hvaru. Larus, 31—32 (1978/80), 163—183, Zagreb.
- Mourer-Chauviré C., 1975: Les oiseaux pléistocène moyen et supérieur de France. Docum. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon, 64, 1—258, Lyon.
- Peterson R., Mounifort G. & Hollon P. A. D., 1970: Die Vögel Europas, IX Aufl., Verlag Paul Parey, 1—427, Hamburg und Berlin.
- Voous K. H., 1970: Atlas of European Birds. Ad. Nelson and Sons, 1—284, London.

THE ORNITHOFAUNA OF THE LOWER HOLOCENE
FROM VELIKA PEĆINA ON RAVNA GORA
(NW-CROATIA, YUGOSLAVIA)

From the Holocene strata *a*, *b*, *c* of Velika Pećina 54 species of birds from 22 families were collected and determined. So far, it is the richest quartar avifauna in the north-western part of Croatia. The oldest bird remains originate from the stratum *k* of the stadial Würm I and belong to the Willow Grouse (*Lagopus lagopus*).

Some birds are important indicators of a cold climate, so that four species refer to the boreal climate, i. e. *Lagopus lagopus*, *Larus minutus*, *Bombycilla garrulus* and *Turdus torquatus*, while six of them to tundra and tayga — *Anser jabalis*, *Anser anser*, *Lagopus mutus*, *Turdus pilaris*, *Pyrrhula pyrrhula* and *Nyctea* sp. All of them point to growing coldness during the sedimentation of the strata. Today, some of these species do not colonize wider surroundings of Ravna Gora, but their area extends further north into the European continent. The representatives of the birds that colonize the climatic zone of the steppe are — *Turdus viscivorus*, *Fringilla coelebs*, *Sturnus vulgaris*, *Coloeus monedula*, *Corvus corone* and *Corvus corax*. Although small in number, important are the representatives of high mountain climatic zone — *Lagopus mutus*, *Lyrurus tetrax*, *Parus montanus* and *Pyrrhocorax* cf. *pyrrhocorax*. The most numerous are the representatives of the birds common to the moderate climatic zone, i. e. — *Anas* cf. *crecca*, *Accipiter nisus*, *Tetrao urogallus*, *Tetrastes bonasia*, *Perdix perdix*, *Phasianus colchicus*, *Fulica atra*, *Scolopax rusticola*, *Bubo* cf. *bubo*, *Strix aluco*, *Asio otus*, *Picus canus*, *Dendrocopos major*, *Dendrocopos medius*, *Galerida cristata*, *Hirundo rustica*, *Anthus trivialis*, *Lanius* cf. *excubitor*, *Troglodytes troglodytes*, *Saxicola rubetra*, *Erithacus rubecula*, *Turdus merula*, *Parus cristatus*, *Parus major*, *Sitta europaea*, *Emberiza citrinella*, *Emberiza* cf. *calandra*, *Carduelis* cf. *carduelis*, *Carduelis chloris*, *Coccothraustes coccothraustes*, *Passer* cf. *montanus*, *Garrulus glandarius*, *Pica pica*, *Coloeus monedula*, *Corvus corone* and *Corvus corax*. Only one bird — *Emberiza cirrus* — represents the Mediterranean climatic zone.

On the basis of the studies of birds' remains a conclusion could

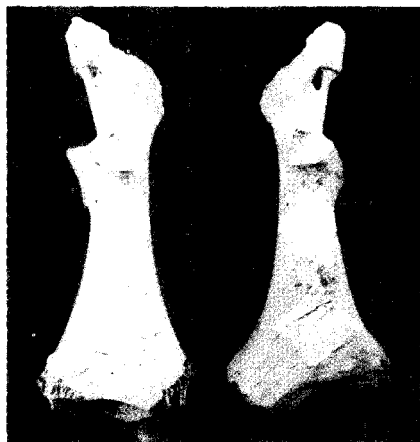
be made that in wider surroundings of the cave various ecosystems existed, i. e. water medium, open areas, woods and rocky regions. The birds that colonize the water medium or reside in its surroundings are — *Anser fabalis*, *Anser anser*, *Anas* cf. *crecca*, *Fulica atra* and *Larus minutus*. The following species refer to open habitations — *Lagopus lagopus*, *Perdix perdix*, *Galerida cristata*, *Saxicola rubetra*, *Turdus pilaris*, *Emberiza citrinella*, *Emberiza calandra*, *Emberiza cirulus* and *Pica pica*. Numerous representatives of birds refer to the characteristic wood biotope — *Accipiter nisus*, *Lyrurus tetrrix*, *Tetrao urogallus*, *Tetrastes bonasia*, *Phasianus colchicus*, *Scolopax rusticola*, *Bubo* cf. *bubo*, *Strix aluco*, *Asio otus*, *Picus canus*, *Dendrocopos major*, *Dendrocopos medius*, *Anthus trivialis*, *Bombycilla garrulus*, *Troglodytes troglodytes*, *Erithacus rubecula*, *Turdus viscivorus*, *Turdus merula*, *Parus cristatus*, *Parus montanus*, *Parus major*, *Sitta europea*, *Fringilla coelebs*, *Carduelis* cf. *carduelis*, *Carduelis chloris*, *Coccothraustes coccothraustes*, *Pyrrhula pyrrhula* and *Garrulus glandarius*. Discoveries of the following birds refer to the presence of rocky regions — *Lagopus mutus*, *Bubo* cf. *bubo*, *Nyctea* sp., *Hirundo rustica*, *Turdus torquatus*, *Pyrrhocorax* cf. *pyrrhocorax*, *Coloeus monedula* and *Corvus corax*. Birds that are not strictly bound to a certain biotope or those that often colonize boundary zones of two biotopes are represented by the species — *Phasianus colchicus*, *Lanius* cf. *excubitor*, *Turdus merula*, *Turdus torquatus*, *Passer* cf. *montanus*, *Sturnus vulgaris*, *Pica pica* and *Corvus corone*. The most numerous in the avifauna of Velika Pećina are the representatives of the wood medium.

The accumulation of birds' remains in the strata of Velika Pećina is, in its greater part, the remnant of prehistoric men's hunting prey, then of the spoils of birds of prey (for the most part) and of beasts, as well as of nesting birds in caves. Birds of bigger and bulkier species with savoury meat, economical for nourishment, became the prey of prehistoric hunters, as well as those birds into which hunting methods (traps, nets etc.) could have been applied. Fowls that played an important part in the prehistoric men's nourishment were — *Anser fabalis*, *Anser anser*, *Anas* cf. *crecca*, *Lagopus lagopus*, *Lagopus mutus*, *Lyrurus tetrrix*, *Tetrao urogallus*, *Tetrastes bonasia*, *Perdix perdix*, *Phasianus colchicus*, *Fulica atra* and *Scolopax rusticola*. Two species of grouse (*Lyrurus tetrrix* and *Tetrao urogallus*) do not exist today in the north-western part of Croatia, but their presence in the avifauna of Velika Pećina points to the fact that they have colonized these parts since the early Holocene, i. e. in the time of neolithic and eneolithic material cultures. The birds that built their nests around the cave mouth or in the interior of the cave were — *Bubo* cf. *bubo*, *Nyctea* sp., *Asio otus*, *Strix aluco* and *Hirundo rustica*. The bones of these birds came after their death directly into the sediment. A part of the birds' finds was probably brought into the cave by foxes, polecats and other smaller beasts, i. e. of

species — *Larus minutus*, *Pyrrhula pyrrhula*, *Sturnus vulgaris*, *Pica pica* and *Coloeus monedula*. Most birds' remains, especially those of smaller birds, originates from the spoils of the birds of prey. The bones of the following species mainly come from owls' spittings — *Picus canus*, *Dendrocopos major*, *Dendrocopos medius*, *Galerida cristata*, *Anthus trivialis*, *Lanius* cf. *excubitor*, *Bombicilla garrulus*, *Troglodytes troglodytes*, *Saxicola rubetra*, *Eritacus rubecula*, *Turdus viscivorus*, *Turdus torquatus*, *Turdus merula*, *Parus major*, *Parus cristatus*, *Parus montanus*, *Sitta europaea*, *Emberiza citrinella*, *Emberiza* cf. *calandra*, *Emberiza cirius*, *Fringilla coelebs*, *Carduelis* cf. *carduelis*, *Carduelis chloris*, *Coccothraustes coccothraustes*, *Passer* cf. *montanus*, *Garrulus glandarius* and *Pyrrhocorax* cf. *pyrrhocorax*.

TABLA I — PLATE I

1. *Anser fabalis* (L a t h a m) — korakoid: lijevi i desni (*Coracoid: left and right*), Velika pećina, stariji holocen (*Lower Holocene*), 1/1.
2. *Anser anser* (L i n n é) — femur (*Femur*), Velika pećina, stariji holocen (*Lower Holocene*), 1/1.
3. *Anser fabalis* (L a t h a m) — femur i ulna (*Femur and Ulna*), Velika pećina, stariji holocen (*Lower Holocene*), 1/1.
4. *Lyrurus tetrix* (L i n n é) — femur i metakarpus (*Femur and Metacarpus*), Velika pećina, stariji holocen (*Lower Holocene*), 1/1.



1



2



3



4

TABLA II — PLATE II

1. *Tetrao urogallus* Linné — tarzometatarzus (*Tarsometatarsus*), Velika pećina, stariji holocen (*Lower Holocene*), 1/1.
2. *Lyrurus tetrrix* (Linné) — tarzometatarzus (*Tarsometatarsus*), Velika pećina, stariji holocen (*Lower Holocene*), 1/1.
3. *Phasianus colchicus* Linné — tarzometatrzus i humerus (*Tarsometatarsus and Humerus*), Velika pećina, stariji holocen (*Lower Holocene*), 1/1.
4. *Saxicola rubetra* (Linné) — humerus (*Humerus*), Velika pećina, stariji holocen (*Lower Holocene*), 1/1.
5. *Lagopus mutus* (Montin) — metakarpus (*Metacarpus*), Velika pećina, stariji holocen (*Lower Holocene*), 1/1.
6. *Bombycilla garrulus* (Linné) — metakarpus: lijevi i desni (*Metacarpus: left and right*), dio kralješnice (*Sacrum*), Velika pećina, stariji holocen (*Lower Holocene*), 1/1.
7. *Hirundo rustica* Linné — humerusi i korakoid (*Humerus and Coracoid*), Velika pećina, stariji holocen (*Lower Holocene*), 1/1.
8. *Scolopax rusticola* Linné — femur (*Femur*), Velika pećina, stariji holocen (*Lower Holocene*), 1/1.

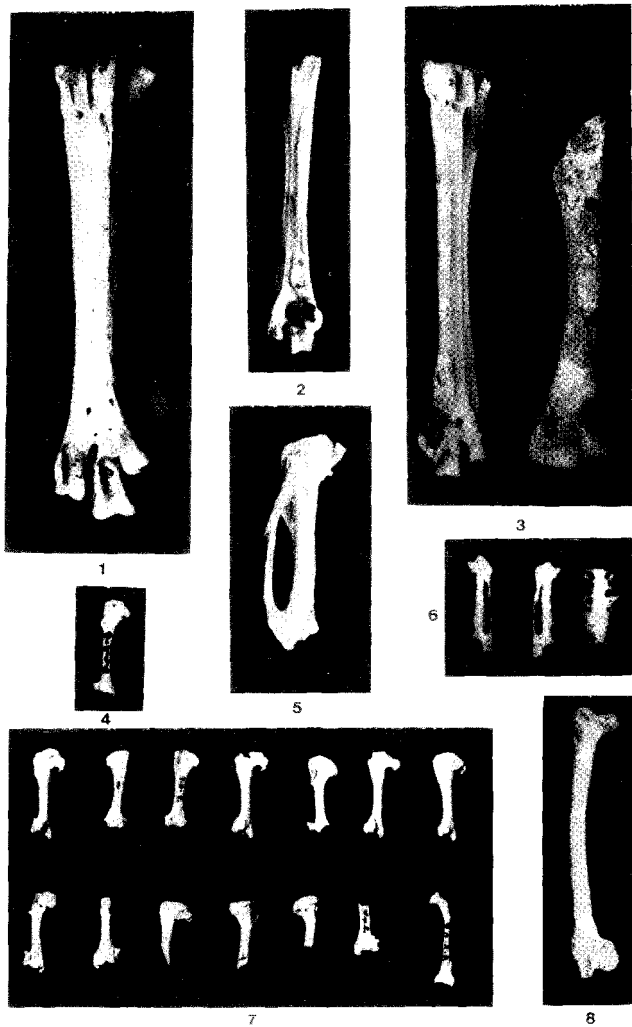
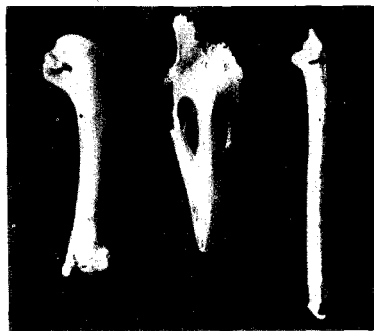


TABLA III — PLATE III

1. *Garrulus glandarius* Linné — humerus, gornji dio kljuna i ulna (*Humerus, Upper Mandible and Ulna*), Velika pećina, stariji holocen (*Lower Holocene*), 1/1.
2. *Turdus viscivorus* Linné — tarzometatarzus i ulna (*Tarsometatarsus and Ulna*), Velika pećina, stariji holocen (*Lower Holocene*), 1/1.
3. *Coccothraustes coccothraustes* (Linné) — dva gornja kljuna (*Upper Mandible*), Velika pećina, stariji holocen (*Lower Holocene*), 1/1.
4. *Sturnus vulgaris* Linné — metakarpus i humerus (*Metacarpus and Humerus*), Velika pećina, stariji holocen (*Lower Holocene*), 1/1.
5. *Turdus merula* Linné — kljun, humerus, metakarpus i tarzometatarzus (*Mandible, Humerus, Metacarpus and Tarsometatarsus*), Velika pećina, stariji holocen (*Lower Holocene*), 1/1.
6. *Dendrocopos medius* (Linné) — tarzometatarzus i femur (*Tarsometatarsus and Femur*), Velika pećina, stariji holocen (*Lower Holocene*), 1/1.
7. *Emberiza citrinella* Linné — humerus i ulna (*Humerus and Ulna*), Velika pećina, stariji holocen (*Lower Holocene*), 1/1.



1



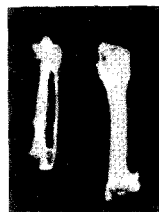
3



5



2



4



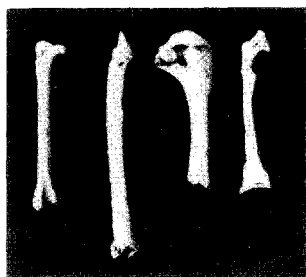
6



7

TABLA IV — PLATE IV

1. *Turdus pilaris* Linné — femur, ulna, humerus i korakoid (*Femur, Ulna, Humerus and Coracoid*), Velika pećina, stariji holocen (*Lower Holocene*), 1/1.
2. *Turdus viscivorus* Linné — humerus (*Humerus*), Velika pećina, stariji holocen (*Lower Holocene*), 1/1.
3. *Coloeus monedula* (Vieill.) — humerus (*Humerus*), Velika pećina, stariji holocen (*Lower Holocene*), 1/1.
4. *Passer cf. montanus* (Linné) — humerus i kljun (*Humerus and Mandible*), Velika pećina, stariji holocen (*Lower Holocene*), 1/1.
5. *Pyrrhula pyrrhula* Brehm — korakoid (*Coracoid*), Velika pećina, stariji holocen (*Lower Holocene*), 1/1.
6. *Eriihacus rubecula* (Linné) — humerus i ulna (*Humerus and Ulna*), Velika pećina, stariji holocen (*Lower Holocene*), 1/1.
7. *Sitta cf. europaea* Wolf — humerus i ulna (*Humerus and Ulna*), Velika pećina, stariji holocen (*Lower Holocene*), 1/1.
8. *Carduelis chloris* (Linné) — humerus (*Humerus*), Velika pećina, stariji holocen (*Lower Holocene*), 1/1.
9. *Galerida cristata* (Linné) — humerus i ulna (*Humerus and Ulna*), Velika pećina, stariji holocen (*Lower Holocene*), 1/1.
10. *Garrulus glandarius* Linné — femur (*Femur*), Velika pećina, stariji holocen (*Lower Holocene*), 1/1.
11. *Turdus torquatus* Linné — ulna (*Ulna*), Velika pećina, stariji holocen (*Lower Holocene*), 1/1.
12. *Sturnus vulgaris* Linné — tibiotarzus (*Tibiotarsus*), Velika pećina, stariji holocen (*Lower Holocene*), 1/1.



1



2



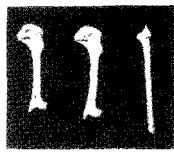
3



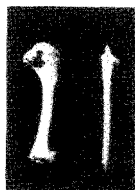
4



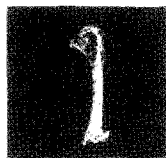
5



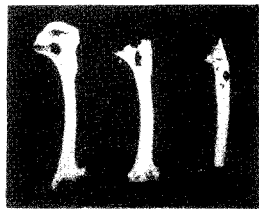
6



7



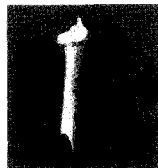
8



9



10



11



12

RAD Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti	Knj. 411	299—356	Zagreb
Razred za prirodne znanosti	Knj. 20	5 slika 2 table 5 priloga	1984.

UUDK 551.791,552.5(914.971.3)

Izvorni znanstveni rad
Original Scientific Paper

IVAN GALOVIĆ & ROZALIJA MUTIĆ*

GORNJOPLEISTOCENSKI SEDIMENTI ISTOČNE SLAVONIJE (HRVATSKA)

UPPER PLEISTOCENE SEDIMENTS OF EASTERN SLAVONIA (CROATIA)

*Primljeno na sjednici Razreda za prirodne znanosti
Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, dne 29. 05. 1984.*

This paper deals with field research and paleontological, sedimentological and mineralogical investigation of deposits from four profiles of the Upper Pleistocene development. Sedimentation of eolic material on land is represented in the profile »Gorjanović«, the profile Dilj II shows sedimentation in water with a transition into land, Dilj I represents sedimentation in various conditions of an aqueous medium, and the profile Mikanovci re-sedimented loess.

The more frequent groups of molluscs, characteristics of the development of loess deposits have been specially selected from the many determined varieties and classified into ecological groups. The mineral association of these deposits shows a poly-genetic origin. This composition contains minerals associated as the finest detrital products of parent rocks of different petro-graphic composition. Minerals belonging to the actual explosive volcanic activity have been noticed as well as an unusual occurrence of aragonite. The first signs of fluvial sedimentation have also been expressed in the mineralogical analysis. Further, correlation of deposits in all four profiles has been carried out.

The Upper Pleistocene interval in the development of the Quaternary in this area has been determined by radiocarbon ^{14}C analysis.

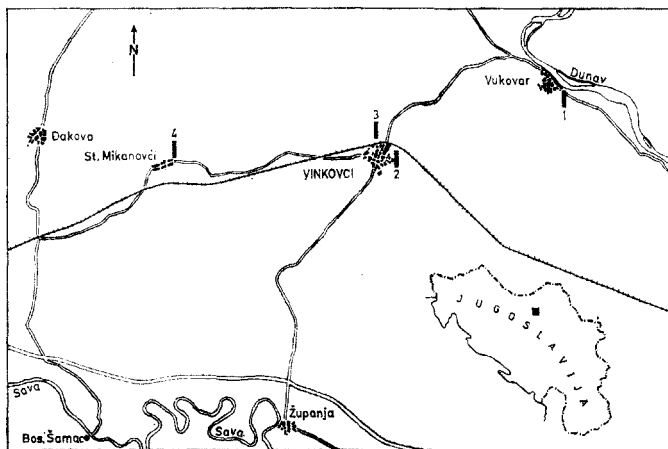
1. UVOD

Prostor od Vukovara preko Vinkovaca do Mikanovaca izgrađuje pleistocenski les (prapor) na tzv. lesnom platou (prapornom ravnjaku), dok obod izgrađuju holocenski sedimenti. U ovom je radu prikazan vertikalni slijed i diferencijacije istovremenih na-

* Geološki zavod, Sachsova 2, P.p. 283, YU—41000 Zagreb.

slaga u kvartaru. Uzeti su profili na Dunavu kod Vukovara, zatim dva profila u glinokopima u Vinkovcima i profil glinokopa ciglane u Mikanovcima (sl. 1).

Profil lesa (prapora) na Dunavu u Vukovaru, koji je D. Gorjanović-Kramberger (1922) obradio, poslužio je u ovom radu kao reporni profil s detaljno obrađenim paleontološkim, palinološkim, sedimentološkim i mineraloškim analizama kao i odredbom starosti radiometrijskom ^{14}C analizom. Taj smo profil nazvali »Gorjanović«.



Sl. 1. Geografska skica s položajem obrađenih profila: 1, 2, 3 i 4.

Fig. 1. Sketch-map showing the localities of the investigated cross-sections: 1, 2, 3 and 4.

Sedimenti u glinokopu ciglane Dilj-2 (»Slavonka«) u Vinkovcima nastali su u vodenoj sredini, a zadnja trećina profila na kopnu (prapor), za razliku od sedimenata u glinokopu ciglane Dilj-1 (»Slavko Knežević«) također u Vinkovcima, čija se čitava sedimentacija odvijala u vodenoj sredini.

Razliku u sedimentaciji uvjetovali su tektonski poremećaji izdizanjem Vinkovačkog ravnjaka (Dilj-2) i spuštanjem Savske potočine (Dilj-1).

Premda je profil u glinokopu ciglane u Mikanovcima nastao pod utjecajem vodene sredine, specifičan je po vrsti sedimenta. Naslage u tom profilu pripadaju Đakovačkom ravnjaku koji se

po sedimentaciji razlikuje od razvoja naslaga u profilu Dilj-1 i Dilj-2. Prema tome Vinkovački i Đakovački ravnjak u sedimentološkom pogledu imaju različitu sedimentološku genezu a istu tektoniku.

Ovom prilikom zahvaljujemo kolegici L. Šikić što je izvršila mikropaleontološke analize, kolegi D. Matičec na palinološkim analizama kao i grupi autora Instituta »Ruđer Bošković« u Zagrebu na analizi radioaktivnog ugljika ^{14}C .

2. RANIJA ISTRAŽIVANJA

F. Šandor (1912) je izvršio prve kemijske, mehaničke analize i odredio količine kalcijevog karbonata iz prapora Vukovara. Rezultati analiza pokazali su razlike u sastavu zona prapora i izluženih zona prapora. Izlužene zone prapora nastale su zgušćivanjem normalnog prapora usljed rastvaranja i gubljenja CaCO_3 . Te su zone bogatije na sadržaju SiO_2 i frakciji sitnijih čestica, te im je zbog toga smanjena propustljivost za vodu.

D. Gorjanović-Kramberger u više radova (1910—1922) raspravlja o problemu prapora istočne Slavonije. U radu (1922) obuhvaća sva dotadašnja istraživanja i detaljno obrađuje područje Srijema. Profil prapora na Dunavu kod Vukovara D. Gorjanović (1922) utvrđuje 22,6 m visoku prapornu stijenu sa četiri zone prapora i tri zone izluženog prapora (laimen) i njihove debljine te faunu *Helix*, *Pupa* i sisavce *Elephas primigenius*, *Rhinoceros antiquitatis*, *Bos primigenius*. Utvrđuje postanak vapnenih konkrecija (lutke) u lesu gomoljaste forme i različite veličine.

U Vinkovačkom glinokopu (Eskomptna banka) Gorjanović obrađuje stup 5 m visine n utvrđuje izluženu zonu prapora na vrhu i ispod 2 m pravog lesa, te ispod 1 m pjeskuljastog prapora kojemu su u bazi vapnene konkrecije, pa 1 m smeđa trošna zona, a ispod pjeskuljava žuta glina. Profil u Vukovaru uspoređuje s ovim u Vinkovcima i utvrđuje bitne razlike u sedimentaciji i da su sedimenti ispod 2 m prapora u Vinkovačkoj ciglani nastali u vodi (tekućica djelomice odnosila, a djelomice taložila). Najviši nivo vukovarskog prapora zbog visinske razlike (18 m) je u Vinkovcima odnesen, odnosno ostala je zona huminiziranog pokrova, 20 cm debelog. Starost prapora jednog i drugog profila stavlja u virmsko ledeno doba sa svojim stadijalima povlačenja.

M. Tajder (1942) daje sastav vukovarskog prapora i smatra prapor drobišem ledenjačkih morena koje je vjetar donio iz Gorskog kotara i iz Alpa. Prapor je žućkasta prašinasta zemlja, sastavljena uglavnom od gline sa zrcima vapna i kremenca.

A. Takšić (1947) obrađuje prapor istočne Hrvatske i vrši usporedbe s takvim naslagama u svijetu, s osvrtom na klimatske, faunističke i florističke karakteristike nastanka i prilika u doba

stvaranja tog sedimenta. Nadalje, komparira vukovarski s vinkovačkim praporom kao i diferencijaciju sedimenata u Vinkovačkim glinokopima (Eskomptne banke i t. t. Bohn) i paralelizira sedimente po starosti postanka. »Najdublje naslage prapora odgovaraju prodoru würmske glacijacije, a one površ nje da su sinhronične u dobu maksimalnog razvoja leda za würmske glacijacije, dok su rastrošne zone sinhronične pluvijalnim periodima tog doba.«

M. Malez (1970, 1972) objavljuje gornjopleistocenske sisavce Slavonije.

Na relaciji Šid — Ilok — Vukovar M. Gaćina & V. Majer (1973) izvršili su nekoliko analiza prapora (granulometrijske, CaCO_3 , kemijske, rendgensku, diferencijalno termičku).

A. Takšić (1974) objavljuje moluske iz prapornog glinokopa u Vinkovcima uspoređujući ih s ostalim nalazima u Hrvatskoj.

R. Mutić (1975) analizira uzorke iz ciglana u Vinkovcima te vrši mineralošku, granulometrijsku, CaCO_3 i rendgensku analizu i zaključuje da mineralni sastav odgovara sastavu stijena alpskog područja. Površina istočne Slavonije u doba donosa eolske prašine bila je više-manje prekrivena plitkim vodenim površinama na koje se taložio eolski prah.

D. Rukavina (1983) razrađuje gornjopleistocenske naslage s obzirom na djelovanje toplijih perioda unutar glacijalnih faza razvoja sedimentacije. Konstatira unutar virma tri stadijala, a u njima po nekoliko toplih oscilacija osim ranije utvrđenih interglacijala i interstadijala.

3. STRATIGRAFSKI PREGLED

3.1. Profil »Gorjanović«

Profil »Gorjanović« je obala Dunava u Vukovaru. Lesni stup je visok 18 m, od nivoa Dunava oko 22 m i podijeljen je u nekoliko sekvencija (Prilog I).

Na tab. I, sl. 1. tri tamnije zone unutar svijetložućkastog (sila) lesa je izluženi les smeđ do tamnije smeđe boje debljine oko 1 m. Raniji autori su ga nazivali trošni les, izlužena zona, laimen zona, pogrebena zemlja, beskarbonatni les, itd. Pokazuje promjene koje su se dogodile nakon razvoja ove sekvencije.

Baza lesnog stupa je zasuta odlomcima i prahom lesa iz gornjih naslaga. D. Gorjanović (1922) je utvrdio u bazi žute pjesku-ljaste gline, koje pribraja gornjem diluviju. Kao ni u tom stupu tako sve do Mohova (Grabarjev salaš) baza lesa nije vidljiva. Kod Mohova su u bazi žuti pijesci, koji su lijepo razvijeni tek u Šarengradu i dalje na istok uz Dunav. Pijesci su kvartarne starosti. Ispod njih u bušotini u Vukovaru na 120 m dubine u jezgri su utvrđeni viviparusi i drugi gornjopaludinski fosili.

Prva lesna sekvencija (1) je oko 3 m debljine; danas je otvorena samo njezina gornja trećina. To je žućkasti prah (silt), prikazan na Prilogu I.

Od fosilnih ostataka nađene su krhotine moluska, a od biljaka *Corilus* i *Compositae*, što upućuje na siromašnu biljnu i životinjsku zajednicu zbog zahlađenja i nagle promjene klime. Na samom vrhu sekvencije nalaze se vapnene konkrecije, nepravilne do 10 cm dužine i nekoliko cm debljine. Izvršeno je određivanje starosti ove sekvencije lesa analizom radioaktivnog ugljika ^{14}C i to iz vapnenih konkrecija te se dobila starost od 33.000 godina.

Na tu sekvenciju lesa nastavlja se s dosta oštrom granicom smeđi izluženi les, debljine 1,20 m (2, 2a, 2b). Sediment sadrži malo CaCO_3 , inkrustrirane ostatke biljnog korijenja, tvrd je i sadrži 2-3 mm tamno smeđe zaobljene globulice željezovite i mangan-ske supstancije. Izluženi les rezultat je otopljenja (u oledbi virma III, tab. I, sl. 1) i djelovanja površinske vode na ranije istaloženi les. Prema tome prva lesna sekvencija i ta prva izlužena zona čine jednu cjelinu.

U fazi zatopljenja gornje su naslage lesa bile izvrgnute djelomičnoj eroziji i promjeni u sastavu. Tim donjim dijelom profila predstavljena je 1. sekvencija stadijala virma III.

Ponovno zahlađenje donosi vjetrom prah i normalno taloži na 1. izluženu zonu i dobivamo drugu lesnu sekvenciju, debljine oko 3 m (3a, 3b, 3c). Sekvencija sadrži od makrofosila u najnižem nivou, na granici s izluženim lesom (2b): *Pupilla muscorum* (Linné), *Trichia hispida* (Linné), *Chondrula tridens* (Müller), *Vallonia pulchella* (Müller).

Mikrofauna nije utvrđena, a od flore javljaju se *Chenodiaceae*. U sredini sekvencije (3b) nalazimo: *Trichia hispida* (Linné), *Chondrula tridens* (Müller), *Abida secale* (Draparnaud), *Euconulus fulvus alderi* (Müller), *Clausilla dubia* Draparnaud, *Vertigo alpestris* Alder, *Vallonia pulchella* (Müller), *Pupilla* sp.

I dalje nema mikrofaune, a od flore su prisutne: *Carpinus*, *Compositae* i *Gramineae*.

Na vrhu druge lesne sekvencije nalazimo: *Trichia hispida* (Linné), *Chondrula tridens* (Müller) i od flore *Chenopodiaceae*. Uočava se da u toj lesnoj 2. sekvenciji fauna i po vrstama i količini raste u odnosu na 1. lesnu sekvenciju kao i povećanje vrsta i broja.

Ovakva fauna i flora rezultat su hladne klime (stadijala) i odgovarajućeg sedimenta.

Na vrhu 2. lesne sekvencije ponovno se javljaju vapnene konkrecije u velikoj količini kao nepravilne lutke veličine i preko 20 cm. Analiza radioaktivnog ugljika ^{14}C dala je starost od 25.400 godina.

Zonom od 30 cm debljine kontinuirano prelazi les 2. sekvencije u smeđi izluženi les debljine oko 1,10 m (4).

Druga izlužena lesna zona sekvencije je beskarbonatna, sadrži sitne globulice željezovite i manganske supstancije. Količina silta

se od 1. izlužene zone povećala od 69 do 95%. Fosilni ostaci nisu nađeni tek nešto krhotina od moluska.

Na ovu izluženu zonu normalno se nastavlja razvoj lesa 3. sekvencije koja je predstavljena uzorcima (5a, 5b, 5c, 5d i 5e).

U tom dijelu profila »Gorjanović« došla su do izražaja sva obilježja tipičnog lesa. To je svijetložućkasti prah (silt), nevezan je i porozan s vertikalnim lučenjem čemu je pridonijela stepska vegetacija i aktivnost organizama. Sadrži vapnene konkrecije (lutke), koje su horizontalno, rijetko vertikalno raspoređene. Fosilni ostaci moluska u lesu te sekvencije ukazuju na doba hladne klime i njihova odgovarajuća staništa.

Treća sekvencija je na osnovi fosilnih ostataka podijeljena na nekoliko nivoa.

Makrofosilnu zajednicu predstavljaju u nivou 5a: *Trichia hispida* (Linné), *Chondrula tridens* (Müller), *Vallonia enniensis* Gredler, i *V. pulchella* (Müller), a flora je zastupljena: *Betula*, *Salix*, *Carpinus*, *Compositae*, *Gramineae*, *Chenopodiaceae*, i *Umbelliferae*.

U nivou (5b) utvrđene su: *Pupilla sterri* (Voith), *Vallonia enniensis* Gredler, *Chenopodiaceae*, *Compositae*, i *Umbelliferae*.

Na nivou (5c): *Pupilla muscorum* (Linné), *P. sterri* (Voith), *Trichia hispida* (Linné), *Vitrea cristallina* (Müller), *Vallonia pulchella* (Müller), *Euconulus fulvus* (Müller), i *Clausilia dubia* Draparnaud.

Mikrofaune nema, a mikroflora je predstavljena *Chenopodiaceae*. U (5d) su: *Pupilla muscorum* (Linné), *P. sterri* (Voith), *Oracula dolium* (Draparnaud), *Trichia hispida* (Linné), *Vitrea cristallina* (Müller), *Vallonia enniensis* Gredler, *V. pulchella* (Müller), *V. tenuilabris* (A. Braun), *Euconulus fulvus* (Müller), *Clausilia dubia* Draparnaud i *Punctum pygmaeum* (Draparnaud). Od mikrofaune određen je ostrakod *Cytherissa lacustris*, mikroflora nema. Na vrhu ove sekvencije (5e) zastupljeni su fosili u manjem broju, i to: *Pupilla muscorum* (Linné), *Vallonia pulchella* (Müller), *Clausilia dubia* Draparnaud. U tom dijelu sekvencije nema ni mikrofaune niti mikroflora. Tu se nalaze i vapnene konkrecije promjera oko 10—15 cm, a analiza radioaktivnog ugljika iz vapnenih konkrecija dala je starost 22.400 godina.

I ova sekvencija završava zonom izluženog smeđeg lesa, debljine oko 1 m (6).

Ova sekvencija je od prve i druge dvostruko deblja te upućuje da je vremensko razdoblje stadijala toliko trajalo da je silt zastupljen preko 80%.

Na 3. sekvenciju izluženog lesa normalno se nastavlja 4. sekvencija lesa debljine 4—5 m (7, 7a), ovisno o trošenju na površini. Tom sekvencijom završava sedimentacija lesa, koja je baš takva na površini ostala do danas. Tu su određeni ovi fosili: *Pupilla muscorum* (Linné), *Trichia hispida* (Linné), *Vitrea cristallina* (Müller), *Vallonia enniensis* Gredler, *Euconulus fulvus alderi* (Gray), i *Clausilia dubia* Draparnaud. Niti u ovoj sekvenciji nema niti

mikrofaune ni flore. Les 4. sekvencije ima karakteristike kao i les 3. sekvencije. Starost joj je utvrđena na bazi analize radioaktivnog ugljika ^{14}C i to iz CaCO_3 iz lesa te sekvencije. Dobiivena je starost 19.500 i 16.000 godina.

3.2. Profil Dilj-2

Profil u glinokopu ciglane Dilj 2 (»Slavonka«) u sjevernom dijelu Vinkovaca je u tri otkopne etaže (tab. I, sl. 2 i 3, Prilog II) s oko 15 m dubine. Bazu profila izgrađuje šareni smeđi glinoviti silt (21) s ulomcima gline promjera 1–3 cm. Debljina sedimenta je 1,5 m, na vrhu sadrži vapnene konkrecije nepravilna oblika veličine promjera 1–4 cm.

Fauna i flora nisu utvrđene, već sitne Fe i Mn konkrecije.

Datiranje vapnenih konkrecija na (radioaktivni) ^{14}C dalo je starost veću od 40.000 godina.

Na šareni smeđi glinoviti silt nastavlja se tamnije obojeni glinoviti silt debljine 0,85 m (22). Ta je sekvencija smeđastocrna od pougljenih biljnih ostataka koji upućuju na toplije razdoblje i život u toj sredini. I sedimentološke analize pokazuju da se razvoj naslaga odvijao u vodenoj sredini. Tu nisu nađeni fosilni ostaci.

Smeđi šareni glinoviti silt (23) normalno se nastavlja na tamnijem glinovitom siltu; fosila nema, a vapnenim konkrecijama određena je starost 40.000 godina. Debljina sedimenta varira od 1,70 do 2,00 m.

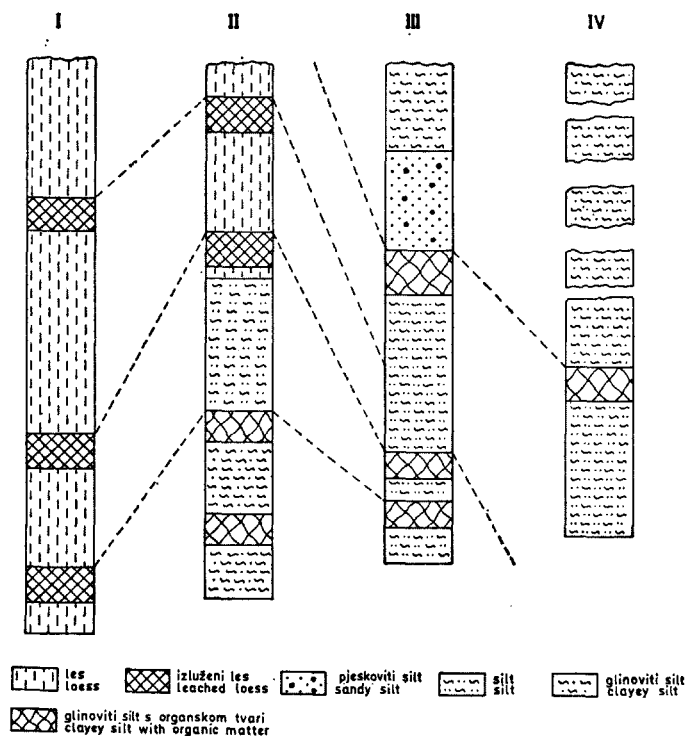
Na smeđe šarenom glinovitom siltu nastavlja se ponovo tamno obojeni glinoviti silt (24) debljine 0,60 do 1 m. Zastupljene su *Chenopodiaceae* i *Tricolporopollenites*. Sekvencija (24) odgovara po svojim karakteristikama zatopljenju unutar hladnog doba.

Sivosmeđi glinoviti silt (25) 0,5 m debljine nastavlja se na tamnije obojenu sekvenciju (24). Smeđasto šareno obojeni glinoviti silt 0,90 m debljine (26) s Fe i Mn sitnim konkrecijama nastavlja se na prethodnu s više silta u sastavu. Prelaz u slijedeću sekvenciju (27), je nešto svjetliji s ostacima korjenčića kao i s prvim fosilnim ostacima (*Vallonia* sp. i krhotine drugih moluska).

Sediment (27) sadrži vapnene konkrecije nepravilne forme, veličine od 1 do 4 cm promjera. Čitava ova sekvencija nastala je u vodi s više energije gibanja; može se reći da je i dotokom vode pristizao terigeni materijal u taložnu sredinu.

Nakon zapunjavanja vodene sredine započinje razvoj kopnenog lesa predstavljen u profilu sekvencijom (28). Debljina lesa iznosi svega 0,5 m. Fosilni ostaci su zastupani fosilima: *Pupilla muscorum* (Linné), *Orcula dolium* (Draparnaud), *Vitrea crystallina* (Müller), *Vallonia enniensis* Gredler, *Euconulus fulvus* (Müller), *Cochlicopa lubrica* (Müller), i *Vertigo moulinsiana* (Dupuy).

Datiranje vapnenih lutaka na ^{14}C je 22.400 ± 900 godina, a datiranje lesa je 26.000 ± 400 godina.



Sl. 2. Shematizirani korelacijski prikaz kvartara u istočnoj Slavoniji.
Fig. 2. Schematic correlation of the Quaternary of east Slavonia.

Izluženi les (29) 1,10 m debljine normalno slijedi na lesu (28). To je tamnosmeđa zona bez karbonata i fosilnih ostataka, nastala rastrožbom u toplijem vremenskom dijelu oledbe virma III.

Slijedi kontinuirano razvoj 3 m tipičnog lesa (30) krcatog fosilima i sa svim karakteristikama lesa: porozan, vertikalno lučenje i s vapnenim konkrecijama veličine i do 10 cm promjera.

Po svim odlikama ove sekvencija odgovara 3. sekvenciji na profilu »Gorjanović« (5). U sekvenciji (30) u bazi su makrofosili: *Trichia hispida* (Linné), *Pupilla muscorum* (Linné), *Vallonia excentrica* Sterky, *V. enniensis* Gredler, *Cochlicopa lubrica* (Müller), i *Vitrea crystallina* (Müller); u sredini su: *Trichia hispida* (Linné), *Arianta arbustorum* (Linné), *Cochlicopa lubrica* (Müller), *Orcula doilium* (Draparnaud), *Succinea oblonga* Draparnaud, *Vitrea crystallina* (Müller), *Vallonia enniensis* Gredler, *Pupilla muscorum* (Linné), *Perpolita radiatula* (Alder), *Chondrula diodon* (Retowski), i *Ch. tridens* (Müller). U završnom dijelu zajedno s vap. konkrecijama nalaze se ovi fosili: *Trichia hispida* (Linné), *Pupilla muscorum* (Linné), *P. sterri* (Voith), *Vitrea crystallina* (Müller), *Chondrula diodon* (Retowski), *Perpolita radiatula* (Alder), *Cochlicopa lubrica* (Müller), *Vallonia enniensis* Gredler, i *Punctum pygmaeum* (Draparnaud). Od mikroflore su nađeni ostaci *Chenopodiaceae*.

Starost lesa s ^{14}C utvrđena je na 20.000 godina. Na taj les slijedi 1 m zone smeđeg izluženog lesa. Zona je beskarbonatna i bez fosilnih ostataka i sa svim karakteristikama ranije spomenutim za takav sediment.

Tipični les (32) se nastavlja na tu izluženu zonu debljine oko 1 m. To je već pedološki nešto tamniji sediment prema površini. Debljina mu je bila vjerojatno i veća, ali erozija je učinila svoje. Mikrofosili nisu uočeni, dok su od biljnih ostataka utvrđeni: *Pinus*, *Lycopodiaceae* i *Tricolpopollenites* sp.

3.3. Profil Dilj-1

Ciglana Dilj-1 (»Slavko Knežević«) nalazi se na jugozapadnom dijelu Vinkovaca, u dvije otkopne etaže, dubine oko 15 m (tab. II, sl. 4 i 5, Prilog III).

Najnižu sekvenciju (1) otvorenog glinokopa profila izgrađuju smeđi glinoviti siltovi sa zaobljenim ulomcima (nodule) sive gline, veličine oko 10 centimetara i 1–5 cm promjera. Sediment sadrži makrofosilnu faunu: *Planorbis carinatus* (Müller), *P. planorbis* (Linné), *Bithynia tentaculata* (Linné), *B. leachi* (Sheppard), *Valvata cristata* Müller, *V. piscinalis* (Müller), *Segmentina nitida* (Müller), *Oxyloma elegans* (Risso), *Succinea oblonga* Draparnaud, *S. putris* (Linné), *Bathymphalus contortus* (Linné), *Anisus septemgyratus* (Rossmässler), *A. leucostomus* (Millet), *Pisidium* sp., *Armiger crista* (Linné), i biljni detritus s *Pinus* i *Potamogetonaceae*. Sredina je vodena (barska). Debljina sekvencije je 0,60 m, a sadrži i nepravilne vapnene konkrecije iz kojih je dobivena starost od 31.000 godina.

U ulomcima (nodule) u glinovitom siltu nalaze se kopneni molusci, i to: *Pupilla muscorum* (Linné), *P. muscorum densegyrata* Ložek, *P. sterri* (Voith), *Vallonia enniensis* Gredler, *Chondrula tridens* (Müller), *Clausilia dubia* Draparnaud, *Succinea oblonga* Draparnaud, *Vertigo antivertigo* (Draparnaud), i *V. moulinsiana* (Dupuy). Međutim, među tim ulomcima ima i tipičnih vodenih fosila, što upućuje na transport ulomaka s kopna i valjanje komada po podlozi; usput su se nalijepili fosilni ostaci iz vodene sredine

Nodule se ističu od sredine taloženja po boji i postotku siltnog glinovitog materijala.

Slijedeća sekvencija (2) 0,4 m je limonitična, sa sitnijim ulomcima nodula u siltu i s vapnenim konkrekcijama koje su dale starost 31.000 godina. Sediment je nastao u vodi. Fosilni mikrofosili jesu: *Planorbis planorbis* (Linné), *Bithynia tentaculata* (Linné), *Valvata pulchella* (Studer), *Vallonia enniensis* Gredler, *Succinea oblonga* Draparnaud, *Vertigo angustior* Jeffreys, *V. moulinsiana* (Dupuy), *Pupilla muscorum* (Linné), *P. muscorum densegyrata* Ložek, *P. sterri* (Voith), *Clausilia dubia* Draparnaud, i od mikrofosila nađena je *Candona kieferi* (Klie); flora je slabo očuvana, jedino nalazimo zrna polena *Cyperaceae*.

Organogeni tamnosivi glinoviti silt 0,80 m (3) je slijedeća sekvencija s makrofosilima: *Planorbis planorbis* (Linné), *P. carinatus* (Müller), *Valvata cristata* Müller, *V. pulchella* (Studer), *Segmentida nitida* (Müller), *Lymnaea truncatula* (Müller), *Succinea putris* (Linné), *S. oblonga* Draparnaud, *Vertigo moulinsiana* (Dupuy), *Pupilla sterri* (Voith), *Clausilia dubia* Draparnaud, i *Vallonia pulchella* (Müller).

Ostaci biljnog porijekla ukazuju na otopljavanje i oživljavanje flore i razvoj barske sredine.

Nastavlja se sekvencija svijetlosivog silta (4), debljine 0,30 m, zatim 0,35 m sekvencija limonitiziranog silta 0,5 m te 0,10 m sekvencije (6) silta s mikrofosilima: *Planorbis planorbis* (Linné), *P. carinatus* (Müller), *Segmentida nitida* (Müller), *Bithynia tentaculata* (Linné), *Pupilla muscorum* (Linné), *Trichia hispida* (Linné), *T. unidentata* (Draparnaud), *Valvata cristata* Müller, *V. pulchella* (Studer), *Vallonia pulchella* (Müller), *V. enniensis* Gredler, *Succinea oblonga* Draparnaud, *Vertigo angustior* Jeffreys, *V. antivertigo* (Draparnaud), *V. moulinsiana* (Dupuy), *Lymnaea truncatula* (Müller), *Chondrula tridens* (Müller), *Clausilia dubia* Draparnaud, od mikrofaune: *Candona albicans* Brady, *C. neglecta* Sars, *Cyprie* i biljni detritus *Pinus* i *Potamogetonaceae*.

Slijedi tamnosivi organogeni silt sa svjetlijim glinenosiltnim ulomcima 0,57 m (7) i fosilima: *Planorbis planorbis* (Linné), *P. carinatus* (Müller), *Valvata cristata* Müller, *V. pulchella* (Studer), *Bithynia tentaculata* (Linné), *Physa fontinalis* (Linné), *Succinea oblonga* Draparnaud, *Vallonia pulchella* (Müller), *Vertigo moulinsiana* (Dupuy), *V. antivertigo* (Draparnaud), i pisidijumi.

U toj sekvenciji nema kopnenih moluska, već samo barske s *Potamogetonaceae* i mikrofauna iz ranije sekvencije. Svijetli glineni silt (8) u 0,15 m sadrži miješanu makrofaunu, i to: *Planorbis carinatus* (Müller), *P. planorbis* (Linné), *Anisus septemgyratus* (Rossmäussler), *Valvata cristata* (Müller), *V. pulchella* (Studer), *Bathyomphalus contortus* (Linné), *Vertigo moulinsiana* (Dupuy), *V. antivertigo* (Draparnaud), *Succinea oblonga* Draparnaud, *S. putris* (Linné), *Pupilla sterri* (Voith), *P. muscorum* (Linné), *Euconulus fulvus* (Müller), *Vallonia enniensis* Gredler. Od mikrofaune sadrži ostrakode *Candona albicans* Brady, *Cypria* i floru (poleni): *Potamogetonaceae*, *Cyperaceae*, *Polypodiaceae*, *Gramineae*.

Gotovo 5 m slijedi razvoj silta iznijansirani u bojama, počinje s 0,62 m (9) smeđeg silta, 0,70 m (10) limonitiziranog silta s mnogo sivih ulomaka gline te 1,20 m (11) sivog, malo limonitiziranog silta s vertikalnim ulomcima (nodule) i preko 10 cm dužine i 2–3 cm promjera. Slijedi zatim 0,90 m (12) jako limonitizirani silt s ulomcima gline i limonitnim kongregacijama te na kraju 1,30 m (13) samo sivi silt, prošaran limonitnom supstancijom. Između sekvencija 12 i 13 nađeni su ostaci *Mammonteus primigenius* Blumenbach.

Fosilni makrofosili zastupani su u velikoj količini kako vodenih tako i kopnenih moluska. Makrofosili: *Planorbis planorbis* (Linné), *P. carinatus* (Müller), *Lymnaea palustris* (Müller), *L. truncatula* (Müller), *Succinea putris* (Linné), *Oxyloma elegans* (Risso), *Bithynia tentaculata* (Linné), *Anisus septemgyratus* (Rossmäussler), *Valvata cristata* Müller, *V. piscinalis* (Müller), *V. pulchella* (Studer), *Segmentina nitida* (Müller), *Bathyomphalus contortus* (Linné), *Planorbanius corneus* (Linné), *Vertigo antivertigo* (Draparnaud), *Carychium minimum* Müller, *Euconulus fulvus* (Müller), *Pupilla muscorum* (Linné), *Vallonia* sp., *Trichia* sp., *Pisidium* sp. i kapice moluska. Mikrofosili su predstavljeni: *Candona albicans* Brady, *C. balatonica* Daday, *C. neglecta* Sars, *C. compressa* (Koch) Brady, *C. kieferi* Klie, *C. marchica* Hartwig, *Cyclocypris laevis* (Müller), i *Cypria*.

S kopna, tj. lesnog platoa vodenim su putem doneseni u vodenu sredinu kopneni fosilni ostaci.

Organogeni tamnosivi silt od 0,90 m (14) ukazuje na topliju fazu unutar oledbe i mogućnost razvoja biljnog svijeta. Sredina je i dalje vodena (bara), i to pokazuju fosili: *Planorbis carinatus* (Müller), *P. planorbis* (Linné), *Lymnaea truncatula* (Müller), *Valvata cristata* (Müller), *V. piscinalis* (Müller), *Segmentina nitida* (Müller), *Anisus septemgyratus* (Rossmäussler), *Vertigo antivertigo* (Draparnaud), *Vallonia pulchella* (Müller), i poleni: *Gramineae* i *Compositae*.

Limonitični rdasto obojeni silt s ulomcima (nodule) 0,80 m (15) nastavlja se na prethodnu sekvenciju. Fosilnih ostataka gotovo nema, određena je samo *Valvata cristata*; mikrofaune i flore nema.

Tri metra žućkastosivi pjeskoviti silt (16) odijeljen je oštom granicom od limonitnog silta u podlozi. Oštrina granice je određena

na crtom na horizontalnoj tvrdoj podlozi sivog silta na kojoj leži fini sitni pijesak (pjeskoviti silt). Pijesak je valovito uslojen, uočava se utjecaj tekuće vode, zatalasana slojevitost, kao i pješčane, centimetarske debele leće. Fosilni ostaci nisu utvrđeni.

Oštrom granicom na taj pijesak nastavlja se smeđi silt (17, 18, 19) sa sitnim vapnenim konkrecijama nepravilnih formi. Debljina silta je 2,5 m. Na dubini 2 m od površine nađene su kosti *Bos taurus brachyceros* i *Equus caballus* i holocenske su starosti.

Analizom radioaktivnog ugljika ^{14}C vapnenim konkrecijama (18) određena je starost 6.500 godina.

Od fosilnih su ostataka utvrđeni: *Planorbis planorbis* (Linné), *Succinea oblonga* Draparnaud, *Euconulus fulvus* (Müller) i *Valvata cristata* Müller, te od mikrofaune *Scotie tumida*, i flore *Compositae* i *Graminae*.

3.4. Profil Mikanovci

Profil sedimenata u glinokopu ciglane u Mikanovcima (Frilog 4) visok je 7 m, dok je nastavak stube sniman na površini u profilu.

U bazi je smeđi glinoviti silt (2001), debljine 1 m sa željezovito-manganskim sitnim konkrecijama.

Sljedeći sloj 3 m smeđastog silta (2001 a) sličan je lesu. Sadrži karbonatne konkrecije (lutke) nekoliko cm veličine i kršje moluska. Analizom radioaktivnog ugljika ^{14}C u karbonatnim konkrecijama dobivena je starost, i to 12.300 ± 300 godina.

Daljnji razvoj sedimenata tog profila predstavljen je tamnosmeđim glinovitim siltom (2001 b) s limonitnim sitnim konkrecijama. Zona je debela oko 1 m i znatno podsjeća na izluzenu zonu lesa.

Do vrha glinokopa zastupan je smeđasti list (2001 c), oko 1 m debljine, sa željezovitim konkrecijama. Fosilni ostaci nisu nađeni.

Uzorci uzeti dalje u profilu su s površine; to je smeđi nešto zaglinjeni silt s više manje pjeskovite primjese a sadrži i sitne željezovite konkrecije.

Profil Mikanovci je intresantan stoga što pripada Đakovačkom prapornom ravnjaku (D. Gorjanović, 1922). Sedimentološke i mineraloške karakteristike pokazuju da je nastao u vodenj sredini, ali drugačijoj nego prethodno opisani profili.

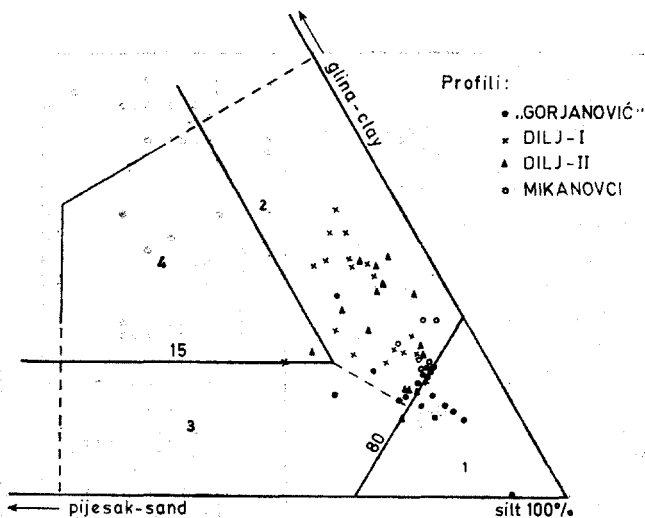
4. GRANULOMETRIJSKI SASTAV

4.1. Metoda rada

Za granulometrijsku obradu uzoraka primijenjena je metoda sijanja sitima za pjeskovitu, a areometrijska metoda za siltno-glinovitu frakciju.

Iz rezultata mehaničke analize konstruirane su kumulativne krivulje za svaki uzorak. Očitavanjem potrebnih podataka s tih kri-

Tabela 1. Učestalost fosila u analiziranim sekvencijama stupa.
Table 1. Frequency of Fossils in Analysis Section Stamp.



Sl. 3. Trokomponentni dijagram odnosa: pijesak—silt—glina.

Fig. 3. Ternary diagram showing sand—silt—clay ratios.
(Pettjohn et al. 1972, p. 2, A)

- | | |
|-------------------------------|--|
| 1. silt | 3. pjeskoviti silt — sandy silt |
| 2. glinoviti silt — clay silt | 4. pjeskovito-glinoviti silt — sandy clay silt |

vulja i njihovim unošenjem u formule koje su dali Inman (1952) i Folk & Ward (1957) dobiveni su statistički podaci: srednja veličina zrna (M_z), medijan zrna (M_d), stupanj sortiranoosti ili disperzije čestica (σ), stupanj asimetrije krivulje raspodjele čestica (S_k) i kurtozis (K_G) kao mjera odnosa sortiranja u ekstremnoj raspodjeli čestica, tj. u »repu« i sortiranja u centralnom dijelu krivulje. Ti su podaci za uzorke iz naslaga za sva četiri profila prikazani na tabeli 2. Također je u radu primijenjena ljestvica sortiranoosti sedimenta što je daju Folk & Ward (1975).

Za raspodjelu veličina klastičnih čestica po pojedinim frakcijama služi Wentworthova klasifikacija, a iznesena je u legendi na prilogu I. Količinski udjeli pojedinih frakcija izraženi su u postocima. Uneseni su na grafikone ispod oznake B, odnosno desno od stupa litološkog sastava svakog pojedinog profila (Prilozi I, II, III i IV).*

* Na prilogima II—IV legenda za granulometrijski sastav je ista kao na prilogu I.

Udjeli pojedinih frakcija u postocima uneseni su također u odgovarajuća područja sastava u trokomponentnom dijagramu odnosa: pijesak-silt-glina (sl. 3). Iz tog je dijagrama očitana odredba za svaki uzorak i unesena je u 2. kolonu tabele 2.

Za uzorke od sva četiri profila na Prilozima I—IV. na stupu granulometrijskog sastava šrafurom su označeni udjeli lesne frakcije. U stručnoj se literaturi za lesnu frakciju susreću ovi intervali: 0,01—0,05 mm, 0,02—0,05 mm i 0,02—0,06 mm. U ovome je radu primijenjen interval 0,02—0,06 mm.

4.2. Profil »Gorjanović«

U profilu »Gorjanović« srednja veličina zrna (M_z) izražena u ϕ i jedinicama varira od 5,09 do 5,78, što znači od 0,0182 do 0,0294 mm. Najveće su oscilacije veličine zrna izražene u uzorcima 3c i 4, a te su 6,21 i 4,64 ϕ i, što odgovara 0,0135 mm i 0,0401 mm. Upravo su na tim nivoima najizraženije fluktuacije kinetičke energije taložnog sredstva. Još će jednom u tom profilu doći do promjene u dinamici taloženja materijala, i to na nivou 5e i 6, što je i uvjetovalo skretanje trase srednje veličine zrna (M_z) prema području finijih veličina čestica (prilog I, oznaka C).

Stupanj sortiranja (σ), odnosno devijacije od prosječne kinetičke energije uvjeta taloženja gotovo paralelno prati fluktuaciju srednjih veličina čestica od uzorka do uzorka. Skretanja ili devijacije ove veličine pojavile su se u istim nivoima kao i kod srednje veličine zrna, tj. u intervalu: 3b—5a i 5e—6. U naslagama cijelog profila »Gorjanović« veličine stupnja sortiranja kreću se od 1,29 do 1,81, što znači da su uzorci slabo sortirani. Uzorak 3c pokazuje vrlo slabu sortiranost (2,11), a uzorak 4 dobro je sortirani (0,39). Ta dobra sortiranost i ta vrlo slaba sortiranost predstavljaju krajnje veličine sortiranosti u cijelom profilu naslaga »Gorjanović«, a našle su se upravo tu jedna za drugom.

U svim uzorcima profila »Gorjanović« veličine stupnja asimetrije (S_k) manje su od jedan (<1) i u svim uzorcima imaju pozitivno značenje. U svim je uzorcima prema tome izraženo bolje okupljanje čestica na strani finijih čestica u odnosu na medijan pa se zaključuje da je i energija uvjeta sedimentacije bila manja od prosječne energije. Najveća kolebanja u veličinama stupnja asimetrije vide se upravo na istim nivoima na kojima su došle do izražaja i one znatne promjene u srednjoj veličini zrna (M_z) i stupnju sortiranosti (σ).

Kurtosis (K_g) je u svim uzorcima — osim uzorka 3c — veći od jedan (>1), što znači da amplituda oscilacija kinetičke energije u vrijeme sedimentacije kroz dulje vrijeme nije prelazila 50% od prosječne brzine. Iz omjera sortiranosti u centralnim dijelovima krivulja i sortiranosti u njihovim krajnjim dijelovima vidljivo je da je bolje sortiranje čestica u centralnim dijelovima nego u »repovima« tih krivulja. Jedino odstupanje u tom smislu pokazuje veličina kurtosisa 0,83 u uzorku 3c.

Tabela 2. Parametri mehaničke analize uzoraka profila
Odredba uzoraka očitana sa slike 3.

Table 2. Parameters of mechanical analysis of samples profiles
Determination of samples read off on figure 3.

Uzorak Sample	Odredba Determination	2	3	4	5	6	7
		Srednja veličina zrna Mean ϕ	Medijan (Md) ϕ	Stupanj sortiranja Standard deviation (σ)	Stupanj asimetrije Skewness (Sk)	Kurtosis (K_0)	
1							
Profil	»Gorjanović«						
7a	glin. silt — clay silt	5,73	5,11	1,81	0,55	1,09	
7	glin. silt — clay silt	5,49	5,32	1,75	0,42	1,07	
6	glin. silt — clay silt	5,78	5,44	1,75	0,39	1,17	
5e	glin. silt — clay silt	5,19	5,01	1,72	0,34	1,42	
5d	glin. silt — clay silt	5,15	4,72	1,42	0,57	1,10	
5c	glin. silt — clay silt	5,39	5,26	1,40	0,29	1,46	
5b	glin. silt — clay silt	5,17	4,96	1,29	0,39	1,43	
5a	glin. silt — clay silt	5,09	4,38	1,45	0,79	2,05	
4	glin. silt — clay silt	4,64	4,60	0,39	0,23	1,79	
3c	glin. silt — clay silt	6,21	5,57	2,11	0,39	0,83	
3b	glin. silt — clay silt	5,16	4,32	1,58	0,89	1,88	
3a	glin. silt — clay silt	5,19	4,44	1,39	0,81	1,58	
2b	glin. silt — clay silt	5,22	4,38	1,58	0,79	1,20	
2a	glin. silt — clay silt	5,39	4,47	1,75	0,81	1,50	
2	glin. silt — clay silt	5,48	4,38	1,75	0,79	1,55	
1	glin. silt — clay silt	5,56	5,16	1,70	0,46	1,47	
Profil	Dilj-2						
32	glin. silt — clay silt	6,29	6,06	1,82	0,14	1,10	
31	glin. silt — clay silt	6,65	6,06	2,11	0,32	0,88	
30b	glin. silt — clay silt	5,66	5,27	1,54	0,41	1,32	
30a	glin. silt — clay silt	5,67	5,32	1,66	0,41	1,39	
29	glin. silt — clay silt	6,67	5,97	1,21	0,39	0,79	
28	glin. pjesk. silt	5,78	5,44	2,21	0,21	1,44	
27	clay sandy silt						
27	silt	5,73	5,44	1,70	0,37	1,42	

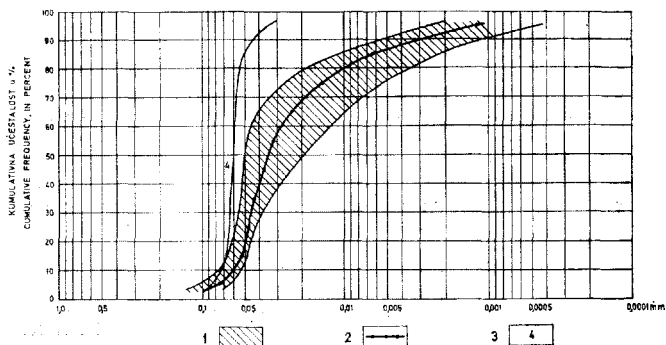
27a	silt	5,66	5,21	1,70	0,49	1,36
26	glin. silt — clay silt	6,47	5,84	2,05	0,36	0,91
26a	glin. silt — clay silt	6,12	5,64	1,81	0,41	1,10
25	glin. silt — clay silt	6,13	5,57	2,00	0,40	1,00
24	glin. silt — clay silt	6,68	6,11	2,33	0,28	0,75
23	glin. silt — clay silt	6,28	5,88	2,12	0,24	1,04
22	glin. silt — clay silt	6,69	6,32	1,87	0,27	0,89
21	glin. silt — clay silt	6,48	5,84	1,92	0,43	0,91

Profil Dilj-1

18	glin. silt — clay silt	5,84	5,38	1,86	0,37	1,06
17	glin. silt — clay silt	6,14	5,65	1,75	0,35	1,23
16	piesk. silt — sandy silt	5,67	5,26	2,03	0,41	1,10
15	glin. silt — clay silt	6,59	5,96	2,54	0,35	0,78
14	glin. silt — clay silt	6,82	6,11	2,23	0,33	0,65
13	glin. silt — clay silt	6,16	5,51	1,87	0,49	1,10
12	glin. silt — clay silt	6,00	5,64	1,89	0,36	1,09
11	glin. silt — clay silt	5,99	5,44	1,55	0,49	1,20
10	glin. silt — clay silt	5,86	5,38	1,81	0,43	1,24
9	silt	5,96	5,50	1,47	0,45	1,28
8	glin. silt — clay silt	6,72	5,97	2,06	0,33	0,76
7	glin. silt — clay silt	6,89	6,27	2,37	0,25	0,67
6	glin. silt — clay silt	6,71	5,79	2,33	0,41	0,72
5	glin. silt — clay silt	6,29	6,01	2,21	0,31	0,79
4	glin. silt — clay silt	6,07	6,01	2,04	0,32	1,04
3	glin. silt — clay silt	7,07	6,44	2,21	0,26	0,65
2	glin. silt — clay silt	6,35	5,88	2,36	0,22	0,73
1	glin. silt — clay silt	6,55	5,84	2,10	0,45	1,03

Profil Mikanovci

2019	glin. silt — clay silt	5,97	5,57	1,77	0,40	1,20
2024	glin. silt — clay silt	6,32	5,50	1,90	0,55	0,96
2002	glin. silt — clay silt	6,09	5,68	1,89	0,35	1,10
2005	glin. silt — clay silt	6,14	5,72	1,80	0,38	1,10
2001c	silt	6,04	5,72	1,73	0,34	1,21
2001b	glin. silt — clay silt	6,40	5,96	1,89	0,33	0,95
2001a	silt	5,84	5,58	1,71	0,31	1,22
2001	glin. silt — clay silt	5,85	5,64	1,62	0,31	1,27



Sl. 4. Kumulativna učestalost veličine zrna u 15 uzoraka iz profila »Gorjanović«.

Fig. 4. Cumulative-frequency grain-size of 15 samples from profile »Gorjanović«.

1. područje kumulativnih krivulja učestalosti veličine zrna od 15 uzoraka (range of cumulative-frequency grain-size curves of 15 samples).
2. prosječna kumulativna krivulja učestalosti veličine zrna od 15 uzoraka (average of cumulative-frequency grain-size of 15 samples).
3. kumulativna krivulja uzorka br. 4 (cumulative-frequency grain-size curve of sample No 4).

U granulometrijskom sastavu uzoraka profila »Gorjanović« čestice siltnih veličina visoko su u predominaciji i sudjeluju s više od 75% (74—86%) u izgradnji uzoraka tog profila. Sporedne su primjese: finoizrnat pijesak i čestice veličine gline. Udjeli pijeska u sastavu kreću se u prosjeku oko 10%; taj je udio ponajviši u uzorku 5e, a iznosi 17%. Količinski su udjeli gline u uzorcima vrlo neujednačeni, kolebljivi, a kreću se od 7 do 14%. Krajnji udjeli gline, oni najviši i najniži, opet su se našli u najnemirnijem intervalu tog profila; u uzorku 3c ima gline 23%, ali je zatim u uzorku 4 uopće nema u sastavu. Zbog toga se uzorak 4 upadno i znatno udaljio svojom krivuljom raspodjele čestica u sastavu od svih ostalih uzoraka u profilu »Gorjanović« (sl. 4). I točka njegova sastava također leži na stranici u trokomponentnom dijagramu, posve bližu 100-tnom sadržaju silta (sl. 3).

Da bi se dobio uvid u mineralni sastav i onog najfinijeg materijala submikroskopskih veličina čestica, tj. minerala glina, izvršene su rendgenske analize od sva 3 uzorka izluženog lesa: 2, 4 i 6. Potpuno isti mineralni sastav pokazali su rendgenogrami uzora-

ka 2 i 6. Sadrže: kvarc, feldspate, tinjčaste minerale i nešto malo sastojaka iz područja minerala glina za čiju bi detaljniju determinaciju bilo potrebno izvršiti dodatne analize. Međutim, uzorak 4 sadrži znatno više kvarca negoli uzorci 2 i 6; također sadrži feldspate, nešto malo izmijenjenih rastrošenih tinjčastih minerala, a na rendgenogramu se u području minerala glina pojavio jedan amorfni interval. Sastav uzorka 4, dakle, upravo se po obilnijem kvarcu i tom amorfnom intervalu razlikuje od sastava ostalih dvaju uzoraka izluženog lesa.

Na osnovi rezultata rendgenske analize izgleda da bi se neobično ponašanje uzorka 4 kod areometriranja moglo donekle objasniti tim velikim učešćem kvarca u njegovom sastavu. Postoji, naime, mogućnost da su i sama kvarcna zrna za vrijeme areometriranja adsorbirala te najfinije čestice, minerale glina — koliko ih je već i bilo — i u obliku finog pahuljičastog taloga mirno, ali prilično brzo spuštajući se nosila ih sa sobom i istaložila se na dnu cilindra. Imajući to na umu, onda i nije mogao biti iskazan količinski sadržaj minerala glina.

Na tabeli 2. iz kolone 2. razabire se da je od 16 analiziranih uzoraka u profilu »Gorjanović« zastupano 8 uzoraka silta, 6 uzoraka glinovitog silta, a 2 su uzorka pjeskoviti silt.

Lesna frakcija u sastavu uzoraka, kako se vidi na Prilogu I. na stupu granulometrijskog sastava, gotovo u cijelosti prekriva domenu siltne frakcije. Količina frakcije lesa varira od 48 do 69%, dok su krajnje količine 42% u uzorku 3c, a s 89% je zastupana u uzorku 4. Srednji je postotni iznos lesne frakcije 57%.

4.3. Profil Dilj-2

Srednja veličina zrna (Mz) u uzorcima naslaga profila Dilj-2 varira od 5,66 do 6,69 u phi jedinicama, što odgovara 0,0198—0,0097 mm. Prosječna je veličina 6,19 phi, odnosno 0,0138 mm. Najmanje srednje veličine zrna pokazuju uzorci glinovitog silta 22 i 24, koji u ovom sastavu sadrže raspršenu organsku tvar, zatim u uzorcima izluženog lesa 29 i 31, što je opet uvjetovano povećanim sadržajem čestica veličine gline u sastavu. Naslage lesa, predstavljene uzorcima 30a i 30b, izgrađuju čestice istih veličina medijana (Md) i istih srednjih veličina čestica (Mz).

Veličine stupnja sortiranja (σ) gotovo paralelno prate trasu srednje veličine zrna (Mz) kroz čitav profil, od uzorka do uzorka. Znatna divergencija u trasi tih veličina uočuje se između uzorka lesa 28 i uzorka izluženog lesa 29. Prema kategorijama sortiranja slabo su sortirani ovi uzorci: 21, 22, 25, 26a, 27a, 29, 30a, 30b i 32, a vrlo su slabo sortirani uzorci: 23, 24, 26, 28 i 31. Uzorak 29 iz izluženog lesa pokazuje ponajbolju sortiranost u cijelom tom profilu, što pokazuje stupanj njegove sortiranosti, $\sigma = 1,21$.

Raspršenje veličine skjunesa (S_k) kreće se od 0,14 do 0,66, i to u području njegovih pozitivnih veličina, što znači da je raspodjela

veličina čestica asimetrična u odnosu na medijan, odnosno većina materijala je u području finijih veličina čestica. Prema tome je i srednja kinetička energija u uvjetima razvoja naslaga bila manja od prosječne energije. Uzorak 32 iz naslage lesa iz vrha profila ima $S_k = 0,14$ i prema tome ponajbliži je simetričnoj raspodjeli materijala oko medijana.

Od svih 15 uzoraka ovoga profila samo se uzorak 25 odlikuje veličinom kurtosisa 1,00, koja je obilježje normalne krivulje raspodjele čestica. Svi se ostali uzorci prema veličini kurtosisa mogu podijeliti u tri skupine. U prvoj su skupini uzorci 21, 23, 26a, 26 i 32, koji su svojom veličinom kurtosisa (0,91—1,10) vrlo bliski veličini kurtosisa 1,00, odnosno normalnoj krivulji. Druga skupina uzoraka: 27a, 27, 28, 30a i 30b ima veličinu kurtosisa veću od jedan (> 1), što znači da im je bolje sortiranje u centralnom dijelu krivulje nego na krajevima. Energija uvjeta sedimentacije u razvoju tih naslaga nije prelazila 50% od prosječne brzine. Treću skupinu uzoraka: 22, 24, 29 i 31 karakterizira veličina kurtosisa manja od jedan (< 1). U tim je uzorcima došlo do porasta na sadržaju čestica veličine gline, pa je i to pridonijelo da im je sastav postao donekle bimodal.

U cijelom profilu ovih naslaga jasno je izraženo gdje kog istih uzoraka njihove srednje veličine zrna (M_z) i veličine kurtosisa (K_n) gotovo paralelno ili konvergiraju ili divergiraju, odnosno kad se srednja veličina zrna priklanja ili otklanja od krupnijih ili pak finijih veličina zrna, tad je na tom putu u istim uzorcima slijedi i veličina kurtosisa. Najzornije su oscilacije tih veličina izražene u uzorcima 28 i 29.

U granulometrijskom sastavu uzoraka naslaga profila Dilj-2 dominira frakcija silta s udjelima koji se kreću od 66 do 80%, što u prosjeku iznosi 72%. Primjese finije frakcije, tj. čestica veličine gline variraju od 12 do 28%, a to je u prosjeku 20%. Količina pjeskovite frakcije viša je od 10% samo u tri uzorka. Među 15 analiziranih uzoraka ovog profila zastupana su 2 uzorka silta, jedan (1) uzorak glinovito-pjeskovitog silta i 12 uzoraka glinovitog silta (tabela 2, kolona 2).

Količina se lesne frakcije u uzorcima kreće od 33 do 55%, što u prosjeku iznosi 41%. U donjem dijelu profila to je 38%, a u gornjem 44%.

4.4. Profil Dilj-1

Interval kretanja srednje veličine zrna (M_z) u uzorcima ovog profila nešto je širi nego u uzorcima profila Dilj-2; obuhvaća veličine od 5,67 do 7,07 phi, odnosno 0,0196—0,0074 mm. U profilu Dilj-2 taj je raspon veličina zrna od 0,0198 do 0,0097 mm. Znači, dakle, da se donja granica srednjih veličina zrna u profilu Dilj-1 još niže spustila u područje najfinijih veličina zrna. Tom najma-

njom srednjom veličinom zrna odlikuje se uzorak 3 iz donjeg dijela profila, ujedno je to i najmanja srednja veličina zrna u odnosu na sva tri ispitivana profila u razvoju lesnih naslaga. U uzorku 16, u odnosu na cijeli profil Dilj-1 iskazana je najviša srednja veličina zrna, tj. 0,0198 mm. Otuda se i prosječna srednja veličina zrna 6,32 ϕ , tj. 0,0125 mm u ovom profilu također pokazala kao najmanja veličina u odnosu na ostala dva profila.

Veličine stupnja sortiranosti (σ) paralelno prate srednje veličine zrna od uzorka do uzorka. Te veličine variraju u profilu od 1,47 do 2,54. Prema kategorijama sortiranja uzorci se svrstavaju u dvije skupine. U skupinu slabe sortiranosti spadaju uzorci 9–13, 17 i 18. dok su svi preostali uzorci vrlo slabog sortiranja čestica.

Asimetrija distribucije kao mjera za skijunes (S_k) pokazuje u cijelom profilu pozitivne veličine, što znači da se krivulje raspodjele čestica u odnosu na medijan priklanjaju području finijih čestica u sastavu. Te veličine u cijelom profilu pokazuju vrlo slabe oscilacije od uzorka do uzorka, što se i razabire iz raspona krajnjih tih veličina, tj. od 0,22–0,48. Energija uvjeta sedimentacije u razvoju naslaga bila je prema tome manja od prosječne kinetičke energije.

Uzorci profila pokazuju veličine za kurtozis i veće i manje od jedan (1). Te su veličine vrlo blizu jedan (1) u uzorcima 1, 4, 12, 13, 16 i 18, što znači da je krivulja raspodjele čestica u tim uzorcima gotovo normalna. Kinetička energija u razvoju naslaga u tim horizontima odraz je veličine zrna u području krivulje kod 50% materijala. Samo 4 uzorka: 9, 10, 11 i 17 imaju veličinu kurtozisa veću od jedan (> 1), što upućuje na dobru sortiranost u centralnom dijelu krivulje. U svim preostalim uzorcima: 2, 3, 5, 6, 7, 8, 14 i 15 veličina kurtozisa je manja od jedan (< 1). U tim je uzorcima uočljiv znatan udio frakcije veličina čestica gline, što je ujedno pogoršanje sortiranja u krajnjim dijelovima, u »repovima« krivulja i pojavu bimodalne raspodjele čestica.

Poput u uzorcima profila »Gorjanović« i Dilj-2 također i u uzorcima ovog profila silt je glavna komponenta u sastavu. U donjem dijelu profila od 1. do 9. uzorka udio silta u sastavu nešto je malo niži od onoga udjela u gornjem dijelu profila. Taj se udio u donjem dijelu kreće od 61 do 68%, a u gornjem od 71 do 80%. Iznimno je u gornjem dijelu profila u uzorcima 14 i 15 opet smanjen udio silta zbog povećanog udjela gline, a u uzorku 16 zbog povećanog udjela pijeska.

Kao u profilu Dilj-2, tako je i u ovome profilu u sastavu uzoraka frakcija gline znatna sporedna primjesa. Gline je osim toga više u sastavu uzoraka donjeg dijela profila od 1. do 9. uzoraka, a kreće se od 19 do 33%, dok ti iznosi u gornjem dijelu variraju od 16 do 26%. U uzorku 3 s najmanjom srednjom veličinom zrna izražen je najviši količinski maksimum u sadržaju gline ne samo u tom nego u odnosu i na ostale ispitivane profile.

U trokomponentnom dijagramu odnosa pijesak-silt-glina od 18 analiziranih uzoraka njih 16 nalazi se u području glinovitog silta, a samo po jedan (1) u području pjeskovitog silta i silta.

Udio lesne frakcije u uzorcima varira od 31 do 48%. Ponajviše je ima u uzorku 9, i to 58%. Srednji je iznos lesne frakcije 40%.

4.5. Profil Mikanovci

Srednja veličina zrna (M_z) uzoraka profila Mikanovci varira od 5,84 do 6,40 ϕ , što odgovara 0,0175—0,0118 mm. S obzirom na uski raspon raspršenja tih veličina, a u usporedbi s ostalim tim veličinama iz drugih profila, ovdje su, u tom profilu, iskazane ponajmanje oscilacije tih veličina idući od uzorka do uzorka.

S obzirom na sortiranje čestica i ovi se uzorci, poput onih iz drugih profila, svrstavaju u kategoriju slabe sortiranosti (1,62—1,90). Veličine stupnja asimetrije, $S_k = 0,31—0,55$, u cijelom profilu imaju pozitivno značenje, što pokazuje bolje okupljanje čestica na strani finijih čestica od medijana. Razdioba čestica u uzorcima prilično je bliska onoj razdiobi koja karakterizira normalnu krivulju s veličinom kurtozisa $K_G = 1,00$. Razdiobom čestica normalnoj su krivulji ponajbliži uzorci 2001b, 2002, 2005 i 2024 ($K_G = 0,95—1,10$), što znači da im je srednja kinetička energija uvjeta taloženja bliska onoj veličini zrna koja odgovara području kod 50% materijala na ordinati dijagrama. Ostala 4 uzorka imaju veličinu kurtozisa nešto višu od jedan (1), tj. 1,20—1,27. Unatoč tom malom odstupanju od normalne krivulje, sortiranje je u centralnom dijelu krivulje u tim uzorcima ostalo neizmijenjeno.

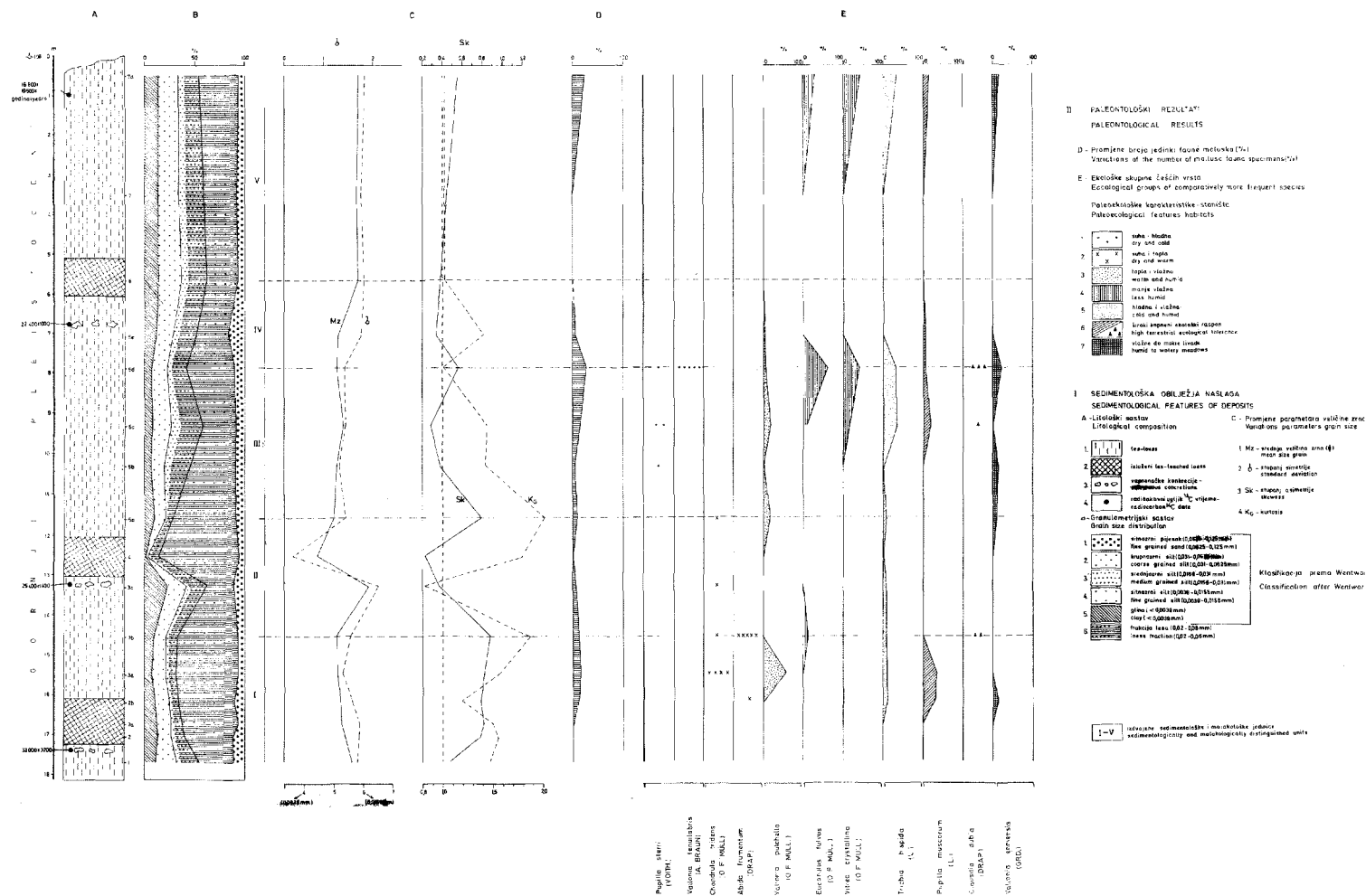
Granulometrijski sastav uzoraka profila Mikanovci gotovo je konstantan. Silt je visoko u predominaciji i kreće se od 75 do 80%; količina finije frakcije, tj. gline varira od 13 do 20%, dok je udio finoizrnatog pijeska između 3 i 7%.

Na osnovi raspodjele frakcija u trokomponentnom dijagramu od 8 uzoraka dva su u području silta, a ostali su svi u području glinovitog silta, a i ti su svrstani blizu granice silta (sl. 3).

Frakcija lesa u uzorcima ovog profila kreće se od 36 do 53%. Najmanje je ima u prvom uzorku 2001 iz baze profila.

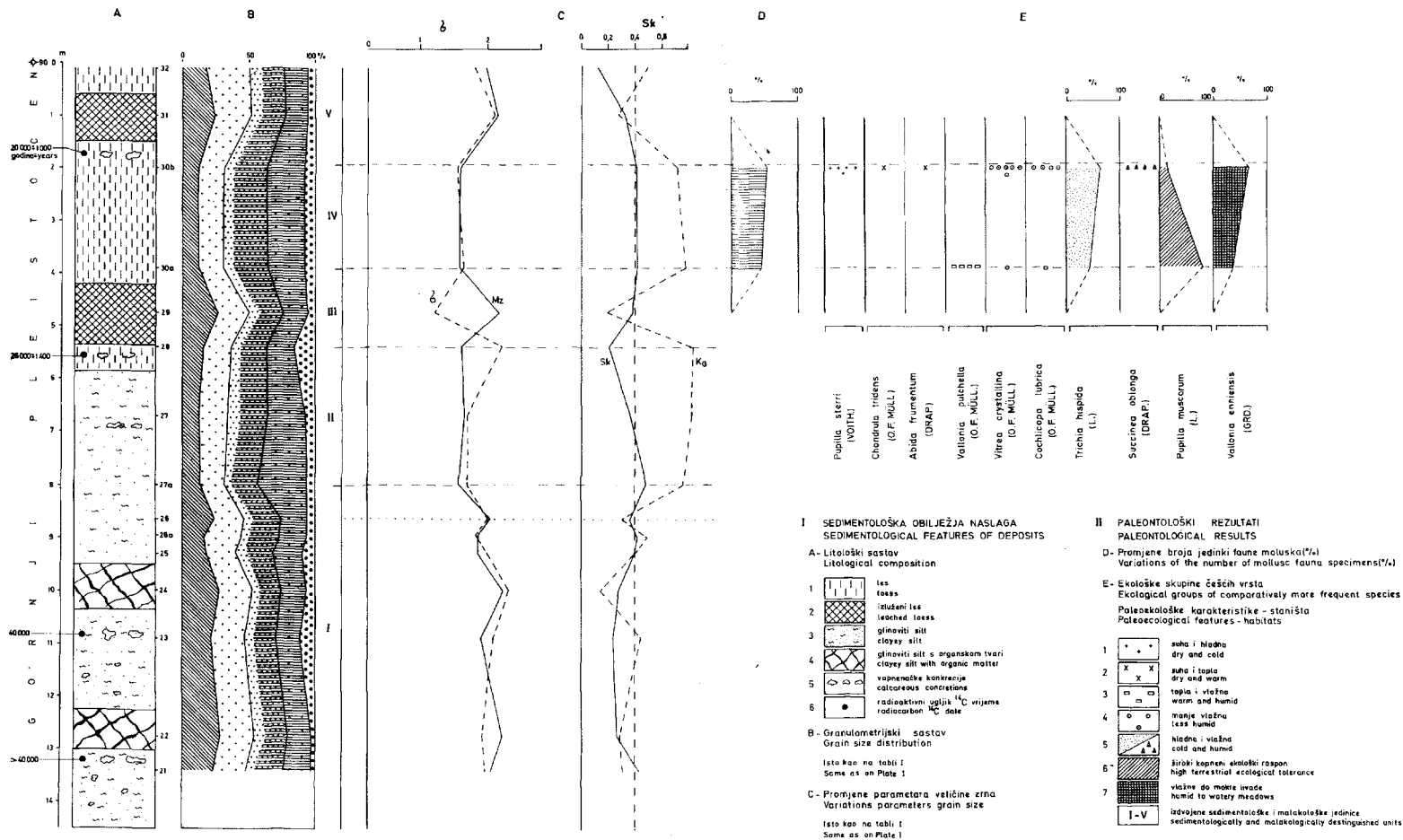
5. KONKRECIJE

Uzorci iz sva četiri profila naslaga nose također obilježja diagenetskih i postdiagenetskih promjena fizičko-kemijskog karaktera. Ponajčešće je to mrljasta obojenost ili pigment kao zaostali tragovi kretanja i koncentracija otopina mineralnih tvari u tim naslagama, zatim raznovrsne i raznolike tvorevine ili konkrecije. U uzorcima su zastupane vapnenačke konkrecije, zatim globulice i konkrecije oksida i hidroksida mineralnih supstancija željeza, mangana i pirita.



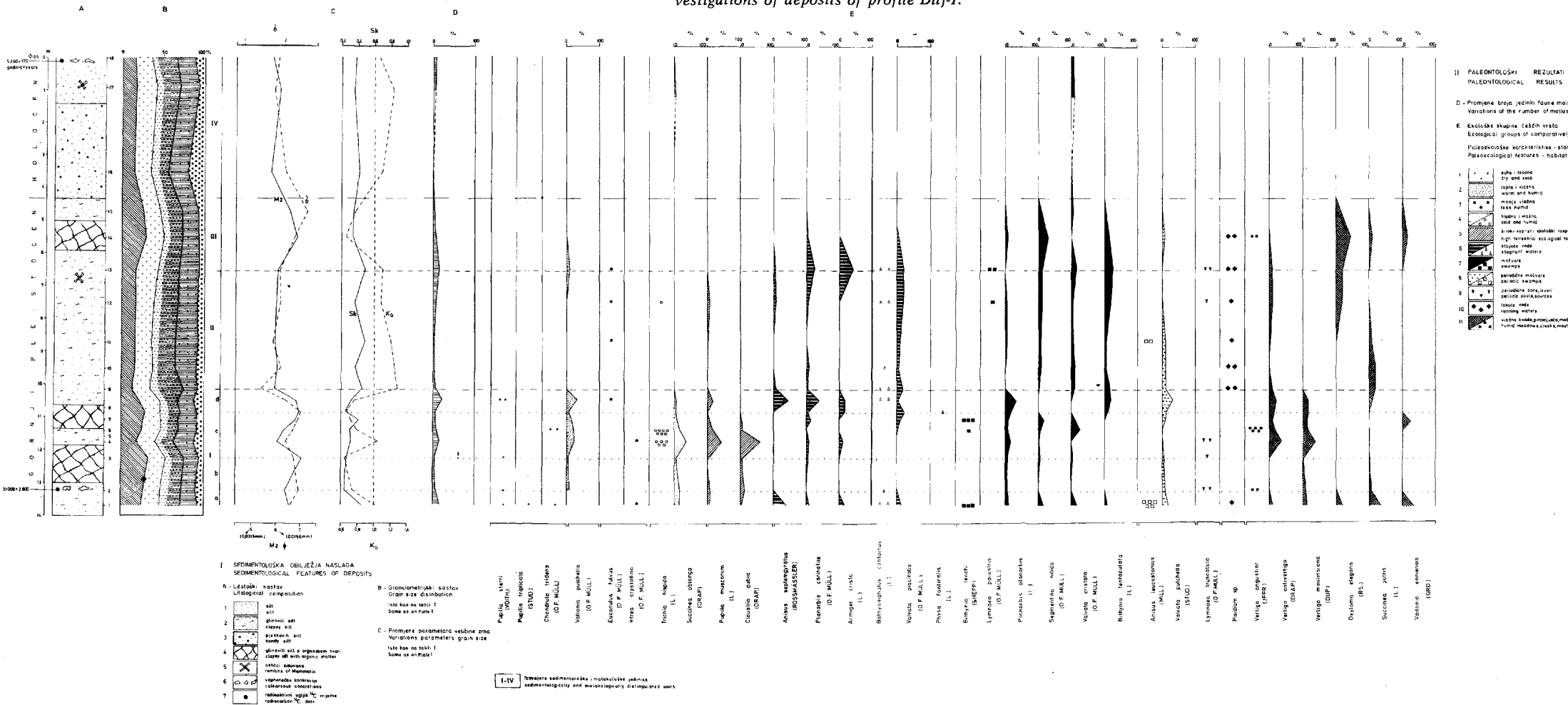
Prilog II. Rezultati sedimentoloških i paleontoloških proučavanja naslaga profila Dilj-2.

Annex II. Results of the sedimentological and paleontological investigations of deposits of profile Dilj-2.



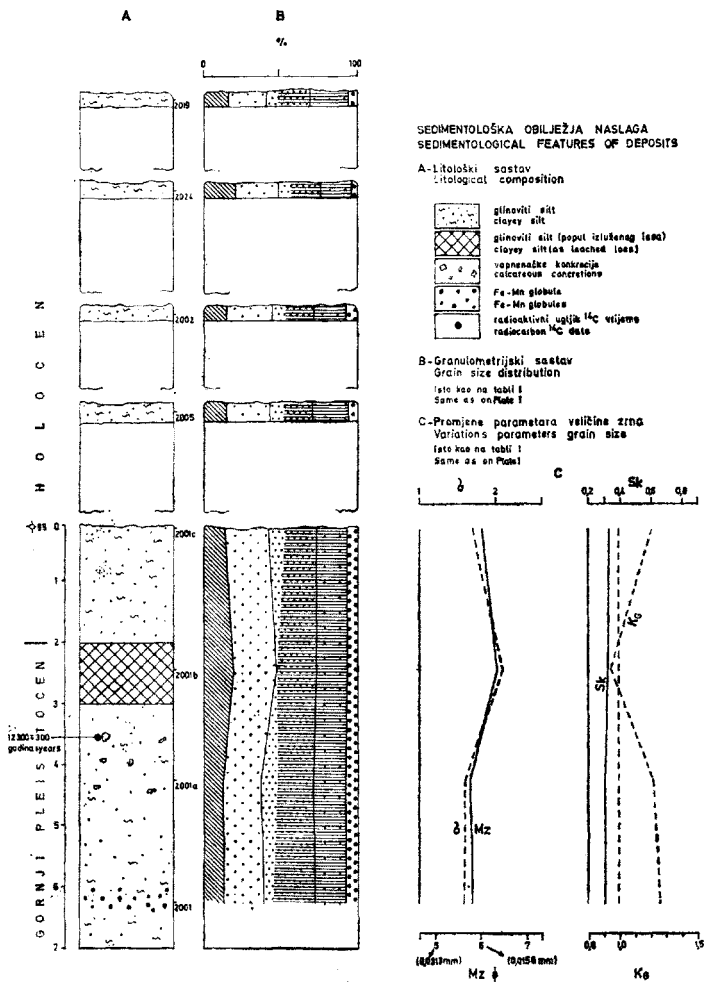
Prilog III. Rezultati sedimentoloških i paleontoloških proučavanja
naslaga profila Dilj-1.

Annex III. Results of the sedimentological and paleontological investigations of deposits of profile Dilj-1.



Prilog IV. Rezultati sedimentoloških proučavanja naslaga profila Mikanovci.

Annex IV. Results of the sedimentological investigations of deposits of profile Mikanovci.



U naslagama profila općenito su najobilnije zastupane vapnenačke konkrecije ili lesne lutke. Karakteristične su naročito za naslage tipičnog lesa, stoga ih je ponajviše u naslagama profila »Gorjanović«.

Prašinasti eolski materijal u isto vrijeme se spuštao i padao posvuda, na kopno, a također zasipavao više-manje ograničene poluotvorene vodene sredine i plićine. Upravo u takvim sredinama voda je imala još značajniju ulogu u razvoju diagenetskih tvorevina i promjena. Ona je tu bila još aktivniji i agresivniji faktor negoli u razvoju naslaga kopnenog lesa i pospješivala je razvoj konkrecija minerala željeza, mangana i pirita u tim sredinama. Ponajčešće su to žučkastosmede, smeđe, rdastosmede i crne, više-manje okruglaste tvorbe, veličine do 2 mm, pa i nešto malo veće. Ponegdje se u profilima vide kao raspršene crne sjemenke ili crne kuglice, fine glatke površine, metalnog sjaja. Oko njihove finoznate jezgre katkada se dobro primjećuju priraštaji mineralne supstancije u obliku lupinaste strukture. One su u ponekim horizontima naslaga naročito obilno zastupane.

Te su tvorevine naročito zastupane u uzorcima ostalih triju profila. Ponajviše ih ima u uzorku 2001 iz baze profila Mikanovci, u uzorku 2001b iz istog profila, zatim u uzorcima donjeg dijela profila Dilj-2 (uzorci 21–26) i uzorcima 29 i 31 iz gornjeg dijela istog profila. Premda znatno manje, ima ih i u izluženom lesu, u uzorku 15, u profilu Dilj-1. Prema tome njihov razvoj nije vezan isključivo uz vodenu sredinu. Nastaju, dakle, i u fazama razvoja naslaga u izmijenjenim klimatskim uvjetima, odnosno povišenoj vlažnosti općenito, koja je pospješivala pojačanu aktivnost korozije i otapanja nestabilnih mineralnih sastojaka u tim razdobljima.

Međutim, po svemu sudeći izgleda da sekundarne tvorevine u profilu naslaga Dilj-1, osim onih već spomenutih u izluženom lesu, izgrađuje druga, zasad neodrediva, mineralna supstancija. To su ponajčešće sivkastozelenkaste i zelenkaste nepravilne nakupine, koje katkada izgledaju poput sličušnih krpica, grozdica, zatim se vide smeđaste i crne nakupine poput kora. U tom su sastavu zastupane i sličušne globulice pirita i njihove nakupine. Tu se prema tomu naslućuju drugi, ponešto izmijenjeni uvjeti taložne sredine negoli u profilu Dilj-2, premda se radi o prostorno vrlo maloj udaljenosti između ta dva profila glinokopa. Moguće je to uvjetovano drugom morfološkom podlogom ili je, pak, tu predstavljen periferni dio neke šire i prozračnije taložne vodene sredine.

6. SADRŽAJ KARBONATA

Na svim je analiziranim uzorcima iz naslaga od sva četiri profila izvršena kvantitativna odredba kalcijevog karbonata. Rezultati analize izraženi su u postocima i uneseni u tabelu 3. i grafički prikazani uz svaki profil na Prilogu V. pod oznakom B.

Udio kalcijevog karbonata praćen je u uzorcima i indirektnim putem, tj. prilikom određivanja mineralnih vrsta u mikroskopskom preparatu. U postupku laboratorijske pripreme uzoraka za separaciju na tešku i laku mineralnu frakciju izvršena je dekalcitizacija uzoraka. Pri tomu se nije išlo do potpunog otapanja kalcijevog karbonata — kako bi se na taj način od razaranja i uništenja sačuvala neke mineralne vrste. Zbog toga su u preparate teške i lake frakcije dospjela pojedinačna zrna kalcita. Tako se moglo još jednom provjeriti i konstatirati da uzorci imaju ili nemaju kalcijevog karbonata. Osim toga upravo je tim putem utvrđena i prisutnost dolomita u sastavu uzoraka. Makar se katkada radilo i o minimalnom udjelu dolomitnih zrna u sastavu nije ono zbog toga zanemareno; iskazano je označenim simbolom uz svaki uzorak na tabeli 3.

Tabela 3. Sadržaj karbonata (kalcit + dolomit)
Table 3. Content of carbonate (calcite + dolomite)

Uzorak <i>Sample</i>	CaCO ₃ %	Detritalna zrna dolomita <i>Detritic grains of dolomite</i>
1	2	3
Profil »Gorjanović«		
7a	10,25	+
7	12,08	+
6	—	—
5c	20,00	+
5d	21,66	+
5c	9,22	+
5b	10,00	++
5a	11,73	+
4	—	—
3c	21,79	+
3b	16,76	+
3a	8,30	+
2b	10,10	—
2a	cca 5,00	—
2	8,34	—
1	8,34	—
Profil Dilj—2		
32	—	—
31	—	—
30b	4,93	++
30a	6,17	+++
29	—	—
28	16,45	+++
27	6,17	+
27a	13,33	+++

1	2	3
26	—	—
26a	—	—
25	—	—
24	—	—
23	—	—
22	—	—
21	—	—
Profil Dilj—1		
18	27,14	+++
17	37,83	+++
16	15,63	++
15	—	—
14	10,26	+
13	6,99	++
12	12,34	++
11	10,28	+++
10	4,93	++
9	4,10	+++
8	25,07	+
7	14,80	+
6	18,92	++
5	20,97	+
4	11,51	+
3	4,11	+
2	37,83	+
1	9,46	++
Profil Mikanovci		
2019	—	—
2024	—	—
2002	—	—
2005	cca 5,00	—
2001c	—	—
2001b	+ [†]	+
2001a	6,70	++
2001	+	+++

+++ = 20–30 zrna dolomita — *dolomite grains*
 ++ = 10–20 zrna dolomita — *dolomite grains*
 + = 1–10 zrna dolomita — *dolomite grains*
 +[†] = zrna aragonita — *aragonite grains*

1. *Profil »Gorjanović«.* Količina kalcijevog karbonata u uzorcima ovog profila kreće se od 8,30 do 21,79%. Uzorci 4 i 6 potpuno su bez kalcijevog karbonata, a u uzorku 2a ima ga oko 5%. Ta tri uzorka upravo odgovaraju izluženim zonama u razvoju lesnih naslaga tog profila. Kalcijev karbonat se iz tih zona spuštao kao otopina u niže horizonte i tu pridonio tvorbi lesnih konkrekcija u uzorcima 2, 3c i 5e. Dolomitna su zrna u tom profilu vrlo rijetka, a utvrđena su u preparatima teške mineralne frakcije uzoraka.

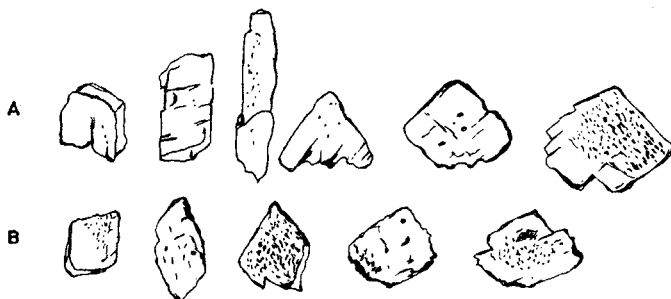
2. *Dilj-2.* U uzorcima naslaga tog profila znatno je slabije zastupljen kalcijev karbonat negoli u uzorcima profila »Gorjanović«. U prvih 7 uzoraka, idući u profilu odozdo, nema ni traga karbonatu: kalcitu niti dolomitu. Ne samo što su to za kalcijev karbonat pokazali rezultati laboratorijske odredbe nego nije primijećeno niti jedno zrno karbonata u preparatima mineralnog sastava uzoraka tog dijela profila. Daljnja 3 uzorka: 27a, 27 i 28 sadrže prilično kalcijevog karbonata, a prisutna su i dolomitna zrna. Uzorak 29 nema karbonata. Taj nivo prema litološkom sastavu opet odgovara zoni izluženog lesa. Uzorci 30a i 30b imaju i kalcita i dolomita u sastavu. To su ujedno uzorci tipičnog lesa. Preostala dva uzorka pri završetku profila nemaju karbonata u sastavu.

3. *Dilj-1.* Osim uzorka 15 iz naslage izluženog lesa svi ostali uzorci, njih 17, iz profila Dilj-1 sadrže u svom sastavu i kalcijev karbonat i dolomit. Udio kalcijevog karbonata u tom profilu vrlo je promjenljiv od uzorka do uzorka. On je osim toga u većini uzoraka dapače i znatan jer se udjeli CaCO_3 kreću od 10 do 37%; samo u 5 uzoraka ti su udjeli niži od 10%. U tom su profilu ujedno iskazani i najviši sadržaji CaCO_3 u odnosu na ostale profile.

4. *Mikanovci.* Samo dva uzorka iz naslaga profila Mikanovci sadrže malo kalcijevog karbonata u svom sastavu. To je uzorak 2001a sa 6,70% i uzorak 2005 s oko 5% CaCO_3 . U preparatu teške i lake mineralne frakcije uzorka 2001 također je utvrđen kalcijev karbonat. U tom istom uzorku, kao i u uzorcima 2001a i 2001b primijećena su i dolomitna zrna. U preparatu teške frakcije uzorka 2001b određen je i aragonit. O toj neobičnoj pojavi aragonita bit će više riječi u poglavlju o mineralnom sastavu uzoraka tog profila.

U uzorcima svih profila karbonat je predstavljen pretežno monomineralnim poluzaobljenim i zaobljenim detritalnim zrnima kalcita i dolomita. Na tim su zrnima često vidljive zone sekundarnog rasta u istom optičkom kontinuitetu s detritalnom jezgrom. Premda vrlo rijetko, ali našla su se i zrna gdje jezgra i priraštaj nisu pokazivali istu optičku orijentaciju. Ima u sastavu i autigenih romboedara kalcita i dolomita čiji su uglovi katkada zahvaćeni laganim resorpcijom. Osim toga su u sastavu zastupana i agregirana kalcitna i dolomitna zrnca, katkada se vide udružena zrnca obaju minerala ili samo zrnca dolomita obuhvaćena kalcitnom supstancijom.

Najkrupnija kalcitna i dolomitna zrna sadrže uzorci 2001 i 2001a iz baze profila Mikanovci. To su uglavnom romboedrijske forme tih dvaju minerala, katkada kršene njihove kalotine sa slabozobljenim uglovima i bridovima, a gotovo redovito su više-manje onečišćena od uklopljene praškaste smeđaste tvari, vjerojatno gline (sl. 5). Tek se tu i tamo među ukrštenim nikolima u tim zrnima pojave sićušni anizotropni efekti inkludiranih drugih minerala. Po svemu izgleda da su ta zrna više autigene negoli detritalne prirode. Međutim, sitnija zrna tih minerala u tim uzorcima nose detritalna obilježja.



Sl. 5. Uzorak 2001: A — dolomit (85x), B — kalcit (85x).

Fig. 5. Sample 2001: A — dolomite (85x), B — calcite (85x).

I ova su dva minerala: kalcit i dolomit komponente sveukupnog mineralnog sastava analiziranih uzoraka. Ali upravo zbog toga što su to minerali posvudašnji i nisu u tolikoj mjeri karakteristični poput ostalih prozirnih zrnatih minerala, nisu stoga ni iskazani u mineralnom sastavu s ostalim mineralnim vrstama.

7. MINERALNI SASTAV

7.1. Metode rada

Ispitivanjem mineralnog sastava obuhvaćeno je 57 uzoraka iz sva četiri profila, i to:

iz profila	»Gorjanović«	16 uzoraka,
iz profila	Dilj-2	15 uzoraka,
iz profila	Dilj-1	18 uzoraka, i
iz profila	Mikanovci	8 uzoraka.

Mineralni je sastav ispitan u frakciji veličine zrna od 0,045 do 0,15 mm. Separacija teške i lake frakcije izvršena je pomoću bromoforma spec. tež. 2,89. Dobivena količina teške frakcije izražena u težinskim postocima unesena je u grafički prilog (Prilog V) u stupac ispod oznake C, i to za svaki profil. Ti udjeli teške frakcije variraju u pojedinim profilima u intervalu ovako:

u profilu »Gorjanović«	3,84—12,80%,
u profilu Dilj-2	1,70—10,61%,
u profilu Dilj-1	2,94—12,54%, i
u profilu Mikanovci	2,05— 6,66%.

Unutar tog raspona u pojedinim je profilima znatan broj uzoraka čiji su udjeli bliži, pa i posve blizu gornjoj granici tog raspona. U profilu Mikanovci izražene su slabije oscilacije u postotnim udjelima teške frakcije, dapače u četiri uzorka količina teške frakcije je konstantna.

Tim prilično visokim količinama teške frakcije u nekim uzorcima znatno su pridonijele autigene tvorbe globulice i sićušne konkrecije oksida i hidroksida minerala željeza, mangana i pirita. I karbonatna su detritalna zrna kalcita i dolomita utjecala na količinu teške frakcije. Zaostala su tu zbog nepotpunog otapanja kod pripreme oko separacije uzoraka (o čemu je već bilo govora u poglavlju o sadržaju karbonata).

Determinacija mineralnog sastava uzoraka izvršena je pomoću polarizacijskog mikroskopa i binokularne lupe. U svakom preparatu teške frakcije izbrojeno je 350—400 zrna. Učestalost mineralnih vrsta izražena je u postocima broja zrna. Pri tom kvalitativnom određivanju pojedinih mineralnih vrsta izdvojena su i u postocima broja zrna i listića u tabelu 4. unesena: opaka zrna, klorit i biotit. U zadnju kolonu tog sastava unesen je iznos svih ostalih prozirnih zrnatih minerala. Upravo ta četvrta komponenta sveukupnog sastava predstavlja karakteristične minerale teške frakcije analiziranih uzoraka, pa je kao takva u cjelini grafički prikazana za svaki profil na prilogu V. pod oznakom D.

Na isti je način izvršena determinacija i učestalost minerala lake frakcije. U svakome je preparatu lake frakcije izbrojeno oko 150 zrna i listića, a rezultati su poput minerala teške frakcije također prikazani grafički na istom prilogu, u stupcu desno od teške frakcije, pod oznakom E.

7.2. Teški minerali

Opaka zrna. U odnosu na sveukupni sastav teške frakcije znatni su udjeli opakih zrna u ispitanim uzorcima profila. Ti udjeli u profilu »Gorjanović«, Dilj-2 i Mikanovci variraju od 10 do 20%; oni su prilično niži u profilu Dilj-1, ali zato u nekim dijelovima profila ti udjeli pokazuju znatne skokove (tabela 4).

Tabela 4. Ukupni sastav teške frakcije — 100%
Table 4. Total composition of heavy fraction — 100%

Profil:	Uzorak Sample	Opaka zrna Opaque grains %	Klorit Chlorite %	Biotit Biotite %	Ostali minerali Other minerals %
1	2	3	4	5	6
1. «Gorjanović»	7a	10,9	2,4	1,0	85,7
	7	7,8	3,7	0,9	87,6
	6	14,0	0,7	0,7	84,6
	5e	19,2	3,7	1,9	75,2
	5d	16,5	1,1	0,2	82,2
	5c	9,5	5,0	1,8	83,7
	5b	15,2	2,7	2,7	79,4
	5a	10,4	3,3	1,2	84,1
	4	16,6	1,2	0,2	82,0
	3c	10,7	3,5	0,4	85,4
	3b	15,3	3,2	0,4	81,1
	3a	19,8	4,6	1,9	73,7
	2b	15,7	2,3	—	82,0
	2a	17,6	0,2	—	82,2
	2	18,3	1,5	—	80,2
	1	20,2	1,6	0,2	78,0
2. Dilj—2	32	20,5	2,3	—	76,2
	31	17,5	3,8	—	78,7
	30b	11,7	5,9	0,8	81,7
	30a	11,3	5,9	0,5	82,3
	29	15,0	1,6	—	83,4
	28	11,4	3,1	1,4	84,1
	27	19,3	3,2	1,8	75,7
	27a	14,7	2,5	—	82,8
	26	16,2	1,5	—	82,3
	26a	12,5	2,1	0,7	84,7
	25	11,9	1,3	1,1	85,7
	24	15,7	1,3	—	83,0
	23	22,2	0,5	—	77,3
	22	19,4	0,7	0,2	79,7
	21	18,4	0,4	0,4	80,8
3. Dilj—1	18	9,3	3,0	1,1	86,6
	17	14,8	5,9	0,5	78,8
	16	14,1	2,9	1,5	81,5
	15	23,2	0,5	—	76,3
	14	16,0	1,6	—	82,4
	13	9,8	3,2	—	87,0
	12	9,4	3,2	0,8	86,6

1	2	3	4	5	6
	11	5,2	6,9	—	87,9
	10	10,2	7,8	—	82,0
	9	8,2	4,6	—	87,2
	8	6,9	4,5	0,5	88,1
	7	5,5	3,6	0,7	90,2
	6	7,7	3,3	0,5	88,5
	5	9,7	0,3	—	90,0
	4	8,0	1,1	0,3	90,6
	3	13,3	1,3	—	85,4
	2	15,4	2,2	0,5	81,8
	1	8,3	4,0	—	87,7
4. Mikanovci	2019	15,2	2,8	0,2	81,8
	2024	14,4	3,9	1,3	80,4
	2002	12,5	2,9	—	84,6
	2005	15,2	1,9	—	82,9
	2001c	11,9	2,0	—	86,1
	2001b	15,1	0,2	—	84,7
	2001a	8,6	5,9	—	85,5
	2001	9,7	1,5	—	89,1

Sastav opakih zrna čine: magnetit, pirit, ilmenit, globulice minerala željeza i mangana i neodređive piritizirane i limonitizirane čestice i grudice. Također ima i čestica s bjeličastom prevlakom, koje vjerojatno odgovaraju glini.

Magnetita je znatno više u sastavu uzoraka profila »Gorjanović« negoli u ostala tri profila. Ponajčešće su to krhotinice, katkada s dobro vidljivim bridovima i vrhom njegovog oktaedrijskog habitusa i djelićima ploha. Ponekad su ti bridovi fino zaobljeni, otupljeni. Magnetit se odlikuje visokim metalnim sjajem. Sitna, više plosnata i zaobljena zrna s izrazitim visokim metalnim sjajem vjerojatno pripadaju ilmenitu. Pirit je za razliku od magnetita obilniji u sastavu ostalih triju profila: Dilj-2, Dilj-1 i Mikanovci negoli u profilu »Gorjanović«. Ponajčešće je pirit zastupan u obliku globulica, a vide se i sitne grozdaste nakupine tih globulica. O ostalim spomenutim globulicama u sastavu opakih zrna bilo je već govora u poglavlju o konkrecijama.

Klorit. Redovit je sastojak svih uzoraka, samo mu je učestalost vrlo promjenljiva i kreće se od 0,2% do 7%. Najslabije je količinski zastupljen u naslagama donjeg dijela profila Dilj-2, i to s 0,4% do 1,5%. Zeleni listići klorita su ponajčešće svježi, dobro zaobljeni, tek se katkada primijeti da sadrže uklopljenu crnu nečistoću poput finog praha.

Biotit. Nije stalan sastojak uzoraka, gdje ga ima, zastupan je tek s nekoliko listića. Odsutnost i slaba učestalost biotita u tom

mineralnom sastavu najvjerojatnije je posljedica njegove nestabilnosti, pogotovo u uvjetima tih poroznih fino-zrnatih naslaga. I biotit je, bez sumnje, poput ostalih minerala ovih uzoraka u vrijeme donosa prašinastog materijala bio stalan njegov sastojak, odnosno jedne mineralne asocijacije, tipične za naslage lesa u ispitivanom području. Po sačuvanim i neizmijenjenim listićima biotita zaključuje se da je u sastavu zastupan biotit porijeklom iz metamorfnih stijena kao i biotit vulkanogenog porijekla.

Epidot. U svih 57 uzoraka naslaga iz sva četiri profila epidot je najučestaliji mineral. U pojedinim je uzorcima količini zrna epidota pribrojeno: jedno, dva, rijetko tri zrna coisita. U svega tri uzorka u profilu »Gorjanović« (5b, c, d) i uzorku 28 iz profila Dilj-2 granat je količinski nadmašio epidota. Tu su, u tim uzorcima ujedno iskazane i najniže učestalosti epidota uopće u sva četiri profila. Te najizrazitije promjene u učestalosti epidota vidljive su između uzoraka 5a (49,07%) i 5b (27,0%) i između uzoraka 5d (30,0%) i 5e (42,2%).

Najobilniji je epidot u mineralnom sastavu uzoraka donjeg dijela profila Dilj-2, i to u intervalu od uzorka 21 do 26, gdje mu je u četiri uzorka učestalost premašila 50% od sveukupnog sastava karakterističnih minerala (54—62%). U gornjem dijelu tog profila količina epidota kreće se od 32 do 42%.

U 18 uzoraka profila Dilj-1 može se reći da su količine epidota u odnosu na količine u uzorcima ostalih 3 profila prilično ustaljene, one naime pokazuju najmanje količinske oscilacije od uzorka do uzorka. Količina epidota u uzorcima profila Mikanovci također je znatna, a kreće se od 37 do 58%.

U sastavu uzoraka uglavnom prevladavaju nepravilna, polusferična i sferična zrna epidota. Prizmatski kristalići, izduženi smjerom osi [010] također su zastupani u sastavu, ali znatno slabije. Također su primijećena zrna epidota s detritičnom jezgrom. Kod nekih od tih zrna vidi se da su i jezgra i priraštaj u istom optičkom kontinuitetu. No, uočena su i takva zrna gdje jezgra i sekundarni rast nisu u istoj optičkoj orijentaciji. Gotovo redovito je detritična jezgra žućkastozeleni varijetet, a priraštaj je bezbojna kristalna supstancija. U epidotu se katkada primjećuju inkluzije cirkona, a ponekad se vidi sačuvano zajedništvo epidota s drugim mineralima, kao npr. epidot u albitu i epidot u kontaktu sa svijetlozelenim amfibolom. Ima nadalje uzoraka u sva četiri profila u kojima su u sastavu udružena krupnija i svježija zrna epidota sa sitnijim zrnima izrazito detritičnog obilježja. Isto tako su u nekim uzorcima pretežno u sastavu samo sitna i korodirana zrna, katkada sa žućkastosmeđim rubom od limonitične supstancije. Takva se zrna vide u uzorku 22 iz profila Dilj-2, u uzorcima 14, 12 i 10 iz profila Dilj-1 a također ih ima i u uzorku 3a i 7a iz profila »Gorjanović«.

Uglavnom je u sastavu uzoraka bezbojni epidot. Žučkastozelena prizmatska zrna prilično su rijetka, pleohroitična su i paralelno potomnjuju. Epidot se odlikuje pozitivnim reljefom, a svježija zrna živim interferentnim bojama.

Granat. Druga je značajna komponenta mineralnog sastava svih uzoraka. Po učestalosti je nešto slabije zastupljen od epidota, a u nekoliko uzoraka nadmašio je i epidota, kako je to već ranije spomenuto. Upravo u profilu »Gorjanović«, u intervalu između uzorka 5a s 24,6‰ i uzorka 5b s 47,0‰ granata izražen je najveći skok u količini granata.

I u profilu Dilj-2 granat će poput epidota prilično dobro pridonijeti obilježavanju granice između uzoraka donjeg i gornjeg dijela tog profila. Tu, u donjem dijelu profila udio je granata znatno niži od onog u gornjem dijelu, odnosno on je skoro za 6‰ viši u gornjem negoli u donjem dijelu profila. U prvim uzorcima tog gornjeg dijela profila granat i epidot su gotovo podjednako količinski zastupani u sastavu, dapače u uzorku 28 granat je malo i nadmašio epidota. U preostalom dijelu profila prema površini granat je opet u znatnijoj podređenosti epidotu.

U cijelom profilu Dilj-1 ponašanje granata i epidota je znatno mirnije, negoli u ranije spomenuta dva profila. I tu je granat podređen epidotu. U uzorcima tog profila granat s 27,6‰ sudjeluje u sastavu karakterističnih minerala.

I u uzorcima profila Mikanovci granat je također najznačajnija sponedba komponenta mineralnog sastava. Samo u dva uzorka udio je granata ispod 20‰, dok je on u preostalim uzorcima oko 30‰.

Morfološka obilježja, koja su uočena i opisana kod epidota, gotovo su u cijelosti primijećena i kod granata, bilo da se radi o sitnijim zrnima u sastavu, bilo o svježijoj i krupnijoj primjesi, korodiranim zrnima i slično. Ipak se za granat može još reći da su uzorci s infiltracijom svježijih i krupnijih zrna češći u profilu »Gorjanović« i Dilj-1 negoli u profilu Dilj-2 i Mikanovci.

U uzorcima je uglavnom zastupan bezbojni granat. Svijetloružičasti njegov varijetet prilično je rijedak i primijećen je tek u nekoliko uzoraka. Granat se odlikuje istaknutim reljefom. Optički je izotropan.

Amfiboli. Treći su značajni mineralni sastojci uzoraka iz sva četiri profila naslaga. No njihovi su udjeli u mineralnom sastavu — u usporedbi s udjelima epidota i granata — vrlo kolebljivi, katkada pokazuju upadno visoke oscilacije i skokove od uzorka do uzorka.

U donjem dijelu profila »Gorjanović« — uzorci od 1 do 4 — udjeli su amfibola prilično podjednaki. U gornjem dijelu profila, u uzorcima od 5a do 7a došlo je do većih koncentracija zrna amfibola, a naročito u uzorcima 5b i 5c kao i uzorcima 7 i 7a.

U profilu Dilj-2 iskazane se količinske krajnosti u učestalosti amfibola: najmanja s 2‰ i najviša s 23‰ amfibola u sastavu. I amfiboli će također, poput epidota i granata, pridonijeti obilježavanju granice između donjeg i gornjeg dijela tog profila. U donjem su

dijelu profila iskazani oni najmanji udjeli (2—8%), a u drugom oni najviši, tj. do 23%. Nemirna je učestalost amfibola i u uzorcima profila Dilj-1, a kreće se od 7 do 18%. Najmanje razlike u količinama amfibola iskazane su u uzorcima profila Mikanovci.

I amfiboli, poput epidota i granata, nosioci su svih detritičnih obilježja kraćeg ili duljeg njihovog mehaničkog ili kemijskog trošenja. Takvi su učinci još evidentniji na amfibolima, a očituju se naročito u skraćivanju njihovih prizmatskih zrna, pa su katkada ta zrna šira negoli dulja. Kako im krajevi lako podliježu trošenju, u sastavu se susreću zrna s finim ostrim ili otupljenim zubičastim završecima, koji su katkada zučastosmeđi od limonitične supstancije, a mjestimice se ona uz pukotine kalavosti i dublje uvukla u samo zrno. Među svježijim i krupnijim zrnima epidota i granata u sastavu ponekih uzoraka redovito se nađu i takva zrna amfibola. U svemu je primijećeno tek nekoliko zrna amfibola s detritičnom jezgrom iste mineralne supstancije, a u jednom je od njih u toj ulozi detritični granat.

U sastavu svih uzoraka dominiraju zrna *aktinolita* koja se odlikuju svijetlomodrikastim do zelenkastomodrim pleohroizmom. Ima u sastavu i nešto malo bezbojnih prizmatskih zrna. Iako ne tako često, ali tim više značajnija je pojava svježih prizmatskih zrna smeđe, zelenkastosmeđe i zelene *hornblende* vulkanogenog porijekla. Katkada su to svježe kalotine tog amfibola, bez učinaka trošenja na njihovim krajevima. Nije pojava hornblende vulkanogenog porijekla osamljena, izolirana u mineralnoj asocijaciji analiziranih uzoraka. Tu su i drugi vulkanogeni minerali, o kojima će uskoro biti govora u ovom prikazu. Amfiboli potamnjuju koso. Optički karakter glavne zone izduženja je pozitivan.

Poput aktinolita i hornblende, nije ni *glaukofan* posebno izdvajan iz skupine amfibola. Vrlo je rijedak u mineralnom sastavu uzoraka, predstavljen je tek s nekoliko zrna u svakom profilu. To su sitna, zaobljena zrna s jedva naglašenim prizmatskim izduženjem i bezbojnomodrikastim do modrolubičastim pleohroizmom. Krupnija i svježija zrna glaukofana utvrđena su u zorcima 16, 17 i 18 pri vrhu profila Dilj-1. Odlikuje se umjereno visokim reljefom i malim dvolomom. Potamnjuje koso, a maksimalni kut potamnjenja vrlo je malen, između 4 i 6 stupnjeva.

Staurolit. Stalan je sastojak svih analiziranih uzoraka, premda je katkada minimalno zastupljen u sastavu nekih uzoraka. Najznačajnije njegove koncentracije u odnosu na sve analizirane uzorke došle su do izražaja u uzorcima profila Mikanovci, a kreću se od 2,0 do 7,5%. Također se i na osnovi udjela staurolita — poput ranije opisanih mineralnih vrsta — u profilu Dilj-2 izdvajaju dva dijela: donji s nešto višim udjelom staurolita, tj. 2,5%, i gornji dio s njegovim srednjim udjelom od 1,8%. U sastavu uzoraka profila Dilj-1 ravnomjerniji je udio staurolita, a promjene variraju unutar intervala 0,9—2,5%. Najizrazitije promjene u učestalosti staurolita iskazane su u uzorcima profila »Gorjanović«, a kreću se od uzorka do uzorka u granicama od 0,9 do 4,5%.

U nekim uzorcima uz krupna i svježja zrna epidota, granata i amfibola nađe se i takav staurolit koji se odlikuje izrazitim svijetložutim do zlatnožutim pleohroizmom. Međutim, na trošnim i korodiranim zrnima staurolita došlo je i do promjene te njegove karakteristične boje, pa ta zrna izgledaju onečišćena i smeđasto-žuta.

Disten. Utvrđen je u svim analiziranim uzorcima. Iako s nešto slabijim udjelom, disten ipak — u cjelini uzevši — podjednako prati staurolit u mineralnom sastavu u sva četiri profila. Tako je ponajviše distena utvrđeno u uzorku iz baze profila Mikanovci, a sadrži 3,1%. Isto ga tako nešto malo više ima u donjem (1,6%) negoli u gornjem dijelu profila (1,0%) Dilj-2. U uzorcima profila Dilj-1 također mu se zastupljenost kreće oko 1,0%, dok su krajnji iznosi 0,5 i 1,9%. U profilu »Gorjanović« opet je nešto obilniji disten negoli u Dilj-1 te mu učestalost varira u intervalu od 0,8 do 2,8%.

U mineralnom sastavu redovito su zastupana prizmatska, katkada i prilično izdužena zrna distena. Upravo su ta ponajdulja zrna više-manje savijena poput napetog luka, i to oko [010], a u uzorku iz baze profila Mikanovci ima vrlo izduženih i poput slova S savijenih zrna. Na pločastim zrnima su redovito vidljivi sistemi kalavosti prema (100) i (010). Mehanički učinci trošenja više su se odrazili u finom zaobljavanju negoli kršenju zrna. Ima također i korodiranih zrna distena, a po krajevima i uzduž pukotina kalavosti vidi se na nekim zrnima i limonitično obojenje. Te su pojave primijećene u uzorku 15 iz profila Dilj-1, uzorcima 22, 26a i 27 iz profila Dilj-2 i uzorku 3c iz profila »Gorjanović«.

Disten se odlikuje visokim reljefom, kosim potamnjemjenjima i osrednjim dvolomom.

Cirkon-turmalin-rutil. Stalni su sastojci svih analiziranih uzoraka. U njihovoj učestalosti u pojedinim profilima nisu uočene neke značajnije promjene ni pojave. Njihovi prilično znatni količinski udjeli u mineralnom sastavu uzoraka vjerojatno su rezultat njihovog porijekla iz matičnih stijena različitog petrografskog sastava. Nadasve je naglašeno porijeklo tih minerala iz metamornih stijena, zatim eruptiva, pegmatita (modri i ružičasti turmalin), piroklastita i eventualno iz aktualnih vulkanskih zbivanja (cirkon) i starijih terigeno-klastičnih naslaga. Dobra zaobljenost većine zrna tih minerala postignuta je bez sumnje dugim prerađivanjem i transportom, vjerojatno i kroz nekoliko erozijskih ciklusa. Nerijetko se oko detritične jezgre minerala, naročito turmalina, ili oko jezgre s raspršenom praškastom nečistoćom vide češće bezbojni negoli obojeni svježi i bistri priraštaji ili sekundarni rast iste mineralne supstancije. Po dva, pa i tri takva priraštaja primijećena su na cirkonu i turmalinu. Radi se, dakle, o dvjema i trima generacijama kristalizirane supstancije dotičnog minerala. Tako su osim mehaničkog prerađivanja u razvoju takvih zrna ostale kao relikti sačuvane promjene taložnih sredina kroz koje su ta zrna prošla.

Žučkasti, smeđasti i zelenkasti turmalin sa svim tim prijelaznim obojenim varijetetima ponajčešći je u sastavu uzoraka. Njegove krupne smeđe i žučkastosmeđe svježe krhotine vjerojatno su praktički takvih zrna već ranije opisanih minerala.

Osim nekoliko zrna tamnocrvenog rutila iz uzoraka donjeg dijela profila Mikanovci, u svim je preostalim uzorcima u sva četiri profila uglavnom zastupan žuti i crvenkastožuti rutil.

Vulkanogeni cirkon sadrži karakteristične cjevaste inkluzije. Osim toga to su izduženi svježi kristalići, polukristalići, katkada pokazuju tragove prerađivanja, odnosno porijeklo iz starijih piroklastita.

Apatit. Po svojim morfološkim obilježjima i količinskim udjelima apatit je također jedan od značajnih sastojaka u mineralnom sastavu uzoraka u sva četiri profila. Porijeklom je iz različitih matičnih stijena. Tako je zastupan apatit iz metamorfnih, vulkanogenih stijena, starijih piroklastita i starijih sedimentnih klasičnih stijena. Najmanje se apatita našlo u uzorcima profila Mikanovci, gdje mu se udjeli kreću od 0,3 do 2,7%. Iako je apatit obilniji u ostalim profilima, ipak su njegovi količinski udjeli u uzorcima vrlo promjenljivi, a kreću se od 1 do 9%.

U uzorcima su uglavnom zastupana poluzaobljena i zaobljena kuglasta i jajolika zrna, katkada s inkludiranom nečistoćom poput finoga praha. Neka su zrna po rubovima korodirana i onečišćena, a primijećena su zrna sa sekundarnim rastom oko jezgre detritalnog apatita kao i zrna s pleohroitskom jezgrom.

Interesantna je pojava vulkanogenog apatita u nekim horizontima naslaga u sva četiri profila. Takav je apatit utvrđen u uzorku 5a (»Gorjanović«), 25 i 26a (Dilj-2), 7 i 8 (Dilj-1) i uzorku 2001 (Mikanovci). Taj je apatit prizmatskog habitusa. Ima cijelih i kršenih kristalića. Gotovo i nema takvog apatita koji ne bi imao uklopljenu ili staklastu supstanciju u formi kapljica i iglica ili inkluzije u formi mjehurića, tobolca, boce i paralelno s glavnom osi orijentiranih cjevčica. Također se, premda rjeđe, vide inkluzije apatita u apatitu.

Vulkanogenog su porijekla i detritična zrna apatita na kojima su više-manje prepoznatljiva spomenuta obilježja, a potječu iz neke starije eksplozivne vulkanske faze ili piroklastita.

Titani. Minimalno je zastupljen u uzorcima, a u dva uzorka (»Gorjanović«, Mikanovci) nije utvrđen u sastavu. Primijećeno je nekoliko kristalića u formi kuverte, zatim korodirana zrna, pa i autigeni rast oko detritalne njegove jezgre. Njegova redovita kuglasta zrna odlikuju se visokim reljefom, visokim indeksom loma i jakim dvolomom. Namjesto totalnog potamnjenja na mineralu se pojavljuje anomalna modra boja. Bezbojan je, rjeđe je pleohroitičan, u vrlo slabim zelenkastožutim i žučkastosmeđim bojama.

Kloritoid. Tek s jednim do dva, a najviše do 5 listića javlja se u pojedinim uzorcima teške frakcije. Nema ga jedino u uzorku 5c

iz profila »Gorjanović«. Zbog vrlo dobre kalavosti kloritoid dolazi u obliku nepravilnih tanjih listića, ponajčešće posve tankih. Primijećen je samo jedan zrnati individuum. Uglavnom je svjež. Katkada se u tim listićima vidi u paralelnim nizovima fina crna prašinasta nečistoća. Ima također listića i s nanizanim mikrolitima cirkona. Ti su nizovi nečistoće kao i cirkona katkada malo povišeni i zakrivljeni. Kloritoid se odlikuje jasnim pozitivnim reljefom i malim do umjerenim dvolomom.

Brukite. Najslabije je zastupan u uzorcima svih profila. Javlja se tek s jednim, vrlo rijetko s dva zrna, a nema ga u svim uzorcima. Nepravilan je. U svemu su primijećena 3 poluzaobljena kristalića s karakterističnim pomanjkanjem potamnjenja. Rotacijom prepravljena, a s tim i mineralnog zrna, mijenjaju se interferencijske boje brukita.

Pirokseni. Iz skupine piroksena utvrđen je *augit*. U sastavu je zastupan *augit* vulkanogenog porijekla, nošen vjetrom, i *augit* istoga porijekla, ali pretaložen i nošen fluvijalnim transportom. Vjetrom nošen *augit* udružen je u sastavu uzoraka s ostalim vulkanogenim mineralima: apatitom, amfibolom, biotitom, cirkonom, sanidinom i česticama vulkanskog stakla. Taj je *augit* svjež, na krajevima više-manje zubičast, a ima i kristalića. Izrazitog je reljefa, svijetlozelenkast, sa slabo izraženim pleohroizmom u zelenkastim nijansama. Utvrđen je u uzorku 1 i 5a profila »Gorjanović« i u uzorku 7 profila Dilj-1, gdje je također udružen sa spomenutim vulkanogenim mineralima. U uzorcima 16, 17 i 18 iz holocenskih naslaga istog profila *augit* je vezan za fluvijalne naslage, a porijeklom je iz starijih čfuziva ili piroklastita. Cijela mineralna asocijacija, također *augit* i ostali vulkanogeni minerali u naslagama profila Mikanovci više-manje nose obilježja pretaložavanja.

U uzorcima je nadalje utvrđen rompski piroksen-*enstatit*. Nema ga u naslagama lesa u profilu »Gorjanović«, kao ni u lesu u profilu Dilj-2. Određen je u najmlađim kvartarnim naslagama Dilj-1, i to u uzorcima 16, 17 i 18. Primijećen je također u uzorku 25 u profilu Dilj-2. U naslagama profila Mikanovci ima ga u uzorcima 2001, 2001a i 2001c.

U brojnim mineraloškim analizama uzoraka iz kvartarnih naslaga šireg rasprostranjenja na području Vinkovačkog ravnjaka utvrđen je katkada i znatan udio *enstatita*. Na osnovi tih rezultata, kao i rezultata ostalih sedimentoloških analiza, zaključuje se da je *enstatit* vezan za razvoj fluvijalnih naslaga i poplavna riječna područja. *Enstatit* se javlja u tim, a također i svim drugim uzorcima kao izduljena prizmatska zrna s više-manje oštro nazubljenim i raščihanim krajevima, s limonitičnim obojenjem i onečišćenjem u pukotinama kalavosti i uz rubove zubičastih završetaka. Vrlo je slabe, jedva primjetljive žućkasto-zelenkaste boje, potamnjuje paralelno, a interferira u sivoj boji prvoga reda.

Kromit. Vrlo se rijetko pojavljuje, a i tada s jednim, najviše s dva zrna. To su nepravilna tamnocrvena zrna i krhotinice, koje su samo na vrlo tankim dijelovima, uz sam rub zrna providne u crvenoj, katkada smeđastocrvenoj boji.

Žučkastosmeđasta, ponajčešće svježja nepravilna zrna i optički izotropna poput granata vjerojatno odgovaraju pikotitu. Primijećeno je i nekoliko zelenkastih takvih zrna.

Korund i *andaluzit* su u cijelom mineralnom sastavu svih uzoraka zastupani tek s nekoliko zrna.

Aragonit. Primijećen je samo u uzorku 2001b, u profilu Mikanovci. Upravo je neobična pojava aragonita u uzorku, jer ga inače nema u detritusu terigeno-klastičnih naslaga. Aragonit nije petrogeni mineral.

Aragonit je determiniran u više uzoraka iz naslaga dvaju profila glinokopa »Đakovo«, zapadno od samog gradskog naselja Đakovo (Mutić, 1984). Razvoj aragonita u tim naslagama, a također i u uzorku profila Mikanovci vezan je za mineralizaciju taložne sredine vodom iz sumpornog vrela Đakovačke Breznice na istočnom obronku Dilj-gore.

U uzorku 2001b određena su tri zrna aragonita. Ta zrna, kao i sva zrna utvrđena u naslagama glinokopa »Đakovo«, vrlo su svježja. To su pretežno vrlo izduženi kristalići smjerom [001] te izgledaju poput finih iglica, vretena i koplja. Zastupani su i polukristalići aragonita i poluzaobljeni poprečno izduženju razlučeni dijelovi kristalića. Aragonit je izrazito staklastog sjaja, bezbojan je i odlikuje se karakterističnom pseudoapsorpcijom. Potamnjuje paralelno izduženju kristalića. Indeksi loma aragonita izmjereni metodom uronjavanja jesu: $n_x = 1,53$; $n_y = 1,68$.

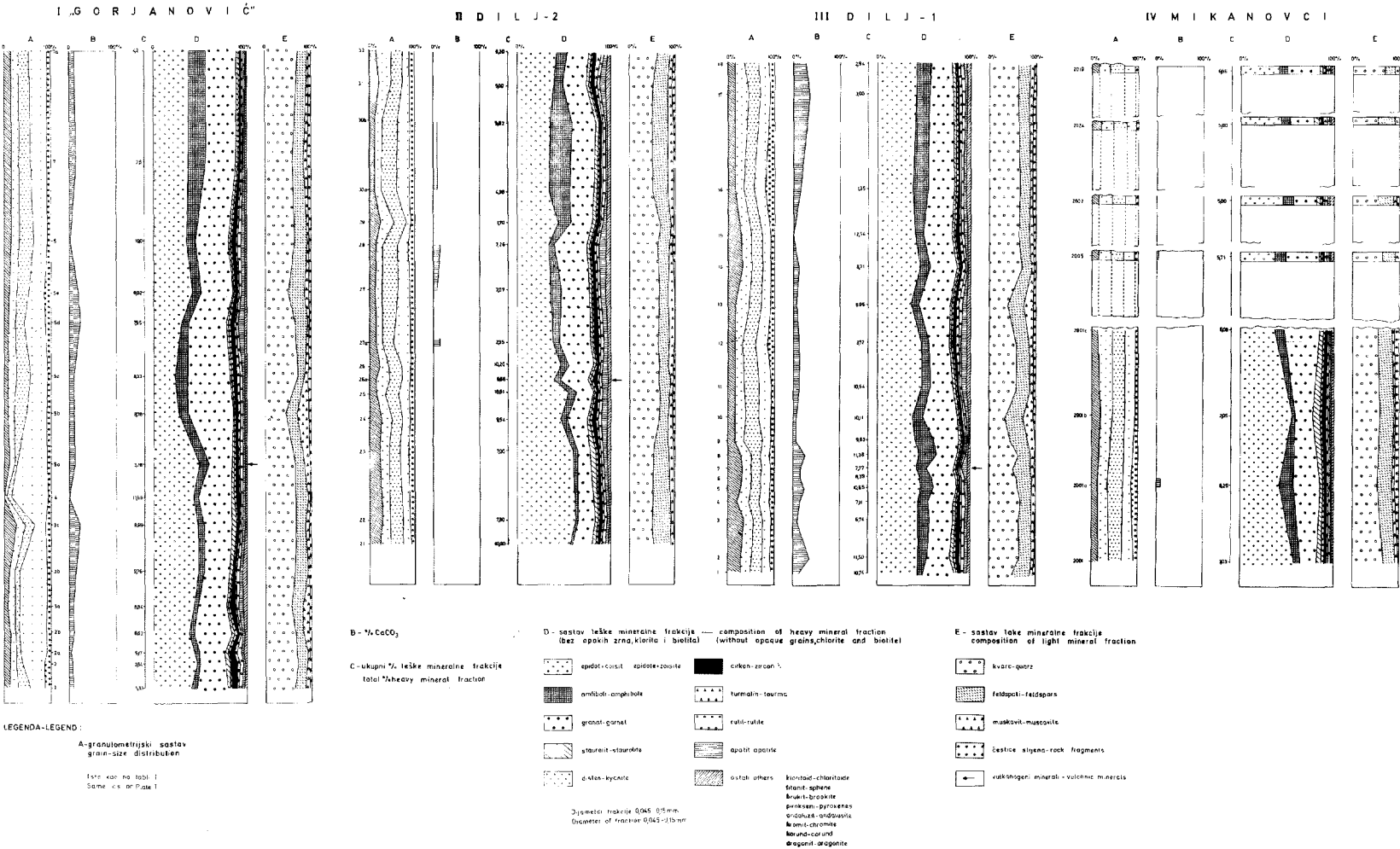
7.3. Laki minerali

Sastav lake mineralne frakcije čine: kvarc, feldspati, muskovit i čestice stijena.

Kvarc. U prosjeku od 55 do 65% zastupan je u lakoj frakciji analiziranih uzoraka. Ipak je udio kvarca u uzorcima profila »Gorjanović« nešto malo i viši, jer ponekad doseže i do 72%. U sastavu su ponajčešće zastupana miješana zrna: svježja i zrna s učincima mehaničkog trošenja, zatim krupnija i sitnija zrna. Tek manji broj uzoraka pokazuje u tom pogledu ujednačen sastav, gdje prevladavaju uglavnom sitna zrna s izrazitim učincima trošenja. Poput pojave krupnijih i svježijih zrna minerala u teškoj frakciji pojedinih uzoraka, tako se i u sastavu lake frakcije tih istih uzoraka susreću kao takva i kvarcna zrna. Uzorak izluženog lesa br. 4 iz naslaga profila »Gorjanović« osim kvarcnih zrna s limonitičnim pigmentom i takvim obojenjem uz njihove rubove sadrži također i krupna, vrlo svježja angularna i nepravilna kvarcna zrna. Nekoliko krhotina svježeg vulkanskog stakla, vulkanogeni cirkon u sastavu

Prilog V. Rezultati analize veličine zrna i mineralnog sastava naslaga profila: »Gorjanović«, Dilj-2, Dilj-1 i Mikanovci.

Annex V. Results of the grain size analyses and mineralogical composition of deposits profile: »Gorjanović«, Dilj-2, Dilj-1, and Mikanovci.



tog uzorka kao i vulkanogeni apatit, augit i biotit u uzorku 5a iz mlađe naslage potkrepljuju pretpostavku da je i taj svježiji kvarc vulkanogenog porijekla donesen vjetrom.

Feldspati. Kako su feldspati bitni sastojci mnogih stijena, oni su kao njihovi erozijski produkti također znatno zastupani u sastavu tih kvartarnih naslaga. U prosjeku sudjeluju s oko 1/3 u odnosu na sveukupni sastav lake frakcije. Najniži udio feldspata, tj. 15%, sadrži uzorak 5c iz profila »Gorjanović«, a također ih svega 18% ima u uzorku 27 iz profila Dilj-2. U uzorku 22 iz baze istog profila zastupano je 36% feldspata. Međutim, u uzorku 7 iz profila Dilj-1 skoro polovicu lake frakcije čine feldspati. Udio feldspata u uzorcima profila Mikanovci kreće se od 24,9 do 36,0%.

U uzorcima su pretežno zastupana miješana zrna: krupnija i sitnija, hipidiomorfna, nepravilna, pa i sferična, zatim uglata, poluzaobljena i zaobljena zrna. Isto su tako u sastavu uzoraka udružena svježja zrna i zrna s uklopljenom praškastom ili izlučenom nečistoćom kao produktom izmjene u njihovom sastavu. Jedino je u pojedinim uzorcima iz naslaga tipičnog lesa ponajviše došla do izražaja ujednačenost veličine zrna i stupnja njihove prilično dobre zaobljenosti.

Sudeći po indeksima loma, koji su niži od loma kanadskog balzama, zastupani su alkalijski feldspati, i to *albit*, prvi član izomorfnog niza plagioklasa, zatim *mikroklin* i *sanidin*. Ima u sastavu i oligoklasa, dok su znatno rjeđi plagioklasi s višim indeksima loma. Albit je od feldspata najobilniji u sastavu lake frakcije. Ponajčešće su to samci, dok su individuumi sraslačke građe zastupani najviše s dva do tri zrna u pojedinom preparatu, rijetko s više zrna. Mikroklin je prilično rijedak, a odlikuje se rešetkastom strukturom.

Svježje, staklaste, oštroidne, katkada pločaste kalotine u uzorcima 25 i 26a iz naslaga profila Dilj-2 i u uzorku 7 iz profila Dilj-1 vjerojatno odgovaraju sanidinu. Upravo takav sanidin je odredio dr. Lj. Barić u sastavu lake frakcije uzorka s nivoa od 70,00 m iz bušotine Ivanić-Grad I (Mutić, 1981). U uzorcima iz spomenutih profila i sanidin je jedan od vulkanogenih minerala koji su utvrđeni u tim uzorcima, a to su apatit, augit, cirkon a primijećeno je i nekoliko sitnih svježih krhotinica vulkanskog stakla. Toj vulkanogenoj asocijaciji spadaju i rastrošeni listići smeđeg biotita iz uzorka 25. Krupnije kalotine sanidina s malo nečistoće po pukotinama, odnosno bridovima primijećene su u uzorku 2001b iz profila Mikanovci. Ova onečišćenja i slaba zaobljenost tih kalotina u skladu je s pojavom malo zaobljenog vulkanogenog apatita, što uz ostala obilježja na detritičnim zrnima upućuje da je razvoj tih naslaga vezan za snažanje i pretaložavanje terigenog materijala u niže dijelove taložne sredine.

U albitu su vrlo česte inkluzije amfibola, epidota, klorita, rjeđe cirkona. Ponajčešće se vide mikroliti amfibola, jedan ili nekoliko njih uloženi neorijentirano u mineral. Ali se vidi katkada i pravi-

lan raspored mikrolita amfibola koji su nanizani po duljini kristalica, i to u nekoliko paralelnih nizova na jednom zrnu albita. Ipak su na albitu i ostalim plagioklasima najčešće vidljivi produkti izmjene, tj. glina, i to kao smeđasta praškasta nečistoća više-manje dispergirana po čitavom zrnu. Katkada ta nečistoća poput najfinije prašine markira trase pukotina kalavosti. Učinci daljeg trošenja minerala došli su do izražaja u koroziji zrna. Mjestimično limonitično obojenje tih izjedina po samom zrnu i uz njegove rubne dijelove još jače ističe tu korozijsku aktivnost. Tako niti feldspati, poput ostalih minerala u sastavu uzoraka, nisu ostali pošteđeni od agresivnih utjecaja u pojedinim taložnim vodenim sredinama. Korozijom zahvaćena zrna primijećena su u uzorcima profila Dilj-1, Dilj-2 i Mikanovci, a nema ih u uzorcima profila »Gorjanović«.

Muskovit. Ima ga u svim analiziranim uzorcima. Količinski iznosi njegovih listića vrlo su promjenljivi od uzorka do uzorka. To pokazuju i ovi široki intervali između krajnjih iznosa izraženih u postocima:

u profilu »Gorjanović«	1,4—30,0%,
„ Dilj-2	3,4—15,5%,
„ Dilj-1	3,9—21,1%, i
„ Mikanovci	2,6—12,6%.

Listići se muskovita iz svih uzoraka odlikuju dobrom zaobljenošću. Krupnoćom se, pak, odlikuju listići iz uzoraka 2001a i 2001c profila Mikanovci. Cesto muskovit sadrži inkluzije, i to ponajčešće cirkon rjeđe apatit. Katkada u tim listićima ima dispergirane crne nečistoće kao najfinijeg praha, a koji se ponekad vidi kao subparalelne i malo povijene niti kako se protežu od jednog do drugog kraja listića.

Čestice stijena. Sporedni su i neredoviti sastojci lake frakcije. Među tim terigenim česticama najčešći je mikrokvarcit, zatim tinjčasti kvarcit, čestice kvarcfeldspatskih stijena, tinjčasti škrljac i čert. Žučkastosmeđe čestice pelita u uzorcima 21 i 26a iz profila Dilj-2 i sitnolistićave nepravilne nakupine u uzorcima 11, 12 i 13 iz profila Dilj-1 vjerojatno su intrabazenske slabo konsolidirane tvorevine podloge.

8. DISKUSIJA

Uspoređujući i usklađujući postignute brojne rezultate analiza učinilo se prikladnim da se izdvoje intervali mirnih i intervali nemirnih klimatskih uvjeta u razvoju lesnih naslaga ispitivanih profila. Na to su u vertikalnoj sukcesiji naslaga u prvom redu upućivale promjene veličina parametara mehaničke analize. Pojava, učestalost ili pomanjkanje malakaloške faune u pojedinim intervalima naslaga bio je dalji kriterij za obilježavanje izmijenjenih klimatskih uvjeta. Iz kvantitativne analize faune moluska razabire

se da je, naime, u različitim okolnostima dolazilo do ritmičkih izmjena pojedinih faktora, kao npr. karaktera vegetacije, promjene temperature, vlažnosti koju su zahtijevali organizmi i dr.

Označene sedimentološke i paleontološke granice intervala ili jedinica u većini slučajeva koincidiraju kako se to razabire na prilogima (Prilog I, II i III).

8.1. Profil »Gorjanović«

8.1.1. Sedimentološko-malakološke jedinice

U profilu »Gorjanović« izdvojene su ove sedimentološko-malakološke jedinice (na prilogu I u stupcu B označeno rimskim brojevima):

1. 18,0—15,5 m obuhvaća uzorke 1—3b,
2. 15,5—12,3 m obuhvaća uzorke 3b—5a,
3. 12,3— 8,0 m obuhvaća uzorke 5a—5d,
4. 8,0— 6,3 m obuhvaća uzorke 5d—6, i
5. 6,3— 0,0 m obuhvaća uzorke 6—7a.

1. Prva jedinica u naslagama profila započinje završetkom jedne ranije faze razvoja tipičnog lesa, a predstavljena je uzorkom 1, nakon kojeg slijedi naslaga izluženog lesa s uzorcima 2, 2a i 2b. Uzorci 3a i 3b opet su predstavnici tipičnog lesa u toj prvoj sedimentološko-malakološkoj jedinici.

Nakon skoro podjednake raspodjele količinskih odnosa pojedinih frakcija u granulometrijskom sastavu prvoga uzorka, daljom dinamikom taložnih uvjeta uspostavljen je odnos s visokom dominacijom siltnih veličina čestica u sastavu lesa. Takav je odnos izražen u sastavu uzorka 2 i kao takav ostaje neporemećen sve do kraja te izdvojene jedinice. Na mirne i kroz dulji period neporemećene taložne uvjete upućuju također srednje veličine zrna (M_z) i stupnjevi sortiranja (σ) i asimetrije (S_k). Pa ni kolebanja veličine kurtozisa nisu narušila dobro sortiranje čestica u centralnim dijelovima krivulja raspodjele čestica u tom donjem dijelu profila.

U prvoj polovici te jedinice, tj. u uzorku lesa i izluženog lesa u bazi profila nisu primijećeni nikakvi faunistički relikti. Tek je drugi dio jedinice obilježen pojavom moluska koja je vezana za vlažna i topla kopnena staništa (*Vallonia pulchella*). Postepenim zahlađenjem u daljem razvoju u naslagama nalazimo rezistentnije moluska (*Pupilla muscorum*, *Chondrula tridens*, *Trichia hispida*). U palinološkoj analizi u toj jedinici određen je *Corylus* i *Compositae*.

2. Drugu jedinicu od 15,5 do 12,3 m predstavljaju uzorci 3b, 3c, 4 i 5a. Nakon mirnog trenda parametara srednje veličine zrna u prvoj, prethodnoj jedinici, u okviru ove jedinice nadolaze poremećaji zbog promjena uvjeta u dinamici taloženja eolskog mate-

rijala. Te su promjene uvjetovane klimatskim faktorima, tj. okolnostima hladne, zatim toplije, pa opet hladne klime. Predstavnik toplije klime je uzorak 4. U njegovom granulometrijskom sastavu najmarkantnije je obilježena izmjena klimatskih uvjeta; tu je ujedno iskazan najnemirniji događaj u dinamici razvoja lesnih naslaga tog profila.

Na velikim prostranstvima lesnih naslaga u susjednoj Mađarskoj na nekoliko je profila tog facijesa utvrđeno da eolski pijesak lesne naslage dijeli na tri sekcije (Molnar & Krolopp, 1978). Eolski se pijesak na tom teritoriju pojavljuje u većem broju slučajeva kao leće ili kao manje pješčane dine. Taj materijal, ističu autori, nije uvijek pijesak, mogu biti zastupani svi prijelazni tipovi od pijeska do lesa, pjeskoviti les ili lesni pijesak i sl. Svaka od tih pojava uvjetovana je blažom ili toplijom klimom. Analogno tomu onda je vjerojatno i silt uzorka 4 također u ulozi pješčane leće ili dine u odvajanju dviju lesnih faza u profilu »Gorjanović«. Od svih analiziranih uzoraka upravo u uzorku 4 predstavljena je frakcija silta u najvišem stupnju (95%).

Ova je 2. jedinica u profilu »Gorjanović« vrlo siromašna moluskama i kvantitativno, i kvalitativno. Determinirani su samo ovi floristički ostaci: *Carpinus*, *Compositae*, *Gramineae* i *Chenopodiaceae*.

3. Jedinica od 12,3 do 8,0 m obuhvaća uzorke 5a, 5b, 5c i 5d, koji u cijelosti predstavljaju tipični les. U tom lesnom razvoju jedine su se promjene u dinamici taloženja odvijale u raspodjeli količinskih odnosa čestica siltne veličina, i to naročito srednjozrnatog i krupnozrnatog silta. Već je u uzorku 5b dobro iskazan porast na srednjozrnatom siltu, a u uzorku 5c ima ga ponajviše. Upravo u tom uzorku njegov udio postiže maksimum u odnosu na sastav svih uzoraka ovoga profila. Srednje veličine zrna i stupnjevi sortiranja održavaju mirne i stabilne taložne uvjete — na što upućuje i trend parametara skjunesa i kurtosisa.

Mirni uvjeti u razvoju naslaga ove jedinice u profilu pripomogli su optimalnom razvoju moluska. Naročito su se razvile vrste tipične za lesnu sredinu (hladne stepe, polustepe, park stepe), i to: *Trichia hispida*, *Euconulus fulvus*, *Vitrea crystallina*, *Pupilla muscorum*, *Vallonia enniensis* i dr.

Sastavom polena u uzorcima 5a i 5b predstavljena je flora koja također ukazuje na hladniju klimu kasnog glacijala, a to je: *Betula*, *Salix*, *Carpinus*, *Compositae*, *Chenopodiaceae* i *Umbelliferae*. Prisutnost trava (*Gramineae*) predočuje otvorena, nešto sušnija područja.

4. Sedimentološko-malakološka jedinica od 8,0 do 6,3 m s uzorcima 5d, 5e i 6 obilježena je također s jednim poremećajem u količinskim udjelima pojedinih frakcija. Tu je taj poremećaj uvjetovan količinskom infiltracijom frakcije pijeska u eolski prašnasti materijal. U uzorku 5e iskazan je maksimum udjela pijeska u odnosu na sve uzorke iz profila »Gorjanović« (Prilog I). I taj pijesak,

skoro na domaku naslage izluženog lesa, čini se da je poput silta u uzorku 4 simptomatičan i da nagoviješta jednu fazu blaže klime, odnosno slabljenje eolske aktivnosti u donosu prašinstog materijala. S porastom energije uvjeta što je izražava srednja veličina zrna — kao s nekim zakašnjenjem — tek u uzorku 6 pogoršava se sortiranost zrna u ovom dijelu 4. jedinice profila. Jednom gotovo podjednakom raspodjelom količinskih udjela pojedinih frakcija silta u sastavu uzorka 6 završava razvoj naslage ove 4. sedimentološko-malakološke jedinice, i to u mirnim uvjetima, kako ih i obilježavaju parametri mehaničke analize.

Na prelazu iz 3. u 4. jedinicu još egzistiraju vrste moluska iz prethodne jedinice, ali u ovoj 4. jedinici one nestaju.

5. Jedinica od 6,3 do 0,0 m s uzorcima 6, 7 i 7a predstavlja gornji, odnosno završni dio naslaga profila »Gorjanović«. Taj dio profila izgrađuju naslage nastale također nanosom eolskog materijala u klimatskim hladnim, ali vrlo mirnim i stabilnim uvjetima.

Poremećaji u razvoju faune iz prethodne jedinice sporo se stabiliziraju, pa razvoj lesnih vrsta moluska tek u drugom dijelu ove jedinice poprima isti kvalitativni i kvantitativni doseg, koji je iskazan ranije u 3. jedinici ovog profila.

8.1.2. Mineralni sastav

Ne samo raznolikost mineralnih vrsta nego i morfološkim osobinama tih vrsta odlikuje se u cijelosti sastav mineralne asocijacije uzoraka iz naslaga profila »Gorjanović«.

Ponajčešće su u sastavu uzoraka zastupana više-manje miješana zrna: svježja i trošna, krupnija i sitnija, uglata, poluzaobljena i zaobljena, nepravilna i kršeni djelići njihovih kristalića. Ima u sastavu i kristalića, i to ponajčešće cirkona, rutila, katkada i turmalina, apatita, ali i oni su već obilježeni učincima trošenja. Samo su u uzorcima 2 i 7a u sastavu ponajviše zastupana ujednačena zrna: sitna, poluzaobljena i zaobljena.

Razvoj se ovih naslaga zbivao u velikom vremenskom periodu, u vrlo promjenljivim, ali povremeno i u vrlo stabilnim utjecajima hladne i suhe kao i tople i vlažne klime, a nadasve pod utjecajima aktivnosti vjetra i vrtložnih atmosferskih strujanja. Pa ipak, unatoč svim tim utjecajima, asocijacija utvrđenih mineralnih vrsta koja se pokazala u prvom uzorku, u bazi profila, ostala je sačuvana u cijelosti u svim naslagama profila »Gorjanović«. Upravo i ti rezultati mineraloških analiza potkrepljuju pretpostavku o trajnom eolskom donosu erozijskog materijala iz istih izdignutih reljefa, njihovih podbrežja i prostranih areala naplavnih nizina. Varijacije u količinskim udjelima mineralnih vrsta mogle su nastati u jednu ruku i selektivnim sortiranjem eolske aktivnosti s obzirom na veličinu, oblik i gustoću mineralnih vrsta.

Mineralni sastav uzoraka čine karbonatna zrna: kalcit i dolomit, zatim minerali lake i teške frakcije. Kvarc je glavni mineralni

sastojak svih uzoraka lake frakcije; također su znatno zastupani i feldspati. Uz nešto malo muskovita i čestica stijena ta su dva minerala količinski gotovo i jedini sastojci lake frakcije.

Sastav asocijacije karakterističnih teških minerala čine: epidot s vrlo malo coisita, amfiboli, granat, staurolit, disten, cirkon, turmalin, rutil, apatit i klorit. Osim tih redovitih sastojaka sporadično se javljaju: biotit, kloritoid, titanit, brukit, piroksen, kromit i korund (Prilog V).

Epidot, amfiboli i granat čine glavnu komponentu mineralnog sastava, što predstavlja oko 80% od sveukupnog broja mineralnih zrna. U gornjem, završnom dijelu naslaga profila ta njihova ukupna količina doseže i do blizu 90%. Prateći učestalost svakog od ta tri minerala i uspoređujući njihove količinske odnose u slijedu naslaga profila uočuju se tri intervala koji su okarakterizirani količinskim prioritetoj jednog od ta tri minerala. Prvi interval obuhvaća uzorke 1–5a. Odlikuje se znatnom dominacijom epidota nad granatom i najslabijom učestalošću amfibola, tj. 3–7% u odnosu na njegovu učestalost u cijelom profilu. Drugi interval predstavljaju uzorci 5a, 5b, 5c, 5d i 5e. Obilježen je porastom učestalosti granata, te u uzorcima 5b, 5c i 5d granat postiže količinski maksimum s obzirom na cijeli profil. Također su i amfiboli u tom intervalu obilniji nego u prethodnom. Međutim je količina epidota u tom dijelu profila smanjena i više nego za polovicu. Tu je ujedno iskazana i najmanja učestalost epidota u profilu uopće. U početku trećeg intervala, koji uključuje uzorke 6, 7 i 7a, primjećuje se mala tendencija u porastu granata, ali epidot opet postaje dominantnim mineralom asocijacije u gornjem završnom dijelu profila. Međutim su amfiboli u tom dijelu profila postigli svoj količinski maksimum u odnosu na cijeli profil jer im upravo tu, na njihovu učestalost otpada 1/5 od sveukupnog iznosa svih prisutnih mineralnih zrna.

Ponašanje učestalosti amfibola u mineralnoj asocijaciji cijelog profila je najkarakterističnija pojava u stupu mineralnog sastava profila (Prilog V). Možda su amfiboli više negoli granat i epidot osjetljiviji na nemirne uvjete nošenja i taloženja, pa zbog svog prizmatskog habitusa više podliježu selektivnom sortiranju negoli spomenuta dva minerala. Moguće je amfibola zbog toga i tako malo u mineralnom sastavu prvog intervala čiji se razvoj naslaga odvijao u klimatski promjenljivim i nemirnim taložnim uvjetima. Međutim, u mineralnom sastavu uzoraka drugog intervala, u uzorcima 5a–5e sve se češće pojavljuju karakteristični minerali porijeklom iz stijena višeg stupnja metamorfoze kao npr. svježja i krupna zrna granata, staurolita, distena, modrozelenkastog amfibola, zatim žućkastocrveni biotit, žućkastosmeđi turmalin, a u uzorku 5b ponajobilniji je muskovit. Stoga se ipak čini vjerojatnijim da su na količinske odnose amfibola u stupu mineralnog sastava profila »Gorjanović« bile utjecajnije promjene u arealu porijekla mineralnog sadržaja eolskog materijala negoli selektivno sortiranje minerala za vrijeme vjetrom nošenih mineralnih zrna.

Još je jednom karakterističnom pojavom obilježen mineralni sastav naslaga profila »Gorjanović«. Radi se, naime, o pojavi vulkanogenih minerala u sastavu uzorka 5a. To su apatit, augit, smeđa i zelena hornblenda, cirkon, biotit, sanidin i nekoliko prozirnih svježih krhotinica kiselog vulkanskog stakla. Odlikuju se karakterističnim obilježjima po kojima im se i pripisuje vulkanogeno porijeklo: asocijacija, svježina, habitus, inkluzija i dr. Kao takvi ti su minerali također utvrđeni i u gornjopleistocenskim naslagama u bušotinama IG—1 i IG—3 na istočnoj periferiji Zagreba (Mutić, 1981).

Swineford & Frye (1955, p. 18) u svom članku donose usmeno saopćenje dr. E. Schönhalsa o pojavi tanke naslage vulkanskog pepela koja se pojavljuje u virmskoj II. zoni u glinokopu blizu Eltvilla u Zapadnoj Njemačkoj. Također je horizont vulkanskog tufita — vjerojatno pepela — označen u gornjopleistocenskim naslagama mlađeg lesa u profilu glinokopa Paks uz desnu obalu Dunava u Mađarskoj (Pecsi, 1981, p. 158 i 159). Izvršena je odredba mineralnog sastava uzoraka iz tog profila (Codarcea, 1972). U sastavu je također određen hipersten i augit za koje se kaže samo to da su zastupani u vrlo malim količinama i da su karakteristični minerali mlađih eruptivnih stijena.

8.2. Dilj-2

8.2.1. Sedimentološko-malakološke jedinice

Dok se razvoju naslaga profila »Gorjanović« u cijelosti odvijao na kopnu, dotle se u naslagama profila Dilj-2 taloženje eolskog materijala vršilo najprije u vodi, zatim preko faze zapunjavanja bazena taloženje se materijala nastavilo na kopnu. Premda se radi o donosu istog terigeno-klastičnog prašinastog materijala, ipak je svaka ta taložna sredina obilježena specifičnim promjenama zbog izmijenjenih uvjeta i postgenetskih promjena i tvorevina.

Brojni rezultati izvršenih analiza pokazali su da je s naslagom koja je u profilu predstavljena uzorkom 27a jasno markirana granica koja dijeli profil na dva dijela. Moguće se tu radi o nekoj taložnoj stagnaciji; ili je prekid dosadašnjih, a početak drugih uvjeta taloženja vjerojatno posljedica tektonskih poremećaja.

U donjem dijelu profila nema karbonata u sastavu uzoraka, niti kalcita, niti dolomita. Uzorci gornjeg dijela profila, osim uzoraka 29, 31 i 32, imaju karbonata u sastavu (tabela 3). Nadalje, u donjem su dijelu obilnije zastupane sekundarne tvorevine: globulice i konkrecije minerala hidroksida željeza i mangana, dok su one u gornjem dijelu utvrđene samo u zonama izluženog lesa i znatno su sitnije od onih u donjem dijelu profila. Došla je također do izražaja i veća finoća zrna u izgradnji naslaga donjeg dijela profila od one u gornjem dijelu. I u raspodjeli količinskih udjela pojedinih frakcija veličine zrna primjećuju se razlike u tom pogledu.

Tako su se i količinski udjeli čestica veličine gline pojavili kao još jedno karakteristično obilježje u izdvajanju razvoja donjeg i gornjeg dijela profila naslaga. Osim toga će količinski maksimumi gline, odnosno čestica veličine gline, u profilu Dilj-2 još markantnije negoli u profilu »Gorjanović« označiti naslage vezane za klimatske promjene, tj. topliju klimu i prekid donosa eolskog materijala. To su u litološkom stupu dva intervala s raspršenim biljnim trunjem, uzorci 22 i 24, i dva intervala u gornjem dijelu profila označena kao zone izluženog lesa, uzorci 29 i 31. Još se jedan takav, ali slabiji, maksimum gline vidi u uzorku 26 prije nastupa već dobro izražene promjene označene uzorkom 27a.

Količinska infiltracija pijeska u sastavu uzorka 28 predstavlja najznačajniji poremećaj u dinamici taložnih uvjeta ovog profila. Moguće je i ta pojava pijeska, tu na domaku zone izluženog lesa, poput one u profilu »Gorjanović« što je predstavljena siltom u uzorku 4 i pijeskom u uzorku 6, nagovještaj jedne blaže klime i slabljenja dotadašnjih mirnih i stabilnih uvjeta eolske aktivnosti.

Na osnovi statističkih podataka mehaničke analize izdvojeni su i u naslagama ovoga profila stabilni i nestabilni ritmovi taložnih uvjeta ili sedimentološke jedinice (Prilog II). Samo 4. sedimentološka jedinica u ovoj profilu nosi i malakološka obilježja, jer je tek u naslagama ove jedinice u ekološki odgovarajućim staništima došlo do razvoja faune moluska.

Asocijacija moluska ove jedinice i kvalitativno i kvantitativno poptuno odgovara onoj koja je determinirana u 3. jedinici u profilu »Gorjanović«. To su: *Trichia hispida*, *Vitrea crystallina*, *Pupilla muscorum*, *Vallonia enniensis* i *Succinea oblonga* te ekološki rezistentne vrste *Vallonia pulchella*, *Chondrula tridens*, *Cochlicopa lubrica* i dr.

Rezultati palinoloških analiza pokazali su da je profil gotovo sterilan. Određene su: *Chenopodiaceae* i *Lycopodiaceae*.

8.2.2. Mineralni sastav

U sastavu naslaga ovog profila utvrđene su iste mineralne vrste kao i u profilu »Gorjanović«. Na osnovi te konstatacije isti eolski nanos izgrađuje naslage oba profila. Premda su u razvoju naslaga ovog profila izdvojene dvije taložne sredine: voda i kopno i prelazna faza taloženja i zapunjavanja bazena, u asocijaciji mineralnog sastava ostao je kroz čitav profil sačuvan u cijelosti sklop utvrđenih mineralnih vrsta. Jedinice promjene koje se vide u stupu mineralnog sastava profila odnose se na količinske udjele značajnih sastojaka: epidota, amfibola i granata. Upravo tim svojim udjelima i međusobnim odnosima tih udjela spomenuti minerali ponajočitije ukazuju na donji dio profila kao na zasebnu taložnu sredinu.

U mineralnom sastavu uzoraka 25 i 26, tj. u donjem dijelu profila utvrđeni su apatit, cirkon, biotit vulkanogenog porijekla poput onih u profilu »Gorjanović« (Prilog V).

8.3. Profil Dilj-1

8.3.1. Sedimentološko-malakološke jedinice

Razvoj se naslaga ovog profila u cijelosti odvijao u vodenoj sredini, i to u različitim okolnostima same sredine, a i pod utjecajima izvana. Stoga te naslage i imaju neka svoja specifična obilježja.

U odnosu na profil »Gorjanović«, a naročito na profil Dilj-2 u sastavu naslaga profila Dilj-1 ima ponajviše kalcijevog karbonata. Ima također i dolomita. U 2/3 vertikalnog slijeda naslaga tog profila brojno je zastupana autohtona, a i pretaložena fauna moluska (tabela 1). Kao daljnja karakteristika ove taložne sredine jesu sekundarne konkrecije i globulice o kojima je već bilo govora ranije u poglavlju o konkrecijama, a upućuju na širu, prostranu i znatno prozračniju vodenu sredinu negoli je to vodena sredina profila Dilj-2.

Na osnovi rezultata mehaničke analize što ih zorno predočuju trase promjene veličine zrna uvjetovane dinamikom taložnih uvjeta kao i na osnovi ekološki uvjetovanih skupina moluska, izdvojene su i u ovom profilu sedimentološko-malakološke jedinice (Prilog III).

I u ovome su se se profilu, poput u profilu Dilj-2, rezultati analiza pokazali kao dobri indikatori u izdvajanju donjeg dijela profila kao zasebne taložne sredine. Na prilogu III. označena je ta sredina kao 1. sedimentološko-malakološka jedinica. Obuhvaća uzorke od 1 do 9. U tom su dijelu profila vidljive i najživlje oscilacije u promjenama veličine parametara mehaničke analize, što odgovara vrlo promjenljivim okolnostima taložne sredine. Zbog toga, a i podudarno s promjenama faunističkih skupina aproksimativno su tu, ali samo grafički isprekidanim crtama, izdvojene još četiri podjedinice. U sastavu tih naslaga nešto je više zastupano kalcijevog karbonata negoli u gornjem dijelu profila.

U 1. izdvojenoj jedinici ili donjem dijelu profila zastupana je miješana, tj. kopnena, donesena u vodeni mulj, i vodena fauna. Od kopnene su faune česte: *Pupilla muscorum*, *Trichia hispida*, *Vallonia pulchella*, *Clausilia dubia*, *Succinea oblonga*, *Vertigo* i dr. Od vodenih moluska najčešće su vrste stajaćih voda i močvara. Ovaj razvoj faune odgovara 1. sedimentološko-malakološkoj jedinici u profilu »Gorjanović«. Floru zastupaju *Potamogetonaceae*, *Cyperaceae*, *Gramineae* kao i *Pinus* (donesen).

Drugu jedinicu koju predstavlja raspon uzoraka 9–13 karakteriziraju mirni i stabilni uvjeti u taloženju eolskog materijala. Na to upućuje mirna količina raspodjela veličina čestica i prateći parametri mehaničke analize uzoraka.

U tom razvojnem slijedu naslaga izostaje kopnena fauna. Uzrok tog nestanka su poremećaji u zbivanjima zasad neutvrđenog porijekla. Međutim se razvoj vodene faune i dalje nastavlja u tim na-

slagama. Tu su nađene kosti mamuta *Manimonteus primigenius*, što upućuju na blizinu kopna i plitku vodenu sredinu. Flora je zastupana kao i u prethodnoj jedinici.

Treća sedimentološko-malakološka jedinica obilježena je trećim, a i posljednjim maksimumom gline u tom profilu. Predstavljen je uzorkom 14 koji u sastavu sadrži i biljno trunje i uzorkom 15 koji u sastavu nema kalcijevog karbonata. Glina, trunje i po-manjkanje karbonata vjesnici su izmijenjenih uvjeta i postepenog smirivanja eolske aktivnosti u izgradnji naslaga lesnog facijesa u tom profilu. Izmijenjene okolnosti obilježene su i poremećajem u trasama parametara mehaničke analize (Prilog III, C).

U ovim poremećenim taložnim uvjetima vodena fauna i dalje egzistira, ali pokazuje tendenciju opadanja u razvoju. Floru predstavljaju: *Gramineae*, *Lycopodiaceae*, *Polypodiaceae*, *Cyperaceae*, *Compositae* i *Pinus*.

U izgradnji naslaga 4. jedinice tekuća voda preuzima ulogu transportnog sredstva, odnosno donos i akumulaciju terigenog materijala. To je u litološkom stupu na prilogu III. označeno znatnim udjelom primjese pijeska u granulometrijskom sastavu uzoraka. S naslagom silta završava razvoj naslaga profila Dilj-1. Tim krupnozrnatijim terigeno-klastičnim članovima obilježen je početak nove faze u evoluciji naslaga najmlađeg kvartara-holocena, i to u okolnostima i uvjetima koji su svojstveni fluvijalnom facijesu.

S tim naglim promjenama u uvjetima sedimentacije dolazi i do potpunog prekida u razvoju faune. Ona se opet javlja tek pri završetku profila, a također i flora: *Compositae*, *Gramineae* i spore gljiva. U ovoj sekvenciji naslaga nađene su kosti *Bos taurus brachyceros* i *Equus caballus* koje također upućuju na blizinu obale (vinkovački lesni plato) i plitku vodenu sredinu.

8.3.2. Mineralni sastav

Promjena u režimu sedimentacije odrazila se i u mineralnom sastavu uzoraka profila Dilj-1.

Iste mineralne vrste poput onih u naslagama profila »Gorjanović« i Dilj-2 tvore mineralni sastav naslaga i ovog profila. Međutim, trasa količinskih odnosa glavnih sastojaka epidota, amfibola i granata ne pokazuje bliskost onim trasama koje su uočene između profila »Gorjanović« i Dilj-2. Na promjene količinskih odnosa mineralnih sastojaka utjecale su i specifičnosti vodenih sredina, a vjerojatno su tomu ponešto pridonijeli i procesi spiranja i snošenja minerala iz izdignutih lesnih naslaga kao što se događalo i s lesnom faunom.

Također je i u ovome profilu, i to u uzorku 7, registrirana pojava vulkanogenih minerala, kao što je to već evidentirano u profilima »Gorjanović« i Dilj-2 (Prilog III).

S fluvijalnom sedimentacijom u završnom dijelu profila pojavljuju se, iako tek s nekoliko zrna, mineralne vrste porijeklom iz

drugih matičnih stijena. To su enstatit, hipersten, augit i glaukofan. Tih minerala nema u asocijaciji lesnih naslaga. Augit je u ovim naslagama također donesen vodom iz drugog distributivnog areala za razliku od onog augita koji je udružen s ostalim vulkanogenim mineralima na određenom nivou u sva tri profila.

8.4. Profil Mikanovci

Više-manje jednakomjerna raspodjela veličina čestica u uzorcima ovog profila rezultat je mirnih i stabilnih uvjeta u vodenoj taložnoj sredini na što upućuju i vrlo slabe oscilacije u promjenama srednje veličine čestica (Prilog IV).

Pa ipak, niti u jednom profilu naslaga nije došla do izražaja raznolikost u razvoju sekundarnih diagenetskih tvorevina ni u mineralnom sastavu kao upravo u tom taložnom prostoru. Tu su dobro zastupane vapnenačke konkrecije u drugom uzorku idući od baze profila. Također u tom istom uzorku, i onom iz baze profila, uz sitna detritalna zrnca kalcita i dolomita susreću se i krupniji romboedri kalcita i dolomita kao i njihove kalotine s uklopljenom smeđastom nečistoćom poput finoga praha. Ta su krupna karbonatna zrna najvjerojatnije autigene tvorevine te sredine. Također u uzorku iz baze, a i u drugim nekim uzorcima, obilne su globulice minerala hidroksida željeza i mangana.

Naslage tog profila odlikuju se još jednom neobičnom pojavom, naime aragonitom, koji je utvrđen u trećem uzorku idući od baze profila. Ne samo pojavom aragonita nego niti litološkim karakteristikama, niti rezultatima sedimentoloških analiza razvoj naslaga profila Mikanovci ne podudara se s razvojem naslaga niti jednog dosad opisanog profila. Izgleda po svemu da profil Mikanovci predstavlja periferne naslage jedne posve druge taložne akvatične sredine. U produžetku prema zapadu, i to zapadno od gradskog naselja Đakovo, u glinokopu ciglane »Đakovo« sedimentološkim su analizama obrađeni uzorci dvaju profila tog glinokopa. Postignuti rezultati gotovo su podudarni s onim iz profila Mikanovci, a naročito ih povezuje pojava aragonita, čije se rasprostranjenje još većim pokazalo u uzorcima tih dvaju profila. Aragonit je u svim tim ispitanim naslagama autigen, nije donasan s drugim terigenim klastičnim materijalom. On je jednako zastupan u profilima glinokopa ciglane »Đakovo« i u onim uzorcima u kojima je došlo do znatne promjene u donosu terigenog materijala, a što se lijepo odrazilo u njihovim mineraloškim analizama. Tu je aragonit anorganskog porijekla. S obzirom na sve okolnosti u razvoju naslaga profila Mikanovci, kao i profila glinokopa ciglane »Đakovo«, pretpostavlja se da je pojava aragonita u tim finozrnatim poroznim naslagama uvjetovana infiltracijom otopina mineralnih tvari porijeklom iz sumpornog vrela Đakovačke Breznice.

Na prilogu V. u stupu mineralnog sastava ovog profila količinski odnosi glavnih mineralnih sastojaka: epidota, amfibola i granata ne podudaraju se s njihovim odnosima niti u jednom od tri druga

ispitana profila. Epidot je u ovim uzorcima u znatnoj predominaciji nad granatom, a i učestalosti ostalih mineralnih sastojaka vrlo su varijabilne od uzorka do uzorka. U tim su uzorcima obilniji staurolit i disten nego u uzorcima u sva tri ostala profila, a i njihovi udjeli znatno variraju od uzorka do uzorka. Ima nadalje u sastavu ovog profila i vrlo krupnih i svježih zrna pojedinih minerala kao npr. distena, staurolita, turmalina, amfibola, kakva se inače ne susreću u tipičnoj eolskoj asocijaciji. Enstatita i augita također ima u tim uzorcima. Tih minerala nema u mineralnom sastavu lesnih naslaga, osim augita koji je udružen s vulkanogenim mineralima. Upravo takav augit i vulkanogeni kršen i slabo zaobljen apatit primijećen je u mineralnom sastavu uzorka 2001a. No, vjerojatnije je da su pretaložavanjem dospjeli u tu sredinu iz starijih naslaga nego što bi bili doneseni vjetrom direktno iz neke vulkanske eksplozije.

Sve navedene pojave i promjene u mineralnom sastavu naslaga profila Mikanovci posljedica su u prvom redu pretaložavanja, odnosno snošenja siltnog materijala eolskog porijekla s bližih pozitivnih paleostruktura i zatim njegovog miješanja s terigenim materijalom donasan nekim dotokom slabog hidrodinamskog režima.

9. ZAKLJUČAK

Postignuti rezultati izvršenih analiza uzoraka lesa (prapora) pokazali su svu opravdanost u odabiranju profila iz širokog prostiranja kvartarnih naslaga istočne Slavonije u svrhu iznalaženja specifičnih uvjeta i okolnosti razvoja svakog od njih.

Svaki od odabrana četiri profila naslaga na potezu od Vukovara do Mikanovaca, na udaljenosti od 35 km, predstavlja jednu drugu taložnu sredinu, i to jednog te istog terigeno-klastičnog finozrnatog materijala donasanog i odlaganog eolskom aktivnošću.

Profil »Gorjanović« predstavnik je razvoja lesnih naslaga isključivo na kopnu. Brojno zastupane vrste moluska u tim naslagama također upućuju na svoja kopnena ekološka staništa. Izmijenjene klimatske uvjete u sukcesiji naslaga tog profila obilježavaju zone izluženog lesa. Radiometrijskom analizom ^{14}C određen je vremenski interval razvoja tih naslaga, i to u rasponu od 31.000 do 16.000 godina.

Razvoj naslaga profila Dilj-2 (»Slavonka«) odvijao se najprije u vodenoj sredini i preko faze zapunjavanja te sredine taloženje se eolskog materijala nastavilo na kopnu. Pomanjkanje kalcijevog karbonata i fosilnih ostataka značajne su karakteristike prve taložne sredine, odnosno donjeg dijela tog profila. Dvije tamne zone s ostacima biljnog trunja u tom dijelu profila adekvatne su zonama izluženog lesa kopnenog razvoja. Gornji dio profila izgrađuju naslage tipičnog lesa. One su istovremene s razvojem naslaga gornjeg dijela profila »Gorjanović«. Tu vremensku usklađenost potkrepljuje i utvrđena fauna moluska u oba profila.

Naslage profila Dilj-1 (»Slavko Knežević«) nastale su u vodenoj jezersko-barskoj sredini. Odlikuju se najvećim udjelom kalcijevog karbonata u sastavu naslaga u odnosu na ostala tri ispitivana profila kao i brojno zastupanom faunom moluska vezanom za vodenu sredinu. Gornji dio naslaga ovog profila po svojim litološkim obilježjima, nalazom kosti vertebrata i rezultatima sedimentoloških analiza specifičan je i odgovara najmlađoj fazi razvoja kvartarnih naslaga, odnosno holocenu.

Ovakva diferencijacija naslaga profila unutar eolskog facijesa uvjetovana je tektonskim poremećajima koji su se ponajprije manifestirali izdizanjem vukovarskog kopna u srednjem pleistocenu, zatim slijedom poremećaja i izdizanja naslaga profila Dilj-2 i Dilj-1 i konačno izdizanjem naslaga profila Mikanovci u holocenu.

Na osnovi brojno postignutih rezultata sedimentoloških analiza u vertikalnoj sukcesiji naslaga profila izdvojene su zasebne sedimentološke jedinice adekvatne ritmovima stabilnih, odnosno nestabilnih klimatskih uvjeta u razvoju tih gornjopleistocenskih naslaga. Te promjene, kao i promjene taložnih sredina, slijedile su i ekološke promjene, a s tim i razvoj pojedinih vrsta faune moluska. Tako su se u izdvojenim jedinicama našla udružena odgovarajuća i sedimentološka i malakološka obilježja.

U sastavu svih analiziranih uzoraka lesnih naslaga u profilima »Gorjanović«, Dilj-2 i Dilj-1 došla je do izražaja identičnost u pojavi istih mineralnih vrsta, bilo u onim naslagama koje su taložene na kopnu, bilo u nekoj vodenoj sredini. U mineralnoj asocijaciji, dakle, u sva tri profila u cijelosti je ostao sačuvan sklop istih utvrđenih mineralnih vrsta (Prilog V). Gotovo se može reći, da je mineralni sastav tih lesnih naslaga unimodalni.

Najizrazitije promjene u cjelokupnom mineralnom sastavu analiziranih uzoraka odnose se na količinske udjele glavnih sastojaka: epidota, amfibola i granata kao i međusobne odnose njihove učestalosti. Ipak se zastupljenost amfibola pokazala najkarakterističnijom pojavom u stupu mineralnog sastava profila »Gorjanović« i Dilj-2. Ni uvjeti različitih taložnih sredina tih dvaju profila nisu utjecali na količinske udjele amfibola. Od svih mineralnih vrsta amplituda učestalosti amfibola od baze do vrha obadva profila ponajbolje odražavaju postupne promjene u arealu porijekla amfibola, odnosno sve intenzivniju eroziju metamorfnih stijena.

Mineralni sastav spomenutih triju profila okarakteriziran je i pojavom vulkanogenih minerala: apatita, augita, amfibola, cirkona, sanidina s nešto malo krhotinica kiselog vulkanskog stakla. Nadasve je karakteristična ta jedinstvena pojava vulkanogenih varijeteta tih mineralnih vrsta isključivo na određenom horizontu naslaga u sva tri profila (Prilog V).

Ne samo granulometrijskim nego i mineralnim sastavom obilježena je značajna promjena u razvoju naslaga gornjeg dijela profila Dilj-1. Završetak eolske aktivnosti, a početak fluvijalne sedimentacije u mineralnom je sastavu predstavljena pojavom ensta-

tita, hiperstena, augita (fluvijalni donos) i glaukofana. Tih, naime, minerala nema u asocijaciji ispitivanih lesnih naslaga.

Iako su utvrđene iste mineralne vrste i u naslagama profila Mikanovci, ipak morfološkim osobinama tih vrsta i njihovim količinskim odnosima taj se sastav ne podudara s onim koji je svojstven lesnim naslagama u ostala tri profila. Te su mineralne vrste sa siltnim materijalom eolskog porijekla snažane s bliskih pozitivnih paleostruktura i u taložnoj sredini miješane s terigenim materijalom koji je donasan nekim tokom slabog hidrodinamskog režima.

Mineralnu asocijaciju profila Mikanovci karakterizira još jedna neobična pojava, naime aragonit koji je u tim naslagama autigen i anorganskog je porijekla. S obzirom na okolnosti u toj taložnoj sredini pretpostavlja se da je pojava aragonita u tim fino-zrnatim poroznim naslagama uvjetovana infiltracijom otopina mineralnih tvari porijeklom iz sumpornog vrela Đakovačke Breznice.

Kalcit i dolomit su također detritalne komponente sveukupnog mineralnog sastava analiziranih uzoraka. Ti su minerali posvudašnji i anorganskog je porijekla, te zbog toga i nisu u tolikoj mjeri karakteristični kao ostali prozirni zrnati minerali. Međutim, karbonatna se komponenta u razvoju naslaga profila pokazala više značajnom u sagledavanju uvjeta pojedinih taložnih sredina kao i u razvoju i udjelu dijagenetskih tvorevina, konkrecija.

Karakteristični detritalni teški minerali pokazali su se u ispitivanim profilima kao dobri i pouzdani indikatori svih značajnih pojava i promjena u razvoju kvartarnih naslaga eolskog i fluvijalnog facijesa.

Prema postignutim rezultatima mineraloške analize u naslagama profila »Gorjanović«, Dilj-2 i Dilj-1 predstavljena je mineralna asocijacija svojstvena lesnim naslagama područja istočne Slavonije. U jednom prilično definiranom količinskom odnosu svih prisutnih minerala našli su se udruženi najfiniji rastrožbeni produkti matičnih stijena različitog petrografskog sastava. Mineralna asocijacija tih lesnih naslaga pokazuje, dakle, poligenetsko porijeklo. Atmosferskim gibanjima u periglacialnim prostranstvima u vrijeme oledbe ispuhivan je i unašan u vrtložne zračne struje prašnasti materijal s reljefa zapadnih i sjeverozapadnih rubnih dijelova panonskog prostora, zatim iz njihovih podbrežja, širokih starijih riječnih terasa, naplavnih nizina i kao u suspenziji nošen i posvuda odlagan.

10. LITERATURA

- Bognar, A. (1977): Rasprostranjenje, osobine i vrste lesa Hrvatske. INQUA, Birmingham.
Cegla, J., Buckley, T. & Smalley, I. S. (1971): Microtextures of particles from some European loess deposits. *Sedimentology*, v. 17, p. 129–134, Amsterdam.
Folk, R. & Ward, W. C. (1957): Brazos River Bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sediment. Petr.*, v. 27, p. 3–26, Tulsa, Oklahoma.

- Gačina, M. & Majer, V. (1973): Bilješka o petrografskim ispitivanjima uzoraka leša s nekih lokaliteta u istočnoj Slavoniji i Srijemu. *Geol. vjesnik*, 26, 295—298, Zagreb.
- Galović, I. & Magdalenic, Z. (1975): Eolski sedimenti područja Kloštar-Virovitica u sjevernoj Hrvatskoj. *Geol. vjesnik*, 28, 43—54, Zagreb.
- Gorjanović-Kramberger, D. (1921): Morfološke i hidrografske prilike Srijemskog leša. *Glasnik Geograf. društva*, 5, 17—53, Beograd.
- Gorjanović-Kramberger, D. (1922): Morfološke i hidrografske prilike prapornih predjela Srijema, te pograničnih česti županije Virovitičke. *Glasnik Hrv. društva*, 34, 111—164, Zagreb.
- Inman, D. I. (1952): Measures for describing the size distribution of sediments. *Jour. Sedim. Petr.*, 22, p. 125—145, Tulsa, Oklahoma.
- Malez, M. (1970): Izumrli sisavci Slavonije. *Zbornik radova 1. Znan. Sabora Slavonije i Baranje*, 1, 101—105, Osijek.
- Malez, M. (1972): Rasprostranjenost hladnodobnih životinja u gornjem pleistocenu jugoistočne Evrope. *Rad JAZU*, 364, 133—180, Zagreb.
- Marković-Marjanović, J. (1972): Rasprostranjenje i stratigrafija leša u Jugoslaviji. *Glasnik prirod. muz. knj.*, 27, Beograd.
- Molnar, B. & Krolopp, E. (1978): Latest Pleistocene geohistory of the Bačka Loess area. *Acta Miner. Petr. Szegediensis*, 23, 2, p. 245—265.
- Molnar, B. & Geiger, J. (1981): Possibility for subdividing apparently homogeneous rock sequences by combined use of sedimentological, palaeontological and mathematical methods. *Földt. Kozl.*, 111, 2, p. 238—257, Budapest.
- Mutić, R. (1967): Pijesak otoka Suska. *Geol. vjesnik*, 20, 43—56, Zagreb.
- Mutić, R. (1975): Pijesak rijeke Drave u naslagama bušotine B-12 nedaleko Podravske Slatine. *Geol. vjesnik*, 28, 243—268, Zagreb.
- Mutić, R. (1975): Sedimentološka ispitivanja naslaga leša iz okolice Vinkovaca, Našica i Valpova. *Geol. vjesnik*, 28, 269—286, Zagreb.
- Mutić, R. (1981): Pirokseni u kvartarnim naslagama Krškog polja, Zagrebačkog Posavlja i u bušotinama IG—1 i IG—2. Sanidin u kvartarnim naslagama bušotina IG—1 i IG—2. *Geol. vjesnik*, 34, 85—93, Zagreb.
- Mutić, R. (1984): Aragonit u kvartarnim naslagama nedaleko Đakova u Slavoniji (Hrvatska). *Geol. vjesnik*, 37, 105—115, Zagreb.
- Pecsi, M. (1982): The most typical loess profiles in Hungary. *INOUA Hungarian national committee*.
- Pettijohn, F. J., Potter, P. E. & Siever, R. (1972): *Sand and Sandstone*. 1—618 pp. Springer, Berlin—Heidelberg—New York.
- Péwé, T. L. & Journaux, A. (1983): Origin and character of loesslike silt in unglaciated South—Central Yakutia, Siberia, U.S.S.R. *Geological survey professional paper*, 1262, Washington.
- Pilar, D. (1875): Podravina, Đakovština i Dilj gora. *Rad JAZU*, 33, 38—57, Zagreb.
- Rakić, M. (1977): Geneza i stratigrafija kvartarnih sedimenata u slivu južne i zapadne Morave (sa kraćim osvrtom na prilike u Dakijskom i Panonskom bazenu). *Rasprave Zavoda za Geološka i Geofizička istraživanja*, Vol. XVIII, 1—88, Beograd.
- Rukavina, D. (1983): O stratigrafiji gornjeg pleistocena s osvrtom na topola razdoblja i njihov odraz u naslagama na području Jugoslavije. *Rad JAZU*, 19, 199—221, Zagreb.
- Swineford, A. & Frye, J. C. (1955): Petrographic comparison of some loess samples from Western Europe with Kansas loess. *Journal of Sediment. Petr.*, v. 25, p. 3—23, Tulsa, Oklahoma.
- Sándor, F. (1912): Istraživanje prapora iz Vukovara, Bilogore i sa Rajne. *Vijesti geološkog povjerenstva*, 2, 103—108, Zagreb.

- Tajder, M. (1942): Sastav i postanak srijemskog prapora. Spomenica Vukovarske real. Gimnazije, 107—112, Vukovar.
- Takšić, A. (1947): Prilog poznavanju prapora istočne Hrvatske. Geol. vjesnik, 1, 203—231, Zagreb.
- Takšić, A. (1974): Einige Gastropodenarten aus dem Löss Ostslavoniens (Umgebung von Vinkovci). Bull. Sci. Yugoslav., (A) 19/3—4, 75—76, Zagreb.
- Teruggi, M. E. (1957): The nature and origin of Argentine loess. Journal of Sediment. Petr., v. 27, p. 322—332, Tulsa, Oklahoma.
- Washburn, A. L. (1979): Geocryology. Edward Arnold, p. 406, London.

UPPER PLEISTOCENE SEDIMENTS OF EASTERN SLAVONIA
(CROATIA)

The profile examined are situated in eastern Slavonia, in Croatia. The profile »Gorjanović« was taken on the bank of the Danube at Vukovar, the profiles Dilj-I and -II in the clay pits of Vinkovci, and the profile Mikanovci in the clay pit of Mikanovci.

The profiles between Vukovar and Mikanovci, in an area of 35 km, exhibit great differentiation of the facies and of the manner of sedimentation in the Upper Würm.

The profile »Gorjanović« is built of loess, the deposit having been brought by the wind from the Alps at the time of glaciation. Within the profile there are three zones of leached loess, developed during the warmer periods at the time of glaciation, after eolic deposition had ceased, and water advanced destroying the loess, dissolving soluble minerals and creating a darker leached loess. From the dissolved carbonate in the lower parts were created lime concretions (dolls).

Radiocarbonate analysis at ^{14}C provided the absolute age of each climatic oscillation between 31000 and 16000 years.

The profile Dilj-II originated in water and on land. The lower third of the profile is built of clay silts with iron limonite and manganic concretions without fossils, and there are noticeable two darker more clayey zones. The sediment developed in an aqueous reductive environment. The middle of the profile is built of light brown silts, also developed in water, but a more shallow one with plant residue.

The upper third is made of loess. The deposit has been developed, like the profile »Gorjanović«, with molluscan fauna. The upper thirds of the profiles »Gorjanović« and Dilj-II (»Slavonka«) are contemporaneous and originated on land. The first and the second thirds of Dilj-II are of aqueous origin. When the aqueous medium was filled up loess was deposited in the upper third.

The profile Dilj-I was built up of silts and sandy silts, originating in an aqueous environment of lakes and pools. The upper third contains silts and sand silts, and only the other two thirds correspond to the contemporaneous deposition in the profiles »Gorjanović« and Dilj-I.

The deposits of the profile Mikanovci are represented by silts. The lower part of the profile developed at the same time as the deposits of the upper or end part of the profile »Gorjanović«.

The correlation of profiles points to different variants of sedimentation in different media (land — water) of development, and different variants in the same medium (water) at very short distances (35 m) in the Upper Würm.

Warmer periods during the Würm glaciation left distinct traces on the continental sediment as well as on sediments originating in water. The leached continental loess is adequate to the darker organic matter of sediments developed in water.

Tectonic movement conditioned the way an kind of sedimentation from Vukovar to Mikanovci and the elevation from the Middle Pleistocene (continental at Vukovar) to the Upper Holocene (continental at Mikanovci).

On the basis of sedimentological features and in agreement with incidents in sedimentation and changes in kinetic energy in the deposits of the profiles »Gorjanović«, Dilj-II and Dilj-I, discreet sedimentological units have been separated. In this manner a succession of stable and turbulent rhythms in this development, and disturbed and turbulent climatic conditions have become manifest. Changes in conditions of sedimentation were followed by changes in the development of fauna. Whether there was an optimal development of characteristic ecological groups of molluscs, less important or resistant groups, or no faunal relics in the sediments, each event contributed to a better knowledge and observation of changes of conditions in particular sedimentological units. Changes in the fauna sometimes followed sedimentological changes with a delay. A new biotope could hardly develop in full when changes in sedimentation conditions were on their way or approaching. In spite of this sedimentological and malacological features are united in the corresponding rhythms of climatic conditions or units (Annex I—III).

Identical occurrence of the same mineral specimens became manifest in the structure of all analyzed samples of loess deposits in the profiles »Gorjanović«, Dilj-II and Dilj-I, both in continental and aqueous the deposition environment. Thus in the mineral associations of all three profiles a composition of the same established mineral specimens was preserved in its entirety (Annex V). It would be almost possible to state that the mineral composition of these loess deposits is unimodal.

The changes most expressed in the mineral composition of the samples analyzed can be seen in the quantity of the main component: epidote, amphiboles and garnet, and their mutual frequency relations. The representation of amphiboles, however, is the phenomenon most characteristic in the column of the mineral composition of the profiles »Gorjanović« and Dilj-II. Even the conditions in different sedimentation environments of the two

profiles did not influence the quantity of participation of amphiboles. The frequency amplitudes of amphibole from the base to the top of the profile reflect better than the amplitudes of any other mineral type, the gradual changes in the area of the origin of amphiboles, and the increasingly intensive erosion of metamorphous rocks respectively.

The mineral composition of the mentioned profiles is characterized by volcanogenic minerals: apatite, augite, amphibole, zircon, sinidine, with some chips of acid volcanic glass. These minerals are distinguished by features which indicate a volcanogenic origin: association, newness, habitus, inclusions etc. Particularly characteristic is the unique phenomenon of variety of these minerals at a definite horizon of sediments exclusively, in all three profiles (Annex V).

An important change in the development of these deposits is marked not only by the granulometric but also by the mineral composition of the upper part of the profile Dilj-I. The end of eolic activity, and the beginning of fluvial sedimentation is represented in the mineral composition by the appearance of enstatite, hypersthene, augite and glucophane. These minerals are not present in the association of the loess sediments analyzed.

Although the same mineral specimens were established in the deposits of the profile Mikanovci, the composition does not correspond with the morphological properties and their quantitative relations to those peculiar to the loess deposits in the other three profiles. These mineral specimens are components of the silt material of eolic origin, deposited from the nearby positive paleostructures and mixed in the sedimental environment with terrigenous matter deposited by the flow of a weak hydroenergetic force.

The mineral association of the profile Mikanovci is characterized by another peculiar phenomenon, i.e. the presence of aragonite. This mineral was also established in the mineral composition of two profiles in clay pits west of the urbanized area of Đakovo. Not only by the presence of aragonite, but by all results of sedimentological analyses, a correspondence, almost an identity of development was noticed between the deposits of the profile Mikanovci and the two profiles in the vicinity of Đakovo. These deposits contain authigenic aragonite of anorganic origin. With respect to the circumstances in this sedimental environment it is presumed that the presence of aragonite in these fine-grained porous deposits was conditioned by the infiltration of mineral substance solutions originating from the sulphur well in Đakovačka Breznica.

Calcite and dolomite are also detrital components of the total mineral composition of all samples analyzed. These minerals are ubiquitous and unstable, particularly calcite, so they are not characteristic to the same extent as other transparent and grained

minerals. They are described in the text and presented in Table 3, whereas the calcium carbonate is graphically presented in Annex V.

The characteristic detrital heavy minerals have proved to be good and reliable indicators of all significant phenomena and changes in the development of Quaternary deposits of the eolic and fluvial facies in all four profiles examined.

According to the results of the mineralogical analysis, the mineralogical association characteristic of loess deposits of east Slavonia is represented in the deposits of the profiles examined. In a relatively defined quantitative relation of all present minerals there are combined the finest detrital products of parent rocks of a varied petrographic composition. The mineral association of these deposits exhibits a polygenetic origin. The powdery matter of the elevated relief of the western and northwestern border areas of the Pannonian plain, from the lowland at the foot of the hills, the wide older river terraces, and flood plains, was blown out by atmospheric movement and brought into vortical air currents, and as if in air suspension carried and deposited everywhere.

TABLA — PLATE I

Sl. 1. Profil »Gorjanović«

Fig. 1. Profile »Gorjanović«

1. Les — *Loess*
2. Izluženi les — *leached loess*
3. Les — *Loess*
4. Izluženi les — *Leached loess*
5. Les — *Loess*
6. Izluženi les — *Leached loess*
7. Les — *Loess*

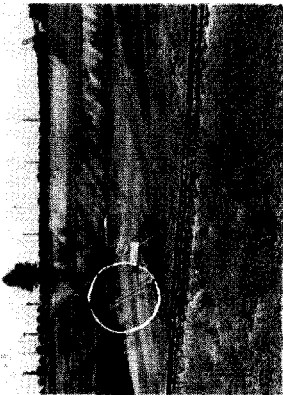
Sl. 2. Dilj—II Glinokop Vinkovci

Fig. 2. Dilj—II Clay pit Vinkovci

Sl. 3. Detalj Dilj—II

Fig. 3. Detail Dilj—II

21. Glinoviti silt — *Clayey silt*
22. Glinoviti silt s organskom tvari — *Clayey silt with organic matter*
23. Glinoviti silt — *Clayey silt*
24. Glinoviti silt s organskom tvari — *Clayey silt with organic matter*



31 (Fig) 2

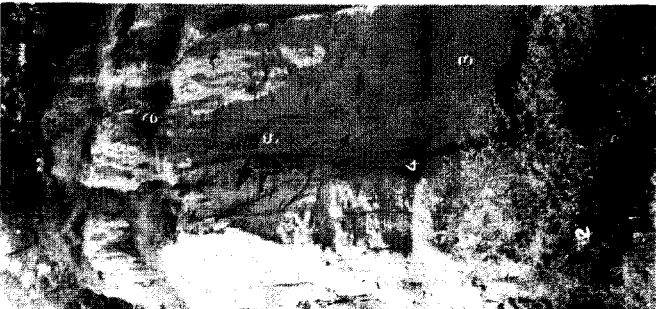
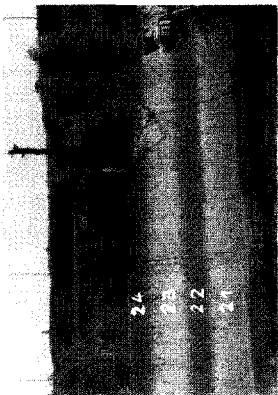


TABLA — PLATE II

Sl. 4. Dilj—I Glinokop Vinkovci

Fig. 4. Dilj—I Clay pit Vinkovci

Sl. 5. Detalj Dilj—I

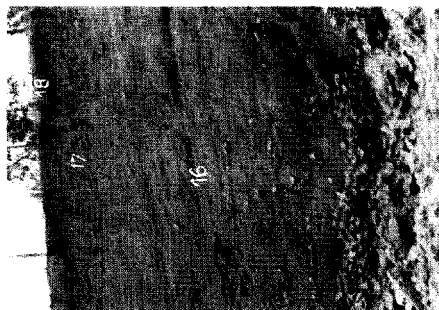
Fig. 5. Detail Dilj—I

15. Silt — *Silt*

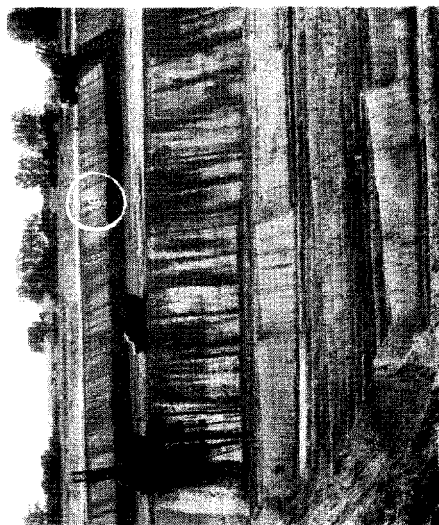
16. Pjeskoviti silt — *Sandy silt*

17. Glinoviti silt — *Clayey silt*

18. Zona trošenja — *Weathered layer*



Sl. (Fig.) 5



Sl. (Fig.) 4

