

Геол. ан. Балк. пол. Ann. Géol. Penins. Balk.	60	1	83-106	Београд, децембар 1996 Belgrade, Decembre 1996
--	----	---	--------	---

УДК 552.52:552.16:551.733(497.11-11)

Оригинални научни рад

ПЛИТКОМОРСКИ СИЛИЦИКЛАСТИТИ ОРДОВИЦИЈУМА ХОМОЉСКИХ ПЛАНИНА, ИСТОЧНА СРБИЈА (I)

од

Љубинке Масларевић* и Бранислава Крстића**

У области Хомољских планина ордовицијум је представљен плиткоморским метакластитима у којима се могу издвојити три седиментна циклуса. Прва два одговарају доњем, односно доњем и средњем ордовицијуму, а трећи горњем ордовицијуму. У овом раду описане су карактеристике седимената првог и другог циклуса. Седименти првог циклуса леже трансресивно преко горњопротерозојских стена фације зелених шкриљаца. То су незрели седименти депоновани у пределу приобаље–даље од обале (off shore) и садрже акритархе доњег ордовицијума. Дебели су око 130 метара. Седименти другог циклуса леже трансресивно преко седимената првог циклуса и старијих стена фације зелених шкриљаца. То су зрели кварцни метапешчари, метаалевролити и аргилошисти, љубичасти кварцни метапешчари, метасубаркозе и метааркозе који карактеришу претежно шелфну седиментацију. Дебели су око 645 метара. У првом члану (члану Б) кварцних метапешчара, дебелих око 100 метара, налазе се акритархе доњег ордовицијума.

Кључне речи: источна Србија, Хомољске планине, плиткоморски метакластити, ордовицијум.

УВОД

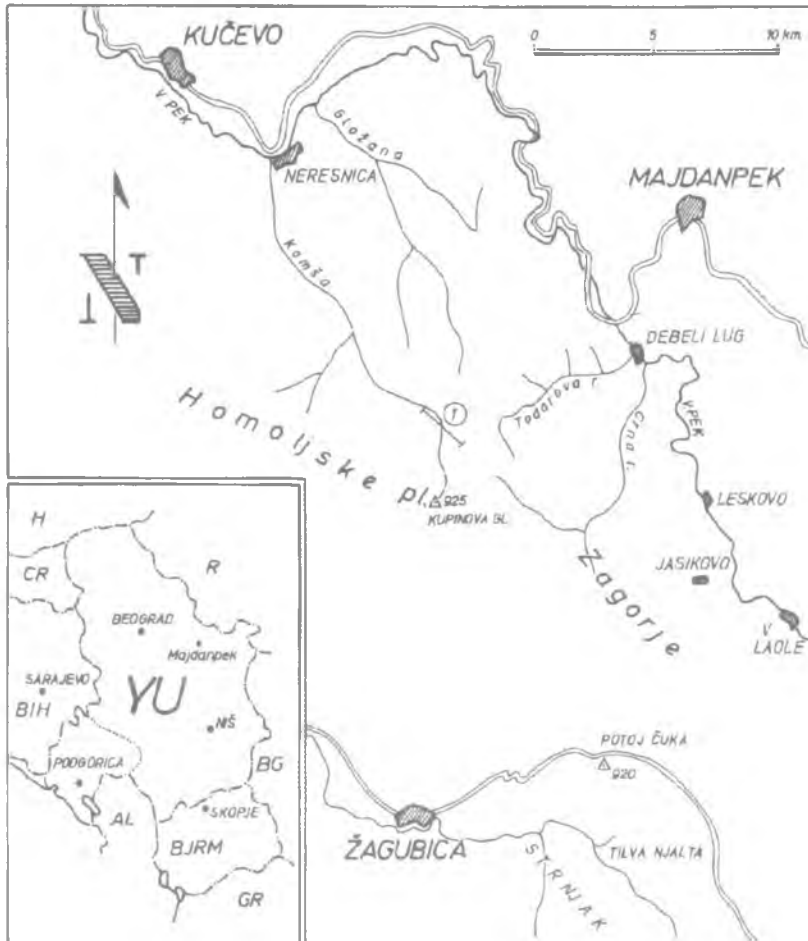
Седименти ордовицијума у области Хомољских планина имају знатно распрострањење. Простиру се између река Пека и Млаве, на дужини од преко 30 km и ширини од 250 m до преко 4 km, на површини од око 65 km². Потпун стуб ових седимената није откривен било због тектонских узрока (између Гложане и Пека налазе се укљештени у шкриљцима зеленог комплекса), или је доњи део стуба нормалан (Комша), а горњи одсечен (између Црне реке и Гложане горњи делови стуба су у тектонском односу према габровима) или преко горњих делова стуба трансресивно леже мезозојски кречњаци (између Црне реке и Лазнице).

За ове седименте на целом овом простору данас се зна да припадају ордовицијуму. Јужни део ордовичких седимената Хомољских планина био је обухваћен проучавањем кроз израду основне геолошке карте листа Жагубица (Ђорђевић, 1961). На овом листу, који обухвата јужни део палеозојских наслага Хомољских планина, у оквиру старијег палеозоника (Pz₁) издвојене су три јединице: а) метаморфисани пешчари; б) филити и аргилофилити са прослојцима рожнаца и љубичастих шкриљаца; ц) габроидне стене палеозојске старости. Већи део ових наслага, по Ђорђе-

* Струмичка 96, 11000, Београд.

** Министарство рударства и енергетике Србије. Ровињска 12, 11050, Београд.

viću (1963) литолошки је потпуно сличан ордовичким наслагама Кучаја. Њихов најнижи део (метапешчари) упоређен је са доњоордовичким пеншчарима Кучајских планина (Ђерчек).



Сл. 1. Скица географског положаја локалитета Комша у Хомољским планинама (источна Србија, Југославија)
Fig. 1. Location of Komša in Homolje Mountains (eastern Serbia, Yugoslavia)

Између 1967. и 1973. године проучавањем је обухваћен и северни део палеозојских седимената Хомољских планина, у оквиру израде осивне геолошке карте листа Кучево (Каленић и Алексић, 1973). Овим проучавањем успостављен је основни геолошки стуб ордовичких седимената који, у горњем току Комше, трансгресивно лежи преко горњопротерозојских актинолитских шкриљаца и хлоритских шкриљаца са променљивим садржајем албита и епидота. Ордовицијум је подељен на шест суперпозиционо различитих литолошких пакета. Подела ордовицијума на катове није извршена иако су у различитим литолошким јединицама нађени брахиоподи, трилобити и криноиди.

Ради дешифровања генетских карактеристика, седименти ордовицијума Хомољских планина проучени су детаљно у оквиру пројекта А тематске геолошке

карте "Палеозојски седименти источне Србије" у периоду од 1984–1987. године. За проучавање је изабран добро откривени профил ових седимената у изворишним деловима реке Комше и Слатине (притоке Тодорове реке). На том потезу седименти ордовицијума откривени су на дужини од више километара и у њима је могуће разликовати 3 седиментна циклуса. Седименти прва два циклуса, издвојени као формација Комше, одговарају доњем, односно доњем и средњем ордовицијуму. Седименти трећег циклуса одговарају горњем ордовицијуму. У даљем тексту биће приказани резултати наших проучавања седимената првог и другог циклуса.

ПРИКАЗ СТУБА ФОРМАЦИЈЕ КОМШЕ

Први циклус седиментације – трансгресивни и плиткоморски незрели метакластити доњег ордовицијума Комше (члан А)

Ови седименти леже трансгресивно преко горњопротерозојских актинолитских и хлоритских шкриљаца и дебели су око 130 метара. Седименти се карактеришу умањивањем зрна навише и почињу базалним метаконгломератима са материјалом из подлоге. Навише прелазе у секвенце: ситнозрни метаконгломерат–метапешчар или у пешчарске секвенце разне гранулације, укупне дебљине око 25 метара. Кластити су дебело слојевити до плочасти. Слојеви су равних површина, ретке су слабо изражене ерозионе границе. Видљива је благо нагнута коса слојевитост вероватно типа зета (Allen, 1963), дебљине до 50 cm. Ситнозрни метапешчари садрже некад фише ламине хематисаног металичног минерала. Изнад њих су финозрни седименти (пакети до 40 m дебљине) брзе смене ситнозрних метапешчара, метаалевролита и аргилофилита, затим ситнозрних метапешчара и ламинираних метаалевролита и аргилофилита (укупне дебљине око 90 метара). Ови седименти у више нивоа садрже акритархе које су карактеристичне за доњи ордовицијум (*Protosphaeridium*, *Leiosphaeridia*, *Lophosphaeridium*, *Granomarginata?*, *Kildinella*; Ercegovac i dr., 1995). Сукцесија се завршава аргилофилитима са појединачним ламинама метаалевролита (око 15 m). Ови финозрни седименти су плочасти и листаста, карактеришу се фином хоризонталном ламинацијом, сочивастим ламинама метаалевролита у аргилофилиту и ситнозрних метапешчара у метаалевролиту. Ређа је фина коса и таласаста ламинација, као и исклињевање метаалевролита у аргилофилиту.

Метаконгломерати и метапешчари (грауваке и субграуваке) су незреле стене бластопсефитске и бластопсамитске структуре. Састоје се од кварца (79–86% детритичних састојака); фелдспата (калкоалкалног плагиокласа и албита 6–12%), лискуна (мусковита, ретко обезбојеног биотита, 10–20%) и одломака шкриљаца, гранитоида и кварцита (преко 24%). Стене су са матриксном подршком, а матрикс (орто и "псеудоматрикс" – Dickinson, 1970; 42 до преко 50%) је од мешавине серицита, хлорита и ситног кварца. Најситнија фракција метапелита, према анализира рендгенске дифрактометрије, састоји се од илита (фенгита, ферофенгита), хлорита (из серије клинохлор–пенинита и ршидолита), кварца, плагиокласа и епидота.

Од тешких минерала садрже највише турмалина и заобљеног циркона (до преко 80% тешке фракције), илменита (до 82%), мање рутила, граната, титанита, апатита, стауролита, дистена, аидалузита и биотита. Тешки минерали потичу из метаморфних, базичних магматских стена, гранитоида и бивших седимената.

Интерпретација. Седименти овог циклуса представљају трансгресивну секвенцу са необрађеним и несортираним материјалом доношеним рекама и депоно-

ваним у пределу од силицикластичне обале – потоцљеног жала (upper shore face) према зони даље од обале (offshore зони). Мада је материјал брзо таложен, без претходне обраде, средина се карактерише тајдалном и таласном активношћу опадајуће брзине, која је условила умањивање зрна навише и друге карактеристике седимената. Коса слојевитост означава део плитког и широког канала. Утицајем олујних таласа (који нису били тако јаки) настала је градација и фиња коса и сочиваста ламинација.

Други циклус седиментације – плиткоморски метакластити доњег и средњег ордовицијума Комше

Седименти другог циклуса одговарају доњем и средњем ордовицијуму и обухватају следеће чланове: Б – кварцне метапешчаре Комше; Ц – метаалевролите и аргилошисте Комша–Жуматаће; Д – метапешчаре и аргилошисте Жуматаће и Е – метааркозе и метасубаркозе Жуматаће.

Трансгресивни и плиткоморски кварцни метапешчари Комше (члан Б).

Други циклус седиментације почиње базалним белим кварцним метаконгломератима и метапешчарима који леже трансгресивно преко творевина претходног циклуса и шкриљаца зеленог комплекса. Овај члан се карактерише секвенцама уситњавања зрна навише, са више секвенци: метакоингломерат – крупнозрни – средњезрни – ситнозрни метапешчар (некад у смеси са метаалевролитом), или су то секвенце од крупнозрних до финозрних метапешчара. Дебљине су од неколико до двадесетак метара, укупне дебљине око 35 m. Навише се губе крупнозрнији седименти и преовлађују ситнозрни метапешчари, некад ламирани са метаалевролитима. Ретка је сочиваста ламинација. Седименти су у почетку банковити, затим слојевити (слојеви до 40 cm) и плочасти, ретко са средњекрупном табуларном косом слојевитошћу благог пада. Запажају се трагови симетричних таласа и ретка брежуљкаста коса слојевитост малих размера. Седименти садрже микрофлору доњег ордовицијума: *Veryhachium reductum* и *Acanthodiacrodium* cf. *tremadocum* (Ercegovac i dr. 1995). Еквивалентни нивои базалних делова другог циклуса – кварцни пешчари са траговима таласа и косом слојевитошћу, на Кучају и Бељаници садрже инартикулатне брахиоподе средњег и горњег тремадока (Веселиновић, 1972). Укупна дебљина метапешчара Комше је око 100 метара.

Ови структурно и минералогски зрели кварцни метакоингломерати и метапешчари састоје се готово искључиво од овалиог и сферичног кварца, и мало кварцита и рожица (95–100% детритичних састојака са тапком линијом оксида гвожђа око зрна, која су иначе често кородована матриksom. Садрже мало фелдспата, лискуна, паралелно оријентисаних одломака стена из претходног циклуса и вулканита спилит–кератофирске асоцијације. Везани су кварцим цементом од секундарног нарастања кварца, ређе матриksam од мешавине серицита, ситног кварца, некад и хлорита.

Хемијском анализом кварцних метапешчара из Комше и са Краку Шерпоњ нађено је: SiO₂ 90,02% и 95,63%; Fe₂O₃ 1,29% и 0,45%; Al₂O₃ 5,65% и 2,33%. Остале елементе садрже испод 1% или у траговима.

Интерпретација. Бели кварцни метакоингломерати и метапешчари означавају трансгресију везану за глобалну доњоордовичку трансгресију и депоновани су

у приобалској (shore face) и плиткоморској средини. Према многим ауторима добар део континента је, за време ордовицијума био прекривен плитким морем. Такође се сматра да су већином латералио екстензивни кварцни пешчари образовани у стабилним тектонским условима на платформи (Dickinson and Sucrek, 1979; Kryzine, 1941; Pettijohn et al., 1972; Potter, 1986 и др.). Међутим, неки аутори (Chandler, 1988; Driese et al., 1981) сматрају да кварцни пешчари не морају бити кратонски, већ ободни морски седименти доњег жала, потоњеног жала, односно плитководно морски, стварани најчешће на пасивном континенталном ободу. Овакви доста дебели кварцни пешчари најчешћи су у горњем камбријуму и доњем ордовицијуму (Pettijohn et al., 1972, Reeding, 1981, Visser, 1974 и др.).

Кварцни пешчари доњег ордовицијума Комше су полициклични седименти, стварани под дејством плиме и таласа. Плиматска кретања су у раном палеозојку била веома јака због веће близине Месеца Земљи и утицаја Земље на Месец. На јаку плиматску активност указују секвенце умањивања зрна навише, симетрични трагови таласа, висока минералозна и текстурна зрелост (сортирање и заобљавање песка), табуларна коса слојевитост и др. Ова плиматска кретања су одстранила нестабилне компоненте, а заостали су кварц и углавном цирconi од тешких минерала. Отуд и низак садржај глине и одсуство организама који се хране из суспензије, као и одсуство макрофосила. Табуларна коса слојевитост је настала миграцијом мањих песковитих таласа генерисаних плиматским течењем. Плиматска активност је била појачана олујним таласима који су стварали брежуљкасту косу слојевитост на унутрашњем шелфу испод нормалне базе таласа лепог времена. На стварање кварцних пешчара утицала је и клима, која је у ордовичко време углавном била топла, као и агресивни раствори од органских киселина, који су нарочито деловали у предевонском, превегетационом периоду. У овој веома плиткој средини и топлој клими образован је танки филм хематита око кварцних зрна.

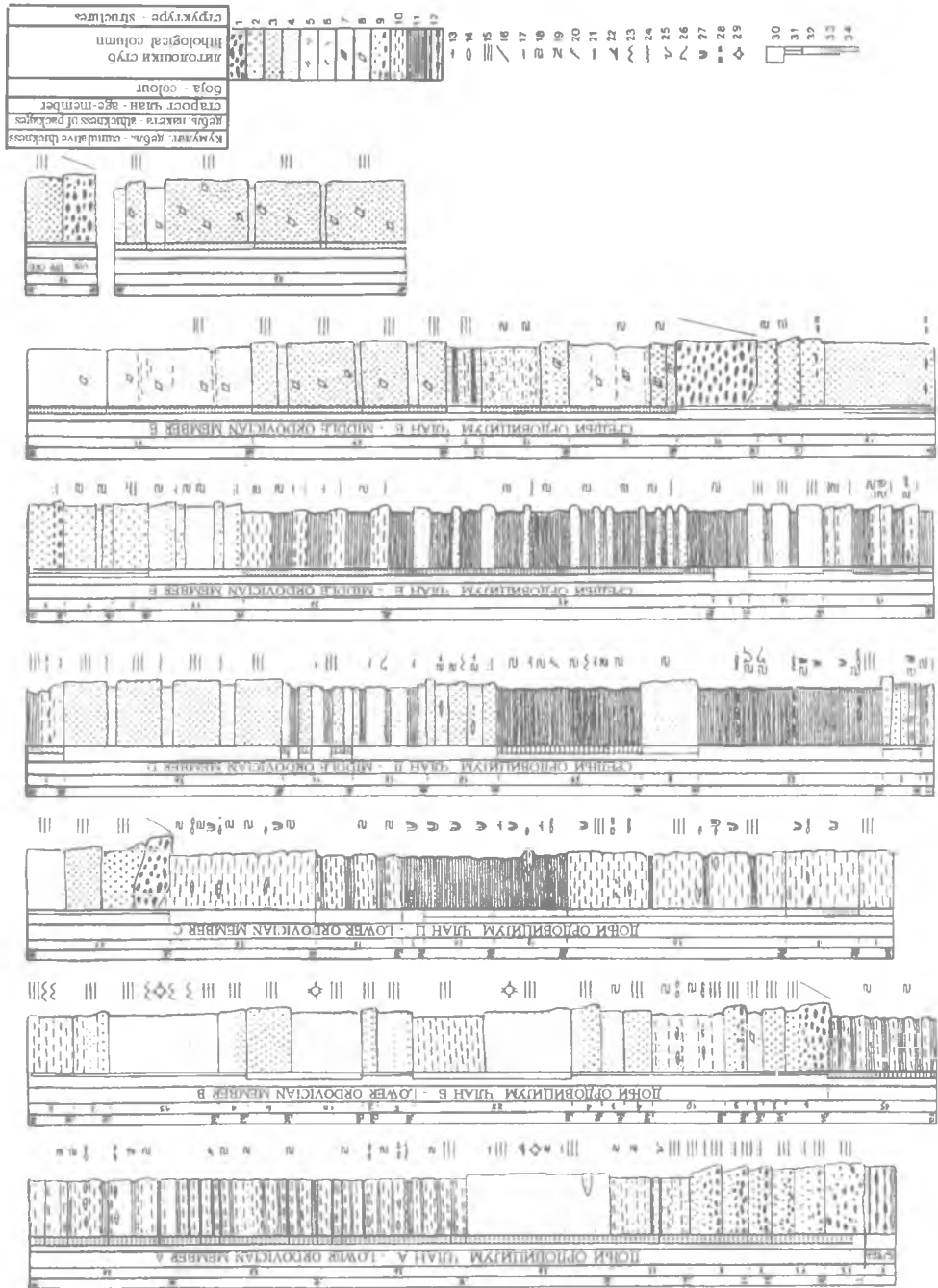
У вишим нивоима овога члана приддени транспорт је заменила седиментација из суспензије.

Шелфни метаалевролити и аргилошисти Комше (члан Ц)

Седименти овог члана дебелу су око 130 метара. Поступно произилазе из седимента претходног члана. Састоје се од хоризонтално ламинираних метаалевролита и аргилошиста, повремено са интракластима аргилошиста и паралелно оријентисаним сочивастим концентрацијама ситнозрних метапешчара. У појединим деловима су карбонатисани, а налазе се и сочива ситнопесковитих кристалних кречњака. Ламинација, која је настала од седимента различитог литолошког састава или од концентрације органске материје, често је поремећена биотурбацијама.

Седименти су бластоалевритске до лешидобластичне и бластопелитске структуре. Глиновита материја је под дејством ниског метаморфизма (према рентгенским анализима праха) трансформисана у мешавину илита – фелита, хлорита – рицидолита и криптокрсталног кварца са сагенимом. У њима су порфиробластични хлорити и мусковити.

На врху метаалевролита и аргилошиста налази се маркантан хоризонт белих до сивозелених метакоагломерата и метапешчара сочивастог појављивања, дебљине до 27 метара. Доња граница са финозрним седиментима је оштра. Сукцесија се карактерише секвенцама уситњавања навише од ситнозрних метакоагломерата преко метапешчара до метаалевролита и аргилошиста.



Метакластити су кварцног до субаркозног састава, мање зрелости од седимената из члана Б. Кварц, који је омотан оксидом гвожђа, што је честа појава код палеозојских плиткоморских седимената, гради од 86% до преко 90% детритичних састојака. Ретки су фелдспати, мусковит, фрагменти глиновитих метарожњаца, спилита, кварцита, серицитских шкриљаца и граптоида. Богати су матриksom и "псеудоматриksom", до преко 50%. Аргилошисти се према рентгенским анализама састоје од кварца, хлорита–рипидолита (са више Mg, а мање Fe), илита (биотит–мусковитског састава), парагонита, епидота, плагиокласа и микроклина.

Интерпретација. Финозрни седименти овог члана интерпретирани су као субтајдални депонати плитког шелфа, без трагова емерзије, са честим косим до хоризонталним бушотинама црва који се хране ситним песком или алевритом. То су седименти са слабо израженом хоризонталном, сочивастом ламинацијом, са ретким преталожавањем глинеог материјала. Хоризонтална ламинација је настала славим кретањима и пулзацијом активности тока, који условљава смењивање алевритских и глиновитих ламина. Сочиваста ламинација, по Andertonu (1976), образована је преформирањем врло танких слојева песка (таложених из суспензије) у ситне таласе и то кад течења онадну. Седименти су таложени из суспензије, повремено са приденим транспортом.

Бели кварци до субаркозни метаконгломерати и метапешчари вероватно су настали масовним транспортом који је могао да буде изазван земљотресом. Танка турбидитна секвенца на врху указује на талас онадајуће брзине. Друга интерпретација је испуњавање тајдалних канала уз комбиновање плиматског и олујног транспорта, што је мање вероватно.

Сиви и љубичасти метапешчари и аргилошисти Жуматаће (члан Д)

Овај члан граде ситнозрни и средњезрни метапешчари (кварци, ретко субграуваке) и аргилошисти у пакетима 5–45 метара, у укупној дебљини око 270 метара. Пакети су ретко једнородног састава, обично се брзо међусобно смењују ситнозрни, ређе средњезрни метапешчари и аргилошисти, некад и метаалевролити.

У целини посматрано члан показује укрупњавање зрна навише. Најниже су аргилошисти, ситнозрни метапешчари и метаалевролити, у вишим деловима

Сл. 2. Легенда за стратиграфски стуб формације Комше.

1. метаконгломерат; 2. крупнозрни метапешчар; 3. средњезрни метапешчар; 4. ситнозрни метапешчар; 5. граувака; 6. субграувака; 7. аркоза; 8. субаркоза; 9. кварцни метаконгломерат и метапешчар; 10. метаалевролит; 11. аргилофилит и аргилошист; 12. зелене стене; актинолитски и хлоритски шкриљци; 13. карбонатисани слојеви; 14. сочиво; 15. хоризонтална слојевитост; 16. масивни, банковити; 17. градациона слојевитост; 18. хоризонтална ламинација; 19. таласаста ламинација; 20. коса ламинација; 21. сочиваста ламинација; 22. коса слојевитост; 23. трагови таласа; 24. ситна ерозиона граница; 25. трагови утискивања; 26. трагови клижења; 27. биоглифи; 28. разорени слој; 29. акритархе. Боје: 30. тамно сива; 31. сивољубичаста; 32. сива; 33. сивозелена; 34. бела.

Fig. 2. Legend for stratigraphic column of the Komša Formation.

1. Metaconglomerate; 2. Coarse-grained metasandstone; 3. medium-grained metasandstone; 4. Fine-grained metasandstone; 5. Graywacke; 6. Subgraywacke; 7. Arkose; 8. Subarkose; 9. Quartzose metaconglomerate and metasandstone; 10. Metasiltstone; 11. Slate; 12. Greenschists, actinolite schists, chlorite schists; 13. Calcareous; 14. Lens; 15. Horizontal bedding; 16. Massive, thick bedding; 17. Graded bedding; 18. Horizontal lamination; 19. Wavy lamination; 20. Cross-lamination; 21. Lenticular lamination; 22. Cross bedding; 23. Wave marks; 24. Small scale erosional lower bounding surface; 25. Load casts; 26. Slump structures; 27. Organic markings; 28. Clay chips; 29. Acritarche; Colour: 30. Dark gray; 31. Gray violet; 32. Gray; 33. Gray green; 34. White.

преовлађују средњезрни метапешчари. Ово се појављује више пута и на врху су сивољубичасти крупнозрни кварци метапешчари до субграуваке, бели кварци метаконгломерати и метапешчари (са хлоритоидом и интракластима аргилошиста) чије ситније секвенце показују уситњавање зрна навише. Сукцесија се завршава сочивастим масивним белим кварчним конгломератима оштрих граница, дебљине око 10 метара.

У овој мешаној фазији преовлађују метапешчари. Седименти су слојевити, танкослојевити до плочасти. Честа је хоризонтална ламинација, некад од органске материје, са појавом fine градације, сочивасте и таласасте ламинације. Запажена је ситна ерозија у бази најгрубљег слоја и трагови ситних симетричних таласа.

Метаконгломерати и метапешчари садрже највише кварца (81% до готово 100% детритичних састојака), који је често добро заобљен, сферичан и овалан, омотан хематитом, каткад са секундарним нарастањем. Фелдспати (калкоалкални плагиокласи и албит) и мусковит чије до неколико процената детритичних састојака, иешто су чешћи одломци стена (до 10%) и то: метаморфисаних глиновитих рожаца, шкриљаца зеленог комплекса, гранитоида и спилита. Степе су са кластном, ређе матриксном подршком (13 до 59%), са матриксом који је по саставу сличан аргилошистима (према испитивањима методом рентгенске дифрактометрије): мешавина илита (биотита и мусковита), парагонита, хлорита (рицидолита, негде приближно клинохлора); кварца, плагиокласа и еидота. Матрикс кородује детритична зрна, залазећа у њих по ободу. Степе су некад карбонатисане.

Хлоритоид градни сионичасте агрегате и ситне листасте масе интензивног полихроизма од жутозеленкасте до тамнозелене или плавољубичасте боје. Вероватно је настао регионалним метаморфизмом глиновитих минерала богатих са Fe и Al (s.f. Hoochek, 1969).

Интерпретација. Литолошки састав, структура седимената и зрелост пешчара, без канала и трагова изроњавања (пукотине исушивања, глиновити интракласти и др.) указују на плитководно морску средину, даље од обале (off-shore) на шелфу; где су олујама генерисани таласи појачавали климатска течења. То је шелф са јачом олујном доминацијом, а олује су стварале танке слојеве темпестита са фином градацијом и ерозионом базом, са фином хоризонталном, косом, таласастом и сочивастом ламинацијом (дистални олујни слојеви s. f. Anderton, 1976). Ситни симетрични таласи су образовани у субтајдалној зони, у зони ефективне акције таласа, изнад базе таласа (Banks, 1973). Смена пешчара и финозрних седимената указује на флукуациону снагу течења, при чему су финозрни седименти депоновани из суспензије, за време јаке концентрације муља и алеврита, а дубљи пешчари означавају приднени транспорт. Фина хоризонтална ламинација указује на седиментацију у мирнијој води, где су приднена течења слаба да обликују дно и где се транспортује само финозрни седимент (Potter et al., 1980). Ретке сингенетске деформације настају дејством олуја при благом нагибу шелфа.

Пакети грубозрних седимената на врху овог члана са секвенцама уситњавања зрна навише и хоризонталном ламинацијом, пре би указали на више олујних таласа веће енергије него на субтајдално каналисање. Бели кварци конгломерати на врху сукцесије вероватно су настали дејством снажног олујног таласа, који је од обале носио грубозрни материјал на шелф.

Слабо изражене секвенце укрупњавања зрна навише и велика дебљина ових седимената могу указати на продужену аградацију шелфа уз велики принос материјала, или на оплињавање од унутрашњег шелфа према обали.

Субаркозни и аркозни метапешчари Жуматаће (члан Е)

Ови седименти се налазе на врху другог циклуса и литолошки се јасно разликују од претходних. То су плочасте до слојевите средњезрне и ситнозрне метасубаркозе, метааркоза до нечисте метааркозе, ретко метаалевролити сиво зелене боје. Грубо посматрано може се уочити уситњавање зрна навише од средњезрних метапешчара, некад смеие средњезрних и ситнозрних хоризонтално ламираних метапешчара до брзе смеие ситнозрних метапешчара и метаалевролита, или хоризонталне ламинације једних и других. Аргилошисти су ретки. Секвенце су дебеле од 17–58 метара, а укупна дебелина овог члана је око 130 m.

Седименти су мање зрелости од претходних (лошијег сортирања, слабије заобљености зрна, са мање стабилних минерала и доста глиновитог матрикса). Састоје се од кварца (53–69%), плагиокласа (20–40%, често албита са 11–13% анортита) и неколико процената лиекуна. Одломци стена су слични као код старијих седимената. Матрикса и "пseudоматрикса" садрже често преко 50%, састављеног од хлорита богатог Fe (могуће шамозита), са мало ситног кварца, серицита, илита и сагенига,

Интерпретација. Седименти овог члана интерпретирани су као субтајдали шелфни пешчари настали претежно приденим, ређе транспортом из суспензије. Доста су промењени и поремењени, тако да не дају довољно података за интерпретацију депозиционих средина.

* * *

Тешко је интерпретирати средине старих седимената, нарочито ако су промењени, поремењени и без фосила, као што је то случај са ордовичким седиментима Комше. De Raaf and Voersma (1971) су утврдили да је код фосилних седимената лакше разликовати плиматске и неплиматске фације, него различите плиматске субсредине (даље од обале /offshore/, естуаре, тајдалне равнице и др.). Према овим ауторима разлика између седиментације ближе обали и даље од обале код старих седимената је доста проблематична. Према Walkeru (1979) проблем код интерпретације депозиције у плитким морима настаје због непостојања једноставне везе између процеса и њихових резултата: различити процеси могу створити иста пешчана тела, а исти процес може створити различите облике.

ТЕШКИ МИНЕРАЛИ

Плиткоморски метакластити доњег и средњег ордовицијума Комше у целини су богати тешким минералима мада постоје варијације од члана до члана. Од тешких минерала нађени су: циркон, турмалин, рутил, гранат, титанит, апатит, епидот, зоизит, зелени амфибол, клинозоизит; ортит, ромбични пироксен, андалузит, стауролит, дистен, илменит, магнетит; леуоксен, по неки каситерит, сафир; моицит. Аутигени минерали су: хематит, лимонит (често секундарног порекла), хлорит, пирит; барит. Често је самородно гвожђе пореклом из кварцијних жица.

Члан Б је спромашан врстама тешких минерала. Преовлађује циркон (27–92% тешких минерала), затим илменит и магнетит (до 50%), турмалин (до 16%), док су остали минерали ретки. Ови стабилни минерали концентришу се са кварцом ближе обали, где се дејством таласа одстрањују нестабилни минерали. Финозрнији седименти депоновани даље од обале члана Б и члана Ц карактеришу се богатом

асоцијацијом тешких минерала са повећаним садржајем граната (до 33%), андалузита (до 27%) и илменита (до 81%). Изванредним богатством минералних врста карактеришу се чланови Д и Е, но и овде су најчешћи циркон (20–87% тешке фракције), а затим илменит (0,48%). У сивољубичастим метапешчарима и мета-конгломератима члана Д налази се нападано створени хлоритоид (до 10%).

Главна карактеристика тешких минерала, нарочито циркона и рутила је добра заобљеност. Циркон је безбојан, бистар, замућен, жућкаст, ружичаст (хијацинт), љубичаст и зонаран. Издужених је форми и здепаст, сферичан и овалан, као резултат више циклуса преталожавања. Радови Tomita (1954) на обојеном циркону сугерирају да је та боја произведена радиоактивним бомбардовањем, што је у ордовицијуму могуће, обзиром на прекамбријско порекло циркона. Турмалин је мрке, ређе зелене боје, слабије заобљен, вероватно ношен рекама пореклом из Гранитоида са мање удаљености.

ПОРЕКЛО МАТЕРИЈАЛА

Богата асоцијација тешких минерала метакластита Комше као и петрографски састав седимената, резултат је разноврсног геолошког састава ерозионих области током ордовицијума. То су гранитоиди, кристаласти шкриљци зеленог комплекса, кристаласти шкриљци гнајсног комплекса, базичне магматске стене, стене спилит–кератофирске асоцијације и седиментне стене.

ЕКОНОМСКИ ЗНАЧАЈ

Кварцни метапешчари члана Б су доброг квалитета, нарочито кварцни пешчари са Чока Шерпоњ који садрже преко 95% SiO₂. Ови пешчари су погодни за разне гране индустрије.

ЗАКЉУЧАК

У области Хомољских планина ордовицијум је представљен плиткоморским силици-кластитима у којима су издвојена три седиментна циклуса. Седименти прва два циклуса описана у овом раду, издвојени су као формација Комше и одговарају доњем, односно доњем и средњем ордовицијуму. Седименти трећег циклуса одговарају горњем ордовицијуму.

У формацији Комше издвојени су следећи чланови:

- А) трансгресивни плиткоморски незрели метакластити доњег ордовицијума Комше;
- Б) трансгресивни и плиткоморски кварцни метапешчари Комше;
- Ц) шелфи метаалевролитни и аргилошисти Комше;
- Д) шелфи сиви и љубичасти метапешчари и аргилошисти Жуматаће;
- Е) субаркозни и аркозни метапешчари Жуматаће.

Седименти формације Комше представљају плиткоморске седименте¹ који су таложени претежно на шелфу са плиматском и олујном доминацијом у топлој

¹Дискутујући о карактеру средина у којима су обављани седиментација, праћење магматизам и метаморфни процеси, Каленић и Алексић (1972) су ордовицијумске творевине Хомољских планина (као и Кучаја) означили као хемиеугеосинклиналну вулканогено-седиментну формацију праћену интрузивном габро-плагиогранитском формацијом (оливиногабро, габроамфиболит, габродиабаз, спилитски дијабази, дијабазпорфири, кератофири и кварцкератофири праћени одговарајућим туфовима и туфитима, плагиогранити). С обзиром да у ордовицијуму Хомољских планина и Кучаја, као ни у кучајској зони Херцинида источне Србије седиментација није праћена горе наведеним магматизмом очигледно је да су Каленић и Алексић погрешно лоцирали у ордовицијум магматске представнике горњопротерозојске или камбријумске, па чак и пост-ордовичке, односно пост-средњесилурске старости.

клими. Денозиционе средине ових седимената интерпретиране су на основу многобројних структурних и текстурних карактеристика као што су: зрелост седимената, смењивање седимената различитог састава, градација, разне врсте слојевитости и ламинација, биотурбације и др. Седименте другог циклуса пробијају жице нересичког гранитпорфира и метадијабазпорфира.

ЗАХВАЛНОСТ

За одредбу неких метаморфних стена дугујемо захвалност М. Дивљан; за рендгенскоструктурне анализе И. Крстановићу, Љ. Карановић; М. Мишићу и А. Марковић; за хемијске анализе М. Васиљевићу и Љ. Тешановић.

Геол. ан. Балк. пол. Ann. Géol. Penins. Balk.	60	1	83-106	Београд, децембар 1996 Belgrade, Decembre 1996
--	----	---	--------	---

UDC 552.52:552.16:551.733(497.11-11)

Original scientific paper

ORDOVICIAN SHALLOW-SEA SILICICLASTICS OF HOMOLJE MOUNTAINS, EASTERN SERBIA (I)

by

Ljubinka Maslarević* and Branislav Krstić**

The Ordovician time-stratigraphic unit is represented in Homolje mountains by shallow-sea metaclastics which formed through three sedimentation cycles. The earlier two correspond to the Lower or Lower and Middle Ordovician and the later one to the Upper Ordovician. This work describes sedimentary rocks of the earlier two cycles. Rocks of the earliest cycle are transgressive over Upper Proterozoic rocks of the greenschist facies. These rocks are immature, deposited in an offshore area, and contain Lower Ordovician acritarchs. The thickness of the rocks is about 130 metres. Deposits of the following cycle are transgressive over the former and the preexisting rocks of the greenschist facies. These are mature quartzose metasiltstones and argillaceous schists, violet quartzose metasandstones, metasubarkoses which characterize dominantly sedimentation on a shelf. Their thickness is about 645 metres. The first member (b) of quartzose metasandstones, about 100 metres thick, bears Lower Ordovician acritarchs.

Key words: eastern Serbia, Homolje mountains, shallow-sea metaclastics, Ordovician.

INTRODUCTION

Ordovician deposits are quite widespread in Homolje Mountains, between the Pek and the Mlava rivers, over a length of 30 km and a width from 250 m to 4 km, in a surface area of about 65 km². Nowhere in this region a complete geologic column of the deposits was recognized; it is either deformed (squeezed in green schists between Gložana and the Pek) or the lower part is natural (Komša) but the upper is truncated (in tectonic relation to gabbro between the Crna Reka and Gložana) or transgressively overlain by Mesozoic limestones (between Crna Reka and Laznica).

The deposits all over the mentioned area are known at present to be Ordovician. The southern part of Ordovician deposits in Homolje mountains was studied for the base geologic map, Sheet Žagubica (Đorđević, 1961). The Lower Paleozoic (Pz₁) range of the deposits in this sheet are divided into three units: (a) metamorphic sandstones; (b) phyllites and argillaceous phyllites interbedded with chert and violet schists; (c) gabbroid

* Strumička 96, 1100 Belgrade.

** Ministry of Mining and Energetics of Serbia, Rovinjska 12, 11050, Belgrade.

rocks. Most of the deposits, according to M. Đorđević (1963), have a very similar lithology with the Ordovician deposits of Kučaj. Their lowest part (metasandstones) is compared with Lower Ordovician sandstones of Kučaj mountains (Đerček).

The northern extent of Paleozoic deposits of Homolje mountains was prospected between 1967 and 1973 for the base geologic map Sheet Kučevo (Kalenić et al., 1973). Thus the entire geologic column of Ordovician deposits was identified. In the upper reaches of the Komša, these deposits are transgressive over Upper Proterozoic actinolitic schists and chloritic schists with a variable rate of albite and epidote. The Ordovician unit is subdivided into six sets of strata varying in lithologic superposition. It could not be subdivided into stages, though brachiopods, trilobites and crinoids were found in different lithologic units.

For deciphering genetic characteristics, Ordovician deposits of Homolje mountains were studied in detail under the "Paleozoic Deposits of Eastern Serbia" thematic geologic map project A₂. A well exposed section of the deposits in the source area of the Komša and the Slatina (a tributary to the Todorova Reka) rivers was selected for study. The exposed deposits extended over a few kilometres and showed three sedimentation cycles. The earlier two cycles were separated as the Komša formation, equivalent to the Lower and the Lower and Middle Ordovician. The latest cycle corresponds to the Upper Ordovician. Deposits of the former two sedimentation cycles will be described in this text.

DESCRIPTION OF THE KOMŠA FORMATION COLUMN

The first sedimentation cycle – Lower Ordovician transgressive shallow-sea immature metaclastics of the Komša (unit A).

These deposits lie transgressively over Upper Proterozoic actinolitic and chloritic schists in a thickness of about 130 metres. The lowest are basal metaconglomerates with materials from underlying deposits, which are fining upward and pass into sequences of metaconglomerate–metasandstone or variegated sandstone, about 25 metres in total thickness. Clastics are thick-bedded to tabular, bed surfaces flat, and erosion boundaries indistinct. Gently inclined cross-bedding of the likely zeta type is visible (Allen, 1963) to 50 cm in thickness. Finegrained metasandstones sporadically contain fine laminae of hematitized metallic mineral. These are overlain by finegrained rocks (groups of strata up to 40 m in thickness), in rapid succession of metasandstone, metasilstone and argillaceous phyllite, then finegrained metasandstone and laminated metasilstone and argillaceous phyllite (total thickness about 90 metres). These deposits contain at several levels acritarchs characteristic of Lower Ordovician (*Protosphaeridium*, *Deiosphaeridia*, *Lophosphaeridium*, *Granomarginata*, ?*Kildinella*; Ercegovac et al., 1995). The sequence is topped with argillaceous phyllite and single laminae of metasilstone (about 15 m). These fine-grained rocks are tabular or platy, characterized by small-scale horizontal lamination, lenticular laminae of metasilstone in argillaceous phyllite and finegrained metasandstone in metasilstone. Small-scale cross and wavy laminations and metasilstone wedging in argillaceous phyllite are occasionally noted.

Metaconglomerate and metasandstone (greywacke and subgreywacke) are immature rocks, blastopsephitic or blastopsammitic in texture, composed of quartz (79–86% of

detritic constituents), feldspars (calcalkali plagioclase and albite 6–12%), mica (muscovite, rarely discoloured biotite, 10–20%), and fragments of schists, granitic rocks, and quartzite (over 24%). The rocks are matrix-supported, and the matrix (ortho- and "pseudo-matrix", Dickinson, 1970) is of mixed sericite, chlorite and small quartz. The finest metapelite fraction, shown by X-ray diffractometry, is composed of illite (phengite, ferrophengite), chlorite (from clinocllore-penninite series and ripidolite), quartz, plagioclase and epidote.

The heavy minerals contained are dominantly tourmaline and rounded zircon (to over 80% of heavy fraction), ilmenite (to 82%), and lower rates of rutile, garnet, titanite, apatite, staurolite, disthene, andalusite and biotite. Heavy minerals derive from metamorphic basic magmatic rocks and formerly sedimentary rocks.

Interpretation. Deposits of this cycle form a transgressive sequence of unworked and unsorted materials, carried by rivers and deposited in offshore siliciclastic upper shore face zone. Though unworked, the materials were rapidly deposited in an environment characterized by tidal and decreasing wave activity, which caused the upward fining of sediment grains. Cross bedding marks a part of a shallow wide channel. Storm waves (not very strong) controlled gradation and small-scale cross and lenticular laminations.

Second sedimentation cycle – Lower and Middle Ordovician shallow-sea metaclastics of the Komša.

Deposits of the second cycle are equivalent to the Lower and Middle Ordovician and include following units: B – quartzose metasandstones of the Komša; C – metasiltsstones and argillaceous schists of the Komša-Žumataća; D – metasandstones and argillaceous schists of Žumataća; and E – metaarkoses and metasubarkoses of Žumataća.

Transgressive shallow-sea Quartzose Metasandstones of the Komša (unit B)

Sedimentation of the second cycle began with basal white quartzose metaconglomerates and metasandstones which are transgressive over the deposits of the first cycle and schists of the greenrock complex. This unit consists of several sequences of upward fining rock grains, viz.: metaconglomerate and coarse-medium-fine-grained metasandstones (occasionally in succession with metasiltsstone), or sequences of coarse- to fine-grained metasandstones. The sequences vary in thickness from a few to twenty metres, having the overall thickness of about 35 metres. Coarse-grained rocks are disappearing upward and small-grained metasandstones prevail, locally laminated with metasiltsstone. Lenticular lamination is rare. Thick at base, the deposits grade into stratified (beds to 40 cm) and platy, rarely in medium-scale tabular cross bedding at a low dip angle. Marks are visible of symmetrical waves and rarely of small-scale hummocky cross bedding. The microfossil content is Lower Ordovician: *Verychachium reductum* and *Acathodiacrodium* cf. *tremadocum*. Equivalent basal levels of the second cycle – quartzose sandstone with wave-marks and in cross bedding – on Kučaj and Beljanica contain inarticulate brachiopods of the Middle and Upper Tremadocian (Veselinović, 1972). Metasandstones of the Komša have a total thickness of about 100 metres.

The texturally and minerally mature quartz metaconglomerate and metasandstone are composed almost entirely of oval and spherical quartz, low quartzite and chert (95–100%

of detrital constituents), with a thin line of iron oxide over the grains which are often matrix-corroded. The rocks contain low feldspar, mica, parallel oriented rock fragments from the preceding cycle, and volcanic rocks of the spilite-keratophyre association in quartz cement from the secondary quartz growth, rarely in matrix of mixed sericite, small quartz, and sometimes chlorite.

Chemical analysis of quartzose metasandstones from the Komša and Kraku Šerponj detected: SiO₂ 90,02% and 95,63%; Fe₂O₃ 1,29% and 0,49%; Al₂O₃ 5,65% and 2,33%, respectively, and other elements less than 1% or in traces.

Interpretation. White quartzose metaconglomerates and metasandstones mark a transgression associated with the global Lower Ordovician marine invasion and are deposited in a shore face and shallow-sea environment. Many authors maintain that large parts of the continent were submerged under shallow sea during the Ordovician. It is also believed, that the laterally extensive quartzose sandstones were formed under stable tectonic conditions on a platform (Dickinson and Suczek, 1979; Krynine, 1941; Pettijohn et al., 1972; Potter, 1986; and others). Other authors (Chandler, 1988; Driese, Byers, Dott, 1981), however, think that basal quartzose sandstones are not necessarily cratonic, but marginal marine deposits of the lower, submerged shore face, or shallow marine, formed mostly on the passive continental margin. These quite thick quartzose sandstones are commonest in the Upper Cambrian and the Lower Ordovician (Pettijohn et al., 1972; Reeding, 1981; Visser, 1974; etc.).

Lower Ordovician quartzose sandstones of Komša are polycyclic tidal deposits, formed under the tide and wave effects. Tidal movements of the early Paleozoic were strong, affected by the greater proximity of the Moon to the Earth and the Earth effect on the Moon. The strong tidal activity is indicated by the upward fining sequences, symmetrical wavemarks, high mineral and textural maturities (sorting and roundness of sand), tabular cross bedding, etc. Tides removed the instability components, and quartz and mainly zircon of heavy minerals remained. Hence the low clay content and lack of organisms feeding on suspension, and the absence of megafossils. The tabular cross bedding was formed by migration of small sand waves generated by tidal flow. The tidal effects was strengthened by storm waves which formed hummocky cross bedding on the inner shelf bellow the normal base level of the calm-weather waves. The quartzose sandstone formation was also controlled by climate, prevailingly warm in the Ordovician time, and aggressive solutions of organic acids, which were particularly active in the pre-Devonian prevegetation time. The thin hematite film over the quartz grains formed in this very shallow environment and warm climate.

The traction load transport was replaced in the Upper unit levels by sedimentation from suspension.

Shelf Metasiltstones and Argillaceous Schists of the Komša (unit C)

Deposits of this unit have a thickness of about 130 metres, gradually passing from the preceding unit. The unit consists of horizontally laminated metasiltstones and argillaceous schists, occasionally including argillaceous schists intraclasts and parallel lenticular accumulations of finegrained metasandstone. The rocks are carbonatized in places, and there are lenses of fine-sandy crystalline limestone as well. The lamination, resulting

from deposits of different lithologic compositions or concentrations of organic material, is often deformed by bioturbations.

The deposits are blastoaleuritic to lepidoblastic or blastopelitic in texture. Clay material under the low metamorphic effect (shown by X-ray analysis of powder) transformed into illite-phengite, chlorite-ripidolite, or cryptocrystalline quartz with sagenite mixtures, bearing chlorite and muscovite porphyroblasts.

Metasiltstone and argillaceous schists are topped with a notable horizon of white to grey-green metaconglomerate and lenticular metasandstone occurrences, up to 27 metres in thickness. The boundary with the finegrained rocks is sharp. The succession is characterized by fining upward sequences from finegrained metaconglomerate to metasandstone to metasiltstone and argillaceous schist.

Metaclastics are of quartz to subarkose in composition, less mature than the rocks of unit B. Quartz, enveloped by iron oxide, which is a common phenomenon in Paleozoic shallow-sea deposits, constitutes from 86% to over 90% of the detrital component, whereas feldspars, muscovite, fragments of argillaceous metachert, spilite, quartzite, sericitic schists, and granitic rocks are very low. Matrix and "pseudomatrix" are high. Argillaceous schists, X-ray analysed, consist of quartz, chlorite-ripidolite (with higher Mg and lower Fe), illite (biotite-muscovite), paragonite, epidote, plagioclase, and microcline.

Interpretation. Finegrained rocks of this unit are interpreted as subtidal depositions on a shallow shelf, devoid of emersion marks, frequently showing horizontal tubes of worms feeding on fine sand or silt, typical of low-energy sublittoral zones. The deposits show horizontal lenticular lamination and rarely redeposition of clay material. Horizontal lamination resulted from slight movement and pulsation of flow which produced alternation of silt and clay laminae. The lenticular lamination, according to Anderton (1976), is a reshaping result of very thin sand layers (deposited from suspension) into small-scale waves of slackened flow. The sediments deposited from suspension, occasionally with traction load transport.

White quartz to subarkose metaconglomerate and metasandstone were probably formed by a massive transport that could have been caused by an earthquake. The thin turbidite sequence on the top suggests a wave of reduced velocity. The alternative, less likely, interpretation is the filling of tidal channels combined with tidal and storm transports.

Grey and Violet Metasandstones and Argillaceous Schists of Žumataća (unit D)

This unit is made up of fine- and medium-grained metasandstones (quartzose, rarely subgreywacke) and argillaceous schists in 5–45 m thick groups of beds, in the total thickness of 270 metres. Groups of beds are homogeneous in composition, usually in rapid succession of fine-grained, rarely medium-grained, metasandstones and argillaceous schists, occasionally metasiltstones as well.

Generally, the unit is coarsening upward. The lowest are argillaceous schists; fine-grained metasandstones and metasiltstones follow upward to the highest, prevalingly medium-grained metasandstones. This succession is recurrent several times and topped by grey-violet coarse-grained quartzose metasandstones to greywacke, white quartz metaconglomerate and metasandstone (including chloritoid and argillaceous schist intraclasts) whose thin-bedded sequence shows the upward grain fining. The succession ends with lenticular massive white quartz conglomerate about 10 metres thick, sharply bounded.

Metasandstones prevail in this mixed facies. The deposits are stratified, thin-bedded to platy. Horizontal lamination is frequent, sometimes of organic material, and there are occurrences of small-scale graded bedding, lenticular and wavy laminations. Also have been noted erosion at the base of the coarsest bed and marks of small symmetrical waves.

Metaconglomerates and metasandstones contain dominantly quartz (81% to almost 100% of the detrital component), which is often well rounded, spherical or oblong, enveloped by hematite, sometimes in secondary growth. Feldspars (calcalkali plagioclase and albite) and muscovite amount to few percents of the detrital component; rock fragments are somewhat higher (to 10%) and consist of: metamorphic argillaceous chert, schist of the green complex, granitic rocks and spilite. The rocks are clast-, rarely matrix-supported; matrix is similar in composition to argillaceous schist (analysed by X-ray diffractometry): a mixture of illite (biotite and muscovite), paragonite, chlorite (ripidolite, approximating clinocllore), quartz, plagioclase, and epidote. Matrix corrodes detrital grains and penetrates them from the surface. The rocks are sporadically carbonatized.

Chloritoid forms columnar aggregates or small foliaceous masses of intensive pleochroism from yellow greenish to dark green of blue-violet colour. It is likely a product of regional metamorphism of argillaceous minerals rich in Fe and Al (s.f. Hoschek, 1969).

Interpretation. The lithology, texture and maturity of sandstones, without channels and emergence marks (desiccation cracks, clay intraclasts, etc.), indicate a shallow-sea offshore environment on a shelf, where storm-generated waves strengthened tidal flows. The shelf was dominated by strong storms which formed thin tempestite beds in small-scale graded bedding and base level of erosion, in small-scale horizontal cross, wavy, and lenticular laminations (distal storm beds s. f. Anderton, 1976). Small symmetrical waves formed in the subtidal zone, the zone of effective wave action, over the wave-base level (Banks, 1973). The succession of sandstones and fine-grained rocks suggest the fluctuation power of flow, when fine-grained sediments from suspension were deposited, during high concentrations of mud and silt, and thick sandstones mark the traction load transport. The small-scale horizontal lamination suggests a calm-water sedimentation and traction flows too weak to shape the bottom, where only fine-grained sediment was transported (Potter et al., 1980). Infrequent syngenetic deformations were produced by storm action on the gently sloping shelf.

Deposits of coarser-grained rocks at the top of the unit, including sequences of upward fining and horizontal lamination, are more indicative of a number of high-energy storm waves than a subtidal channeling. White quartz conglomerate topping the succession was probably formed by the action of strong storm waves which carried coarse materials from the shore onto the shelf.

The inexpressive upward grain coarsing and great thickness of the deposits may suggest and extended aggradation of the shelf with a high load supply, or shallowing shoreward from the inner shelf.

Subarkosic and Arkosic Metasandstones of Žumataća (unit E)

These rocks are the highest of the second cycle deposits and clearly differ from them. These are platy to bedded medium-grained or fine-grained metasubarkoses, meta-

arkoses to impure metaarkoses, rarely metasiltstones grey-green in colour. Roughly, grain fining upward from medium-grained metasandstones, sometimes successions of medium- and fine-grained horizontally laminated metasandstones, to a faster succession of fine-grained metasandstones and metasiltstones, or horizontal lamination of both, are visible. Argillaceous siltstone are sporadic. The sequences vary in thickness from 17 m to 58 m, and the unit has a total thickness of about 130 metres.

Rocks of this unit are less mature than those of unit D (less sorted, less rounded, lower in stable minerals, and high in clay matrix). They are composed of quartz (53-69%), plagioclase (20-40%, often albite and 11-13% of anorthite), and few percents of mica. Rock fragments are similar to those of older rocks. Matrix and "pseudomatrix" are contained often by 50% or more, composed of Fe-high chlorite, some fine-grained quartz, sericite, illite, and sagenite.

Interpretation. Rocks of this unit are interpreted as subtidal shelf sandstones formed dominantly by traction, rarely suspended, load transport. The rocks are much altered and deformed to indicate the depositional environment.

* * *

It is difficult to interpret depositional environments of old sedimentary rocks, especially where they are altered, deformed, and fossil-free, as in the case of Ordovician deposits of the Komša. De Raaf and Boersma (1971) find it easier to distinguish tidal and nontidal facies in fossil deposits than different tidal subenvironments (offshore, estuary, tidal flats, etc.). According to the same authors, the difference in sedimentation between near and off shore for old deposits is quite problematic. Walker writes (1979) that the interpretation problem of deposition in shallow seas rises from the lack of a simple connection between the process and its results: different processes may produce similar sand bodies, and the same process may produce different forms.

HEAVY MINERALS

Lower and Middle Ordovician shallow-sea metaclastics of the Komša are generally rich in heavy minerals, but vary from one unit to another. The identified heavy minerals are: zircon, tourmaline, rutile, garnet, titanite, apatite, epidote, zoisite, green amphibole, clinozoisite, orthite, rhombic pyroxene, andalusite, staurolite, disthene, ilmenite, magnetite, leucosene, occasional cassiterite, sapphire, monazite. Autigenic minerals are: hematite, limonite (often secondary), chlorite, pyrite, barite. Native iron from quartz veins is common.

Unit B is poor in heavy mineral species. Zircon is prevailing (27-92% of heavy minerals), then ilmenite and magnetite (to 50%), tourmaline (to 16%), and other minerals. These stable minerals are accumulated with quartz near the shore, where waves removed unstable minerals. Finer-grained sediments of unit B and C were deposited off shore, characterized by an abundant association of heavy minerals and increased garnet (to 33%), andalusite (to 27%) and ilmenite (to 81%). Units D and E are extremely abundant in mineral species, with the highest zircon (20-37% of heavy fraction) and ilmenite (0,48%). Grey-violet metasandstones and metaconglomerates of unit D contain subsequently formed chloritoid (to 10%).

The principal characteristic of heavy minerals, zircon and rutile in particular, is the roundness. Zircon is colourless, clear, turbid, yellowish, pink (hyacinth), violet and zonal.

It is elongated in shape and robust, spherical or oval, as a result of repeated redeposition. Tomite (1954) works on coloured zircon suggest that the colour was produced by radioactive bombardment, a likely occurrence in the Ordovician in respect of the Precambrian origin of zircon. Tourmaline is brown, rarely green, subrounded, probably carried out by streams from granitic rocks over short distances.

ORIGIN OF MATERIALS

The abundance of heavy minerals in metaclastics of the Komša, and the petrographic composition of sedimentary rocks, are results of the geologic diversity in the erosion areas during the Ordovician. There are granitic rocks, crystalline schists of the green complex, crystalline schists of the gneiss complex, basic magmatic rocks, rocks of spilite-keratophyre group, and sedimentary rocks.

ECONOMIC SIGNIFICANCE

Quartzose metasandstone of unit B is of good quality, particularly quartz sandstone from Čoka Šerponj, which contains SiO_2 in rates exceeding 95%. This sandstone is valuable for industrial uses.

CONCLUSION

The Ordovician time-stratigraphic unit is represented in Homolje mountains by shallow-sea siliciclastics which are products of three sedimentation cycles described in this work, individualized as the Komša Formation and equivalent to the Lower, and Lower and Middle Ordovician. Deposits of the third cycle correspond to the Upper Ordovician.

The units individualized in the Komša Formation are the following:

- A. Lower Ordovician transgressive shallow-sea immature metaclastics of the Komša;
- B. Transgressive shallow-sea quartzose metasandstones of the Komša;
- C. Shelf metasiltstones and argillaceous schists of the Komša;
- D. Shelf grey or violet metasandstones and argillaceous schists of Žumataća; and
- E. Subarkosic and arkosic metasandstones of Žumataća.

Rocks of the Komša Formation are shallow sea¹ deposits prevailing formed of a tide- and storm-dominated shelf. The depositional environments are interpreted on the basis of a numerosity of structural and textural features, such as: rock maturity, succession of varied deposits, grading, types of bedding and lamination, bioturbations, etc.

¹ In their discussion of the nature of the environments in which deposition, subsequent magmatism and metamorphic processes operated, Kalenić and Aleksić (1972) characterized Ordovician rocks of the Homolje (and Kučaj) mountains as hemieugeosynclinal volcanic-sedimentary formation intruded by a gabbro-plagiogranite formation (olivine-gabbro, gabbro-amphibolite, gabbro-diabase, spilitic diabase, diabase-porphry, keratophyre, and quartz-keratophyre and respective tuffs and tuffites, plagiogranite). Kalenić and Aleksić located obviously wrongly magmatic representatives of Upper Proterozoic or Cambrian, and even post-Ordovician and post-Middle Silurian rock in the Ordovician, because the mentioned magmatism did not accompany the Ordovician sedimentation in the domain of Homolje and Kučaj mountains or in Kučaj zone of the Hercynides of eastern Serbia.

ACKNOWLEDGEMENT

Our gratitude is due to M. Divljan for identification of some metamorphic rocks, to I. Krstanović, Lj. Karanović, M. Mišić and A. Marković for X-ray textural analyses, to M. Vasiljević and Lj. Tešanović for chemical analyses.

ЛИТЕРАТУРА – REFERENCES

- Allen J. R., 1963: The classification of cross-stratified units, with notes on their origin.– *Sedimentology*, 2, 93–114.
- Anderton R., 1976: Tidal-shelf sedimentation: an example from the Scottish Dalradian.– *Ibid.*, 23, 429–458.
- Banks N. L., 1973: Tide-dominated offshore sedimentation, Lower Cambrian, North Norway – *Ibid.*, 20, 213–228.
- Ghandler F. W., 1988: Quartz arenites: review and interpretation.– *Sedimentary Geology*, 58, 105–106.
- Dickinson W. R., 1970: Interpreting Detrital Modes of Graywacke and Arkose.– *Journ. of Sedim. Petrology*, Vol. 40, No. 2, 695–707.
- Dickinson R. and Succec C. A., 1979: Plate tectonics and Sandstone Composition.– *Am. Assoc. Pet. Geol. Bull.*, 63, 2164–2182.
- Driese S. G., Byers C. W. and Dott R. H., 1981: Tidal Deposition in the Basal Upper Cambrian Mt. Simon Formation in Viskonsin.– *Journ. of Sedim. Petrology*, V. 51, No. 2, 367–381.
- Dordenić M., 1961: Tumač za list Žagubica 52.– *Fond stručnih dokumenata Geozavoda*, Beograd.
- Dorđević M., 1963: Stariji paleozoik Homolja. u: Tumač za list Žagubica L 34–140.– *Savezni geološki zavod*, Beograd, 1970.
- Ercegovac M., Đajić S. and Krstić B., 1995: Palynomorphs in Marine Palaeozoic of the Carpatho-Balkanides, Eastern Serbia.– *Geol. Soc. Greece. Sp. Publ. No. 4*, 181–185, Athens.
- Galovay W. E. and Hobday D. K., 1983: Terigenous Clastic Depositional Systems.– *Springer-Verlag*, 116–165.
- Hoschek G., 1969: The stability of staurolite and chloritoid and their significance in metamorphism of pelitic rocks.– *Contributions of Mineralogy and Petrology*, 22, 208–232.
- Каленић М. и Алексић В. (=Kalenić and Aleksić), 1972: Хемиеугеосинклинала ордовицијума Кучаја и Хомоља.– *Записници Српског геол. друштва* 1968, 1969 и 1970. год, 381–384, Београд
- Kalenić M. i Hadži-Vuković M., 1973: Ordoviciium. U: Tumač za list Kučevo L 33–128.– *Savezni geološki zavod*, Beograd, 1980.
- Klein G. de V., 1971: A sedimentary model from deterring paleotidal range.– *Bull. geol. Soc. Am.*, 82, 2585–2592.
- Klein G. de V., 1977: Clastic-Tidal facies. In: Chandler F. W. (Ed.) Quartz arenites: review and interpretation – *Sedimentary Geology*, 58, 105–126, 1988.
- Крстић Б. и Масларевић Љ. (=Krstić and Maslarević), 1990: Депозиционе средине морског палеозоика кучајске зоне херцинида источне Србије.– *Геол. ан. Балк. пол.*, 53/1, 183–191, Београд.
- Krynine P. D., 1941: Differentiation of sediment: during the life history of a landmass.– *Geol. Soc. Am., Bull.* 52, 1915.
- Merifield P. M. and Lamar D. L., 1968: Sand waves and early earth history.– *J. geophys. Res.*, 73, 4767–4773.
- Pettijohn F. J., Potter P. F. and Siever R., 1968: Sand and Sandstone.– *Springer-Verlag*, pp. 617, Berlin.
- Potter P. E., Maynard J. B. and Pryor V. A., 1980: *Sedimentology of shale*.– *Springer-Verlag*; 306 pp., New York, Heidelberg, Berlin.
- Potter P. E., 1986: South America and a few grain of sand. 1. Beach sands.– *J. Geol.*, 94, 301–319.
- Raaf J. F. M. and de Boersma J. R., 1971: Tidal deposits and their Sedimentary structures (Seven examples from Western Europe).– *Geol. Mijnbouw*, 50, 479–504.
- Reading H. G., 1981: *Sedimentary Environments and Facies*.– *Blackwell Scientific Publ.*, Oxford, London, 143–258.

- Tomita T., 1954: Geologic Significance of the color of granite zircon and the discovery of the pre-cambrian in Japan. In: Pettijohn et al. (Eds) Sand and Sandstone.- Springer-Verlag, pp. 617, Berlin.
- Веселиновић М. (=Veselinović), 1972: Прилози познавању старијег палеозоица источне Србије.- Записници Српског геол. друштва за 1968, 1969 и 1970 год, 119-125, Београд.
- Visser J. N. J., 1974: The Table Mountain Group: a study in the deposition of quartz arenites on a stable shelf. Cit. in: Chandler F. W., 1988: Quartz arenites: review and interpretation - Sedim. Geology, 58, 105-126.
- Walker R. G., 1979: Shallow marine sands. In: Walker R. G. (Ed.) Facies Models.- Geoscience Canada, Reprint Series 1, Geol. Assoc. of Canada, 75-89.

ТАБЛА I PLATE

- Сл. 1. Усамљена коса слојевитост у ситнозрном метапешчару. Део плитког широког канала. Доњи ордовицијум, члан А.
- Fig. 1. Solitary cross bedding in fine-grained metasubgraywackes. Part of shallow wide shannel. Lower Ordovician, Member A.
- Сл. 2. Трагови симетричних таласа и ситна брежуљкаста коса слојевитост. Кварцини метапешчар. Доњи ордовицијум, члан Б.
- Fig. 2. Wave marks and small scale hummocky cross bedding. Quartzose metasandstone. Lower Ordovician, member B.

ТАБЛА II PLATE

- Сл. 1. Хоризонтална ламинација метаалевролита и аргилошиста. Сочивасте ламине метаалевролита настале миграцијом ситних таласа. Доњи ордовицијум, члан А, ×12.
- Fig. 1. Horizontal lamination metasilstones and slates. Lenticular lamintaion by migrating small ripples. Lower Ordovician, Member A, ×12.
- Сл. 2. Биографи у метаалевролиту. Доњи ордовицијум, члан Ц, ×10.
- Fig. 2. Organic markings. Metasilstones. Lower Ordovician, Member C, ×10.
- Сл. 3. Хоризонтална ламинација и фина градација ситнозрни метапешчар-метаалевролит-аргилошист. Средњи ордовицијум, члан Д, ×12.
- Fig. 3. Horizontal lamination and small scale graded bedding, fine grained metasandstone-metasilstone-slate. Middle Ordovician, Member D, ×12.
- Сл. 4. Кварцини метапешчар, заобљен кварц кородован матриком. Средњи ордовицијум, члан Д, ×12.
- Fig. 4. Quartzose metasandstone. Rounded quartz, coroded by matrix. Middle Ordovician, Member D, ×12.

ТАБЛА I PLATE



ТАБЛА II PLATE

